



**Α.Ε.Ι. ΠΕΙΡΑΙΑ Τ.Τ.  
ΣΧΟΛΗ ΤΕΧΝΟΛΟΓΙΚΩΝ ΕΦΑΡΜΟΓΩΝ  
ΤΜΗΜΑ ΗΛΕΚΤΡΟΛΟΓΩΝ ΜΗΧΑΝΙΚΩΝ Τ.Ε.**

**“ΑΝΑΛΥΣΗ ΤΕΧΝΙΚΩΝ ΧΑΡΑΚΤΗΡΙΣΤΙΚΩΝ ΗΛΕΚΤΡΟΛΟΓΙΚΟΥ  
ΥΛΙΚΟΥ ΠΙΝΑΚΩΝ ΧΑΜΗΛΗΣ ΤΑΣΗΣ”**



**Επιβλέπων Καθηγητής:** Δρ. Σταύρος Καμινάρης, Αναπληρωτής Καθηγητής

**Σπουδαστής:** Κωνσταντίνος Τσουπάκης **ΑΜ:** 38293

**Αθήνα  
Οκτώβριος – 2016**

Copyright © Ανώτατο Εκπαιδευτικό Ίδρυμα Πειραιά Τεχνολογικού Τομέα

Με επιφύλαξη παντός δικαιώματος. All rights reserved.

Απαγορεύεται η αντιγραφή, αποθήκευση και διανομή της παρούσας εργασίας, εξολοκλήρου ή τμήματος αυτής, για εμπορικό σκοπό. Επιτρέπεται η ανατύπωση, αποθήκευση και διανομή της για σκοπό μη κερδοσκοπικό, εκπαιδευτικής ή ερευνητικής φύσης, υπό την προϋπόθεση να αναφέρεται η πηγή προέλευσης και να διατηρείται το παρόν μήνυμα. Ερωτήματα που αφορούν τη χρήση της εργασίας για κερδοσκοπικό σκοπό πρέπει να απευθύνονται προς τον συγγραφέα.

Οι απόψεις και τα συμπεράσματα που περιέχονται σε αυτό το έγγραφο εκφράζουν το συγγραφέα και δεν πρέπει να ερμηνευθεί ότι αντιπροσωπεύουν τις επίσημες θέσεις του Ανώτατου Εκπαιδευτικού Ιδρύματος Πειραιά Τεχνολογικού Τομέα.

## **ΕΥΧΑΡΙΣΤΙΕΣ**

Με την περάτωση της παρούσης πτυχιακής εργασίας, ολοκληρώνονται επιτυχώς οι σπουδές μου στο τμήμα Ηλεκτρολογίας.

Καταρχήν θα ήθελα να ευχαριστήσω θερμά τον επιβλέποντα καθηγητή μου κ. Σταύρο Καμινάρη, για την άριστη συνεργασία που είχαμε και την πολύτιμη βοήθεια που μου προσέφερε κατά τη διάρκεια αυτής της προσπάθειας.

Επίσης θα ήθελα να ευχαριστήσω όλους τους καθηγητές του τμήματος, που προσπαθούν καθημερινά να παρέχουν στους φοιτητές, εκπαίδευση υψηλού επιπέδου.

Τέλος και πάνω απ' όλα ευχαριστώ την οικογένειά μου, για την ηθική υποστήριξη που μου δίνει όλα αυτά τα χρόνια.

Κωνσταντίνος Τσουπάκης

# ΠΕΡΙΕΧΟΜΕΝΑ

Ευχαριστίες .....	iii
Περιεχόμενα .....	iv
Summary .....	v
Πρόλογος .....	1
<b>1<sup>ο</sup>Κεφάλαιο “ΕΙΣΑΓΩΓΙΚΑ ΣΤΟΙΧΕΙΑ” .....</b>	<b>1</b>
1.1 Εσωτερικές Ηλεκτρικές Εγκαταστάσεις, γενικά .....	1
1.2 Συνήθη Σφάλματα Ε.Η.Ε. ....	2
1.2.1 Υπερφόρτιση .....	2
1.2.2 Βραχυκύκλωμα.....	2
1.2.3 Διαρροή Ρεύματος.....	2
1.2.4 Υπερτάσεις .....	2
1.3 Η/Γ Υλικό Πινάκων, γενικά .....	3
1.4 Πρότυπα.....	3
<b>2<sup>ο</sup>Κεφάλαιο “ΗΛΕΚΤΡΙΚΟΙ ΠΙΝΑΚΕΣ Χ.Τ.” .....</b>	<b>5</b>
2.1 Οικιακοί Πίνακες.....	5
2.1.1 Η/Γ Υλικό Οικιακών Πινάκων .....	6
2.2 Βιομηχανικοί Πίνακες (Κλασσικού Αυτοματισμού).....	7
2.2.1 Η/Γ Υλικό Βιομηχανικών Πινάκων .....	9
<b>3<sup>ο</sup> Κεφάλαιο “ΗΛΕΚΤΡΟΛΟΓΙΚΟ ΥΛΙΚΟ ΟΙΚΙΑΚΩΝ ΠΙΝΑΚΩΝ” .....</b>	<b>11</b>
3.1 Διακόπτες.....	11
3.1.1 Τεχνικά Χαρακτηριστικά .....	12
3.2 Ασφάλειες.....	13
3.2.1 Ασφάλειες τήξης .....	14
3.2.1.1 Τεχνικά Χαρακτηριστικά .....	16
3.2.1.2 Χαρακτηριστικές Καμπύλες Ασφαλειών Τήξης.....	17
3.2.2 Αυτόματες Ασφάλειες .....	20
3.2.2.1 Τεχνικά Χαρακτηριστικά .....	21
3.2.2.2 Χαρακτηριστικές Καμπύλες Μικροαυτόματων.....	22
3.2.2.2.1 Ανάλυση Χαρακτηριστικών Καμπύλων Μικροαυτόματων.....	24
3.3 Διακόπτες Διαφορικού Ρεύματος (ΔΔΡ) .....	30
3.3.1 Τεχνικά Χαρακτηριστικά .....	32
3.4 Απαγωγοί Κρουστικών Υπερτάσεων (Αντικεραυνικά) .....	36
3.4.1 Τεχνικά Χαρακτηριστικά .....	38
<b>4<sup>ο</sup> Κεφάλαιο “ΗΛΕΚΤΡΟΛΟΓΙΚΟ ΥΛΙΚΟ ΒΙΟΜΗΧΑΝΙΚΩΝ ΠΙΝΑΚΩΝ” .....</b>	<b>43</b>
4.1 Διακόπτες.....	43
4.2 Μηχανικοί Διακόπτες Φορτίου .....	44
4.2.1 Τεχνικά Χαρακτηριστικά .....	45
4.3 Ηλεκτρονόμοι (Ρελαί Ισχύος).....	47
4.3.1 Τεχνικά Χαρακτηριστικά .....	49
4.4 Θερμικά .....	50
4.4.1 Τεχνικά Χαρακτηριστικά .....	51
4.5 Χρονικά Ρελαί .....	52
4.6 Θερμομαγνητικός Διακόπτης .....	54
4.7 Επιτηρητής Τάσης .....	55
<b>5<sup>ο</sup> Κεφάλαιο “ΕΠΙΛΕΚΤΙΚΟΤΗΤΑ ΣΤΑ ΜΕΣΑ ΠΡΟΣΤΑΣΙΑΣ” .....</b>	<b>57</b>
5.1 Ορισμός .....	57
5.2 Παραδείγματα.....	57
5.3 Επιλεκτικότητα Στους ΔΔΡ .....	66
<b>Βιβλιογραφία.....</b>	<b>67</b>

# SUMMARY

The aim of this thesis is to present in detail the technical characteristics of the main electrical switchgear that can be encountered in residential and industrial electrical low voltage switchboards.

In the first chapter, an introduction is made at the risks that may arise from errors in the Internal Electrical Installations.

In the second chapter, a description is made at household and industrial electrical panels and will be a reference to the electrical switchgear used in each case.

In the third chapter, technical and structural characteristics of the switchgear used in household panels are presented and a special analysis in the performance curves and the selection of miniature circuit breakers is made. Also, the types and the way differential current circuit breakers should be selected are mentioned in detail.

The fourth chapter presents the technical characteristics and the operating principle of the switchgear used in the industrial panels.

In the fifth chapter there is a specific reference through examples and with the use of Electrical Design Curves software, to the issue of selectivity that must be abided in the selection of the various switchgear.

## **Keywords:**

MCB Switch, Fuse, Circuit Breaker, Residual Current Device (RCD), Contactor, Technical Characteristics, Performance Curves, Selectivity

# ΠΡΟΛΟΓΟΣ

Σκοπός της παρούσης πτυχιακής εργασίας, είναι να παρουσιαστούν αναλυτικά τα τεχνικά χαρακτηριστικά των βασικών ηλεκτρολογικών υλικών, που μπορεί να συναντήσει κανείς σε οικιακούς και βιομηχανικούς ηλεκτρικούς πίνακες χαμηλής τάσης.

- Στο πρώτο κεφάλαιο γίνεται μια εισαγωγή στους κινδύνους που μπορεί να εμφανιστούν, από σφάλματα στις Εσωτερικές Ηλεκτρικές Εγκαταστάσεις.
- Στο δεύτερο κεφάλαιο γίνεται περιγραφή των οικιακών και βιομηχανικών ηλεκτρικών πινάκων και αναφορά στο ηλεκτρολογικό υλικό που χρησιμοποιείται σε κάθε περίπτωση.
- Στο τρίτο κεφάλαιο, παρουσιάζονται τα τεχνικά και κατασκευαστικά χαρακτηριστικά των υλικών που χρησιμοποιούνται στους οικιακούς πίνακες και γίνεται ιδιαίτερη ανάλυση στις χαρακτηριστικές καμπύλες και τον τρόπο επιλογής των μικροαυτόματων ασφαλειών. Επίσης αναφέρονται αναλυτικά, οι τύποι και ο τρόπος που πρέπει να επιλέγονται οι διακόπτες διαφορικού ρεύματος.
- Στο τέταρτο κεφάλαιο παρουσιάζονται τα τεχνικά χαρακτηριστικά και η αρχή λειτουργίας των υλικών που χρησιμοποιούνται στους βιομηχανικούς πίνακες.
- Στο πέμπτο κεφάλαιο γίνεται ιδιαίτερη αναφορά μέσα από παραδείγματα και με τη βοήθεια του λογισμικού Electrical Design Curves, στο θέμα της επιλεκτικότητας που πρέπει να τηρείται κατά την επιλογή των διαφόρων μέσων προστασίας.

## **Λέξεις κλειδιά:**

Διακόπτης, Ασφάλεια, Μικροαυτόματος, Διακόπτης Διαρροής Ρεύματος, Ηλεκτρονόμος, Τεχνικά Χαρακτηριστικά, Χαρακτηριστικές Καμπύλες, Επιλεκτικότητα

# 1<sup>ο</sup> ΚΕΦΑΛΑΙΟ

## “ΕΙΣΑΓΩΓΙΚΑ ΣΤΟΙΧΕΙΑ”

### 1.1 Εσωτερικές Ηλεκτρικές Εγκαταστάσεις, γενικά

Η ροή της ηλεκτρικής ενέργειας στα ηλεκτρικά κυκλώματα και στις ηλεκτρικές καταναλώσεις μια Εσωτερικής Ηλεκτρικής Εγκατάστασης (Ε.Η.Ε.) πρέπει πάντα να γίνεται με ασφάλεια και να παρέχει προστασία τόσο στην ίδια την εγκατάσταση (προστασία συσκευών) όσο και στους χρήστες της (προστασία ατόμων). Για αυτό το σκοπό χρησιμοποιούνται υλικά με διαφορετικά τεχνικά χαρακτηριστικά και λειτουργίες τα οποία θα πρέπει να λειτουργούν και να συνεργάζονται αρμονικά μέσα σε έναν ηλεκτρικό πίνακα.

Η ομαλή ροή της ηλεκτρικής ενέργειας και κατά συνέπεια, η σωστή και ασφαλής λειτουργία της εγκατάστασης εξασφαλίζεται:

**A) Με την κατάλληλη ονομαστική τάση (230v για μονοφασική παροχή και 400v για τριφασική παροχή) που πρέπει να υπάρχει σε συγκεκριμένα σημεία της εγκατάστασης (αγωγοί φάσης).**

**B) Με τις κατάλληλες τιμές των ρευμάτων που πρέπει να διαρρέουν συγκεκριμένους αγωγούς και που καθορίζονται από τις ανάγκες σε ισχύ στις διάφορες ηλεκτρικές καταναλώσεις.**

Αρκετά συχνά όμως εξαιτίας διαφόρων παραγόντων όπως:

- Τάσεων σε σημεία που δεν πρέπει να βρίσκονται υπό τάση
- Μεγάλων ρευμάτων, που οφείλονται σε βραχυκυκλώματα ή υπερφόρτωση της ίδιας της εγκατάστασης
- Υπερτάσεων ατμοσφαιρικής προελεύσεως (πχ. Κεραυνικά πλήγματα)
- Υπερτάσεων χειρισμών που προέρχονται από την ίδια την εταιρεία παραγωγής ηλεκτρικής ενέργειας

εγκυμονούν σοβαρούς κινδύνους για την άρτια λειτουργία της εγκατάστασης καθώς επίσης και για την σωματική ακεραιότητα των ατόμων που τη χρησιμοποιούν.

## **1.2 Συνήθη Σφάλματα Ε.Η.Ε.**

### **1.2.1 Υπερφόρτιση**

Υπερφόρτιση ενός κυκλώματος είναι η αύξηση του ρεύματος κανονικής λειτουργίας του μέχρι και 40% για κάποιο χρονικό διάστημα, χωρίς να εμφανίζεται σφάλμα μόνωσης στους αγωγούς τροφοδοσίας.

### **1.2.2 Βραχυκύκλωμα**

Βραχυκύκλωμα είναι η αύξηση του ρεύματος σε πολύ υψηλή τιμή, εξαιτίας του μηδενισμού της σύνθετης αντίστασης του κυκλώματος. Η δυσμενέστερη περίπτωση είναι όταν ενεργός αγωγός έρχεται σε άμεση επαφή με άλλον ενεργό αγωγό ή με τον ουδέτερο αγωγό ή με τον αγωγό προστασίας (γείωσης) του κυκλώματος. Το βραχυκύκλωμα αυτό προκαλεί την μεγαλύτερη ένταση ρεύματος στο κύκλωμα, άρα και τη μεγαλύτερη θερμική καταπόνηση των μονώσεων των αγωγών.

### **1.2.3 Διαρροή Ρεύματος**

Διαρροή ρεύματος μπορεί να συμβεί όταν υπάρχει σφάλμα μόνωσης σε οποιοδήποτε ενεργό μέρος μιας ηλεκτρικής εγκατάστασης ή συσκευής, με συνέπεια να βρεθούν υπό τάση σημεία της που δεν θα έπρεπε να είναι, υπό κανονικές συνθήκες λειτουργίας.

### **1.2.4 Υπερτάσεις**

Οι υπερτάσεις οι οποίες είναι παρούσες σε όλα σχεδόν τα δίκτυα οφείλονται κυρίως σε:

- Ατμοσφαιρικά φαινόμενα, όπως οι κεραυνοί μεταξύ των νεφών ή προς τη γη.
- Μεταβατικά φαινόμενα από αλλαγές κατάστασης στα ηλεκτρικά δίκτυα, όπως η ζεύξη- απόζευξη μεγάλων και σύνθετων φορτίων.
- Παρασιτικές διαταραχές στα δίκτυα από συσκευές παραγωγής ηλεκτρικού τόξου (κλίβανοι - ηλεκτροκολλήσεις κ.λπ.).
- Ηλεκτρονικά συστήματα μεγάλης ισχύος που παράγουν αρμονικές και έχουν ως συνέπεια φαινόμενα συντονισμού κ.α.



### 1.3 Η/Γ Υλικό Πινάκων, γενικά

Για τον έλεγχο παροχής ηλεκτρικής ενέργειας (σύνδεση – αποσύνδεση) σε ηλεκτρικά κυκλώματα και ηλεκτρικές καταναλώσεις μιάς Ηλεκτρικής Εγκατάστασης αλλά και για την προστασία από μεγάλα ρεύματα και υπερτάσεις ή ρεύματα διαρροής προς γη, χρησιμοποιούνται μηχανισμοί οι οποίοι:

- Συνδέουν ή αποσυνδέουν ηλεκτρικά κυκλώματα και καταναλώσεις ή και όλη την εγκατάσταση (**Διακόπτες**),
- Διακόπτουν γρήγορα την παροχή ηλεκτρικής ενέργειας σε όλη την εγκατάσταση ή σε συγκεκριμένα κυκλώματα και καταναλώσεις, σε περιπτώσεις βραχυκυκλωμάτων ή υπερφορτίσεων (**Ασφάλειες**),
- Διακόπτουν πάρα πολύ γρήγορα την παροχή ηλεκτρικής ενέργειας σε όλη την εγκατάσταση, όταν εμφανιστούν ρεύματα διαρροής προς γη (**Ρελέ διαφορικής προστασίας ή διαρροής**) ή όταν εμφανιστούν υπερτάσεις εξαιτίας ατμοσφαιρικών ή άλλων φαινομένων (**Προστατευτικά υπερτάσεων**).

### 1.4 Πρότυπα

Οι ραγοδιακόπτες κατασκευάζονται σύμφωνα με το πρότυπο IEC/EN 60947-3 για εγκατάσταση σε ράγα DIN 35 mm.

Οι ασφάλειες τήξης για κυκλώματα ισχύος αντιστοιχούν στα εξής πρότυπα: EN 60269, IEC 60269, DIN/VDE 0636, ΕΛΟΤ 446-86. Για κυκλώματα μικροσυσκευών χρησιμοποιούνται μικροασφάλειες που αντιστοιχούν στα πρότυπα VDE 0804, DIN/IEC 257 και VDE 0820. Στις ασφάλειες τήξης η διακοπή ενός κυκλώματος προκαλείται από την τήξη ενός χάλκινου ή αργυρού σύρματος ή ταινίας μέσα σε σκόνη χαλαζία.

Οι μικροαυτόματοι (Miniature Circuit Breakers) ή για συντομία MCB ονομάζονται και αυτόματες ασφάλειες. Ο λόγος είναι ότι όταν εμφανίστηκαν για πρώτη φορά στην δεκαετία του 1960, η πρώτη τους εφαρμογή ήταν η αντικατάσταση των τηκτών ασφαλειών στους οικιακούς πίνακες. Πρακτικά είναι αυτόματοι διακόπτες (Circuit Breakers), με ενσωματωμένη θερμική και μαγνητική προστασία, σε μικρές διαστάσεις (miniature).

Θεωρητικά θα έπρεπε να τους εντάξουμε στην κατηγορία των αυτόματων διακοπών αλλά καθιερώθηκε να αποτελούν ένα ξεχωριστό κεφάλαιο στα τεχνικά φυλλάδια των

κατασκευαστών. Οι μικροαυτόματοι χρησιμοποιούνται, κυρίως, για την προστασία καλωδίων και αγωγών από υπερφορτίσεις και βραχυκυκλώματα. Έτσι, προστατεύουν τον ηλεκτρικό εξοπλισμό από υπερθέρμανση σύμφωνα με τα σχετικά πρότυπα, π.χ. DIN VDE 0100-430 Σε ορισμένες περιπτώσεις, οι μικροαυτόματοι στα συστήματα TN παρέχουν επίσης προστασία από ηλεκτροπληξία στην περίπτωση υπερβολικά υψηλών τάσεων επαφής που οφείλονται σε βλάβες της μόνωσης, Π.χ. σύμφωνα με τα πρότυπα HD 384.4.41/ IEC 364-4-41/DIN VDE 0100-410.

Οι ΔΔΡ κατασκευάζονται σύμφωνα με το πρότυπο IEC 61008 2006 Residual Current operated Circuit – Breakers without integral overcurrent protection for household and similar uses (RCCBs) ή σύμφωνα με το IEC 61009 2006 Residual Current operated circuit-Breakers with integral Overcurrent protection for household and similar uses (RCBOs) αν έχουν στοιχείο προστασίας υπερέντασης (ΔΔΡ μαζί με μικροαυτόματο) Χρησιμοποιούνται για προστασία κατά της ηλεκτροπληξίας ή της πυρκαγιάς σύμφωνα με το HD 384.4.

## 2<sup>ο</sup> ΚΕΦΑΛΑΙΟ

### “ΗΛΕΚΤΡΙΚΟΙ ΠΙΝΑΚΕΣ Χ.Τ.”

#### 2.1 Οικιακοί Πίνακες

Οι ηλεκτρικοί πίνακες αποτελούν ευρείας χρήσης διατάξεις καθώς τις συναντούμε από τις μικρότερες και πιο πεπαλαιωμένες οικιακές εγκαταστάσεις μέχρι τις μεγαλύτερες, πιο σύγχρονες και πιο πολύπλοκες βιομηχανικές εγκαταστάσεις. Οι ηλεκτρικοί πίνακες διανομής χρησιμεύουν στην τροφοδότηση και στον έλεγχο των ηλεκτρικών εγκαταστάσεων.

Από άποψη κατασκευής οι ηλεκτρικοί πίνακες γενικά διακρίνονται σε πλαστικούς και μεταλλικούς. Οι περισσότεροι χρησιμοποιούμενοι σήμερα είναι μεταλλικοί επειδή είναι εύχρηστοι και μπορούν εύκολα να δεχθούν επιπλέον εξαρτήματα σε περίπτωση μελλοντικής επέκτασης της εγκατάστασης.

Ανάλογα με τις συνθήκες που επικρατούν στο χώρο στον οποίο πρόκειται να τοποθετηθούν φέρουν τον κατάλληλο βαθμό προστασίας IP π.χ. για προστασία έναντι υγρασίας, σκόνης κλπ. Συνήθως σε μία οικία δεν υπάρχουν ακραίες απαιτήσεις όσον αφορά το βαθμό προστασίας ενός πίνακα.

Κατά τη μελέτη μιας ηλεκτρολογικής εγκατάστασης ανάλογα με τα φορτία που πρόκειται να τροφοδοτήσουν φέρουν τον κατάλληλο εξοπλισμό. Συνήθως λαμβάνεται πρόνοια για εφεδρικές γραμμές και για μελλοντική τοποθέτηση οργάνων οπότε οι διαστάσεις των πινάκων αυξάνονται μέχρι και 20%. Ο γενικός διακόπτης και οι λοιποί μηχανισμοί υπολογίζονται πάντοτε ώστε να καλύπτουν πλήρως και το αναμενόμενο φορτίο των εφεδρικών γραμμών.

Ένας πίνακας καλής κατασκευής φέρει μεταλλικό κιβώτιο (ανοικτό μπροστά) από λαμαρίνα ψυχρής ελάσεως πάχους τουλάχιστον 1.5mm με κατάλληλες νευρώσεις για επίτευξη ακαμψίας. Στο μπροστινό μέρος του κιβωτίου στερεώνεται η πόρτα του πίνακα ( πλαστική ή μεταλλική διαφανής) .

Οι ηλεκτρικοί πίνακες ανάλογα με το φορτίο που τροφοδοτούν διακρίνονται σε μονοφασικούς και τριφασικούς. Σε μικρές μονοκατοικίες ή διαμερίσματα (μέχρι 8.5

ΚWεγκατεστημένη ισχύ) χωρίς ειδικές απαιτήσεις δηλ. θερμοσυσσωρευτές, ανελκυστήρες, τριφασικούς κινητήρες κλπ, οι πίνακες είναι μονοφασικοί.



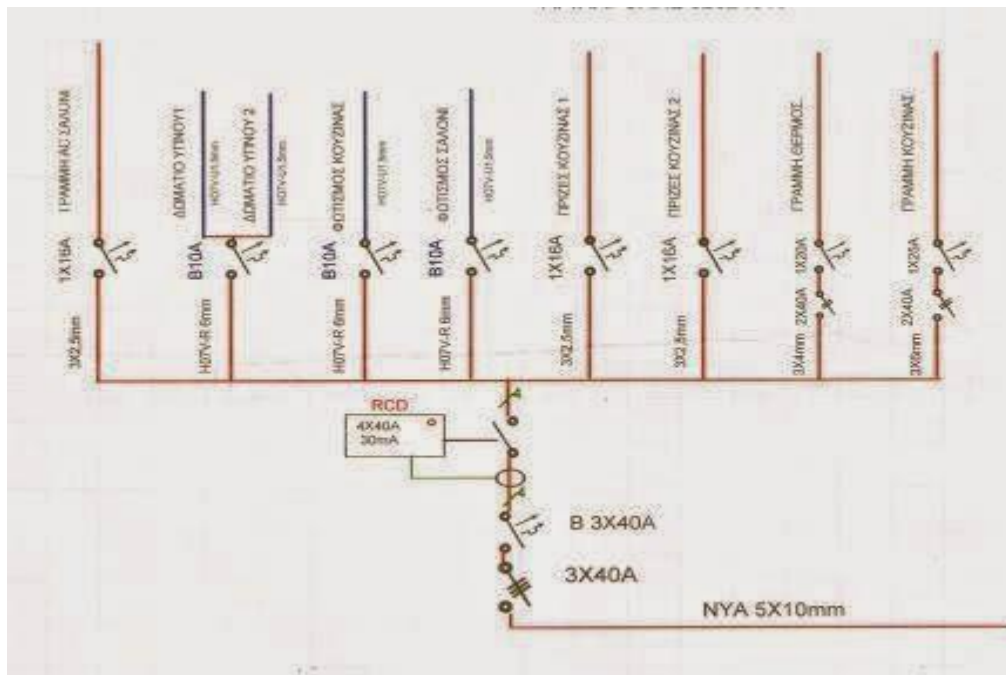
*Εικόνα 2.1 – Οικιακός ηλεκτρικός πίνακας ελαχίστων απαιτήσεων*

### **2.1.1 Η/Γ Υλικό Οικιακών Πινάκων**

Ενδεικτικά τα κύρια μέρη από τα οποία μπορεί να αποτελείται ένας τριφασικός πίνακας φωτισμού είναι τα εξής:

1. Γενικός τριπολικός διακόπτης ονομαστικής έντασης 40 A.
2. Ένα τετραπολικό ρελέ προστασίας τάσης 400 V και έντασης διαφυγής 30mA από το οποίο διέρχονται οι τρεις φάσεις και ο ουδέτερος. Αντί του τετραπολικού ρελέ προστασίας μπορούν να χρησιμοποιηθούν για ανεξαρτησία μεταξύ των τριών φάσεων, τρία διπολικά ρελέ, ένα για κάθε φάση.
3. Τρεις γενικές ασφάλειες συντηκτικές με μήτρα και φυσίγγιο των 35 A, ή τριπόλικη αυτόματη ασφάλεια τύπου C των 32 A.
4. Ενδεικτικές λυχνίες.
5. Διπολικοί ραγοδιακόπτες των 25 A για ηλεκτρική κουζίνα,θερμοσίφωνα, πλυντήριο κλπ.
6. Αυτόματες μονοπολικές ασφάλειες (μικροαυτόματοι διακόπτες), μία για κάθε αναχώρηση γραμμής, ονομαστικής έντασης ανάλογης με τα φορτία που τροφοδοτεί.

