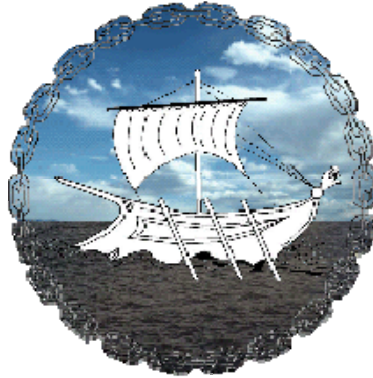


**ΤΕΧΝΟΛΟΓΙΚΟ ΕΚΠΑΙΔΕΥΤΙΚΟ ΙΔΡΥΜΑ
ΠΕΙΡΑΙΑ**



**ΣΧΟΛΗ ΤΕΧΝΟΛΟΓΙΚΩΝ ΕΦΑΡΜΟΓΩΝ
ΤΜΗΜΑ ΗΛΕΚΤΡΟΛΟΓΙΑΣ**

ΠΤΥΧΙΑΚΗ ΕΡΓΑΣΙΑ

«ΔΙΑΚΟΠΤΕΣ ΧΑΜΗΛΗΣ ΤΑΣΗΣ»

ΣΙΔΕΡΗΣ ΔΗΜΗΤΡΙΟΣ
Α.Μ. 28917

ΕΠΙΒΛΕΠΩΝ: ΛΙΒΕΡΗΣ ΙΩΑΝΝΗΣ, ΕΠΙΚΟΥΡΟΣ ΚΑΘΗΓΗΤΗΣ

ΑΘΗΝΑ, 2012

ΠΡΟΛΟΓΟΣ

Θα ήθελα να ευχαριστήσω τον κ. Λιβέρη Ιωάννη, Επίκουρο καθηγητή του τμήματος της Ηλεκτρολογίας του ΤΕΙ Πειραιά για την ανάθεση αυτής της πτυχιακής εργασίας και τις πολύτιμες συμβουλές και υποδείξεις για την ολοκλήρωση της εργασίας αυτής.

Επίσης, θα ήθελα να ευχαριστήσω τον φοιτητή του τμήματος Ηλεκτρολογίας, Δημάρη Μιχαήλ, που παράλληλα της εκπόνησης της δικής του πτυχιακής εργασίας ήταν βασικός συντελεστής της περάτωσης της εργασίας αυτής με την άριστη συνεργασία μας.

Τελειώνοντας, θα ήταν μεγάλη μου παράλειψη να μην αναφερθώ στην οικογένειά μου η οποία είναι πάντα δίπλα μου και με στηρίζει με κάθε δυνατό τρόπο.

Σιδερός Δημήτριος

ΠΕΡΙΕΧΟΜΕΝΑ

ΕΙΣΑΓΩΓΗ	4
ΟΡΙΣΜΟΙ.....	6
ΚΕΦΑΛΑΙΟ 1	9
1.1 Αρχή λειτουργίας	9
1.1.2 Χρήσεις	9
1.1.3 Ιδανικός διακόπτης	10
1.1.4 Είδη διακοπών	11
1.2. Το πρόβλημα της ζεύξης και της απόζευξης.....	12
ΚΕΦΑΛΑΙΟ 2	16
2.1 Διακόπτες μέσης και υψηλής τάσεως	16
2.1.2 Τύποι διακοπών ισχύος.....	17
ΚΕΦΑΛΑΙΟ 3	22
3.1 Διακόπτες χαμηλής τάσεως.....	22
3.2 Διακόπτες χειρισμού φωτιστικών σημείων	22
3.2.1 Διάκριση διακοπών τοίχου	23
3.2.2 Ρυθμιστές έντασης φωτισμού (Ντίμερ-Dimmer).....	24
3.3 Διακόπτες ηλεκτρικών κυκλωμάτων	26
3.4 Διακόπτες βοηθητικοί ή ελέγχου	31
3.5 Μηχανικοί διακόπτες φορτίου για κυκλώματα ισχύος.....	43
3.6.1 Μονάδες απόζευξης	49
3.6.2 Προστατευτικές λειτουργίες των διακοπών ισχύος χαμηλής τάσης	50
3.6.3 Κριτήρια επιλογής διακοπών ισχύος	50
ΚΕΦΑΛΑΙΟ 4	55
4.1 Όργανα προστασίας σε υπερρεύματα, υπερφόρτιση και βραχυκυκλώματα στη χαμηλή τάση	55
4.2 Ασφάλειες τήξης	55
4.2.1 Κατηγορίες λειτουργίας ασφαλειών	57
4.2.2 Ασφάλειες τύπου D, Diazed (μεγάλες βιδωτές)	59
4.2.3 Ασφάλειες τύπου DO, Neozed (μικρές βιδωτές).....	60
4.2.4 Ασφάλειες τύπου NH, μαχαιρωτές, (High Rupture Capacity) HRC-Fuses, (High Breaking Capacity) HBC-Fuses	61
4.2.5 Μικροασφάλειες τύπου G, σε γυάλινο κύλινδρο	62
4.2.6 Ασφαλειοαποζεύκτες	63
4.3 Αυτόματες ασφάλειες.....	64