Κατά την αναχώρηση των γραμμών φροντίζουμε υποχρεωτικά για την ισοκατανομή των φορτίων στις τρεις φάσεις.



Εικόνα 2.2 – Μονογραμμικό σχέδιο τριφασικού οικιακού πίνακα

## 2.2 Βιομηχανικοί Πίνακες (Κλασσικού Αυτοματισμού)

Οι βιομηχανικοί ηλεκτρικοί πίνακες διακρίνονται σε δύο βασικές κατηγορίες: τους πίνακες τροφοδοσίας και τους πίνακες αυτοματισμού. Το κύριο χαρακτηριστικό της πρώτης κατηγορίας είναι ότι αυτοί οι ηλεκτρικοί πίνακες τροφοδοτούν κινητήρες ποικίλης ισχύος, ενώ το κύριο χαρακτηριστικό των πινάκων αυτοματισμού είναι ότι αυτοί διαχειρίζονται ένα περιορισμένο ή εκτεταμένο σύστημα ελέγχου. Πρέπει ωστόσο να τονιστεί ότι με βάση την πληθώρα των βιομηχανικών εφαρμογών που συναντούμε στην πράξη η διαχωριστική γραμμή μεταξύ αυτών των δύο κατηγοριών είναι λίγο συγκεχυμένη καθώς σε πολλές περιπτώσεις έχουμε ηλεκτρικούς πίνακες που εντάσσουν στον αυτόματο έλεγχο την ενεργοποίηση έστω και μικρής ισχύος κινητήρων. Από την άλλη πλευρά ακόμα και οι κλασσικοί πίνακες τροφοδοσίας περιλαμβάνουν βασικές μανδαλώσεις, οι οποίες επιτυγχάνουν έναν περιορισμένο έστω έλεγχο λειτουργίας των τροφοδοτούμενων μηχανημάτων.

Ο έλεγχος αυτός είναι απαραίτητος γιατί κανένα μηχάνημα στο βιομηχανικό πεδίο δεν λειτουργεί εντελώς αυτόνομα, είτε από όλα τα άλλα μηχανήματα, είτε από τις λοιπές παραμέτρους της παραγωγής, είτε ακόμα και από τις συνθήκες περιβάλλοντος. Παράλληλα

σημειώνουμε ότι σε επίπεδο κατασκευαστικού σχεδιασμού και αντίστοιχων προδιαγραφών υπάρχουν πολλά κοινά στοιχεία μεταξύ των δύο κατηγοριών πινάκων.

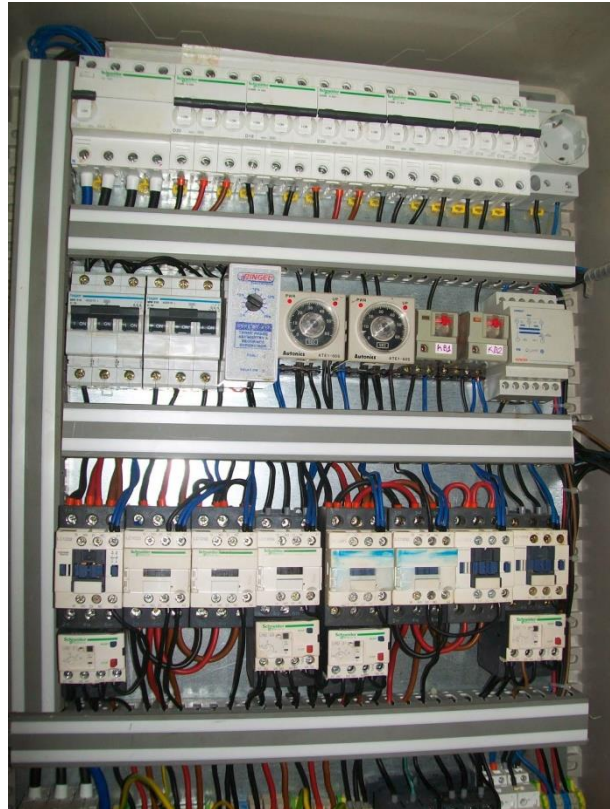
Κάθε Βιομηχανικός Ηλεκτρικός Πίνακας αποτελείται από τρία βασικά μέρη. Το μεταλλικό ερμάριο, το πλαίσιο στήριξης των βασικών ηλεκτρολογικών στοιχείων ή μικρουλικών μέσω των οποίων επιτελούνται οι λειτουργίες του πίνακα και την εξωτερική μεταλλική πόρτα στην οποία μπορεί να είναι τοποθετημένα είτε μπουτόν, είτε ένα μιμικό διάγραμμα. Αυτό πλαισιώνει πίνακες αυτοματισμού που εντάσσονται σε σύγχρονα εξελιγμένα συστήματα ελέγχου που ελέγχουν αρκετά εκτεταμένα υποσυστήματα της εκάστοτε βιομηχανικής μονάδας.

Τα κατασκευαστικά τεχνικά στοιχεία ενός πίνακα αυτοματισμού αναφέρονται στις διαστάσεις του, στον τρόπο στήριξης του, στο μεταλλικό έλασμα του ερμαρίου και της πόρτας και στο βαθμό μηχανικής προστασίας του. Οι τρεις διαστάσεις ενός πίνακα ποικίλουν ανάλογα με τον όγκο των ηλεκτρολογικών στοιχείων που αυτός θα περιλαμβάνει και κατά συνέπεια με την έκταση των ελέγχων που ο πίνακας θα επιτελεί. Ο τρόπος στήριξης εξαρτάται από το αν ο πίνακας θα τοποθετηθεί σε εσωτερικό χώρο οπότε μπορεί να είναι π.χ επίτοιχος, είτε στο πεδίο οπότε πρέπει να τοποθετηθεί σε κατάλληλα πλευρικά μεταλλικά στηρίγματα εδρασμένα στο έδαφος. Το μεταλλικό έλασμα του ερμαρίου και της πόρτας σε συνήθεις περιπτώσεις είναι St 37-2 και έχει πάχος 1,5mm.

Η μηχανική προστασία είναι πάντα απαραίτητη γιατί η οποιαδήποτε τυχαία διαβροχή ενός πίνακα, ακόμα κι αν αυτός είναι τοποθετημένος σε εσωτερικό χώρο μπορεί να προκαλέσει βλάβη. Στις πιο απλές περιπτώσεις το κέλυφος που συνιστούν το ερμάριο και η πόρτα σχεδιάζεται κατά IP45.

Ωστόσο σε πίνακες που βρίσκονται σε επισφαλή σημεία στο πεδίο μπορεί να έχουν σχεδιαστεί με υψηλότερες απαιτήσεις (π.χ IP67). Σε εξεζητημένες περιπτώσεις όπου χρειάζεται ένας πίνακας να τοποθετηθεί σε διαβαθμισμένη από άποψη αντικρηκτικότητας περιοχή του πεδίου τότε ο σχεδιασμός του θα πρέπει να είναι intrinsically safe.

Συχνά οι πίνακες αυτοματισμού αποτελούνται από μεταλλοενδεδυμένα τυποποιημένα πεδία, αυτοστήρικτα, τύπου module για κάλυψη μελλοντικών αναγκών με δυνατότητα προσθήκης νέων πεδίων και από τις δυο πλευρές.

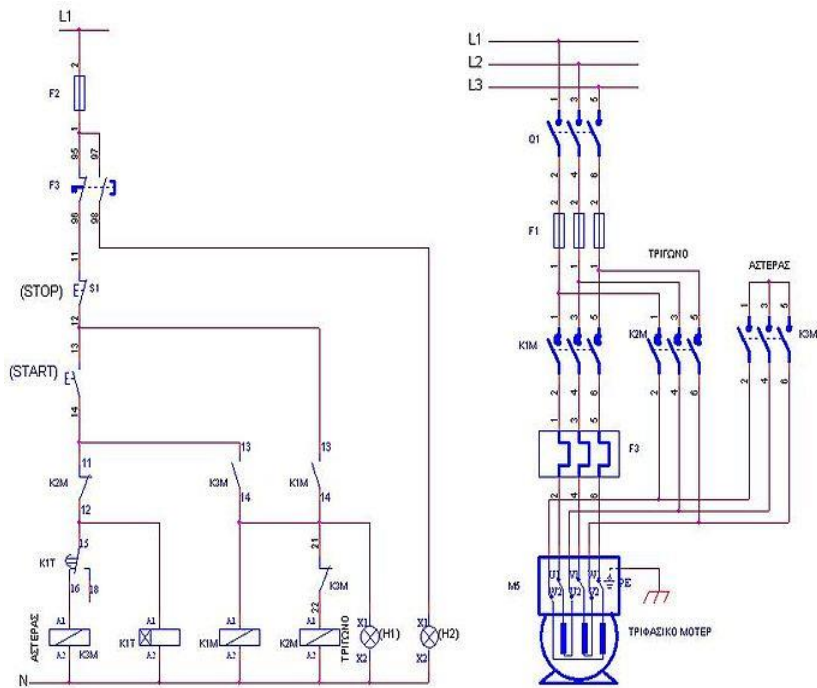


*Εικόνα 2.3 – Βιομηχανικός  
πίνακας κλασσικού αυτοματισμού*

### **2.2.1 Η/Γ Υλικό Βιομηχανικών Πινάκων**

Ενδεικτικά τα κύρια μέρη από τα οποία μπορεί να αποτελείται ένας τριφασικός βιομηχανικός πίνακας κλασσικού αυτοματισμού είναι τα εξής:

1. Διακόπτες (Ισχύος, φορτίου, αποζεύκτες)
2. Ηλεκτρονόμοι (ρελαί ισχύος)
3. Θερμικά
4. Χρονικά ρελαί
5. Μπουτόν και ενδεικτικές λυχνίες
6. Ασφάλειες
7. Θερμομαγνητικοί διακόπτες (προστασίας κινητήρων)
8. Επιτηρητές τάσης



Εικόνα 2.4 – Κύκλωμα τριφασικού κινητήρα με εκκινήτη Y – Δ (αυτοματισμού και ισχύος)



## 3<sup>ο</sup> Κεφάλαιο

# “ΗΛΕΚΤΡΟΛΟΓΙΚΟ ΥΛΙΚΟ ΟΙΚΙΑΚΩΝ ΠΙΝΑΚΩΝ”

### 3.1 Διακόπτες



Εικόνα 3.1 – Ραγοδιακόπτης 63Α

Οι διακόπτες είναι μηχανισμοί που ελέγχουν (διακόπτουν ή εξασφαλίζουν) τη ροή του ηλεκτρικού ρεύματος σε ηλεκτρικά κυκλώματα τα οποία τροφοδοτούν πολλές ηλεκτρικές καταναλώσεις ή σε μεμονωμένες ηλεκτρικές καταναλώσεις μιας ηλεκτρικής εγκατάστασης, όπως για παράδειγμα τα φωτιστικά σώματα.

Οι διακόπτες μπορούν να ελέγχουν τη ροή ρεύματος:

1. Όταν αυτό είναι επιθυμητό από το χρήστη της εγκατάστασης,
2. Όταν ρεύματα ή τάσεις σε αγωγούς υπερβούν τις κανονικές τους τιμές,
3. Κατόπιν προγραμματισμένης λειτουργίας (κυκλώματα αυτοματισμών).

Οι διακόπτες χαρακτηρίζονται από δύο καταστάσεις λειτουργίας. Όταν επιτρέπουν να περάσει ηλεκτρικό ρεύμα μέσα από αυτούς, λέμε ότι είναι κλειστοί (θέση ON), ενώ στην αντίθετη περίπτωση λέμε ότι είναι ανοικτοί (θέση OFF).

Από τις δύο αυτές καταστάσεις στις οποίες μπορεί να βρεθεί ένα διακόπτης αλλά και από το ρόλο του σε μία εγκατάσταση είναι φανερό ότι θα πρέπει να είναι ικανός:

- Να μπορεί να κλείνει μία γραμμή παροχής, ακόμη και όταν αυτή βρίσκεται υπό πλήρες φορτίο
- Να μπορεί να ανοίγει μια γραμμή με φορτίο ακόμη και με μικρή υπερφόρτιση
- Όταν είναι ανοικτός να αντέχει στην πλήρη τάση του κυκλώματος
- Όταν είναι κλειστός να αντέχει όταν διαρρέεται από το ονομαστικό του ρεύμα
- Να μπορεί να αντέχει στις **υψηλές θερμοκρασίες** και στις **ηλεκτρομαγνητικές δυνάμεις** που οφείλονται στις **υπερεντάσεις** και στα **ηλεκτρικά τόξα** που εμφανίζονται στα σημεία που διακόπτει.

Ο τύπος διακόπτη που έχει επικρατήσει έναντι των υπολοίπων διακοπών ηλεκτρικών κυκλωμάτων είναι ο **ραγοδιακόπτης**. Μπορεί να χρησιμοποιηθεί ως γενικός ή μερικός διακόπτης, δηλαδή μπορεί να ελέγχει ολόκληρη την εγκατάσταση τοποθετημένος στην αρχή της ή ένα συγκεκριμένο κύκλωμα της εγκατάστασης (πχ ηλ. θερμοσίφωνα, ηλ. κουζίνα).

Οι ραγοδιακόπτες έχουν μικρές διαστάσεις, μεγάλη αντοχή και τοποθετούνται πολύ εύκολα με μανδάλωση πάνω σε ράγα του ηλεκτρικού πίνακα.

### 3.1.1 Τεχνικά Χαρακτηριστικά

- **Ονομαστική τάση λειτουργίας:** Είναι η τάση στην οποία αντέχει να παραμένει ανοικτός ο διακόπτης σε κανονικές συνθήκες.
- **Ονομαστικό ρεύμα λειτουργίας:** Είναι το ρεύμα το οποίο αντέχει ο διακόπτης να διέρχεται από τις επαφές του όταν είναι κλειστός σε κανονικές συνθήκες λειτουργίας. Η τάξη μεγέθους του ονομαστικού ρεύματος μπορεί να είναι (20A, 25 A, 40 A, 63 A, 100 A κλπ).
- **Ικανότητα διακοπής ρεύματος:** Ορίζεται ως το μεγαλύτερο ρεύμα το οποίο είναι σε θέση να διακόψει χωρίς να καταστραφεί, όταν στο κύκλωμα εφαρμόζεται η ονομαστική τάση και συχνότητα. Η ικανότητα αυτή εκφράζεται σε **αμπέρ (A)** ή **κιλοαμπέρ (kA)**.
- **Αριθμός πόλων:** Ανάλογα με τον αριθμό των επαφών που συνδέουν διακρίνονται σε :

1. **Μονοπολικούς:** Διακόπτουν μόνον έναν αγωγό και αυτός είναι η **φάση** ενός μονοφασικού ηλεκτρικού κυκλώματος που ελέγχουν.
2. **Διπολικούς:** Διακόπτουν δύο αγωγούς και αυτοί είναι η **φάση** και ο **ουδέτερος** ενός μονοφασικού κυκλώματος το οποίο τροφοδοτούν προσφέροντας έτσι μεγαλύτερη ασφάλεια κατά τον χειρισμό του. Χρησιμοποιούνται στη τροφοδοσία ηλεκτρικών καταναλώσεων με ισχύ μεγαλύτερη του 1.5 Kw (ηλ. Κουζίνες, πλυντήρια, θερμοσίφωνες κλπ).
3. **Τριπολικούς:** Διακόπτουν τρεις αγωγούς και αυτοί είναι οι **τρεις φάσεις** ενός τριφασικού ηλεκτρικού κυκλώματος που ελέγχουν, σε κτηριακές ή βιομηχανικές εγκαταστάσεις.
4. **Τετραπολικούς:** Διακόπτουν τέσσερις αγωγούς και αυτοί είναι οι **τρεις φάσεις** και ο **ουδέτερος** ενός τριφασικού ηλεκτρικού κυκλώματος που ελέγχουν.

### **ΠΑΡΑΤΗΡΗΣΕΙΣ:**

Οι διακόπτες τοποθετούνται πάντοτε πριν από τις ασφάλειες των ηλεκτρικών κυκλωμάτων και συνήθως εκλέγονται μεγαλύτεροι σε (A) κατά ένα νούμερο.

Ποτέ δεν τοποθετείται διακόπτης στον αγωγό γείωσης.

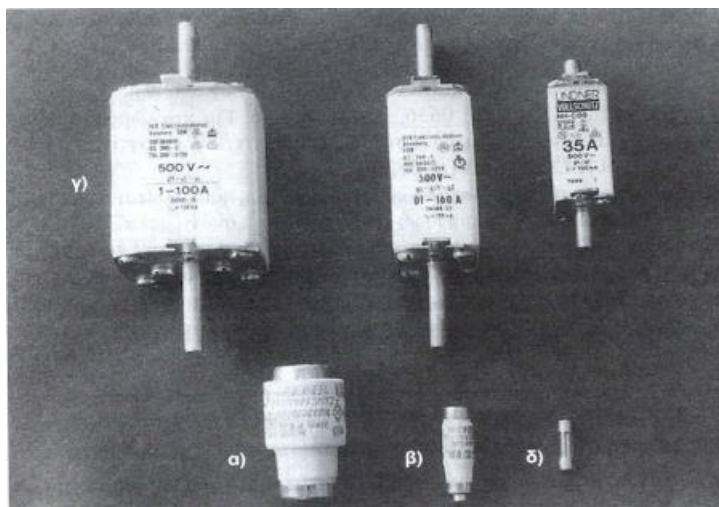
## **3.2 Ασφάλειες**

Τα ηλεκτρικά κυκλώματα πρέπει να προστατεύονται με διατάξεις αυτόματης διακοπής της τροφοδότησης σε περίπτωση υπερφορτίσεων ή βραχυκυκλωμάτων.

Οι διατάξεις προστασίας που χρησιμοποιούνται στα κυκλώματα χαμηλής τάσης είναι:

- **Οι ασφάλειες τήξης**
- **Οι αυτόματες ασφάλειες (μικροαυτόματοι)**

### 3.2.1 Ασφάλειες τήξης



Εικόνα 3.2 - Ασφάλειες τήξης

- α) Βιδωτές ασφάλειες μεγάλες DIAZED, D – system.
- β) Βιδωτές ασφάλειες μικρές NEOZED, DO – system.
- γ) Μαχαιρωτές ασφάλειες χαμηλής τάσης, υψηλής ισχύος, NH.
- δ) Μικροασφάλειες (τύπου G) σε γυάλινο κύλινδρο.

Στις ασφάλειες τήξης η διακοπή του κυκλώματος προκαλείται από την τήξη ενός χάλκινου σύρματος ή ταινίας, που βρίσκεται μέσα σε σκόνη χαλαζία, που ονομάζεται «τηκτό» ή «νήμα». Αυτό έχει υπολογιστεί ώστε να αντέχει το ονομαστικό ρεύμα για το οποίο έχει κατασκευαστεί. Αν περάσει ρεύμα μεγαλύτερο τότε ύστερα από κάποιο χρονικό διάστημα, που προσδιορίζεται από τις καμπύλες χρόνου ενεργοποίησης – ρεύματος βραχυκύκλωσης ή υπερφόρτισης, λιώνει το νήμα και διακόπτεται η τροφοδοσία.

Σε αντίθεση με τις αυτόματες ασφάλειες, οι ασφάλειες τήξης εμφανίζονται μόνο σαν μονοπολικές και συνδέονται πάντοτε στη φάση του κυκλώματος που πρόκειται να προστατέψουν, ώστε από αυτές να περνάει όλο το ρεύμα του κυκλώματος.

Οι τύποι των ασφαλειών τήξης είναι:

- Ασφάλειες **Diazed** ή τύπου D. Μεγάλες βιδωτές ασφάλειες με μέγιστο ρεύμα διακοπής 50 kA.
- Ασφάλειες **Neozed** ή τύπου DO. Μικρές βιδωτές ασφάλειες με μέγιστο ρεύμα διακοπής 25 kA. Οι ασφάλειες NEOZED είναι καταλληλότερες, αφού οι διαστάσεις των βάσεων τους

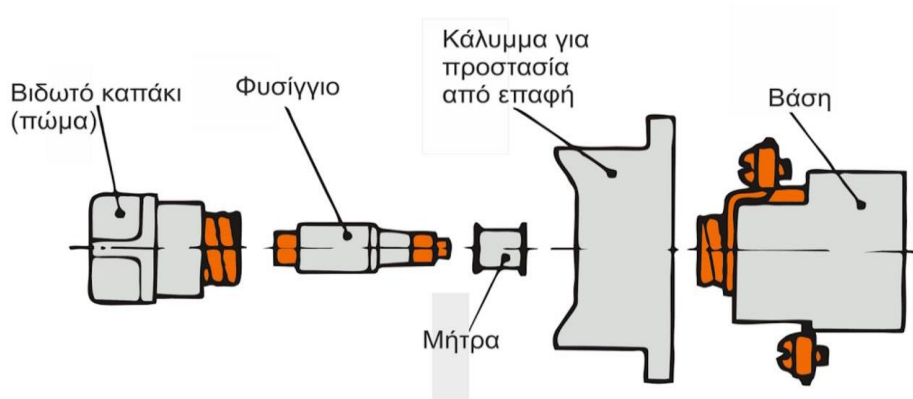
ταιριάζουν με το μέγεθος (κατά DIN) των μικροαυτομάτων (πλάτος 18 mm ) που τοποθετούνται στις ράγες πινάκων.

- **Μαχαιρωτές** ασφάλειες NH (Niederspannung - Hochleistungssicherungen) ή HRC (High Rupture Capacity). Πρόκειται για ασφάλειες ισχύος Χαμηλής Τάσης με ικανότητα μέγιστου ρεύματος διακοπής 100 kA.
- **Μικροασφάλειες** συσκευών τύπου G. Πρόκειται για μικρές κυλινδρικές ασφάλειες προστασίας συσκευών.

Στις ηλεκτρικές εγκαταστάσεις κτιρίων, όταν τα αναμενόμενα ρεύματα σφάλματος δεν ξεπερνούν τα 50 kA χρησιμοποιούνται ασφάλειες τύπου D και D0. Όταν το ρεύμα σφάλματος είναι μεγαλύτερο των 50 kA χρησιμοποιούνται μαχαιρωτές ασφάλειες τύπου NH.

Οι ασφάλειες τήξης χαρακτηρίζονται με δύο γράμματα. Το πρώτο γράμμα δηλώνει την περιοχή ρευμάτων προστασίας των γραμμών της εγκατάστασης και το δεύτερο γράμμα υποδηλώνει το είδος της εγκατάστασης.

Κατασκευαστικά οι ασφάλειες τήξης αποτελούνται από τα εξής μέρη μέρη:



Εικόνα 3.3 - Κατασκευαστικά μέρη ασφάλειας τήξης

- **Πώμα:** Βιδώνεται στην ασφαλειοθήκη και έτσι συγκρατεί το φυσίγγι στη θέση του.
- **Φυσίγγι:** Περιέχει το νήμα και ένα χρωματισμένο δείκτη με χρώμα ανάλογο του ονομαστικού ρεύματος της ασφάλειας. Ο δείκτης μένει στη θέση του όσο το νήμα δεν έχει καεί. Το φυσίγγι κατασκευάζεται από πορσελάνη και στο εσωτερικό φέρει άμμο χαλαζία
- **Μήτρα:** Τοποθετείται ανάμεσα στο φυσίγγι και την βάση. Έχει συγκεκριμένη εσωτερική διάμετρο, αντίστοιχη για κάθε φυσίγγιο. Σκοπός της είναι να εμποδίζεται η

τοποθέτηση φυσιγγίου μεγαλύτερου ονομαστικού ρεύματος σε βάση που προορίζεται για μικρότερο ρεύμα.

- **Ασφαλειοθήκη** ή βάση: Στερεώνεται πάνω στον πίνακα και στο εσωτερικό της εφαρμόζεται το υσίγγιο. Ο αγωγός παροχής συνδέεται στη μήτρα.