4.4	Ασφαλειοδιακόπτες.....	69
4.5	Διακόπτες διαφορικού ρεύματος (ΔΔΡ).....	70
	ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ.....	75

ΕΙΣΑΓΩΓΗ

Η ροή της ηλεκτρικής ενέργειας, στα ηλεκτρικά κυκλώματα και στις ηλεκτρικές καταναλώσεις μιας Εσωτερικής Ηλεκτρικής Εγκατάστασης, πρέπει να γίνεται με ασφάλεια και να παρέχει προστασία τόσο στην ίδια την εγκατάσταση όσο και σε αυτούς που τη χρησιμοποιούν.

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

α) με την κατάλληλη-ονομαστική τάση (230 V για μονοφασική παροχή και 400 V για τριφασική παροχή), που πρέπει να υπάρχει σε συγκεκριμένα σημεία της εγκατάστασης (αγωγοί φάσης),

β) με τις κατάλληλες τιμές των ρευμάτων, που πρέπει να διαρρέουν συγκεκριμένους αγωγούς, και που καθορίζονται από τις ανάγκες σε ισχύ, στις διάφορες ηλεκτρικές καταναλώσεις.

Πολλές φορές όμως, η εμφάνιση:

- τάσεων σε σημεία που δεν πρέπει να βρίσκονται υπό τάση,
- μεγάλων ρευμάτων που οφείλονται σε βραχυκύκλωμα ή υπερφόρτωση της ίδιας της εγκατάστασης,
- υπερτάσεων ατμοσφαιρικής προέλευσης (κεραυνοί),
- υπερτάσεων χειρισμών, που προέρχονται από την ίδια την εταιρία παραγωγής ηλεκτρικής ενέργειας,

καθιστούν επικίνδυνη τη λειτουργία της, τόσο για την ίδια την εγκατάσταση όσο και για αυτούς που τη χρησιμοποιούν.

Έτσι για τον έλεγχο παροχής ηλεκτρικής ενέργειας (σύνδεση-αποσύνδεση) σε ηλεκτρικά κυκλώματα και ηλεκτρικές καταναλώσεις μιας Ηλεκτρικής Εγκατάστασης, αλλά και την προστασία από μεγάλα ρεύματα και υπερτάσεις ή ρεύματα διαρροής προς γη, χρησιμοποιούνται μια σειρά από μηχανισμούς, οι οποίοι:

1. συνδέουν ή αποσυνδέουν ηλεκτρικά κυκλώματα και καταναλώσεις ή και όλη την εγκατάσταση (Διακόπτες),
2. διακόπτουν γρήγορα την παροχή ηλεκτρικής ενέργειας σε όλη την εγκατάσταση ή σε κυκλώματα και καταναλώσεις, σε περιπτώσεις βραχυκυκλωμάτων ή υπερφορτίσεων (Ασφάλειες) και

3. διακόπτουν πάρα πολύ γρήγορα την παροχή ηλεκτρικής ενέργειας σε όλη την εγκατάσταση όταν εμφανιστούν ρεύματα διαρροής προς γη (ρελέ προστασίας ή διαρροής), ή όταν εμφανιστούν υπερτάσεις (προστατευτικά υπερτάσεων).

Οι παραπάνω μηχανισμοί κατασκευάζονται, από τις διάφορες εταιρίες στην Ελλάδα, για διάφορες συνθήκες λειτουργίας, σε διάφορες μορφές και τύπους και σύμφωνα με τους διεθνείς κανονισμούς.

ΟΡΙΣΜΟΙ

Ηλεκτρικό ρεύμα

Είναι η προσανατολισμένη κίνηση ηλεκτρικών φορτίων ή φορέων ηλεκτρικού φορτίου, κατά μήκος ενός ηλεκτροφόρου αγωγού. Ένα παρεμφερές φαινόμενο είναι το ρεύμα μετατόπισης, ποσότητα που σχετίζεται με την αλλαγή του ηλεκτρικού πεδίου. Μετριέται σε μονάδες μέτρησης της έντασης του ηλεκτρικού ρεύματος και αντιστοιχεί σε αυτό ένα μεταβαλλόμενο μαγνητικό πεδίο.

Από τον ορισμό του ηλεκτρικού ρεύματος προκύπτει ότι για να εμφανιστεί χρειάζονται δύο προϋποθέσεις:

- Η ύπαρξη φορέων ηλεκτρικού φορτίου με ελευθερία κίνησης.
- Αίτιο για την προσανατολισμένη κίνηση των φορέων, δηλαδή κάποιο ηλεκτρικό πεδίο.

Συνήθως τα ηλεκτρικά φορτία είναι ελεύθερα ηλεκτρόνια μεταλλικών αντικειμένων όπως στα καλώδια. Το ηλεκτρικό ρεύμα είναι η μεταφερόμενη ηλεκτρική ενέργεια.