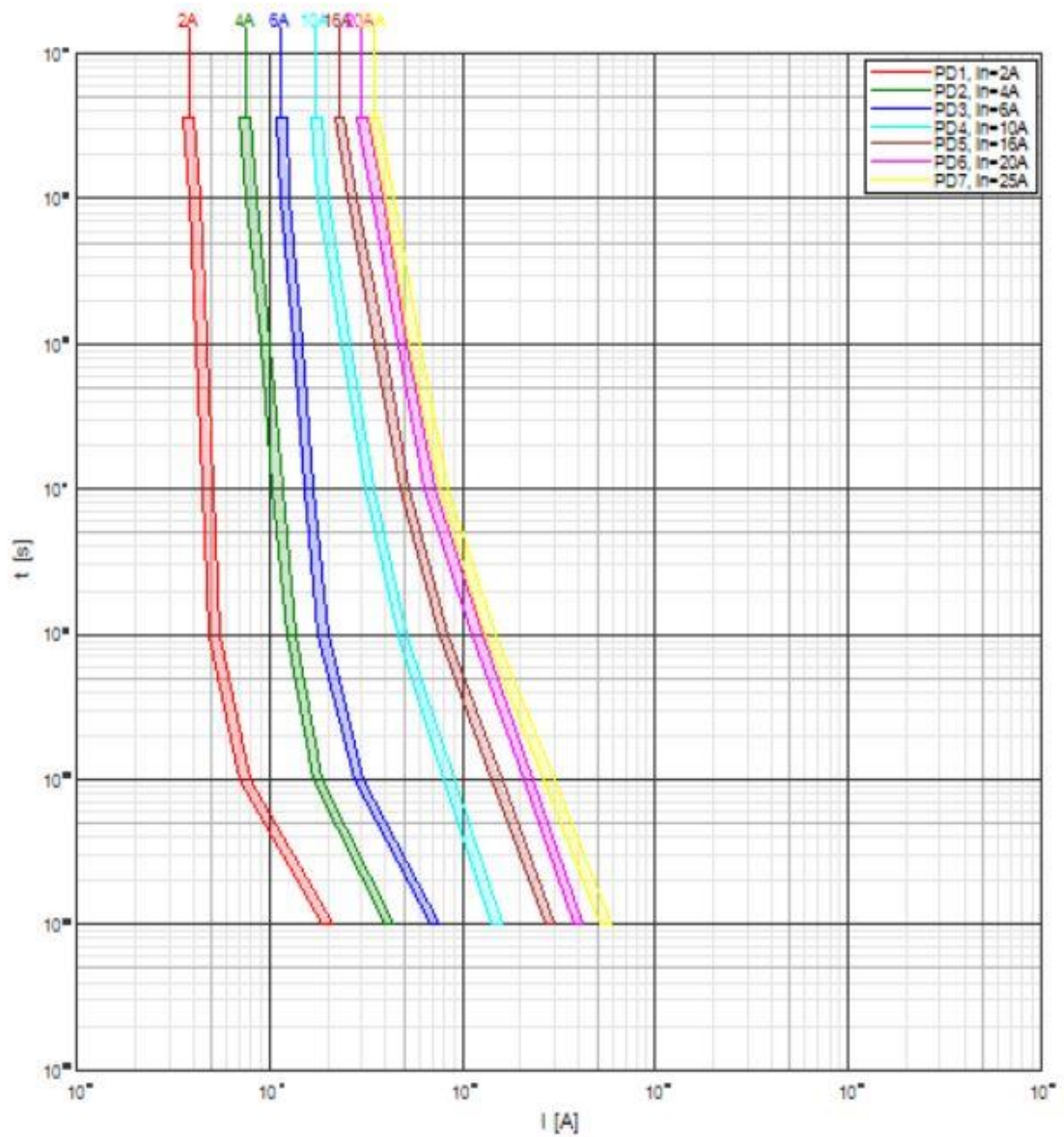
Σκοπός της μήτρας είναι να εμποδίζεται η τοποθέτηση φυσιγγίου μεγαλύτερου ονομαστικού ρεύματος σε βάση που προορίζεται για μικρότερο ρεύμα. Έτσι η μήτρα της ασφάλειας έχει τέτοια διάμετρο ώστε να δέχεται ένα συγκεκριμένο φυσίγγι που αντιστοιχεί σε ένα συγκεκριμένο ονομαστικό ρεύμα. Αυτό για παράδειγμα σημαίνει ότι μία μήτρα για φυσίγγι των 10A μπορεί να δεχτεί φυσίγγι των 16A.

### **3.2.1.1 Τεχνικά Χαρακτηριστικά**

Τα χαρακτηριστικά μεγέθη των ασφαλειών τήξης είναι:

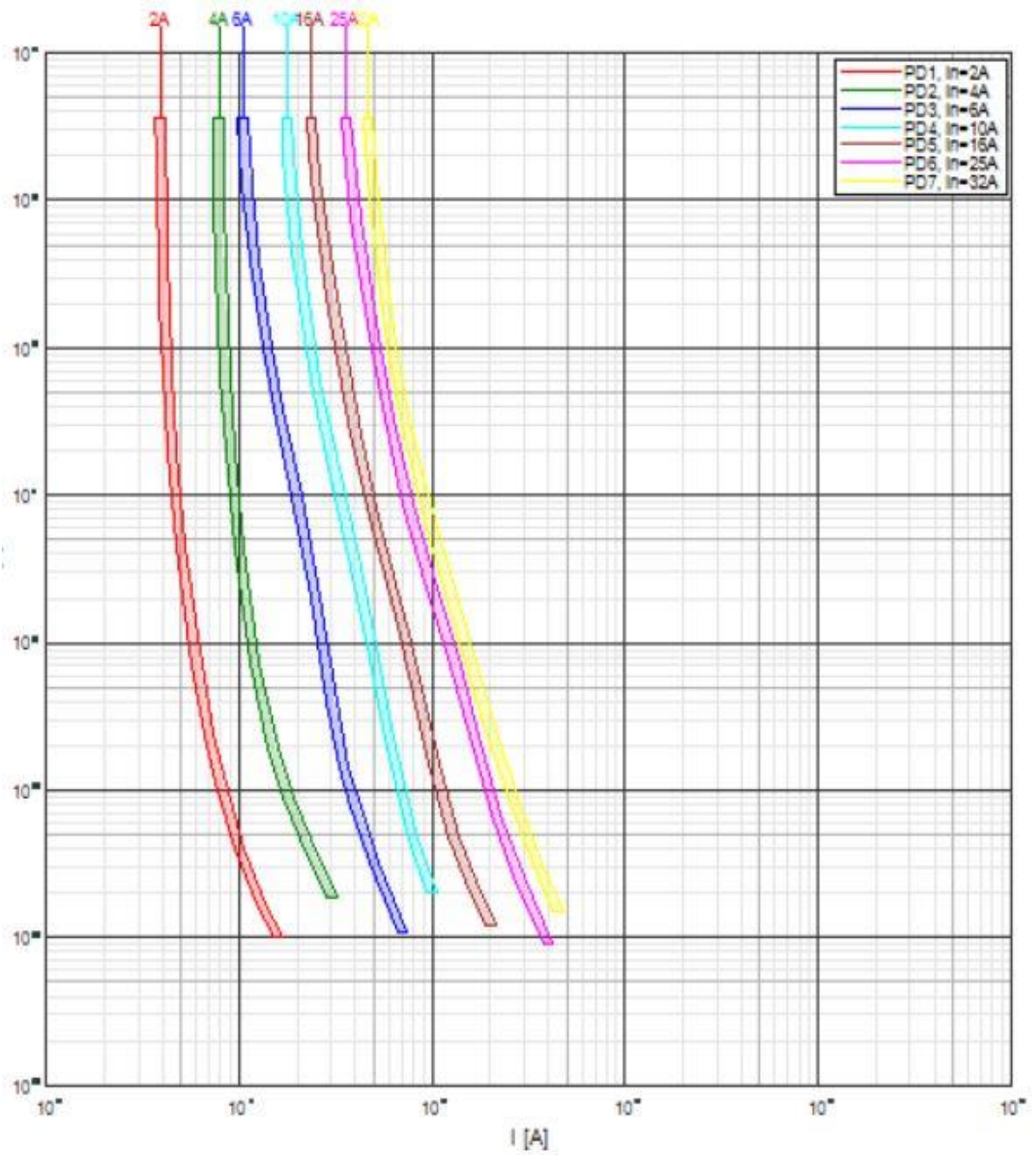
- Το ονομαστικό ρεύμα διακοπής: Είναι η μέγιστη τιμή του ρεύματος για να μην καταπονηθεί η μόνωση του αγωγού. Τυποποιημένες εντάσεις 1, 2, 3, 4, 6, 10, 16, 20, 25, 35, 40, 50, 63, 80, 100, 125A
- Η ονομαστική τάση λειτουργίας (π.χ 400 V)
- Οι χαρακτηριστικές καμπύλες χρόνου- ρεύματος από τις οποίες προκύπτουν οι χρόνοι στους οποίους επέρχεται η τήξη του σύρματος για διάφορες τιμές υπερέντασης
- Η ικανότητα διακοπής, δηλαδή το μέγιστο ρεύμα σε kA που μπορούν να διακόψουν χωρίς βλάβη.

### 3.2.1.2 Χαρακτηριστικές Καμπύλες Ασφαλειών Τήξης



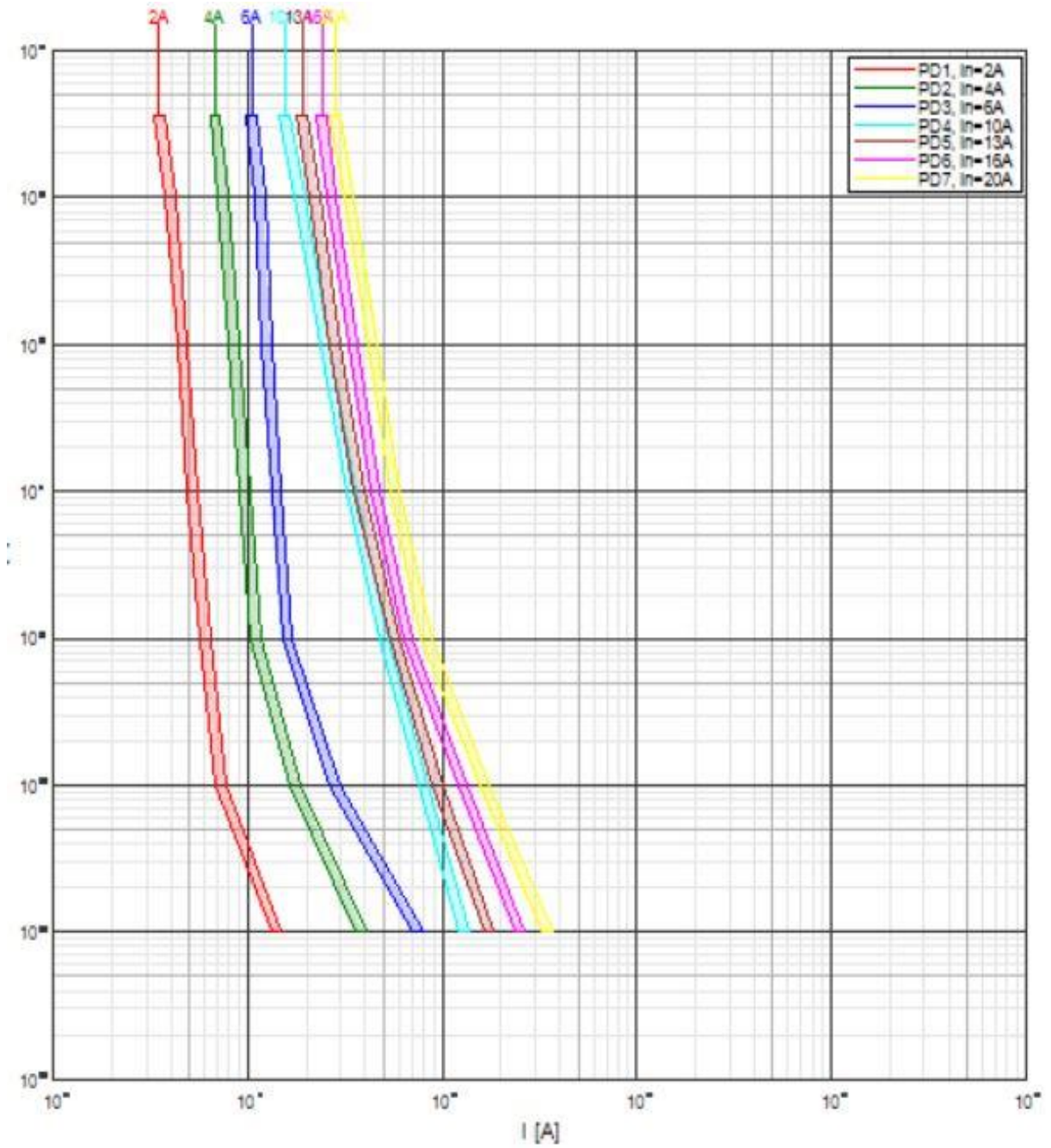
Εικόνα 3.4 - Χαρακτηριστικές καμπύλες ασφαλειών τήξης Diazed





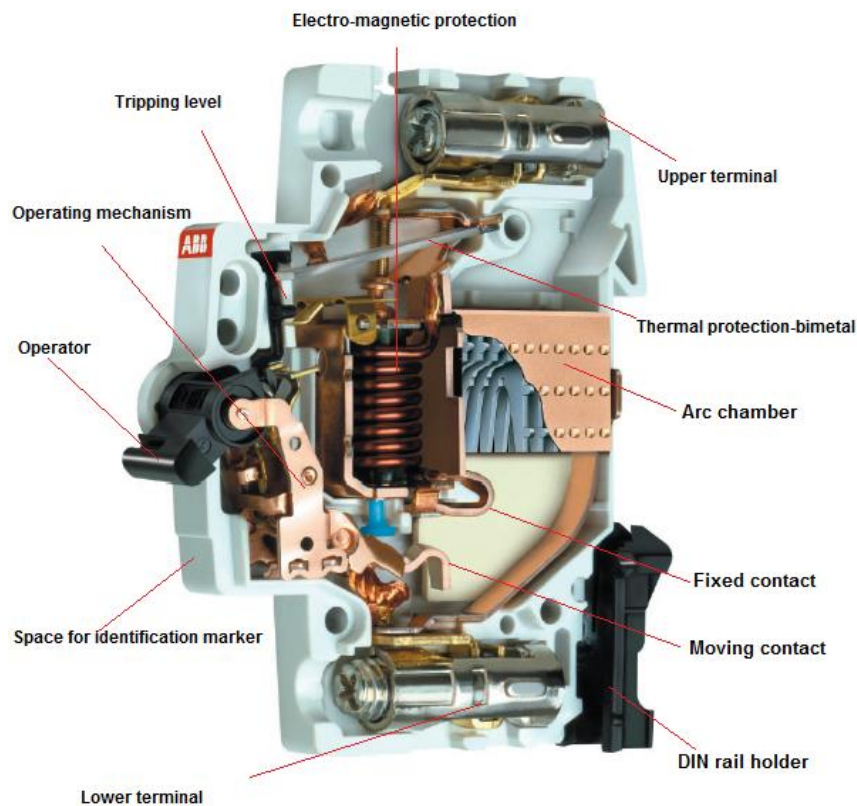
Εικόνα 3.5 - Χαρακτηριστικές καμπύλες ασφαλειών τήξης NH





Εικόνα 3.6 - Χαρακτηριστικές κομπόλες ασφαλειών τήξης Neozed

### 3.2.2 Αυτόματες Ασφάλειες



Εικόνα 3.7 - Τομή μικροαυτόματης ασφάλειας

Οι αυτόματες ασφάλειες είναι μηχανισμοί που μοιάζουν με τους ραγοδιακόπτες και τοποθετούνται με τον ίδιο τρόπο στον πίνακα διανομής της ηλεκτρικής εγκατάστασης σε ράγα τύπου DIN.

Εσωτερικά φέρουν μηχανισμό στιγμιαίας λειτουργίας που ενεργοποιείται όταν έχουμε βραχυκύκλωμα και ο οποίος αποτελείται από πηνίο με πυρήνα σιδήρου που μετακινείται στιγμιαία και με σκανδαλισμό ανοίγει τις επαφές του διακόπτη της ασφάλειας. Επίσης φέρουν μηχανισμό διμεταλλικού ελάσματος για υπερφορτίσεις. Το διμεταλλικό έλασμα όταν υπερθερμανθεί λόγω ρεύματος μεγαλύτερου του ονομαστικού, για κάποιο χρονικό διάστημα, ενεργοποιεί τις επαφές του διακόπτη της ασφάλειας.

Οι αυτόματες ασφάλειες τοποθετούνται μετά τους διακόπτες ηλεκτρικών κυκλωμάτων και προστατεύουν αυτά, διακόπτοντας αυτόματα το κύκλωμα σε περίπτωση μεγάλων ρευμάτων. Σήμερα χρησιμοποιούνται κατά κύριο λόγο σε όλες τις κατηγορίες ηλεκτρικών εγκαταστάσεων και τείνουν να εκτοπίσουν τις ασφάλειες τήξης. Χαρακτηριστικό τους γνώρισμα είναι ότι μετά την αποκατάσταση της βλάβης, μπορούν εύκολα να

επαναλειτουργήσουν, όταν φυσικά εκλείψει η αιτία που προκάλεσε την ενεργοποίηση τους, χωρίς να χρειάζεται αντικατάσταση τους όπως συμβαίνει με τις ασφάλειες τήξης.

### 3.2.2.1 Τεχνικά Χαρακτηριστικά

Όπως οι ραγοδιακόπτες που διακόπτουν έναν, δύο, τρεις ή τέσσερις αγωγούς, με τον ίδιο ακριβώς τρόπο οι ασφάλειες προστατεύουν έναν, δύο, τρεις ή τέσσερις αγωγούς που συμμετέχουν στην παροχή ηλεκτρικής ενέργειας σε ένα ηλεκτρικό κύκλωμα.

Έτσι, οι αυτόματες ασφάλειες διακρίνονται σε:

- Μονοπολικές: Προστατεύουν και διακόπτουν πάντα τον αγωγό της φάσης, ενός μονοφασικού ηλεκτρικού κυκλώματος, για παροχή ισχύος όχι μεγαλύτερη από 1,5Kw.
- Διπολικές: Προστατεύουν και διακόπτουν τη φάση και τον ουδέτερο, ενός μονοφασικού ηλεκτρικού κυκλώματος για παροχή ισχύος μεγαλύτερη από 1,5 Kw (ηλεκτρικές κουζίνες, θερμοσίφωνες, πλυντήρια κλπ)
- Μονοπολικές +N: Προστατεύουν και διακόπτουν μόνο την φάση και διακόπτουν χωρίς να προστατεύουν τον ουδέτερο, ενός μονοφασικού ηλεκτρικού κυκλώματος.
- Τριπολικές: Προστατεύουν και διακόπτουν τρεις αγωγούς και αυτοί είναι οι τρεις φάσεις, ενός τριφασικού ηλεκτρικού κυκλώματος που ελέγχουν, σε οικιακές ή βιομηχανικές εγκαταστάσεις.
- 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 μονοπολικές+N αυτόματες ασφάλειες μπορούν να αντικαταστήσουν το συνδυασμό «διπολικού διακόπτη και αυτόματης μονοπολικής ασφάλειας».

Οι αυτόματες ασφάλειες κατασκευάζονται, από τις διάφορες εταιρείες, σύμφωνα με τους διεθνείς κανονισμούς (IEC) και με ικανότητα διακοπής (ή αλλιώς με αντοχή σε ρεύμα βραχυκύκλωσης) 3000A (3KA), 4500A (4,5kA), 6000A (6KA), 10000A (10KA). Σε μερικές περιπτώσεις, κατασκευάζονται και χρησιμοποιούνται αυτόματες ασφάλειες με ικανότητα διακοπής μέχρι και 25KA.

Για παράδειγμα, όταν χρησιμοποιούμε αυτόματη ασφάλεια 6KA, αυτό σημαίνει ότι αν έχουμε ρεύμα, από βραχυκύκλωμα, μεγαλύτερο των 6000A, τότε η αυτόματη ασφάλεια δεν 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.

Η εκλογή των αυτόματων ασφαλειών γίνεται με βάση τη διατομή και τη μέγιστη επιτρεπόμενη ένταση ρεύματος του αγωγού που πρόκειται να προστατέψουν. Για την επιλογή της ονομαστικής έντασης υπολογίζουμε την μέγιστη ένταση ρεύματος που μπορεί να περάσει από μία γραμμή και επιλέγουμε την αμέσως μικρότερης ή ίσης έντασης διαθέσιμη στο εμπόριο ασφάλεια.

Τεχνικά χαρακτηριστικά			
			SH200T, SH200L, SH200
Πρότυπα			IEC/EN 60898-1
Ηλεκτρικά χαρακτηριστικά			
Πόλοι			1P, 2P, 3P, 4P, 1P+N, 3P+N
Χαρακτηριστικές καμπύλες αντίδρασης			B, C
Ονομαστικό ρεύμα I <sub>n</sub>		A	6..40
Ονομαστική τάση U <sub>n</sub>	IEC/EN 60898-1: 1P, 1P+N	V AC	230
	IEC/EN 60898-1: 2P, 3P, 3P+N, 4P	V AC	400
Τάση μόνωσης U <sub>i</sub>	IEC/EN 60898-1	V AC	250 (φάση με γείωση) 440 (φάση με φάση)
	1P, 1P+N	V AC	253
Μέγιστη τάση λειτουργίας U <sub>B</sub> max	2P, 3P, 3P+N, 4P	V AC	440
		V AC	12
Ελάχιστη τάση λειτουργίας U <sub>B</sub> min		V AC	12
Συχνότητα		HZ	50..60
Ικανότητα απόζευξης σε βραχυκύκλωμα I <sub>cn</sub> κατά IEC/EN 60898-1		kA	3,5 ( SH200T), 4,5 (SH200L) 6 (SH200)
Κλάση περιορισμού ενέργειας	IEC/EN 60898-1		3
Κατηγορία υπέρτασης	IEC/EN 60898-1		III
Ονομαστική κρουστική τάση (1,2/50) U <sub>imp</sub>	IEC/EN 60898-1	kV	4
Τάση δοκιμής διηλεκτρικής αντοχής	IEC/EN 60898-1	kV	2

Εικόνα 3.8 - Τεχνικά χαρακτηριστικά μικροαυτόματου διακόπτη

### 3.2.2.2 Χαρακτηριστικές Καμπύλες Μικροαυτόματων

Οι χαρακτηριστικές καμπύλες των μικροαυτόματων είναι διαγράμματα ρεύματος-χρόνου που για κάθε μεγέθους και τύπου μικροαυτόματο μας δίνουν τους χρόνους όπου αυτός ανοίγει (κόβει), για την κάθε τιμή ρεύματος σφάλματος που τον διαπερνά.

Ανάλογα με τον τύπο των φορτίων οι μικροαυτόματοι επιλέγονται να έχουν:

**Χαρακτηριστική B (σύμφωνα με IEC/EN 60898 και DIN VDE 0641 μέρος 11):** Οι μικροαυτόματοι με χαρακτηριστική B καλύπτουν ανάγκες προστασίας γραμμών διανομής κτιριακών και βιομηχανικών εγκαταστάσεων και ειδικότερα ωμικών φορτίων όπως γραμμών φωτισμού με λαμπτήρες πυράκτωσης.

**Χαρακτηριστική C (σύμφωνα με IEC/EN 60898 και DIN VDE 0641 μέρος 11):** Οι μικροαυτόματοι με χαρακτηριστική C είναι κατάλληλοι για την προστασία γραμμών διανομής κτιριακών και βιομηχανικών εγκαταστάσεων και ειδικότερα κυκλώματων με ωμικά και ελαφρώς επαγωγικά φορτία.

**Χαρακτηριστική D (σύμφωνα με IEC/EN 60898 και DIN):** Οι μικροαυτόματοι με χαρακτηριστική D είναι κατάλληλοι για την προστασία γραμμών διανομής κτιριακών και βιομηχανικών εγκαταστάσεων και ειδικότερα για φορτία πολύ επαγωγικά ή με υψηλά ρεύματα εκκίνησης όπως μετασχηματιστές ισχύος, πηνία, πυκνωτές

**Χαρακτηριστική K (σύμφωνα με IEC/EN 60947-2 και DIN VDE 0660 μέρος 101):** Οι μικροαυτόματοι με χαρακτηριστική K είναι κατάλληλοι για την προστασία καλωδίων και εξοπλισμού. Χάρη στην αργή αντίδραση του μαγνητικού στοιχείου τους, επιτυγχάνεται η βέλτιστη προστασία σε κυκλώματα τροφοδοσίας κινητήρων αλλά και λαμπτήρων, ηλεκτρονικών μπάλαστ, κλιματιστικών, μικρών μετασχηματιστών κ.ά.

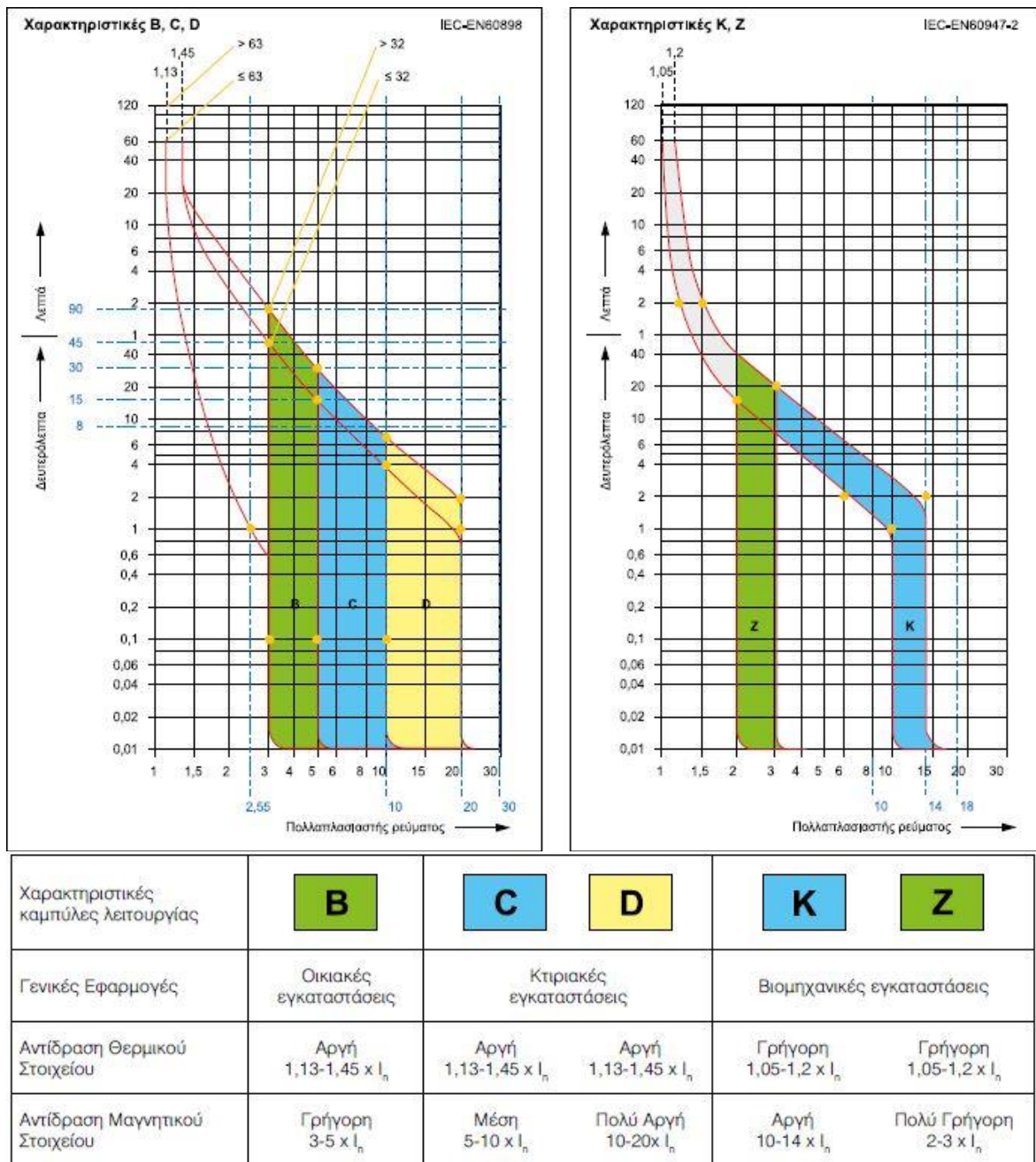
**Χαρακτηριστική Z (σύμφωνα με IEC/EN 60947-2 και DIN VDE 0660):** Οι μικροαυτόματοι με χαρακτηριστική Z είναι κατάλληλοι για την προστασία διατάξεων με ημιαγωγούς και για κυκλώματα μετασχηματισμού τάσης. Η ταχεία ενεργοποίηση του ηλεκτρομαγνητικού στοιχείου τους επιτρέπει τη βέλτιστη προστασία ιδιαίτερα ευαίσθητων συσκευών.

Οι διαφορές στις διάφορες χαρακτηριστικές βρίσκονται στην ταχύτητα αντίδρασης και την επιτρεπόμενη υπερένταση.

Τα φωτιστικά, οι Μ/Σ και οι κινητήρες έχουν συνήθως ένα ισχυρό ρεύμα εκκίνησης, διάρκειας από κλάσμα δευτερολέπτου μέχρι και μερικά λεπτά. Υπό ορισμένες συνθήκες το μέγεθος του ρεύματος εκκίνησης θυμίζει και βραχυκύκλωμα. Οι κατάλληλοι μικροαυτόματοι πρέπει να το ξεχωρίζουν από το βραχυκύκλωμα για να μην εκτελούν άσκοπες αποξεδύξεις.



Αντίθετα οι ηλεκτρονικές συσκευές δεν αντέχουν σε υπερεντάσεις και καταστρέφονται πολύ γρήγορα.



Εικόνα 3.9 - Τυπικές χαρακτηριστικές καμπύλες μικροαυτόματων ασφαλειών

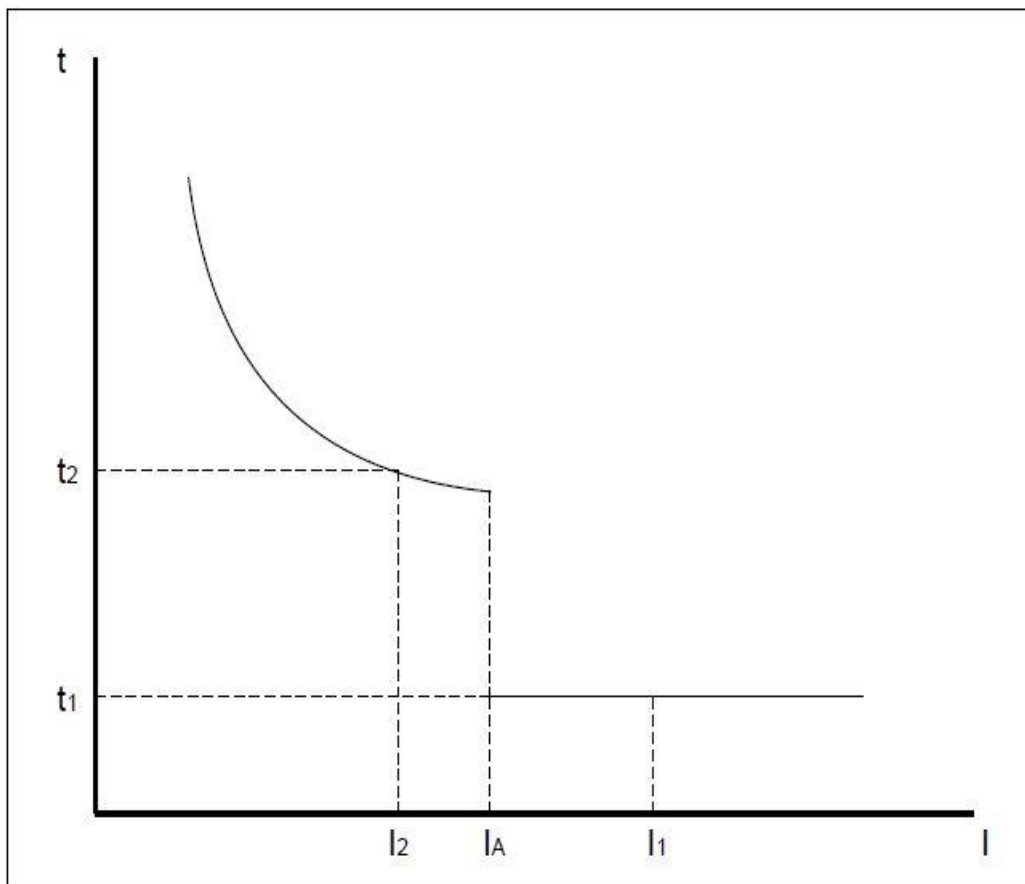
### 3.2.2.2.1 Ανάλυση Χαρακτηριστικών Καμπύλων Μικροαυτόματων

Η χαρακτηριστική καμπύλη ρεύματος - χρόνου του μικροαυτόματου αποτελείται από ένα καμπύλο μέρος και ένα ευθύγραμμο, παράλληλο στον οριζόντιο άξονα του ρεύματος.

Για να ελέγξουμε βάσει των χαρακτηριστικών καμπυλών σε πόσο χρόνο αφού συμβεί το βραχυκύκλωμα σε μία γραμμή θα αντιδράσει ο μικροαυτόματος διακόπτης, εκτελούμε την παρακάτω διαδικασία.

Βάζουμε στον άξονα ρεύματος την τιμή ρεύματος σφάλματος, για το οποίο θέλουμε να ελέγξουμε τον χρόνο απόζευξης. Ακολουθώντας τραβά με μια κατακόρυφη γραμμή προς τα πάνω σ' αυτό το σημείο και αφού συναντήσουμε τη χαρακτηριστική, προβάλλουμε το σημείο τομής της οριζόντια και αριστερά, πάνω στον κατακόρυφο άξονα του χρόνου. Το σημείο όπου συναντάμε τον άξονα του χρόνου μας λέει πόσος χρόνος απαιτείται για να ανοίξει ο μικροαυτόματος για το υπό εξέταση ρεύμα σφάλματος.

*Διάγραμμα 1 – Παράδειγμα χαρακτηριστικής καμπύλης μικροαυτόματου*



Έτσι, βάσει του Διαγράμματος 1, αν είχαμε ρεύμα σφάλματος  $I_2$ , ο μικροαυτόματος βλέπουμε ότι θα έκοβε στο χρόνο  $t_2$ , ενώ αν είχαμε μεγαλύτερο ρεύμα  $I_1$ , τότε θα έκοβε σε χρόνο  $t_1$ , μικρότερο του  $t_2$ . Παρατηρούμε ότι ρεύματα μικρότερα του  $I_A$  (πάνω στον άξονα,

αριστερά του  $I_A$ ) συναντάνε το καμπύλο μέρος της χαρακτηριστικής και ο χρόνος απόζευξης που αντιστοιχεί σ' αυτά είναι τόσο μικρότερος, όσο μεγαλύτερα είναι αυτά. Δηλαδή έχουμε, όπως λέγεται, συμπεριφορά «αντίστροφου χρόνου» (αντίδραση του θερμικού στοιχείου).

Όταν το ρεύμα ξεπεράσει την τιμή  $I_A$ , (όταν βρίσκεται δεξιά της τιμής  $I_A$ , πάνω στον άξονα ρεύματος), όσο και να μεγαλώνει αυτό, ο χρόνος απόζευξης παραμένει σταθερός ( $I_2$ ). Εδώ έχουμε στο μικροαυτόματο συμπεριφορά σταθερού χρόνου (ταχεία ή ακαριαία απόζευξη – αντίδραση μαγνητικού στοιχείου).

Η περιοχή αυτή αφορά προστασία κυρίως από βραχυκύκλωμα, ενώ η προηγούμενη, για ρεύματα μικρότερα του  $I_A$ , αφορά προστασία κυρίως από υπερφόρτιση.

Συνήθως δίνονται από τους κατασκευαστές των μικροαυτομάτων, οι γενικές (τυπικές) χαρακτηριστικές καμπύλες κάθε τύπου μικροαυτόματου όπως στην εικόνα 3.6.

Σε περίπτωση που θέλουμε να δουλέψουμε με τις τυπικές χαρακτηριστικές καμπύλες πρέπει να λάβουμε υπόψη ότι αυτές δεν αφορούν έναν συγκεκριμένο μικροαυτόματο, μιας ορισμένης ονομαστικής τιμής ρεύματος (π.χ. 6A, 10A, 16A, κ.λπ.), αλλά όλη την οικογένεια μικροαυτομάτων ιδίου τύπου χαρακτηριστικής (B, C, D, K, Z).

Για το λόγο αυτό, στον οριζόντιο άξονα τα τυπικά διαγράμματα των χαρακτηριστικών, όπως παραπάνω, δεν έχουν απόλυτες τιμές ρεύματος, αλλά τιμές του πολλαπλασιαστή ρεύματος που χρησιμοποιούμε. Αυτό εξηγείται στο παράδειγμα που ακολουθεί.

### **Παράδειγμα 1**

Αν έχουμε μικροαυτόματο χαρακτηριστικής B (εικόνα 2.6) και ονομαστικού ρεύματος 10A και θέλουμε να δούμε σε πόσο χρόνο εκτελεί απόζευξη στα 25,5A υπολογίζουμε τον «πολλαπλασιαστή του ονομαστικού ρεύματος» ως εξής:  $25,5 : 10 = 2,55$ .

Αυτή την τιμή βάζουμε στον οριζόντιο άξονα της χαρακτηριστικής για να ανέβουμε κατακόρυφα και στο σημείο που κόβουμε την χαρακτηριστική B, να πάμε οριζόντια αριστερά, στον άξονα χρόνου, για να διαβάσουμε την τιμή του χρόνου απόζευξης. Για το παράδειγμά μας η τιμή αυτή είναι 1 s.



Σύμφωνα με τα πρότυπα	Χαρακτηριστικές λειτουργίας	Αντίδραση θερμικού στοιχείου <sup>®</sup>			Αντίδραση μαγνητικού στοιχείου <sup>®</sup>		
		Ασφαλής στάθμη μη ενεργοποίησης	Κατώφλι (όριο) ενεργοποίησης	Χρόνος ενεργοποίησης	Ασφαλής στάθμη μη ενεργοποίησης	Κατώφλι (όριο) ενεργοποίησης	Χρόνος ενεργοποίησης
IEC/EN 60898-1	B (6 έως 63 A)	$1,13 \cdot I_n$		> 1 h	$3 \cdot I_n$		> 0,1 s
			$1,45 \cdot I_n$	< 1 h		$5 \cdot I_n$	< 0,1 s
	C (0,5 έως 63 A)	$1,13 \cdot I_n$		> 1 h	$5 \cdot I_n$		> 0,1 s
			$1,45 \cdot I_n$	< 1 h		$10 \cdot I_n$	< 0,1 s
	D (0,5 έως 63 A)	$1,13 \cdot I_n$		> 1 h	$10 \cdot I_n$		> 0,1 s
			$1,45 \cdot I_n$	< 1 h		$20 \cdot I_n$	< 0,1 s
IEC/EN 60947-2	K (0,5 έως 63 A)	$1,05 \cdot I_n$		> 1 h	Δεν έχει εφαρμογή		
			$1,2 \cdot I_n$	< 1 h			
	Z (0,5 έως 63 A)	$1,05 \cdot I_n$		> 2 h	$10 \cdot I_n$		> 0,2 s
			$1,2 \cdot I_n$	< 1 h <sup>®</sup>		$14 \cdot I_n$	< 0,2 s
IEC/EN 60947-2	Z (0,5 έως 63 A)	$1,05 \cdot I_n$		> 1 h	Δεν έχει εφαρμογή		
			$1,2 \cdot I_n$	< 1 h			
		$1,05 \cdot I_n$		> 2 h	$2 \cdot I_n$		> 0,2 s
		$1,2 \cdot I_n$	< 1 h <sup>®</sup>		$3 \cdot I_n$	< 0,2 s	

Εικόνα 3.10 - Πίνακας χρόνου αντίδρασης μικροαυτόματων

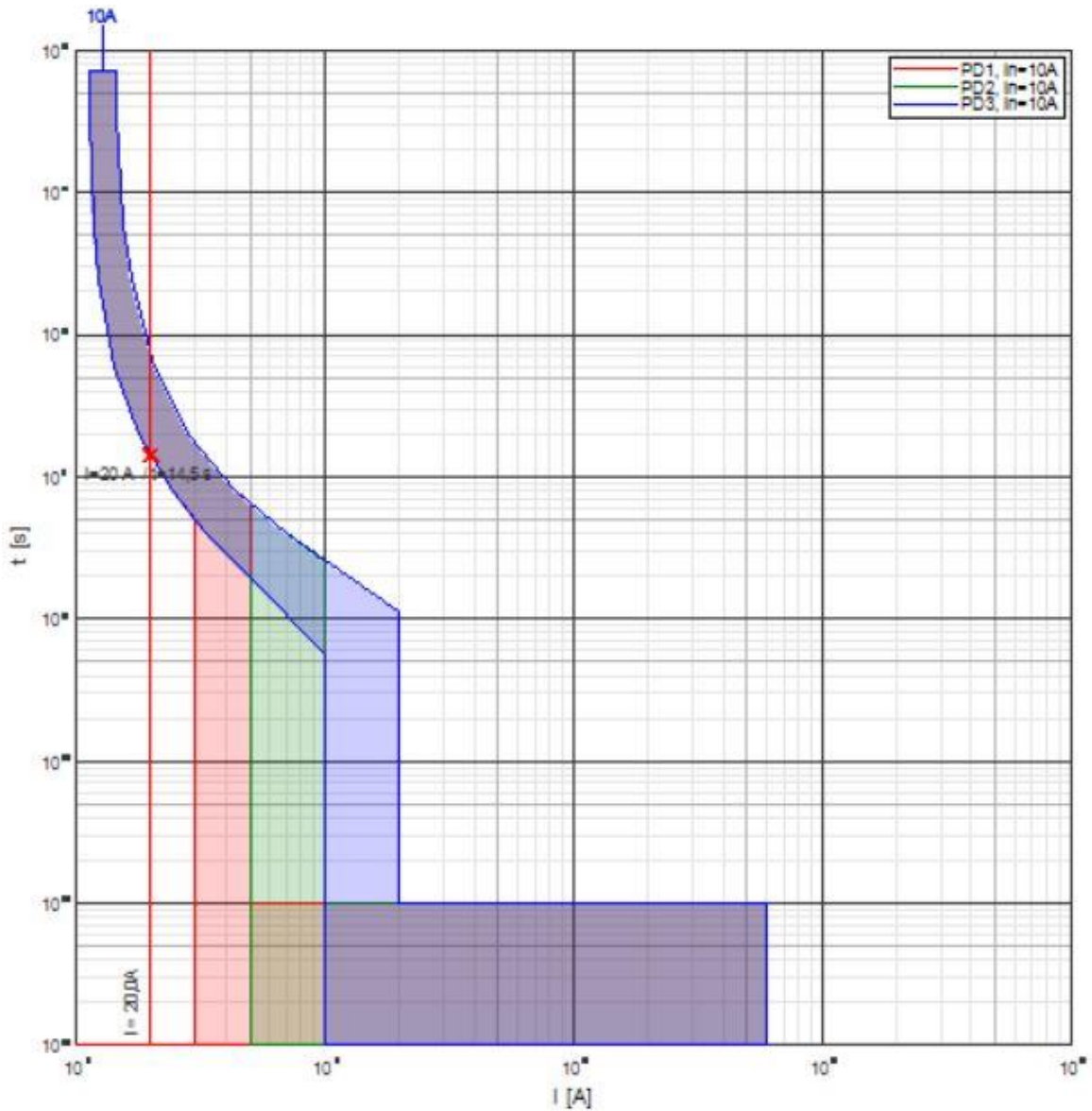
### Παράδειγμα 2 (Χρήση Electrical Design Curves)

Στο παράδειγμα 2 εξετάζουμε 3 μικροαυτόματους διακόπτες με το ίδιο ονομαστικό ρεύμα διακοπής  $I_n = 10A$  και χαρακτηριστικές καμπύλες B (κόκκινη), C (πράσινη), D (μπλε).

Για να ελέξουμε το χρόνο απόκρισης του μικροαυτόματου για ένα δεδομένο ρεύμα σφάλματος, ξεκινάμε επιλέγοντας την τιμή που θέλουμε και εμφανίζεται με κόκκινη ευθεία κάθετη στον άξονα X. Στο σημείο που αυτή η ευθεία τέμνει τη χαρακτηριστική καμπύλη αντιστοιχεί ο χρόνος απόκρισης του μικροαυτόματου στον άξονα Y (στο παράδειγμά μας, για ρεύμα σφάλματος 20A ο χρόνος απόκρισης είναι 14.5 sec).

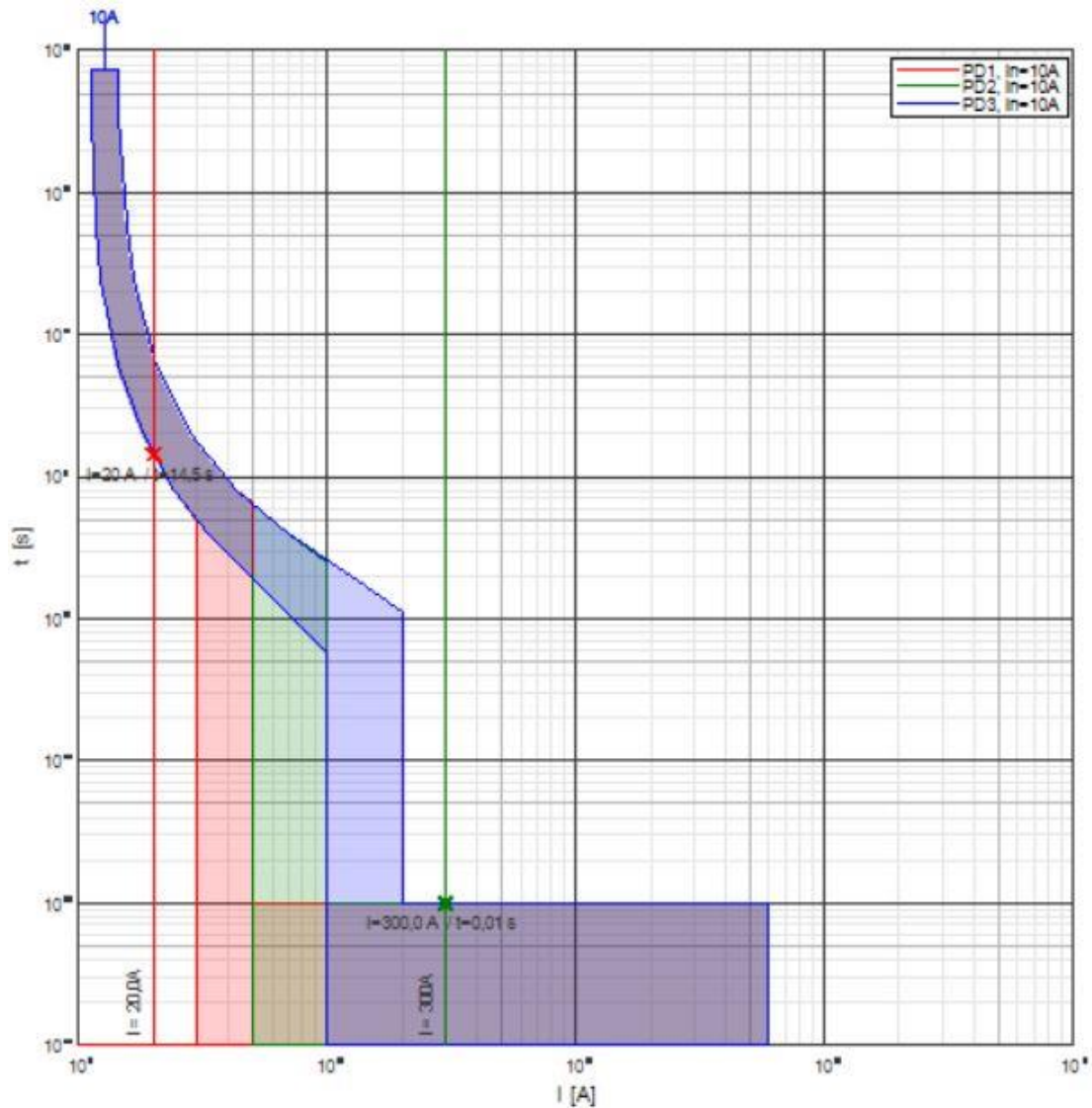
Αυτό που παρατηρούμε είναι ότι για μικρά ρεύματα σφάλματος μέχρι 30 A ο χρόνος αντίδρασης είναι ίδιος και για τις τρεις χαρακτηριστικές.

Διάγραμμα 2– Χρόνος απόκρισης για ρεύμα σφάλματος 20A



Για ρεύμα σφάλματος πάνω από 30A ξεκινά να αντιδρά πλέον γρηγορότερα το μαγνητικό στοιχείο του μικροαυτόματου με χαρακτηριστική B, ενώ για μεγαλύτερα ρεύματα σφάλματος πάνω από 200A (πράσινη ευθεία) είναι βέβαιο ότι και οι 3 μικροαυτόματοι θα διακόψουν ταυτόχρονα σε 0.01 sec (Διάγραμμα 3).

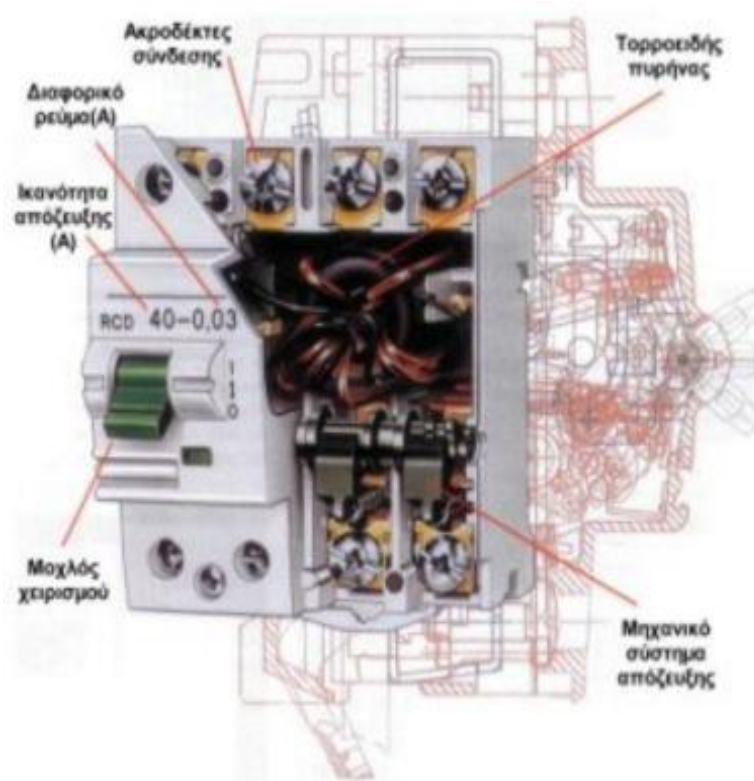
Διάγραμμα 3– Χρόνος απόκρισης για ρεύμα σφάλματος 300Α



Σε αυτό το σημείο πρέπει να τονιστεί ότι για μεγάλα ρεύματα βραχυκύκλωσης, τίθεται το θέμα της επιλεκτικότητας ανάμεσα στα διάφορα μέσα προστασίας και κυρίως στους μικροαυτόματους, όπου ο χρόνος απόκρισης τους σε ρεύματα σφάλματος δε μπορεί να ρυθμιστεί.

Το θέμα της επιλεκτικότητας θα αναλυθεί εκτενέστερα και με παραδείγματα στο 5<sup>ο</sup> κεφάλαιο.

### 3.3 Διακόπτες Διαφορικού Ρεύματος (ΔΔΡ)



Εικόνα 3.11 – Τομή ΔΔΡ

Ο διακόπτης διαρροής έντασης (Δ.Δ.Ε.) ή αλλιώς ηλεκτρονόμος ασφαλείας ή ρελέ διαρροής ή ρελέ διαφυγής όπως συνηθίζουν να τον αποκαλούν οι τεχνικοί, είναι μια διάταξη προστασίας διαφορικού ρεύματος. Όλες οι απαραίτητες λειτουργίες της διάταξης είναι ενσωματωμένες και επιτελούνται σε μια συσκευή, η οποία είναι κατάλληλη για στήριξη σε ράγα τυποποιημένης διατομής ή για στερέωση στην πλάτη του πίνακα διανομής της εγκατάστασης. Οι διακόπτες διαρροής έντασης είναι διπολικοί (L1, N) για εγκατάσταση σε μονοφασικό δίκτυο και τετραπολικοί (L1, L2, L3, N) για εγκατάσταση σε τριφασικό δίκτυο. Στην περίπτωση του μονοφασικού δικτύου, ο διακόπτης αντιλαμβάνεται σαν ρεύμα εισόδου στο κύκλωμα το ρεύμα της φάσης και σαν ρεύμα εξόδου, το ρεύμα του ουδετέρου. Στην περίπτωση του τριφασικού δικτύου, ο διακόπτης αντιλαμβάνεται σαν ρεύμα εισόδου στο κύκλωμα, το διανυσματικό άθροισμα των ρευμάτων των τριών φάσεων και σαν ρεύμα εξόδου, το ρεύμα του ουδετέρου. Κάθε διακόπτης διαρροής είναι εφοδιασμένος με ένα μπουτόν ελέγχου (T), για να ελέγχεται περιοδικά η ικανότητα του διακόπτη να σταματά την τροφοδοσία του κυκλώματος, στην περίπτωση εμφάνισης ρεύματος διαρροής προς την γη.

Εάν ο κατασκευαστής δεν ορίζει χρονικά διαστήματα κατά τα οποία θα πρέπει να γίνεται έλεγχος της λειτουργίας της διάταξης προστασίας διαφορικού ρεύματος, τότε ο έλεγχος θα πρέπει να εκτελείται ανά εξάμηνο.

Ο έλεγχος γίνεται πιέζοντας το μπουτόν test και εφόσον ο διακόπτης βρίσκεται υπό τάση. Ουσιαστικά πιέζοντας το μπουτόν ελέγχου, δημιουργούμε μια κατάσταση τεχνητής διαρροής. Σε κάθε τέτοια περίπτωση δοκιμής, πρέπει να έχουμε απόζευξη του διακόπτη. Εάν αυτό δεν συμβεί, σημαίνει ότι ο διακόπτης δεν λειτουργεί σωστά και συνεπώς δεν μας προστατεύει από τον κίνδυνο της ηλεκτροπληξίας.

Κάθε διάταξη διαφορικού ρεύματος αποτελείται από δύο βασικά δομικά στοιχεία:

- Τον αισθητήρα, ο οποίος παράγει ένα ηλεκτρικό σήμα στην περίπτωση όπου το διανυσματικό άθροισμα των ρευμάτων που διαρρέουν τους ενεργούς αγωγούς μιας γραμμής τροφοδοσίας είναι διάφορο του μηδενός. Συνήθως σαν αισθητήρας χρησιμοποιείται ο τορροειδής μετασχηματιστής.
- Τον ηλεκτρονόμο μέτρησης, ο οποίος συγκρίνει το σήμα που στέλνεται από τον αισθητήρα, με μια προκαθορισμένη τιμή για το διαφορικό ρεύμα και στέλνει την εντολή στο σύστημα απόζευξης (διακόπτη, διακόπτη ισχύος κ.λ.π.).

Η αρχή λειτουργίας των διατάξεων διαφορικού ρεύματος, βασίζεται στην συνεχή σύγκριση του συνολικού ρεύματος εισόδου με αυτό της εξόδου ενός κυκλώματος, στην αρχή του οποίου έχει εγκατασταθεί η διάταξη. Με άλλα λόγια, η διάταξη διαφορικού ρεύματος ελέγχει συνεχώς την διαφορά μεταξύ των δύο αυτών ρευμάτων.

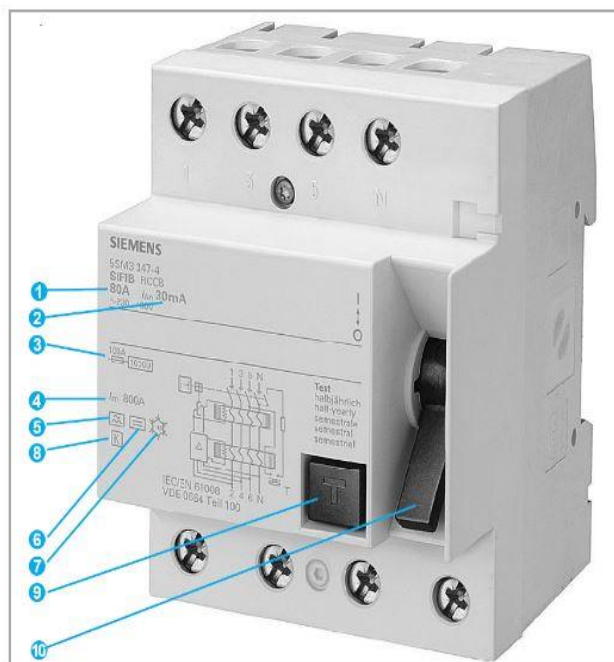
Σκοπός των διατάξεων προστασίας διαφορικού ρεύματος, είναι η προστασία ανθρώπων και ζώων από ηλεκτροπληξία. «Ως διάταξη προστασίας διαφορικού ρεύματος ορίζεται μια μηχανική συσκευή διακοπής (ή ο συνδυασμός συσκευών), που έχει σαν προορισμό το άνοιγμα των επαφών, όταν το διαφορικό ρεύμα φτάσει ή υπερβεί μια προκαθορισμένη τιμή υπό προδιαγεγραμμένες συνθήκες» (ΕΛΟΤ HD384 531.2). Οι διατάξεις προστασίας διαφορικού ρεύματος, βρίσκουν εφαρμογή τόσο σε οικιακές όσο και σε βιομηχανικές εγκαταστάσεις.

Σύμφωνα με το ΕΛΟΤ HD384 που αποκλειστικά πλέον διέπει τις ηλεκτρικές εγκαταστάσεις, μια διάταξη προστασίας διαφορικού ρεύματος με ονομαστικό διαφορικό ρεύμα λειτουργίας I<sub>ΔΝ</sub> μικρότερο έως ίσο με 30mA, μπορεί να χρησιμοποιηθεί ως διάταξη προστασίας έναντι της άμεσης επαφής, της περίπτωσης δηλαδή που υπάρξει απευθείας επαφή με ένα ενεργό μέρος (π.χ. αγωγός φάσης) μιας ηλεκτρικής εγκατάστασης. Πρέπει να σημειωθεί ότι η χρήση διατάξεων προστασίας διαφορικού ρεύματος (π.χ. διακοπών διαρροής έντασης), δεν αποτελεί από μόνη της μέτρο πλήρους προστασίας έναντι της άμεσης επαφής, ούτε και

μπορεί να υποκαταστήσει την εγκατάσταση των υπόλοιπων προβλεπόμενων μέτρων για προστασία έναντι άμεσης επαφής.

Οι διατάξεις προστασίας διαφορικού ρεύματος, αναγνωρίζονται από το ΕΛΟΤ HD384 ως διατάξεις που μπορούν να χρησιμοποιηθούν για την εφαρμογή του μέτρου της «αυτόματης διακοπής της τροφοδότησης» για προστασία και έναντι έμμεσης επαφής, της περίπτωσης δηλαδή που υπάρξει επαφή με ένα εκτεθειμένο αγώγιμο μέρος το οποίο έχει αποκτήσει δυναμικό εξαιτίας κάποιου σφάλματος μόνωσης. Στην περίπτωση αυτή εμπίπτει και ο κίνδυνος ηλεκτροπληξίας που μπορεί να διατρέξουμε εξαιτίας της χρήσης κάποιας ελαττωματικής ηλεκτρικής συσκευής. Επίσης είναι δυνατή η χρησιμοποίηση διατάξεων προστασίας διαφορικού ρεύματος με ονομαστικό διαφορικό ρεύμα λειτουργίας μικρότερο ή ίσο των 300mA, σαν μέσο προστασίας έναντι πυρκαγιάς ως συνέπεια βραχυκυκλώματος.

### 3.3.1 Τεχνικά Χαρακτηριστικά



1	Ονομαστικό ρεύμα $I_n = 80 \text{ A}$ Rated current
2	Ονομαστικό ρεύμα σφάλματος $I_{\Delta n} = 30 \text{ mA}$ Rated fault current
3	Μέγιστη προσασόμενη ασφάλεια για backup προστασία $I_n = 100 \text{ A}$ Maximum permissible short-circuit back-up fuse
4	Μέγιστο επιτρεπόμενο ρεύμα $I_m = 800 \text{ A}$
5	Για AC και παλμικά ρεύματα διαρροής DC For AC and pulsating DC fault currents
6	Για ομαλά (εξομαλυμένα) ρεύματα διαρροής DC Smooth DC fault currents
7	Θερμοκρασία περιβάλλοντος μέχρι $-25 \text{ C}^\circ$
8	Με μικρή χρονική καθυστέρηση στην απόζευξη For short- time delayed disconnection
9	Κουμπί δοκιμής. Κάθε έξι μήνες πρέπει να ελέγχεται ο διακόπτης
10	Μοχλός χειρισμού

Εικόνα 3.12 – Τεχνικά χαρακτηριστικά ΔΔΡ



Οι διακόπτες διαρροής επιλέγονται, κατά περίπτωση, με βάση τα παρακάτω χαρακτηριστικά τους:


- Μονοφασικοί (L, N)
- Τριφασικοί (L1, L2, L3, N)
- Το είδος του ρεύματος σφάλματος (A.C., μεικτό ή D.C., παλμικό, με αρμονικές, σε τι συχνότητα και ποιο εύρος συχνοτήτων περιέχει).

Με κριτήριο το είδος του διαφορικού ρεύματος διαρροής που μπορούν να διακόψουν, οι ΔΔΡ κατατάσσονται στους παρακάτω 4 τύπους:

**1) Τύπου AC  (50 Hz).**

Για κοινά εναλλασσόμενα δίκτυα (IEC/EN 61008/61009). Είναι ο παλαιός ξεπερασμένος Δ.Δ.Ρ., ο οποίος ήταν κατασκευασμένος για τον εντοπισμό καθαρά ημιτονικών εναλλασσομένων ρευμάτων σφάλματος, δηλ. ρεύματα των οποίων ο μέσος όρος κατά τη διάρκεια μιας περιόδου είναι μηδέν. Ήδη από το 1999, στο πρότυπο DIN EN 61008-1 «Residual current operated circuit-breakers without integral overcurrent protection for household and similar uses (RCCB's) - Part 1: General rules» στο παράρτημα ZB, αναφέρονταν ότι μόνο η χρήση του Δ.Δ.Ρ. τύπου A σε όλες τις εγκαταστάσεις είναι επιτρεπτή, αποκλείοντας έτσι και καταργώντας εμμέσως τη χρήση των Δ.Δ.Ρ. τύπου AC.

Αυτός ο τύπος δεν επιτρέπεται να χρησιμοποιείται πλέον σε πολλές ευρωπαϊκές χώρες, καθώς διαπιστώθηκε ότι στις σύγχρονες ηλεκτρικές εγκαταστάσεις με αρκετές ηλεκτρονικές συσκευές (μη γραμμικές αντιστάσεις), σε περίπτωση σφάλματος προς γη, ο τοροειδής αθροιστικός μετασχηματιστής του Δ.Δ.Ρ., λόγω του ηλεκτρομαγνητικού κορεσμού του «αδρανοποιείται» και δεν ανιχνεύει τις μη ημιτονικές διαρροές και σφάλματα, όπως π.χ. ρεύματα σφάλματος που περιέχουν παλμικό ρεύμα ή D.C. με ή χωρίς κυμάτωση.

**2) Τύπου A  (50 Hz).**

Για δίκτυα εναλλασσόμενου ρεύματος με συνεχή συνιστώσα, όπου επικάθονται αιχμές (παλμοί) ρεύματος π.χ. από έναυση λαμπτήρων φθορισμού, από ακτινογραφικά μηχανήματα, από ηλεκτρονικά ισχύος, παλμοτροφοδοτικά κ.λπ. (IEC /EN 61008/61009).

Το συνεχές ρεύμα νοείται ότι είναι χωρίς κυμάτωση, δηλαδή ότι δεν έχει εναλλασσόμενη συνιστώσα, ή, αν έχει, αυτή δεν υπερβαίνει το 10% της συνεχούς συνιστώσας (για συνεχές ρεύμα τάσης 120 V, η τιμή κορυφής δεν υπερβαίνει τα 140 V).

**3) Τύπου F**  **(1 kHz).**

Τα τελευταία χρόνια, στις οικιακές και βιομηχανικές εγκαταστάσεις, χρησιμοποιούνται όλο και περισσότερο ηλεκτρικές συσκευές με κινητήρες (πχ. κλιματιστικά), που περιλαμβάνουν μονοφασικούς αντιστροφείς για να φτάσουν σε υψηλότερα επίπεδα αποδοτικότητας μειώνοντας παράλληλα την κατανάλωση ενέργειας.

Αυτές οι σύγχρονες ηλεκτρικές συσκευές έχουν τη δυνατότητα ρύθμισης της ταχύτητας περιστροφής των κινητήρων τους. Η ρύθμιση αυτή γίνεται με κατάλληλες ηλεκτρονικές πλακέτες, οι οποίες παρεμβαίνουν στη συχνότητα τροφοδοσίας των κινητήρων και μεταβάλλοντάς την, συνήθως από 10 - 1.000 Hz, επιτυγχάνουν τη διαρκή ρύθμιση των στροφών της συσκευής. Η παρέμβαση αυτή, πολύ συχνά έχει ως αποτέλεσμα τη διάχυση ρευμάτων εύρους συχνοτήτων 10 - 1.000 Hz, στην εγκατάσταση. Οι συχνότητες αυτές, οι οποίες χαρακτηρίζονται ως «μεικτές συχνότητες», δημιουργούν μία περιβάλλουσα γύρω από τη «θεωρητική» ημιτονοειδή καμπύλη του ρεύματος λειτουργίας.

Οι συχνότητες αυτές μπορούν να παρουσιαστούν και σε άλλες συσκευές, όπως: οι driver των LED, τα ballast των φωτιστικών, τα dimmer, οι οθόνες ηλεκτρονικών υπολογιστών κλπ.

Ο Δ.Δ.Ρ. τύπου A, δεν μπορεί να αντιληφθεί τις «μεικτές» αυτές συχνότητες, με αποτέλεσμα να μην αντιδράει. Γι' αυτόν το λόγο υπάρχει και μία ειδική κατηγορία ΔΔΡ (τύπου F) που ενδείκνυται για τον εντοπισμό ημιτονοειδών εναλλασσόμενων, παλμικών, μεικτών, αρμονικών ρευμάτων, σφάλματος και διαρροής, συχνοτήτων μέχρι 1 kHz.





































**4) Τύπου B**  **(2 kHz – 100 kHz).**

Κατάλληλοι για κυκλώματα οδήγησης κινητήρων με μεταβλητή συχνότητα (drives). Η οικογένεια των Δ.Δ.Ρ. τύπου B, ενδείκνυται για τον εντοπισμό ημιτονοειδών εναλλασσόμενων, παλμικών, παλμικών με DC, με ή χωρίς κυμάτωση συνιστώσα ρεύματος  $I > 6mA$ , αρμονικών ρευμάτων σφάλματος και διαρροής, συχνοτήτων από 2 kHz μέχρι 100 kHz.

Το συνεχές ρεύμα νοείται ότι είναι χωρίς κυμάτωση, δηλαδή ότι δεν έχει εναλλασσόμενη συνιστώσα, ή, αν έχει, αυτό δεν υπερβαίνει το 10% της συνεχούς συνιστώσας (για συνεχές ρεύμα τάσης 120 V, η τιμή κορυφής δεν υπερβαίνει τα 140 V).

Η μεγάλη διαφορά του Δ.Δ.Ρ. τύπου B, σε σχέση με τους προηγούμενους τύπους, είναι η δυνατότητά τους να ανιχνεύουν ακόμη και σφάλματα με «καθαρά» DC ρεύματα.



Κυματο- μορφή Ρεύματος	Περιπτώσεις λειτουργίας ΔΔΡ σε σχέση με την κατηγορία αυτών				Ρεύμα Ενεργοποίησης
	AC	A	F	B	
				  	0,5 μέχρι 1,0 ΙΔη
	—				0,35 μέχρι 1,4 ΙΔη
	—				Καθυστέρηση ρεύματος: 90° 0,35 μέχρι 1,4 ΙΔη
	—				Καθυστέρηση ρεύματος: 135° 0,11 μέχρι 1,4 ΙΔη
	—				max 1,4 ΙΔη + 6mA
	—	—			max 1,4 ΙΔη + 10mA
	—	—			0,5 μέχρι 1,4 ΙΔη
	—	—	—		0,5 μέχρι 2,0 ΙΔη
					
					
	—	—	—		Συχνότητα ρεύματος 150Hz 0,5 μέχρι 2,4 ΙΔη
	—	—	—		Συχνότητα ρεύματος 400Hz 0,5 μέχρι 6 ΙΔη
	—	—	—		Συχνότητα ρεύματος 1000Hz 0,5 μέχρι 14 ΙΔη

Εικόνα 3.13 – Τύποι ΔΔΡ

Από τα παραπάνω γίνεται αντιληπτό ότι πρέπει πάντα να δίνεται ιδιαίτερη προσοχή, κατά την επιλογή ενός ΔΔΡ, στο τι είδους ρεύμα διαρροής αναμένεται να υπάρξει σε μία εγκατάσταση έτσι ώστε να καθοριστεί και ο καταλληλότερος ΔΔΡ, που θα προστατέψει επαρκώς τα άτομα και την εγκατάσταση σε περίπτωση σφάλματος διαρροής.

### 3.4 Απαγωγείς Κρουστικών Υπερτάσεων (Αντικεραυνικά)



Εικόνα 3.14 - Αντικεραυνικό

Οι απαγωγείς υπερτάσεων χρησιμοποιούνται για την προστασία του ηλεκτρολογικού εξοπλισμού και κυρίως των ηλεκτρονικών συσκευών και όσων συσκευών περιέχουν ηλεκτρονικά μέρη από βραχύχρονες υπερτάσεις, διάρκειας μέχρι λίγων χιλιοστών του δευτερολέπτου και μεγέθους της τάξης χιλιάδων βολτ (αιχμές τάσης).

Οι απαγωγείς υπερτάσεων λειτουργούν κατά αναλογία με τις κοινές βαλβίδες υπερπίεσης, π.χ. του ατμού. Συνδέονται μεταξύ φάσεων και γης καθώς και ουδε τέρου και γης. Υπό κανονικές συνθήκες αποτελούν πρακτικά άπειρη ωμική αντίσταση.

Όταν η τάση στα άκρα τους υπερβεί τη στάθμη που ορίζει ο τύπος τους, τότε πέφτει ακαριαία η τιμή της ωμικής αντίστασής τους και απάγουν την υπέρταση, παροχετεύοντάς την προς τη γη.

Το μέγιστο ρεύμα που παροχετεύουν, καθορίζεται από την αναμενόμενη υπέρταση και τον ρυθμό ανάπτυξης της αιχμής τάσης (πόσο απότομος είναι ο παλμός της υπέρτασης) και δίνεται σε kA (π.χ. 5, 10, 15, 20 kA).

Οι απαγωγείς υπερτάσεων τοποθετούνται σε πίνακες και υποπίνακες, στο πλησιέστερο σημείο του καλωδίου εισόδου και συνδέονται μεταξύ των αγωγών φάσεων και του ουδέτερου και μιας οπωσδήποτε καλής και ελεγμένης γείωσης.

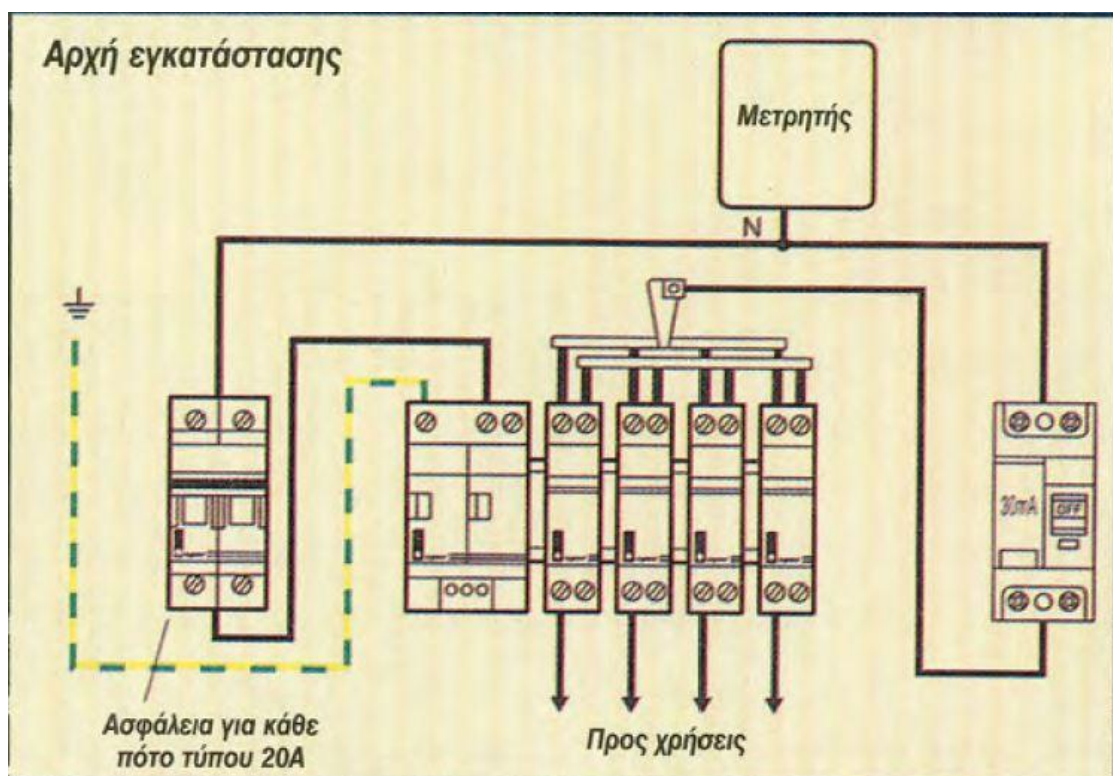
Όταν ο κίνδυνος υπερτάσεων είναι αυξημένος, κρίνεται αναγκαία η ιεραρχημένη τοποθέτηση απαγωγέων υπέρτασης στους πίνακες και στους υποπίνακες (κλάση I κλάση II).

Όλες οι ηλεκτρονικές συσκευές υπόκεινται σε πραγματικό κίνδυνο καταστροφής από υπερτάσεις. Ιδιαίτερα εκτεθειμένες είναι οι βιομηχανικές και εξοχικές περιοχές, χωρίς καθόλου να αποκλείονται από τον κίνδυνο οι αστικές.

Ούτε οι κλασικές οικιακές ηλεκτρικές συσκευές (π.χ. λευκές συσκευές νοικοκυριού), που σήμερα κατά κανόνα εξοπλίζονται με ηλεκτρονικά συστήματα, μπορούν να αποφύγουν την καταστροφή όταν εκτεθούν σε υπέρταση.

Αλλά και οι εσωτερικές εγκαταστάσεις και κτιριακές καλωδιώσεις ενδέχεται να υποστούν ρήξη της μόνωσής τους και να καταστραφούν, προκαλώντας μάλιστα γενικευμένη πυρκαγιά, αν δεν παροχετευτεί ορθά η υπέρταση από έναν κοντινό κεραυνό.

Στην επόμενη εικόνα, φαίνεται σε μονογραμμικό διάγραμμα ο τρόπος και η θέση εγκατάστασης προστατευτικού υπέρτασης σε συνδυασμό με το ρελέ προστασίας, σε μια ηλεκτρική εγκατάσταση χαμηλής τάσης.



Εικόνα 3.15 – Συνδεσμολογία αντικεραυνικού σε πίνακα Χ.Τ.

Οι απαγωγοί κρουστικών υπερτάσεων επιλέγονται λαμβάνοντας υπόψη τα ηλεκτρικά χαρακτηριστικά και τις ιδιαιτερότητες του συστήματος στο οποίο τοποθετούνται. Διαφορετικοί τύποι και συνδυασμοί τους εγκαθίστανται σε διαφορετικές ζώνες προστασίας για να καλύψουν διαφορετικές ανάγκες.

Τα αντικεραυνικά Τύπου 1 γενικά εγκαθίστανται σε γενικούς πίνακες εισόδου για την προστασία εξοπλισμού χαμηλής τάσης από υπέρταση από άμεσα κεραυνικά πλήγματα.

Τα αντικεραυνικά Τύπου 2 πρέπει να εγκαθίστανται σε όλους τους πίνακες ηλεκτρικής διανομής που τροφοδοτούν κρίσιμα φορτία. Αυτά παρέχουν προστασία από έμμεσες συνέπειες των κεραυνών καθώς και υπερτάσεις λόγω όπλισης/αφόπλισης διακοπών.

Για να αποτραπεί ο κίνδυνος μόνιμης υπέρτασης που προκαλεί βραχυκύκλωμα και βλάβες στον πίνακα, το ίδιο το αντικεραυνικό πρέπει να προστατεύεται από ένα μικροαυτόματο διακόπτη.

Στο τέλος της ζωής των αντικεραυνικών, μπορεί να συμβεί κάτι από τα παρακάτω:

α) Η θερμική απαγωγή που προκαλείται από συνεχή εκτεταμένα φαινόμενα που δεν υπερβαίνουν την αντοχή του αντικεραυνικού μπορεί να οδηγήσει σε αργή γήρανση των εσωτερικών στοιχείων του. Η απόξεση του αντικεραυνικού παρέχεται από μια θερμική ασφάλεια που ενσωματώνεται στα ηλεκτρονικά στοιχεία (MOVs) στο εσωτερικό του αντικεραυνικού.

β) Ένα βραχυκύκλωμα εξαιτίας ενός ρεύματος που υπερβαίνει την ικανότητα εκφόρτισης ή εξαιτίας ενός σφάλματος από το ηλεκτρικό δίκτυο διανομής στα 50 Hz (π.χ. διακοπή ουδετέρου, αναστροφή φάσης – ουδετέρου). Η απόξεση του αντικεραυνικού παρέχεται από ένα εξωτερικό μέσο προστασίας από βραχυκύκλωμα, όπως ασφάλεια ή μικροαυτόματο διακόπτη.

Είναι προτιμότερη η επιλογή του μικροαυτόματου διακόπτη, σύμφωνα με την ικανότητα διακοπής στον πίνακα, όπου είναι εγκατεστημένο το αντικεραυνικό. Έτσι, για παράδειγμα, για έναν οικιακό πίνακα είναι κατάλληλος ένας μικροαυτόματος διακόπτης με ικανότητα διακοπής <6kA. Για κτίρια γραφείων θα είναι συνήθως 15kA ή 20kA.

### **3.4.1 Τεχνικά Χαρακτηριστικά**

Πιο αναλυτικά οι παράμετροι που παίζουν ρόλο στην επιλογή των αντικεραυνικών είναι οι εξής:

## **1. Χαρακτηριστικά δικτύου**

Για να εξασφαλιστεί η συμβατότητα με το δίκτυο είναι αναγκαία η γνώση των τριών επόμενων παραμέτρων.

Η Ονομαστική τάση λειτουργίας (Voltage rating, UN, ή Continuous operating voltage, UC) καθορίζεται με βάση την ονομαστική τάση της ηλεκτρικής γραμμής.

Η μέγιστη τάση λειτουργίας σύμφωνα με τις προδιαγραφές κυμαίνεται περίπου στο +15% της ονομαστικής τιμής. Για τα Ελληνικά δεδομένα, όπως και για ολόκληρη την Ευρώπη, σύμφωνα με οδηγία της Ευρωπαϊκής Ένωσης, η ονομαστική τάση λειτουργίας για όλα τα δίκτυα χαμηλής τάσης είναι 230/400V. Για τα ασθενή ρεύματα (π.χ. σήματα data) ονομαστική τάση είναι η θετική ή αρνητική τιμή κορυφής του σήματος (Voltage peak value, U<sub>pk</sub>).

Το Ονομαστικό ρεύμα λειτουργίας, (Continuous operating current, IC), ενδιαφέρει μόνο στην περίπτωση που ο απαγωγός συνδέεται σε σειρά με το δίκτυο. Τέλος, ανάλογα με τη Συχνότητα λειτουργίας,  $f$ , του δικτύου, επιλέγεται και ο απαγωγός που λειτουργεί στην ανάλογη συχνότητα.

## **2. Τάση εκφόρτισης ή Παραμένουσα τάση (Residual voltage, U<sub>res</sub>)**

Είναι η τάση που αναπτύσσεται στα άκρα του απαγωγού κρουστικών υπερτάσεων κατά τη διάρκεια της διέλευσης του ονομαστικού ρεύματος εκφόρτισης, το οποίο ορίζεται παρακάτω.

Η μέγιστη παραμένουσα τάση (Voltage limiting) είναι αυτή που αντιστοιχεί στο μέγιστο ρεύμα εκφόρτισης που μπορεί να αντέξει ο συγκεκριμένος απαγωγός. Στην περίπτωση απαγωγού τύπου σπινθηριστή η παραμένουσα τάση ισούται με την Τάση διάσπασης (Sparkover voltage), την τάση δηλαδή στην οποία έχουμε έναρξη του σπινθήρα. Όπως γίνεται σαφές, όσο μικρότερη είναι η τάση προστασίας ενός απαγωγού τόσο το καλύτερο, και τόσο πιο ευαίσθητες συσκευές μπορεί να προστατεύσει.

## **3. Τάση προστασίας (Voltage protection level, UP)**

Η συγκεκριμένη παράμετρος χαρακτηρίζει τη συμπεριφορά του απαγωγού και πρέπει να είναι μεγαλύτερη από τη μέγιστη παραμένουσα τάση ή την τάση διάσπασης. Η χρησιμότητα της παραμέτρου αυτής είναι ίσως η σημαντικότερη όλων, καθώς μεγαλύτερη τάση προστασίας από αυτή που αντέχει η υπό προστασία συσκευή, θα οδηγήσει σε ανεπαρκή προστασία της και ενδεχόμενη καταστροφή της.

#### **4. Μέγιστο ρεύμα εκφόρτισης (Maximum discharge current, $I_{max}$ ή Maximum impulse current, $I_{imp}$ )**

Είναι το μεγαλύτερο ρεύμα εκφόρτισης που διέρχεται μέσα από το αλεξικέραυνο δικτύου τουλάχιστον για μία φορά, χωρίς αυτό να καταστραφεί. Με βάση αυτή τη μεταβλητή εξασφαλίζεται η βιωσιμότητα του απαγωγού. Το μέγιστο ρεύμα εκφόρτισης εξαρτάται σε μεγάλο βαθμό από τη μορφή κρούσης του κύματος. Όταν λέμε μορφή κρούσης (Impulse wave shape) εννοούμε το πηλίκο του χρόνου που φτάνει το ρεύμα στη μέγιστη τιμή του, προς το χρόνο που πέφτει στο μισό της μέγιστης τιμής. Ο λόγος που χρησιμοποιείται είναι το γεγονός ότι κάθε κρουστικό κύμα έχει απρόβλεπτη μορφή κρούσης και συνεπώς τα μεγέθη δεν είναι συγκρίσιμα.

Εισάγοντας αυτή την παράμετρο είμαστε πιο ακριβής στον καθορισμό του  $I_{max}$  της αντικεραυνικής συσκευής. Για παράδειγμα, ένας απαγωγός στο οποίο εφαρμόζεται κρούση μορφής 8/20 $\mu$ s έχει ικανότητα  $I_{max} = 5kA$ . Στον ίδιο απαγωγό αν εφαρμοστεί κρούση μορφής 4/10 $\mu$ s για παράδειγμα, έχει ικανότητα  $I_{max} = 65kA$ . Η μορφή κρούσης καθορίζεται από τα Διεθνή πρότυπα IEC σε 8/20 $\mu$ s, ενώ σε ειδικές περιπτώσεις για τη μέτρηση του  $I_{max}$  φτάνει και σε διάρκεια τα 10ms (IEC 61643-1). Από εδώ και στο εξής ότι τιμές έντασης και αν αναφέρονται, ως μορφή κρούσης θα εννοείται η 8/20 $\mu$ s.

#### **5. Ονομαστικό ρεύμα εκφόρτισης (Nominal discharge current, $I_n$ )**

Έτσι ονομάζεται το ρεύμα αυτό που μπορεί να αντιμετωπιστεί από τον απαγωγό για τουλάχιστον είκοσι φορές, χωρίς αυτός να παρουσιάσει δυσλειτουργία. Όταν για παράδειγμα λέμε ότι ο συγκεκριμένος απαγωγός έχει  $I_{max}=40kA$  και  $I_n=15kA$ , ρεύματος 8/20 $\mu$ s εννοούμε ότι μπορεί να αντεπεξέλθει χωρίς να καταστραφεί σε ρεύμα 40kA τουλάχιστον μία φορά και σε ρεύμα 15kA τουλάχιστον για είκοσι φορές, πάντα μορφής 8/20 $\mu$ s.

#### **6. Υπέρταση μεγάλης διάρκειας του ηλεκτρικού πεδίου διανομής, UTOV**

Μία σημαντική παράμετρος που πρέπει να συνεκτιμάται κατά την επιλογή του απαγωγού, κυρίως στα ενεργειακά συστήματα, είναι οι υπερτάσεις του συστήματος μακράς διάρκειας UTOV, με χρονική διάρκεια  $0,05 < t < 10s$ . Οι τάσεις αυτές λόγω της διάρκειάς τους δεν έχουν κρουστική μορφή και ο απαγωγός υπερτάσεων, αν λειτουργήσει για να τις μειώσει υπάρχει μεγάλη πιθανότητα να καταστραφεί, καθώς καταπονείται για μεγάλη χρονική διάρκεια από το ρεύμα του συστήματος που ρέει μέσα σε αυτόν. Στατιστικά, έχει αποδειχθεί ότι σε απομονωμένα δίκτυα η καταστροφή των απαγωγών κρουστικών υπερτάσεων από αυτό το αίτιο, είναι συνηθέστερη από ότι η καταστροφή τους από ένα κεραυνικό ρεύμα.

Το Διεθνές πρότυπο IEC της σειράς 60364 συνιστά στις εταιρείες διανομής ηλεκτρικής ενέργειας να κατασκευάζουν δίκτυα που οι υπερτάσεις μεγάλης διάρκειας να μην υπερβαίνουν την τιμή  $1,5xUN+750V$  για χρόνο  $0,05 < t < 5s$ , και την τιμή  $1,5xUNV$  για χρόνο  $5 < t < 10s$ . Η επιλογή του κατάλληλου απαγωγού κρουστικών υπερτάσεων θα πρέπει να γίνεται με το κριτήριο να λειτουργεί σε τάσεις μεγαλύτερες της  $U_{TOV}$ , όπως αυτή ορίζεται από το IEC 60364. Αν και αναφέρθηκε, δηλαδή, ότι όσο μικρότερη είναι η τάση προστασίας τόσο το καλύτερο, οι ελάχιστες τιμές της UP περιορίζονται από την  $U_{TOV}$ .

### **7. Χρόνος απόκρισης (Time Response, tR)**

Είναι ο χρόνος που απαιτείται μέχρις ότου να ενεργοποιηθεί η λειτουργία του απαγωγού. Είναι πολύ βασική παράμετρος, καθώς πρέπει να λειτουργήσει πριν περάσει το κύμα και κάνει τη ζημιά και πρέπει να είναι μικρότερος των 25 ns ( $25 \times 10^{-9}$ ). Αυτός είναι και ο λόγος που οι σταθεροποιητές τάσης (UPS) δεν μπορούν να χρησιμοποιηθούν για αντικεραυνική προστασία, καθώς ο χρόνος απόκρισής τους είναι συγκριτικά πολύ μεγαλύτερος, αντιθέτως κινδυνεύουν και οι ίδιοι από τα κρουστικά κύματα και χρειάζονται προστασία.

Υπάρχουν και άλλες μεταβλητές που παίζουν ρόλο στην επιλογή του σωστού απαγωγού, όπως η ισχύς λειτουργίας, η θερμοκρασία λειτουργίας, το μέγιστο υψόμετρο λειτουργίας κλπ.

### Τεχνικά χαρακτηριστικά

	OVR T1 ■ 25 ■ TS Κλάση T1		OVR T1+2 ■ 15 255-7 Κλάση T1+2	
Τεχνολογία	Διάκενος σπινθήρας (Spark-gap)			
Ηλεκτρικά χαρακτηριστικά				
Πρότυπα	IEC 61643-1 / EN 61643-11			
Κλάση	1 / I			
Πόλοι	1P ■	1P ■ 2P ■ 3P ■ 4P ■	1P ■	
Τύπος δικτύου γείωσης	IT-TNS-TNC	TNS-TNC	TNS-TNC	
Τύπος ρεύματος	AC			
Ονομαστική τάση $U_n$	V	400	230	230
Μέγιστη συνεχόμενη τάση λειτουργίας $U_c$	V	440	255	255
Κρουστικό ρεύμα $I_{imp}$ (10/350) ανά πόλο	kA	25	25	15
Ρεύμα παροχέτευσης $I_{max}$ (8/20) ανά πόλο	kA	25	25	15
Τάση προστασίας $U_p$	kV	2	2,5	1,5
Ικανότητα διακοπής επερχόμενου ρεύματος $I_{fi}$	kA rms	50	50	7
Αντοχή παροδικών υπερτάσεων $U_T$ (5 s)	V	690	400	650
Ρεύμα συνεχούς λειτουργίας $I_c$	mA		-	< 2 (LED)
Ικανότητα αντοχής σε βραχυκύκλωμα	kA rms		50	50
Ρεύμα γραμμής ( $I_{load}$ )	A		125	-
Μέγιστη τιμή ασφάλειας για εφεδρική προστασία gG/gL				
Παράλληλη σύνδεση	A		125	125
Σειριακή σύνδεση	A		125	NA

Εικόνα 3.16 - Τεχνικά χαρακτηριστικά απαγωγού υπερτάσεων



## 4<sup>ο</sup> ΚΕΦΑΛΑΙΟ

### “ΗΛΕΚΤΡΟΛΟΓΙΚΟ ΥΛΙΚΟ ΒΙΟΜΗΧΑΝΙΚΩΝ ΠΙΝΑΚΩΝ”

#### 4.1 Διακόπτες

Οι διακόπτες κλείνουν ή ανοίγουν ένα ή περισσότερα κυκλώματα, αφού τους δοθεί μία εντολή λειτουργίας. Η εντολή αυτή μπορεί να προέρχεται από τον άνθρωπο ή να είναι ένα σήμα, μία τάση από έναν ηλεκτρονόμο ή από ένα βοηθητικό μέσο ελέγχου π.χ. από ένα πλωτήρα (φλοτέρ).

Οι διακόπτες διακρίνονται σε **διακόπτες κυκλωμάτων ισχύος**, όπως π.χ. οι μικροαυτόματοι και σε **διακόπτες βοηθητικών κυκλωμάτων**. Οι τελευταίοι λέγονται και διακόπτες ελέγχου ή διακόπτες εντολών, π.χ. πιεζοστάτες, κουμπιά (μπουτόν), φλοτεροδιακόπτες, κ.λπ. που φέρουν συνήθως μικρά ρεύματα τάξης μεγέθους 1 – 5 A.

Οι διακόπτες κυκλωμάτων ισχύος διακρίνονται, ανάλογα με την ισχύ ή το ρεύμα διακοπής, στις εξής κατηγορίες:

- Αποζεύκτες: Ανοίγουν και κλείνουν υπό αμελητέα ρεύματα και τάσεις.
- Διακόπτες φορτίου: Αυτοί συνδέουν και αποσυνδέουν φορτία σε ομαλή λειτουργία, όχι όμως σε βραχυκυκλώματα. Αυτό μπορεί να γίνει μηχανικά ή ηλεκτρομαγνητικά με ρελέ.
- Διακόπτες ισχύος: Αυτοί κλείνουν ή ανοίγουν κυκλώματα σε συνθήκες σφαλμάτων, δηλαδή και σε βραχυκυκλώματα. Ονομάζονται και «αυτόματοι» και χρησιμοποιούνται για την προστασία των κυκλωμάτων.
- Διακόπτες εκκινητές κινητήρων: Αυτοί είναι μία ειδική κατηγορία διακοπών φορτίου, κατάλληλη για τις βαριές συνθήκες εκκίνησης, σταματήματος και αλλαγής φοράς περιστροφής κινητήρων, όπου τα ρεύματα είναι πολλαπλάσια του κανονικού.

Οι διακόπτες διακρίνονται, ανάλογα με το μηχανισμό που κινεί τις επαφές τους, σε μηχανικούς και σε ηλεκτρομαγνητικούς (ρελαί). Υπάρχουν όμως και στο εμπόριο και διακόπτες με ημιαγωγούς, θυρίστορς αλλά και τρανζίστορς μονωμένης πύλης διπολικό IGBT.



*Εικόνα 4.1 - Διακόπτες ισχύος (MCCB)*

## **4.2 Μηχανικοί Διακόπτες Φορτίου**

Οι μηχανικοί διακόπτες χρησιμοποιούνται σαν διακόπτες φορτίου ή σαν αποζεύκτες. Κατασκευάζονται σύμφωνα με τα πρότυπα EN60204, EN60947, EN60664, EN60204 που είναι ταυτόχρονα και γερμανικά πρότυπα, τα IEC 947, IEC 664 και τα VDE 0660 και VDE 0113.

Υπάρχουν στις εξής τρεις μορφές:

- Μαχαιρωτοί διακόπτες, κυρίως σαν αποζεύκτες σε πολύ μεγάλες ισχείς, σε συνδυασμό με ασφάλειες.
- Διακόπτες δύο θέσεων με μοχλό, μικροδιακόπτες για ράγες
- Διακόπτες δύο ή περισσότερων θέσεων περιστροφικοί, τύπου PACCO ή εκκεντροφόροι.

Οι περιστροφικοί διακόπτες έχουν έναν εκκεντροφόρο άξονα που ωθεί τις επαφές να κλείσουν ή να ανοίξουν. Μπορούν να υπάρχουν ένα ή περισσότερα ζεύγη επαφών π.χ. 6. Επίσης, οι θέσεις του διακόπτη μπορεί να είναι δύο ή περισσότερες, π.χ. 3. Για να συνδεθεί σωστά ο διακόπτης, πρέπει να έχουμε το διάγραμμα των επαφών του.



*Εικόνα 4.2 - Μεταγωγικός  
διακόπτης φορτίου 20Α*

#### **4.2.1 Τεχνικά Χαρακτηριστικά**

Οι περιστροφικοί διακόπτες χρησιμοποιούνται σαν γενικοί διακόπτες πινάκων, σαν εκκινητές, σαν αντιστροφείς ή και για αλλαγή ταχύτητας σε κινητήρες. Μπορεί να χρησιμοποιηθεί ο ίδιος διακόπτης για διάφορες χρήσεις. Όμως η επιτρεπόμενη φόρτιση του είναι διαφορετική για κάθε χρήση. Στην εκλογή αυτών των διακοπών πρέπει να λαμβάνουμε υπόψη μας τα εξής:

- Την τάση λειτουργίας
- Το ρεύμα λειτουργίας σε συνδυασμό με την κατηγορία χρήσης
- Τη συχνότητα διακοπής
- Τη διάρκεια ζωής
- Το είδος των βοηθητικών επαφών που χρειαζόμαστε, κλειστές, ανοικτές κλπ.
- Την προστασία του διακόπτη με ασφάλειες σε βραχυκυκλώματα.

Τύπος	3ST1	3ZK2	3LB4	3LB6
Ονομαστική τάση:				
Εναλλασσόμενο	380V	660V	660V	660V
Συνεχές	440V	660V	660V	660V
Ονομαστικό θερμικό ρεύμα $I_{th}$ (A)	10	30	54	100
Ασφάλιση σε βραχυκυκλώματα:				
Βιδοτές ασφάλειες Diazed (A)	10	20	25	50
Μαχαιρωτές ασφάλειες NH (A)	10	20	32	80
Διάρκεια ζωής (κύκλοι λειτουργίας)				
Μηχανική, ρεύμα=0	$2 \times 10^6$	$3 \times 10^6$	$1 \times 10^6$	$1 \times 10^6$
Ηλεκτρική για AC-23 και ρεύμα $I_e$	$3 \times 10^5$	$3 \times 10^5$	$5 \times 10^4$	$5 \times 10^4$
Συχνότητα διακοπής (κύκλοι/h)	500	150	100	100
Φόρτιση:				
Διακόπτης ωμικού φορτίου, γενικός, AC-21				
Ισχύς για 400 V, P (kW)	6,5	15,5	20	50
Ρεύμα λειτουργίας, $I_e$ (A)	10	25,0	40	100
Διακόπτης εκκινήτης κινητήρων, AC-23				
Ισχύς για 400 V, P (kW)	4	8	15	37
Ρεύμα λειτουργίας, $I_e$ (A)	8,5	16,5	30	75

Εικόνα 4.3 - Τεχνικά χαρακτηριστικά περιστροφικών διακοπών ενός κατασκευαστή,

$I_{th}$  = μέγιστο ρεύμα που αντέχουν θερμικά οι κλειστές επαφές,

$I_e$  = μέγιστο ρεύμα λειτουργίας για τη δοσμένη διάρκεια ζωής και κατηγορία χρήσης.

Για παράδειγμα ο διακόπτης με τύπο 3ZK2, έχει σύμφωνα με τον πίνακα 3.1:

- Θερμικό ρεύμα  $I_{th} = 30$  A (μέγιστο συνεχώς επιτρεπόμενο ρεύμα)
- Ρεύμα λειτουργίας  $I_e = 25$  A, για ωμικό φορτίο AC – 21 και 16.5 A για κίνηση, AC – 23.
- Ονομαστική τάση 660 V.
- Συχνότητα διακοπής 150 κύκλους την ώρα.
- Διάρκεια ζωής  $3 \times 10^6$  κύκλοι μηχανικής λειτουργίας.
- Ασφαλίζεται με 20 A NH – ασφάλειες, αλλιώς μπορεί να συγκολληθούν οι επαφές σε βραχυκυκλώματα.
- Ηλεκτρική καταπόνηση,  $3 \times 10^5$  κύκλοι λειτουργίας AC – 23, υπό ρεύμα 16.5 A.

Μπορεί αυτός ο διακόπτης να χρησιμοποιηθεί σαν γενικός διακόπτης πίνακα των 25 A ή σαν εκκινήτης των 16 A για  $3 \times 10^5$  εκκινήσεις.

Τα παραπάνω δεν αφορούν διακόπτες πυκνωτών και λαμπτήρων πυράκτωσης, των οποίων η λειτουργία πρέπει να εγγυηθεί ιδιαίτερα από τον κατασκευαστή.

### 4.3 Ηλεκτρονόμοι (Ρελαί Ισχύος)



Εικόνα 4.4 - Ηλεκτρονόμος

Ο Ηλεκτρονόμος (Relay) είναι ένας μηχανικός διακόπτης, του οποίου οι επαφές ελέγχονται από έναν ηλεκτρομαγνήτη και είναι ένα από τα βασικά εξαρτήματα, που χρησιμοποιούνται για την κατασκευή κυκλωμάτων ηλεκτροαυτοματισμού.

Οι ηλεκτρονόμοι με την βοήθεια και αισθητήρων θερμοκρασίας, πίεσης κ.λ.π. χρησιμοποιούνται σε ηλεκτρικά κυκλώματα ισχύος χωρίς την παρέμβαση ανθρώπινου παράγοντα.

Στους χώρους εργασίας και στην αγορά βιομηχανικών ηλεκτρικών υλικών η ονομασία που επικρατεί είναι 'ρελαί' η και τηλεχειριζόμενοι διακόπτες αέρος.

Τα βασικά μέρη του ηλεκτρονόμου είναι :

- 1) Πηνίο (κατά προτίμηση Σ. Ρ. για να μην είναι θορυβώδες).
- 2) Σταθερό μέρος του σιδηρομαγνητικού υλικού (πυρήνας).
- 3) Κινητό μέρος του σιδηρομαγνητικού υλικού (οπλισμό).
- 4) Ελατήρια επαναφοράς των κινητών μερών του ηλεκτρονόμου σε κατάσταση ηρεμίας.

- 5) Στέλεχος που φέρει τα κινητά μέρη των ηλεκτρικών επαφών και συνδέεται σταθερά με το κινητό μέρος του ηλεκτρομαγνήτη.
- 6) Σταθερά μέρη των ηλεκτρικών επαφών ( δυο για κάθε επαφή ).
- 7) Κινητό μέρος των ηλεκτρικών επαφών.
- 8) Δείκτης κατάστασης ο οποίος δείχνει την κατάσταση του ηλεκτρονόμου ( ενεργοποιημένος – μη ενεργοποιημένος ).
- 9) Ένα η δυο δακτυλίδια απόκλισης φάσεων.
- 10) Εξωτερικό περίβλημα από μονωτικό υλικό.

Συνήθως ένας ηλεκτρονόμος αποτελείται από περισσότερες από μία ελεγχόμενες επαφές. Οι επαφές χωρίζονται σε κύριες και βοηθητικές. Οι κύριες διαρρέονται συνχά από ισχυρότερα ρεύματα και έτσι είναι αυτές που διακόπτουν το κύριο κυκλωμα και συνήθως είναι Κανονικά-Ανοικτές. Οι βοηθητικές έχουν όπως υπονοεί και το όνομά τους επικουρικό χαρακτήρα και ο ρόλος τους είναι να βοηθούν στον έλεγχο των αυτοματισμών (που είναι ο κύριος τομέας χρήσης των ηλεκτρονόμων). Για παράδειγμα βοηθούν στην ενεργοποίηση/απενεργοποίηση βοηθητικών κυκλωμάτων όπως ενδεικτικές λυχνίες.

Εάν το πηνίο του ηλεκτρονόμου διεγείρεται με συνεχές (DC) ρεύμα, ανεξάρτητα από το ηλεκτρικό ρεύμα που ρέει διαμέσου των επαφών, μια δίοδος μπαίνει συνήθως παράλληλα με το πηνίο. Όταν το πηνίο διεγείρεται, αποκαθίσταται ένα μαγνητικό πεδίο. Όταν το πηνίο αποδιεγείρεται, το καταρρέον μαγνητικό πεδίο δημιουργεί μια αιχμή ηλεκτρικού ρεύματος που θα μπορούσε να βλάψει το υπόλοιπο κύκλωμα. Αν το πηνίο διεγείρεται με εναλλασσόμενο (AC) ρεύμα, ένα μικρό χάλκινο δαχτυλίδι πτυχώνεται στο άκρο του σωληνοειδούς πηνίου. Το εναλλασσόμενο ρεύμα μηδενίζεται 100 φορές το δευτερόλεπτο. Σε κάθε χρονική στιγμή μηδενισμού, δεν υπάρχει καμιά μαγνητική δύναμη που να συγκρατεί τις επαφές κλειστές. Το μικρό χάλκινο δαχτυλίδι παρέχει ένα μικρό ρεύμα εκτός φάσεως που καλείται shadow pole (σκιώδης πόλος). Το άθροισμα του εναλλασσόμενου ρεύματος και του shadow pole εξασφαλίζει τη συγκράτηση του σπλισμού στη θέση εμπλοκής σε όλες τις χρονικές στιγμές.

Χρησιμοποιούνται ρελαί σε κινητήρες για εκκίνηση, πέδηση και αναστροφή, σε φούρνους, σε αντιστάσεις, σε πυκνωτές, σε μετασχηματιστές κλπ. Είναι όμως διαφορετικού τύπου για κάθε χρήση, έστω και αν η ονομαστική τους ισχύ δεν διαφέρει.

### 4.3.1 Τεχνικά Χαρακτηριστικά

Η εκλογή ενός ρελαί γίνεται λαμβάνοντας υπόψη τα παρακάτω:

- Κλάση προστασίας, π.χ. IP 20
- Ενδεχομένως αντιακρηκτική προστασία Εεχ.
- Ονομαστική τάση δικτύου, π.χ. 400 V.
- Κατηγορία χρήσης AC1, AC2, AC3, AC4, ή DC1... DC4, ρελαί πυκνωτών. Αν δεν υπάρχει άλλη αναφορά, παίρνουμε κατηγορία AC4 για πυκνωτές.
- Ονομαστικό ρεύμα λειτουργίας  $I_e$  για την ορισμένη κατηγορία. Αυτό το ρεύμα είναι το ρεύμα του κινητήρα, πυκνωτών, δηλαδή το ονομαστικό ρεύμα του φορτίου.
- Το θερμικό ρεύμα  $I_{th}$ , δηλαδή το μέγιστο διαρκώς επιτρεπόμενο ρεύμα σε οπλισμένη κατάσταση. Είναι συνάρτηση των συνθηκών ψύξης.
- Διάρκεια ζωής για το ονομαστικό ρεύμα λειτουργίας και την κατηγορία χρήσης.
- Προστασία των επαφών σε βραχυκυκλώματα με ασφάλειες.
- Πηγίο διέγερσης, τάση και ρεύμα, EP και ΣΡ.
- Βοηθητικές επαφές, είδος και πλήθος επαφών, π.χ. επαφή αυτοσυγκράτησης μία ανοικτή (NO) και μία κλειστή (NC).

## 4.4 Θερμικά



*Εικόνα 4.5 - Θερμικό*

Τα θερμικά όταν τοποθετούνται σε ένα κύκλωμα που τροφοδοτεί φορτίο κίνησης ουσιαστικά αποτρέπουν έναν κινητήρα από το να «τραβήξει» ρεύμα παραπάνω από την ονομαστική του τιμή και έτσι να υπερθερμανθούν τα τυλίγματά του και να καταστραφεί.

Οι λόγοι που ενεργοποιείται το θερμικό είναι οι εξής:

- 1) Διακοπή μιας φάσης Δικτύου
- 2) Πτώση τάσης δικτύου
- 3) Υπερφόρτωση κυκλώματος-κινητήρα
- 4) Μηχανική βλάβη

Ιδιαίτερη προσοχή πρέπει να δοθεί στο γεγονός ότι τα θερμικά δεν προστατεύουν από βραχυκύκλωμα. Θα πρέπει λοιπόν άσχετα από το αν υπάρχει θερμικό να τοποθετούνται ασφάλειες με ηλεκτρομαγνητικά στοιχεία οι οποίες βέβαια δε μπορούν να προστατέψουν από υπερένταση το κύκλωμα τροφοδοσίας ενός κινητήρα, διότι από τις χαρακτηριστικές καμπύλες λειτουργίας τους φαίνεται, ότι ο χρόνος που θα χρειαστεί για να διακόψουν είναι



πολύ μεγάλος, για μικρές υπερεντάσεις. Άρα είναι απαραίτητη η συνύπαρξη και των δύο διατάξεων σε ένα κύκλωμα τροφοδοσίας κινητήρα.

### **Λειτουργία Θερμικού**

Το θερμικό αποτελείται από 3 διμεταλλικά στοιχεία γύρω από τα οποία περνούν οι φάσεις πριν τροφοδοτήσουν τον κινητήρα. Τα διμεταλλικά συνδέονται με έναν άξονα ο οποίος στη συνέχεια μπορεί να ενεργοποιήσει δύο επαφές, μία ανοικτή (97-98) και μία κλειστή (95-96) έχοντας και ένα μηχανισμό μανδάλωσης ο οποίος δεν επιτρέπει στην επαφή να ξανακλείσει.

Όταν το θερμικό βρίσκεται σε κατάσταση ηρεμίας, το κύκλωμα μεταξύ των σημείων 95-96 είναι κλειστό (λειτουργεί).

Αν από τις φάσεις περάσει περισσότερο ρεύμα (υπερένταση) αυτό έχει σαν συνέπεια την θέρμανση των διμεταλλικών τα οποία από κατασκευής, μόλις θερμανθούν λυγίζουν.

Ακόμα και αν ένα από τα διμεταλλικά θερμανθεί και λυγίσει, θα κινήσει τον πλαστικό άξονα ο οποίος με τη σειρά του θα ανοίξει την επαφή 95-96 και θα κλείσει την επαφή 97-98.

Το άνοιγμα της επαφής 95-96 προκαλεί σταμάτημα του κινητήρα.

Έτσι προστατεύτηκε ο κινητήρας από την υπερένταση που δημιουργήθηκε.

### **Ρύθμιση Θερμικού**

Τα θερμικά όπως φάνηκε από την προηγούμενη ανάλυση θα πρέπει να είναι ρυθμισμένα ώστε να μην αντιδρούν όταν ο κινητήρας λειτουργεί κανονικά και να διακόπτουν όταν ο κινητήρας υπερθερμαίνεται λόγω υπερέντασης.

Γι' αυτό το λόγο, σε κάθε θερμικό υπάρχει ένα ρυθμιστικό κουμπί με το οποίο μπορούμε να ρυθμίσουμε την ένταση (A) που αφήνει το θερμικό να περάσει χωρίς να διακόψει. Η ρύθμιση κάθε θερμικού μπορεί να γίνει μέσα σε μία συγκεκριμένη περιοχή τιμών π.χ. (7-11 A, 1.2-2.4 A, 16-25 A)

Κατά συνέπεια για να ρυθμίσουμε το θερμικό, θα πρέπει η ονομαστική ένταση του κινητήρα (που αναγράφεται στην πινακίδα του) να βρίσκεται μέσα στην περιοχή ρύθμισης του θερμικού.

#### **4.4.1 Τεχνικά Χαρακτηριστικά**

- Κλάση προστασίας.
- Χρόνος διακοπής (κλάση π.χ. 10 A μεταξύ 2 – 10 sec).
- Περιοχή ρύθμισης διακοπής σε Αμπέρ.

- Τύπος ρελέ ισχύος με το οποίο μπορεί να συνδεθεί.
- Θερμοκρασία περιβάλλοντος.
- Θερμικό ρεύμα.
- Βοηθητικές επαφές, δυνατότητα Reset κλπ.

## 4.5 Χρονικά Ρελαί



Εικόνα 4.6 – Χρονικό ρελαί

Σε πολλές περιπτώσεις όταν σχεδιάζουμε ένα κύκλωμα αυτοματισμού είναι απαραίτητο να εξασφαλίσουμε την δυνατότητα ελέγχου της τροφοδοσίας ενός ή περισσότερων στοιχείων του κυκλώματος ύστερα από ένα ορισμένο ελεγχόμενο χρόνο ή αντίθετα της διακοπής τροφοδοσίας ενός ή περισσότερων στοιχείων του κυκλώματος ύστερα από ένα ορισμένο ελεγχόμενο χρόνο.

Την δυνατότητα αυτή μας την προσφέρουν ειδικοί μηχανισμοί, οι οποίοι ονομάζονται χρονικά.

Τα χρονικά αποτελούνται από ένα πηνίο, το οποίο όταν βρεθεί υπό τάση, ελέγχει μέσω ενός ελατηριωτού ή πνευματικού μηχανισμού, την λειτουργία μίας μεταγωγικής επαφής, η οποία συνδέεται κατάλληλα στο κύκλωμα αυτοματισμού.

Τα χρονικά διακρίνονται σε δύο είδη:

1) Χρονικά με καθυστέρηση κατά την λειτουργία.

Στα χρονικά αυτά ο επιθυμητός χρόνος αρχίζει να μετρά από την στιγμή της τροφοδοσίας του πηνίου τους και μετά.

Μόλις περάσει αυτός ο χρόνος, τότε θέτουν σε λειτουργία την μεταγωγική επαφή τους, η οποία συνδεδεμένη κατάλληλα στο κύκλωμα αυτοματισμού ενεργεί στο ελεγχόμενο κύκλωμα. Ο επιθυμητός χρόνος ρυθμίζεται με ένα ρυθμιστικό κουμπί που υπάρχει στα χρονικά.

2) Χρονικά με καθυστέρηση κατά την διακοπή.

Στα χρονικά αυτά ο επιθυμητός χρόνος αρχίζει να μετρά από την στιγμή που διακόπτεται η τροφοδοσία του πηνίου του χρονικού.

### **Το διπλό χρονικό (Double recycle time relay).**

Κάποιες φορές στον αυτοματισμό χρειαζόμαστε ένα ηλεκτρικό - ηλεκτρονικό στοιχείο που να κάνει συνεχή άνοιγμα και κλείσιμο του σήματός του, σαν ένα φλας, παλμοτροφοδοτικό, ή κάτι παρόμοιο.

Το διπλό χρονικό κάνει ακριβώς αυτή τη δουλειά.

Έχει δυο θέσεις για ρύθμιση του χρόνου, στην μία θέση ρυθμίζουμε τον χρόνο που το εσωτερικό ρελέ του, ή τρανζίστορ, είναι οπλισμένο και στην άλλη ρυθμίζουμε τον χρόνο που το εσωτερικό ρελέ του είναι απενεργοποιημένο.

Συνήθως η περιοχή ρύθμισης είναι ανεξάρτητη για τον κάθε χρόνο, π.χ. μπορεί για την λειτουργία ON (οπλισμένο) να επιλέξουμε την περιοχή από 1 έως 10 ώρες και για την λειτουργία OFF (απενεργοποιημένο) 0,1 έως 1 δευτερόλεπτο. Σε κάθε περίπτωση και για όση διάρκεια το χρονικό είναι οπλισμένο, οι δυο χρόνοι εναλλάσσονται συνεχώς ταυτόχρονα με την επαφή του.

Η τάση λειτουργίας του διπλού χρονικού είναι παρόμοια με αυτή των άλλων στοιχείων που χρησιμοποιούνται στους αυτοματισμούς.

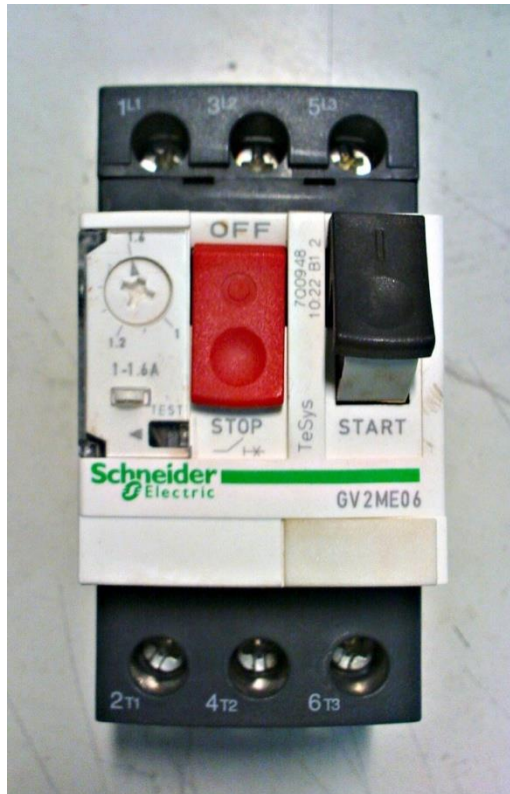
Συνηθισμένες τιμές είναι τα 230 volts εναλλασσόμενο και τα 24 volts εναλλασσόμενο ή συνεχές.

Στην αγορά υπάρχουν χρονικά που μπορούν να λειτουργήσουν σε όλες τις συνηθισμένες τιμές τάσης (τα ίδια) ή και χρονικά πολλαπλών λειτουργιών που δεν είναι μόνο διπλά αλλά κάνουν και τις λειτουργίες των άλλων χρονικών.

Τα ηλεκτρονικά χρονικά έχουν μεγαλύτερη ακρίβεια αλλά είναι κατά βάση και πιο ακριβά.

Τα νούμερα που συνήθως χρησιμοποιούνται για την επαφή λειτουργίας του είναι το 15 (για τον κοινό κόμβο) και τα 16 / 18 για την ανοιχτή ή κλειστή επαφή, ενώ για τον οπλισμό τους τα A1 και A2 (ή B) ανάλογα με τον κατασκευαστή και την τάση λειτουργίας τους.

#### 4.6 Θερμομαγνητικός Διακόπτης



Εικόνα 4.7 – Θερμομαγνητικός Διακόπτης

Ο θερμομαγνητικός διακόπτης κάνει την ίδια δουλειά με το θερμικό αλλά δεν απαιτεί την ύπαρξη ρελέ για τον έλεγχο του μοτέρ η οποία γίνεται από τα πλήκτρα start και stop που διαθέτει.

Οι αντίστοιχες επαφές 95 - 96 και 97 - 98 δεν είναι στο κύριο σώμα του αλλά πωλούνται ξεχωριστά και κουμπώνουν στα πλάγια του θερμομαγνητικού.

Η κύρια διαφορά του με το θερμικό είναι η άμεση διακοπή της τροφοδοσίας του ρεύματος χωρίς να απαιτείται κύκλωμα αυτοματισμού.

Αν θέλουμε να προστατέψουμε μονοφασικό κινητήρα καλό είναι να περάσουμε σε σειρά το ρεύμα λειτουργίας του και από τις τρεις επαφές του θερμομαγνητικού.

#### 4.7 Επιτηρητής Τάσης



*Εικόνα 4.8 – Επιτηρητής τάσης*

Ο επιτηρητής τάσης είναι μια ηλεκτρονική διάταξη που κάνει τον έλεγχο της τάσης στο ηλεκτρικό δίκτυο της εγκατάστασης για υπόταση, υπέρταση (και για τα τριφασικά για ασυμμετρία φάσεων).

Υπάρχουν μονοφασικοί επιτηρητές (φάση + ουδέτερος) και τριφασικοί με έλεγχο (3-φάσεων ή 3-φάσεων + ουδέτερο).

Ο επιτηρητής έχει επάνω του δυο επαφές μια normal open και μια normal close με τις οποίες μπορούμε να κάνουμε τον έλεγχο του κυκλώματος μέσω ενός ρελέ ισχύος.

Ο επιτηρητής εγκαθίσταται μετά από τον γενικό διακόπτη και πριν από κάθε άλλο υλικό στον πίνακα ώστε να μπορεί να έχει τον έλεγχο της τάσης.

Σε αυτό το σημείο θα υπενθυμίσουμε ότι σωστή σειρά τοποθέτησης των γενικών στοιχείων τεχνικά αλλά και νομικά σύμφωνα με τον ΕΛΟΤ HD 384 στον ηλεκτρολογικό πίνακα της εγκατάστασης είναι:

1. Γενικός Διακόπτης
2. Γενική Ασφάλεια
3. Διακόπτης με τηκτό 1A ή ασφαλειοαποζεύκτης με τηκτό 1A
4. Επιτηρητής Τάσης
5. Διφασική ενδεικτική λυχνία με μπλε και πράσινο λαμπάκι
6. Ρελέ Διαρροής (Δ.Δ.Ρ.)
7. Ρελαί φορτίου

### **Πως λειτουργεί**

Ο επιτηρητής κάνει τον έλεγχο της τάσης και ανάλογα την υπέρταση ή την υπόταση που τον έχουμε ρυθμίσει να βλέπει διεγείρει η αποδιεγείρει το ρελέ ισχύος. Με αυτό τον τρόπο διακόπτει την λειτουργία της εγκατάστασης σε περίπτωση σφάλματος της τάσης.

Το ρελέ φορτίου πρέπει να έχει επαφές που να αντέχουν το μέγιστο ρεύμα (A) που μπορεί να περάσει από τον πίνακα π.χ. για 35A ασφάλεια = 10mm καλώδια παροχής θα βάζαμε 40A ρελέ φορτίου.

Το ρελέ φορτίου εγκαθίσταται μετά το Δ.Δ.Ρ ώστε να ασφαλιστεί και αυτό για τυχόν διαρροή ή τυχόν βραχυκύκλωμα.

Για να ασφαλίσουμε τον επιτηρητή πρέπει να χρησιμοποιήσουμε μια ασφάλεια 1A . Τέτοιες ασφάλειες σε αυτόματες (μικροαυτόματοι) δεν υπάρχουν. Για τον λόγο αυτό χρησιμοποιούμε είτε έναν διακόπτη με τηκτό 1A ή ένα ασφαλειοαποζεύκτη με τηκτό 1A .

Τέλος στην εγκατάσταση μπορούμε να τοποθετήσουμε ένα διφασικό ενδεικτικό με μπλε και πράσινο λαμπάκι τα οποία να μας δείχνουν την κατάσταση στην οποία είναι ο επιτηρητής και αν είναι αυτός υπεύθυνος για την αλλαγή της κατάστασης (ανοιχτό/ κλειστό κύκλωμα) στην οικία.

Ανάλογα με το είδος ο επιτηρητής τάσης διακρίνεται σε μονοφασικό, τριφασικό, τριφασικό με ουδέτερο.

Σε αυτό το σημείο θα πρέπει να τονίσουμε πως άλλη λειτουργικότητα μας παρέχουν οι επιτηρητές τάσης και άλλη τα αντικεραυνικά.

Ο επιτηρητής τάσης μας προστατεύει από μόνιμη υπέρταση η υπόταση και στα τριφασικά κυκλώματα και από ασυμμετρία φάσεων ενώ το αντικεραυνικό προστατεύει από υπερτάσεις που οφείλονται σε ατμοσφαιρικά φαινόμενα όπως ο κεραυνός.

## 5<sup>ο</sup> ΚΕΦΑΛΑΙΟ

### “ΕΠΙΛΕΚΤΙΚΟΤΗΤΑ ΣΤΑ ΜΕΣΑ ΠΡΟΣΤΑΣΙΑΣ”

#### 5.1 Ορισμός

Επιλεκτικότητα λέμε τη δυνατότητα να κόβει με βεβαιότητα το σφάλμα κάθε φορά εκείνος ο μικροαυτόματος (ή το εκάστοτε στοιχείο προστασίας) που βρίσκεται πιο κοντά στο σφάλμα και όχι ο επόμενος ή μεθεπόμενος μικροαυτόματος που βρίσκεται πιο κοντά στην παροχή. Τότε και η υπόλοιπη εγκατάσταση δε θα επηρεαστεί και το σφάλμα μπορείνα εντοπιστεί εύκολα και γρήγορα.

Η επιβεβαίωση της διασφάλισης επιλεκτικότητας γίνεται με τη βοήθεια των χαρακτηριστικών καμπυλών των μικροαυτομάτων που είναι συνδεδεμένοι στη σειρά. Συνεργασία γενικά έχουμε όταν οι χαρακτηριστικές των μέσων προστασίας δεν τέμνονται στις περιοχές ρευμάτων σφάλματος που μας ενδιαφέρουν. Πρέπει επίσης να υπάρχει σημαντική χρονική διαφορά (0.2 sec) μεταξύ των καμπυλών.

Συνήθως η επιλεκτικότητα συνδυάζεται και με κάποιας μορφής εφεδρεία προστασίας. Δηλαδή αν δε λειτουργήσει ο πλησιέστερος προς το σφάλμα μικροαυτόματος, ο επόμενος στη σειρά να παράσχει κάποια προστασία.

#### 5.2 Παραδείγματα

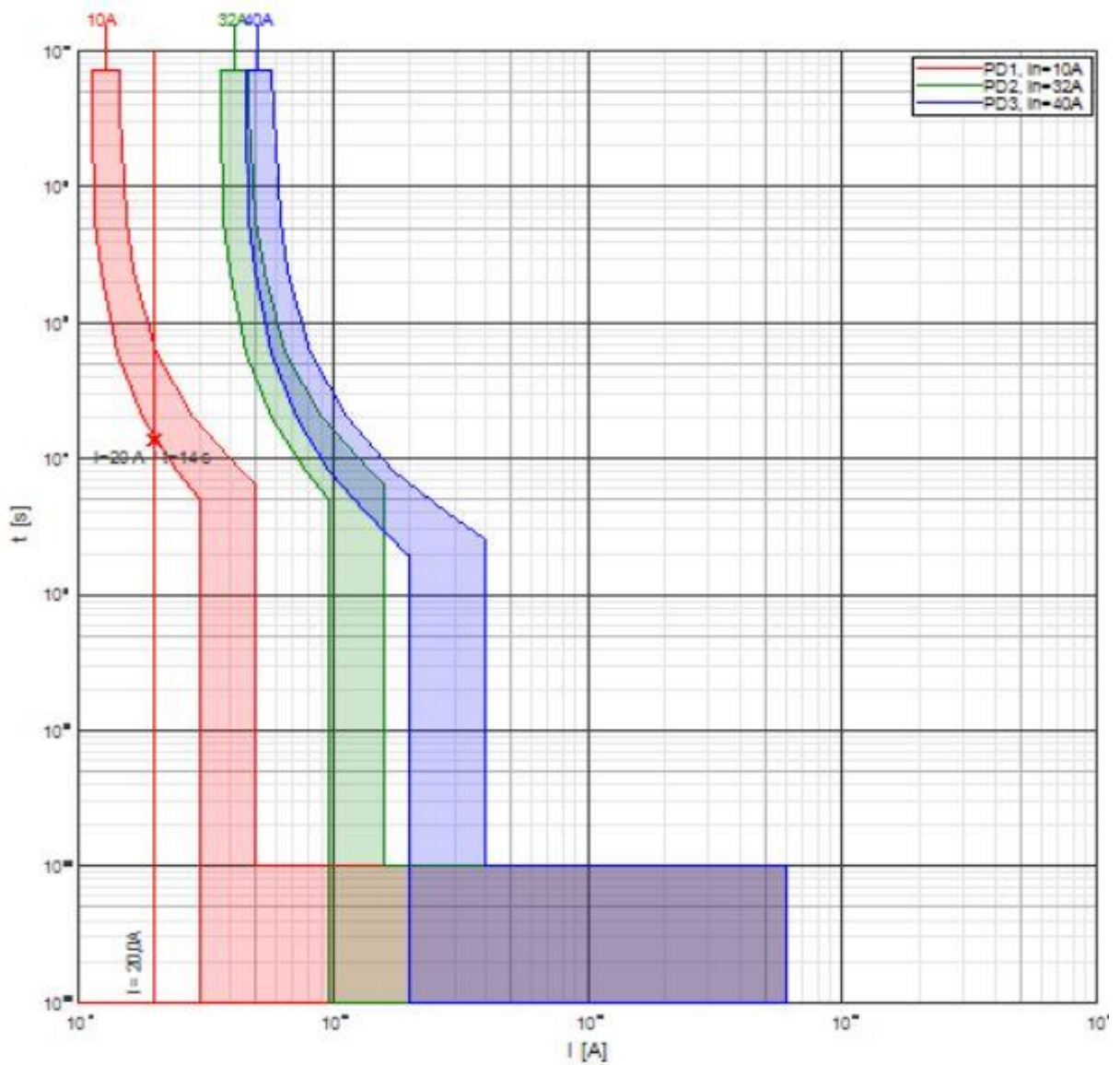
Παρακάτω ακολουθούν παραδείγματα με τη χρήση του λογισμικού Electrical Design Curves για να γίνει κατανοητή η έννοια της επιλεκτικότητας στα μέσα προστασίας.

##### Παράδειγμα 1

Σε μονοφασική ηλεκτρική εγκατάσταση κατοικίας, στον μετρητή της ΔΕΗ υπάρχει μικροαυτόματος C40A, στον πίνακα της κατοικίας στην θέση γενικής ασφάλειας υπάρχει επίσης μικροαυτόματος B32A και σε ένα από τα κυκλώματα φωτισμού έχει τοποθετηθεί επίσης ένας μικροαυτόματος B10A. Στο κύκλωμα αυτό συμβαίνει μια υπερφόρτιση με περίπου 20A. Τότε ο μικροαυτόματος B10A θα πρέπει να λειτουργήσει πρώτος και να

διακόψει το κύκλωμα πολύ γρήγορα πριν δημιουργηθούν προβλήματα στην μόνωση των αγωγών του κυκλώματος. Οι άλλοι μικροαυτόματοι δεν θα πρέπει να αντιδράσουν. Έτσι πρέπει να λειτουργεί - και συνήθως έτσι λειτουργεί - η επιλεκτικότητα των μέτρων προστασίας σε υπερφόρτιση.

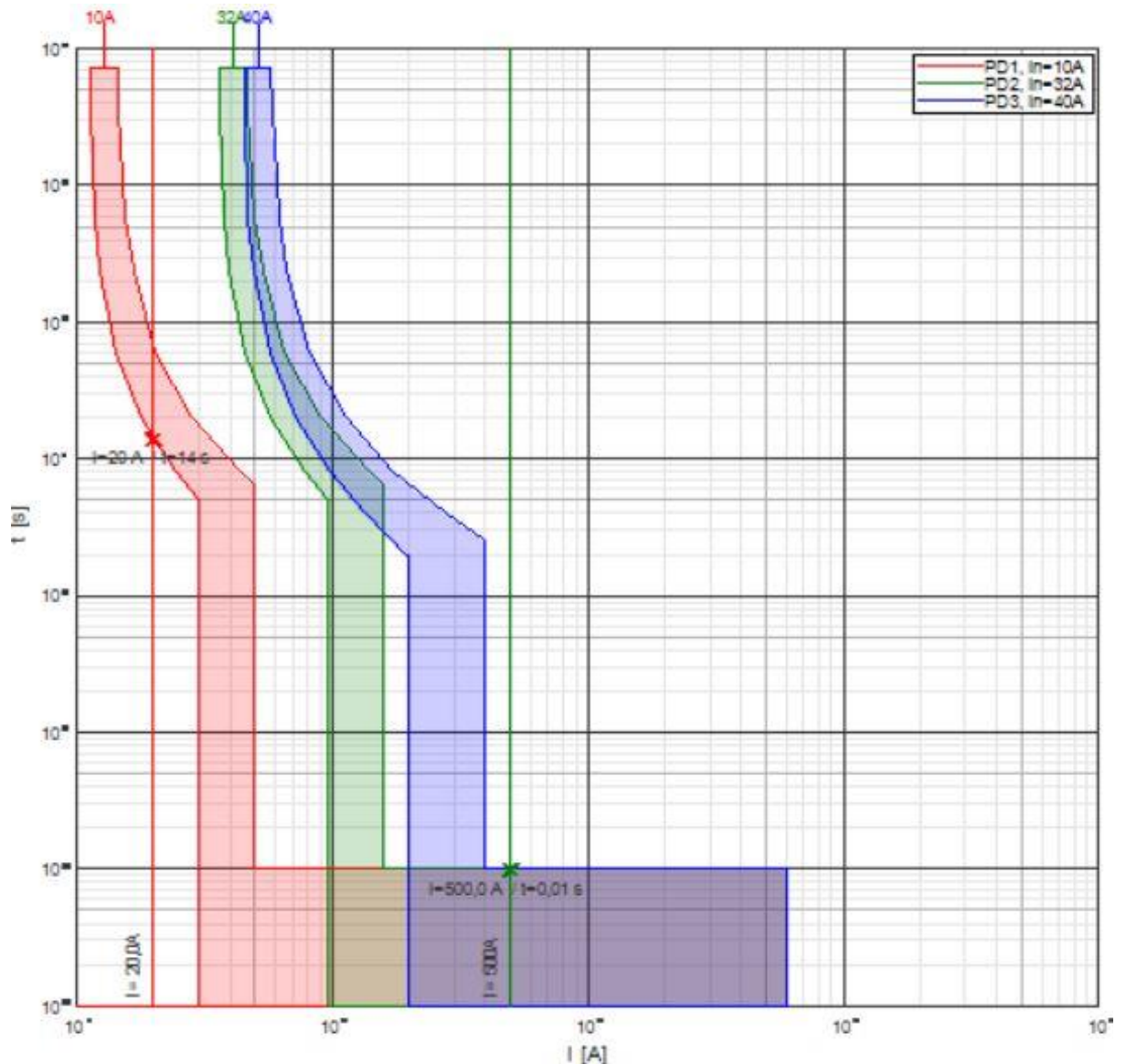
Διάγραμμα 4 - Για ρεύμα σφάλματος 20A ο μικροαυτόματος B10 διακόπτει το κύκλωμα σε 14s, άρα πετυχαίνουμε επιλεκτικότητα





Αν τώρα στο παραπάνω κύκλωμα συμβεί ένα βραχυκύκλωμα με περίπου 500 A, τότε δεν μπορεί να προβλεφθεί ποιος από τους τρεις μικροαυτομάτους θα λειτουργήσει πρώτος. Αυτό συμβαίνει γιατί η συμπεριφορά των μικροαυτομάτων σε τόσο μεγάλα ρεύματα είναι σχεδόν παρόμοια σε όλα τα μεγέθη και τις χαρακτηριστικές. Επομένως στην περίπτωση αυτού του βραχυκυκλώματος δεν μπορεί να υπάρξει επιλεκτικότητα στην λειτουργία αυτών των μέσων προστασίας σε αυτή την εγκατάσταση.

*Διάγραμμα 5 - Για ρεύμα σφάλματος 500A θεωρητικά όλοι οι μικροαυτομάτοι θα διακόψουν σε χρόνο 0.01 sec, άρα σε αυτή την περίπτωση δε μπορούμε να πετύχουμε επιλεκτικότητα*

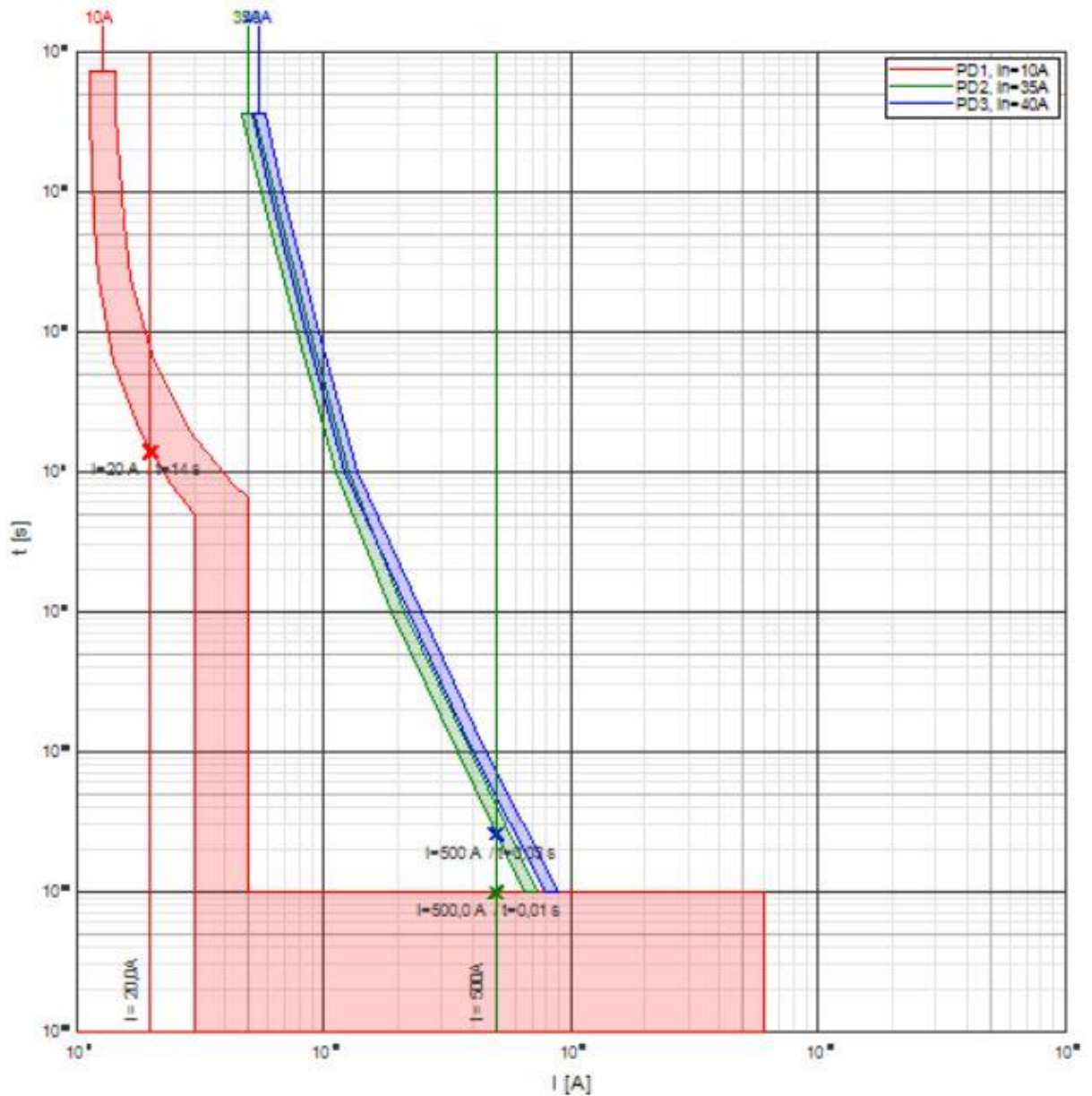


Πως μπορεί να επιτευχθεί επιλεκτικότητα σε βραχυκύκλωμα 500 A στα μέσα προστασίας σε αυτή την εγκατάσταση;

Αν στον μετρητή της ΔΕΗ και στον πίνακα της εγκατάστασης στην θέση της γενικής ασφάλειας τοποθετηθούν ασφάλειες τήξεως, τα χαρακτηριστικά των οποίων (καμπύλες τήξεως) να επιλεγούν έτσι ώστε να λειτουργούν κλιμακωτά όχι μόνο στην υπερφόρτιση αλλά και στο βραχυκύκλωμα. Με αυτή την αλλαγή πρώτα θα «κόψει» ο μικροαυτόματος, μετά η γενική ασφάλεια του πίνακα και μετά η ασφάλεια στον μετρητή της ΔΕΗ.

Βέβαια, έτσι επιτυγχάνεται η επιλεκτικότητα όμως μειώνεται η ευκολία επαναφοράς του κυκλώματος γιατί η αντικατάσταση ενός φυσιγγίου ασφάλειας τήξεως δεν είναι τόσο απλή και ακίνδυνη όσο το ανέβασμα ενός πλήκτρου μικροαυτομάτου.

Διάγραμμα 6 - Με ασφάλειες τήξεως 35A και 40A στη θέση των μικροαντόματων, πετυχαίνουμε επιλεκτικότητα σε βραχυκύκλωμα 500A



### Συμπέρασμα

Σημαντικό ρόλο για την επιλεκτικότητα – συνεργασία στα μέσα προστασίας παίζει ο υπολογισμός του αναμενόμενου ρεύματος σφάλματος (υπερένταση ή βραχυκύκλωμα) στα σημεία της εγκατάστασης που μας ενδιαφέρουν, έτσι ώστε μέσω της μελέτης των χαρακτηριστικών καμπυλών των μέσων προστασίας να καταλήξουμε στη βέλτιστο συνδυασμό τους.

Επιλεκτικότητα γενικά πετυχαίνουμε, στις περιοχές ρευμάτων όπου οι χαρακτηριστικές καμπύλες των ασφαλειών δεν τέμνονται.

Γενικότερα σε μικρά ρεύματα σφάλματος (υπερεντάσεις) είναι εύκολη η επίτευξη επιλεκτικότητας.

Αντίθετα για ακραίες τιμές ρευμάτων βραχυκύκλωσης, η επίτευξη επιλεκτικότητας είναι δύσκολη υπόθεση ιδίως όταν θέλουμε να χρησιμοποιήσουμε για προστασία μόνο μικροαυτόματους διακόπτες.

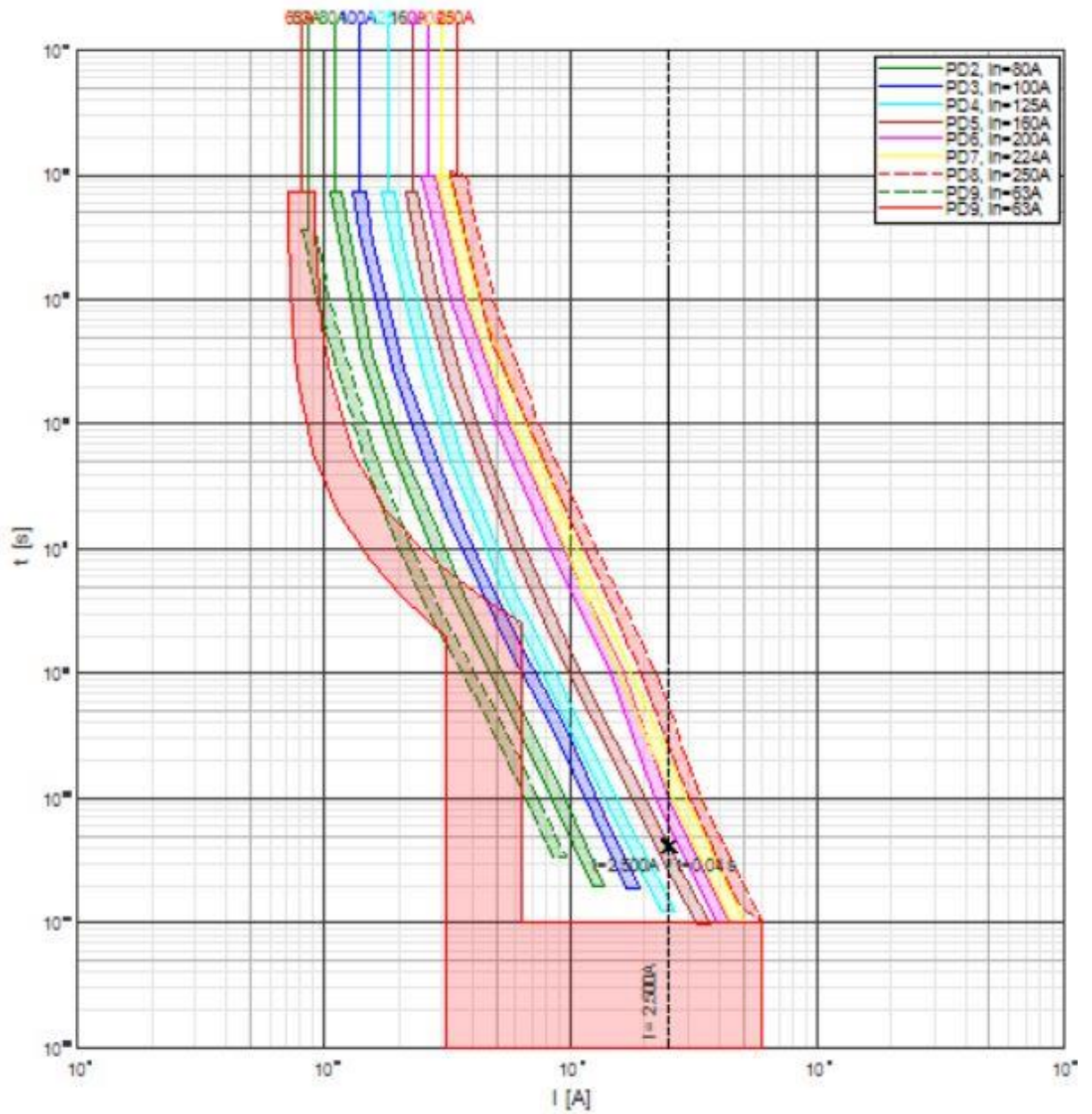
## **Παράδειγμα 2**

Γραμμή ασφαρίζεται με μικροαυτόματο 63A με χαρακτηριστική καμπύλη C. Το μέγιστο θεωρητικά υπολογισμένο ρεύμα βραχυκύκλωσης είναι 10kA. Ποιά τιμή τουλάχιστον πρέπει να έχει η προτεταγμένη γενική ασφάλεια για να υπάρχει συνεργασία στην περιοχή ρευμάτων από 0 μέχρι 2500 A, διότι αυτό είναι το μέγιστο ρεύμα βραχυκυκλώματος που μετρήθηκε και όχι 10kA.

Πάνω στις χαρακτηριστικές των ασφαλειών τύπου NH (63 - 250A) έχουμε χαράξει και την χαρακτηριστική του μικροαυτόματου (Διάγραμμα 7).

Για να έχουμε επιλεκτικότητα – συνεργασία μέχρι τα 2500A χρειάζεται ασφάλεια NH 160A.

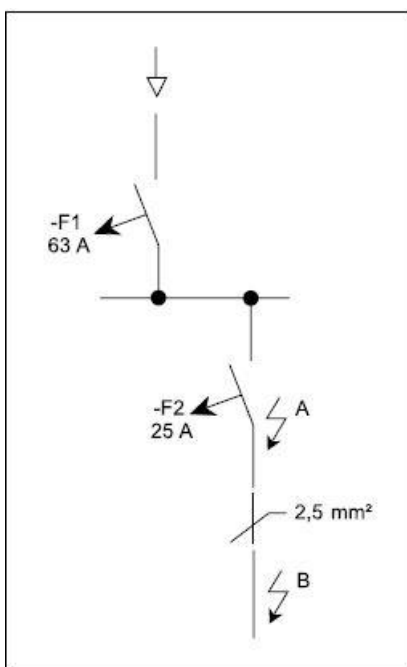
Διάγραμμα 7 - Για ρεύμα σφάλματος μέχρι 2500A επιλεκτικότητα πετυχαίνουμε με συνδυασμό μικροαυτόματου C 63A και γενική ασφάλεια NH 160A



### Παράδειγμα 3

Έχουμε δυο μικροαυτόματους χαρακτηριστικής καμπύλης B,  $F1 = 63A$  και  $F2 = 25A$ , στη σειρά, στον ίδιο πίνακα (Γενικός =  $F1$ , επί μέρους =  $F2$ ). Στον  $F2$  συνδέεται μεγάλου μήκους καλώδιο  $2,5 \text{ mm}^2$  (Εικόνα 5.1).

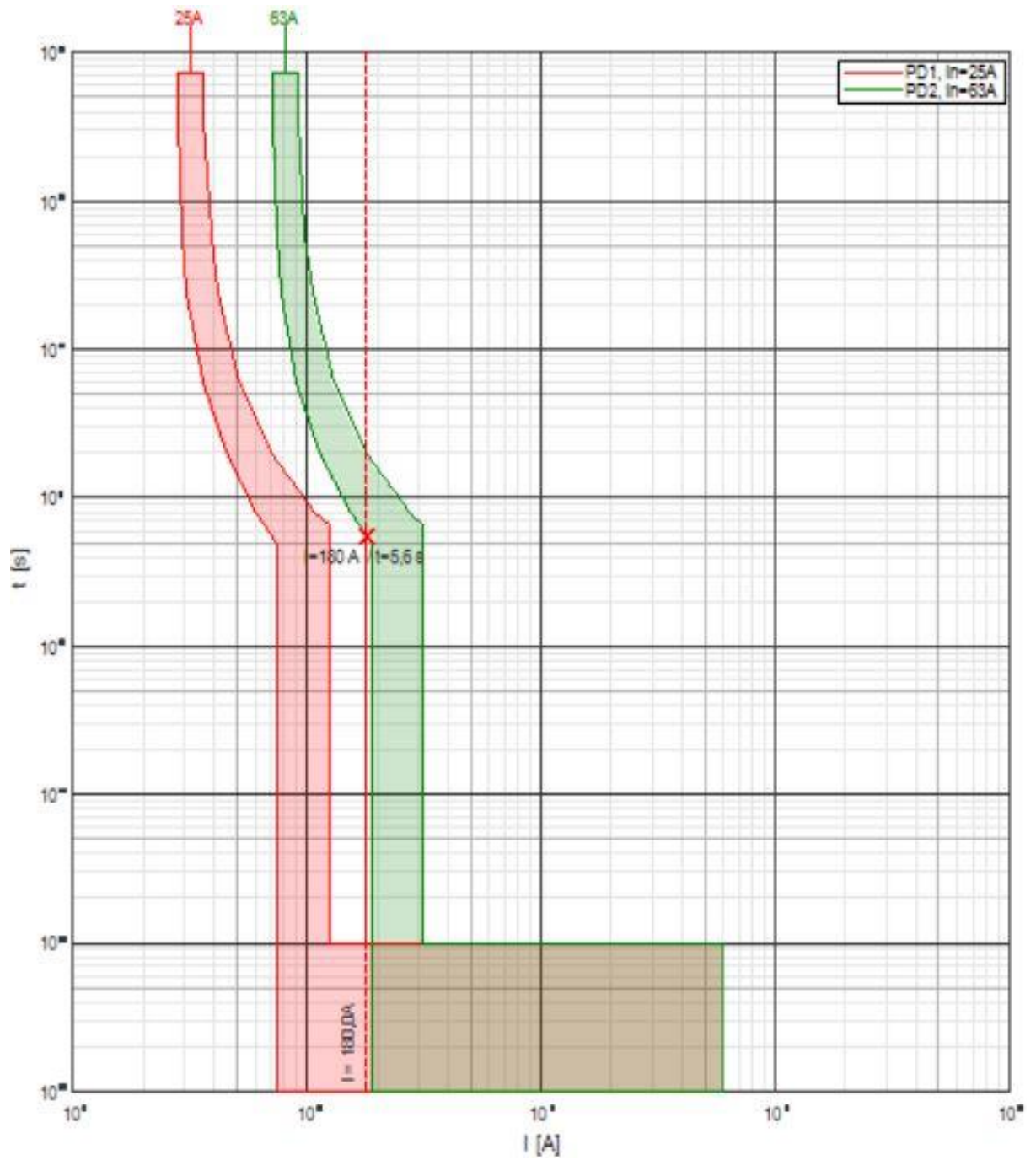
Έχουμε υπολογίσει το ρεύμα βραχυκύκλωσης στα  $180A$  και θέλουμε να εξετάσουμε αν υπάρχει επιλεκτικότητα σε αυτή την περίπτωση.



Εικόνα 5.1 – Συνδεσμολογία Παραδείγματος 3

Σε αυτή την περίπτωση βλέπουμε ότι μπορούμε να πετύχουμε οριακά επιλεκτικότητα στους δύο μικροαυτόματους (Διάγραμμα 8), αφού το μαγνητικό στοιχείο του  $F1$  τελικά δεν θα ενεργοποιηθεί κατά το βραχυκύκλωμα οπότε θα διακόψει μόνο ο μικροαυτόματος  $F2$ .

Διάγραμμα 8 – Για ρεύμα σφάλματος 180Α οριακά πετυχαίνουμε επιλεκτικότητα



### 5.3 Επιλεκτικότητα Στους ΔΔΡ

Επιλεκτικότητα για τα στοιχεία προστασίας λέμε την ιδιότητα να εκτελεί απόρριψη του σημείου με το σφάλμα (βραχυκύκλωμα ή διαρροή) το εκάστοτε πλησιέστερο σ' αυτό στοιχείο προστασίας, διατηρούμενης μιας εφεδρείας από άλλο στοιχείο προστασίας που προηγείται προς την πλευρά της πηγής του ρεύματος. Με τον τρόπο αυτό, πέραν της αυξημένης ασφάλειας, ελαχιστοποιούνται τα φορτία που απορρίπτονται όταν συμβαίνει σφάλμα.

Για να πετύχουμε επιλεκτικότητα μεταξύ περισσότερων διακοπών διαρροής που βρίσκονται σε ακολουθία, δηλαδή ο ένας προηγείται συνδεσμολογικά του άλλου, θα πρέπει να φροντίσουμε ο εκάστοτε πλησιέστερος προς τη μεριά του φορτίου να έχει το ίδιο διαφορικό ρεύμα ενεργοποίησης, αλλά μικρότερο χρόνο ενεργοποίησης από τον επόμενο στη σειρά. Δηλαδή, οι χαρακτηριστικές καμπύλες των δύο διακοπών να βρίσκονται σε απόσταση μεταξύ τους, με υψηλότερη χαρακτηριστική την πιο απόμακρη από το φορτίο και βέβαια να μην τέμνονται.

Τα παραπάνω ισχύουν και για τα ρελέ διαρροής ή όταν έχουμε συνδυασμό ρελέ και διακοπών διαρροής.

Επίσης επιτυγχάνουμε επιλεκτικότητα, επιλέγοντας για το πλησιέστερο προς την πηγή ρεύματος σημείο, ένα στοιχείο διαρροής (Α) σταθερού χρόνου με μεγαλύτερο διαφορικό ρεύμα ενεργοποίησης από ότι για το επόμενο (Β) π.χ. 300/30 mA. Η επιλεκτικότητα αυτή ισχύει με περιορισμούς, δεδομένου ότι η εφεδρική προστασία δεν εξασφαλίζει στη χαμηλότερη στάθμη την ασφάλεια από ηλεκτροπληξία των 30 mA.



## ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ

- [1] Πέτρος Ντοκόπουλος, «Ηλεκτρικές Εγκαταστάσεις καταναλωτών Μέσης και Χαμηλής τάσης», Εκδόσεις ΖΗΤΗ, Θεσσαλονίκη.
- [2] ABB, Τεχνικός Κατάλογος SystemProMCompact, «Ηλεκτρολογικό υλικό εσωτερικών εγκαταστάσεων».
- [3] Αντωνόπουλος Στυλιανός, Δημητρόπουλος Βασίλειος, Μάρης Θεόδωρος, «Ηλεκτρικές Εγκαταστάσεις», ΟΕΔΒ Αθήνα.
- [4] Κωνσταντίνος Δημητρίου, «Μύθοι και αλήθειες: Διακόπτες Διαφυγής Έντασης HD (HeavyDuty) – Μέρος 1ο», άρθρο στην εφημερίδα «Ο εγκαταστάτης», Φ. 944 – ΟΚΤΩΒΡΙΟΣ 2015.
- [5] Διαδικτυακή πηγή: «Electrical Installation Wiki by Schneider Electric».  
[http://www.electrical-installation.org/enwiki/Main\\_Page](http://www.electrical-installation.org/enwiki/Main_Page)
- [6] Διαδικτυακή πηγή: «Ηλεκτροαυτοματισμοί».  
<http://ilektroytomatismoi.blogspot.gr/>
- [7] Διαδικτυακή πηγή: «ΗΛΕΚΤΡΟΛΟΓΙΑ.GR».  
<http://hlektrologia.gr/>
- [8] Διαδικτυακή Πηγή: «TiSoft».  
<http://www.ti-soft.com/el/support/help/welcome>