Το μέγεθος που μετρά το ηλεκτρικό ρεύμα είναι η *ένταση του ηλεκτρικού ρεύματος*, που ορίζεται ως:

$$I = \frac{dQ}{dt}$$

Δηλαδή ένταση του ηλεκτρικού ρεύματος είναι ο ρυθμός διέλευσης του ηλεκτρικού φορτίου από τη διατομή ενός αγωγού. Πιο απλά, σε συγκεκριμένο χρονικό διάστημα περνάει από τη διατομή του αγωγού ηλεκτρικό φορτίο. Η ένταση του ηλεκτρικού ρεύματος δείχνει πόσο φορτίο περνά στη μονάδα του χρόνου.

Είδη ηλεκτρικού ρεύματος.

Ανάλογα με την εξάρτηση της έντασης του ηλεκτρικού ρεύματος με το χρόνο διακρίνουμε το ηλεκτρικό ρεύμα σε διάφορα είδη. Υπάρχουν δύο κύρια είδη ηλεκτρικού ρεύματος:

Συνεχές ρεύμα

Είναι το ηλεκτρικό ρεύμα που έχει μία συγκεκριμένη φορά.

Συνήθως το συνεχές ρεύμα έχει σταθερό μέτρο έντασης, με το οποίο λειτουργούν τα περισσότερα κυκλώματα και το οποίο παράγουν οι μπαταρίες. Αυτά τα κυκλώματα είναι μικρά ηλεκτρικά κυκλώματα ή ηλεκτρονικά κυκλώματα. Επειδή έχει σταθερή ένταση, υποχρεωτικά παράγεται από σταθερή τάση, δεδομένου ότι το κύκλωμα δεν αλλάζει σημαντικά με την πάροδο του χρόνου.

Εναλλασσόμενο ρεύμα

Είναι το ρεύμα στο οποίο εναλλάσσεται η φορά, δηλαδή η φορά αλλάζει περιοδικά με το χρόνο.

Συνήθως αυτή η μεταβολή είναι αρμονική συνάρτηση του χρόνου, οπότε έχει περίοδο και φάση, και με το οποίο λειτουργούν μεγάλα δίκτυα ηλεκτροδότησης. Η ένταση του ηλεκτρικού ρεύματος είναι μεταβλητή σε σχέση με το χρόνο και κατά (αριθμητικό) μέσον όρο είναι μηδέν. Όμως το μέτρο της έντασης είναι κατά (αριθμητικό) μέσον όρο διάφορο του μηδενός και μπορεί να χαρακτηρίσει μονόμετρα το ηλεκτρικό ρεύμα, αυτός ο μέσος όρος ονομάζεται *ενεργός ένταση του ηλεκτρικού ρεύματος*. Δεδομένου ότι το κύκλωμα δεν αλλάζει σημαντικά, η τάση μεταβάλλεται με τον ίδιο τρόπο, για αυτό περιγράφεται από την *ενεργό τάση*.

Παροχή ηλεκτρικού ρεύματος

Διανυσματική μορφή σε τριγωνομετρικούς κύκλους των φάσεων. Εμφανίζεται από αριστερά προς τα δεξιά: μονοφασική παροχή, τριφασική παροχή, εξαφασική παροχή.

Η παροχή του ηλεκτρικού ρεύματος γίνεται από το υφιστάμενο ηλεκτρικό δίκτυο ή δίκτυο ηλεκτροδότησης. Γενικά, το παρεχόμενο ηλεκτρικό ρεύμα είναι εναλλασσόμενο ημιτονοειδές ηλεκτρικό ρεύμα, ενεργής τάσης 230V και συχνότητας 50hz. Στον κάθε καταναλωτή παρέχονται πάντα ένα τριπλό καλώδιο, που το αποτελούν ο *ουδέτερος* (Ο) στον οποίο δεν παρέχεται ρεύμα, και οι *φάσεις*, στα οποία παρέχεται το ρεύμα, ενώ ο καταναλωτής είναι υποχρεωμένος να παρέχει για ασφάλεια μία *γείωση*. Ανάλογα με τις παρεχόμενες φάσεις της, η παροχή είναι *μονοφασική ή τριφασική*.

- Μονοφασική παροχή: Στον καταναλωτή παρέχεται μία φάση (R). Αν συνδεθεί μέσω ενός κυκλώματος η φάση με τον ουδέτερο τότε δημιουργείται κύκλωμα εναλλασσόμενου ρεύματος.
- Τριφασική παροχή: Στον καταναλωτή παρέχονται τρεις φάσεις (R,S,T). Η κάθε φάση διαφέρει από τις άλλες δύο κατά 120 μοίρες. Έτσι, αν συνδεθούν δύο φάσεις θα προκύψει ρεύμα παρόμοιο με της κάθε φάσης ενώ θα παρουσιαστεί και βραχυκύκλωμα εν μέρει. Αν συνδεθούν και οι τρεις φάσεις θα δημιουργηθεί πλήρως βραχυκύκλωμα και το τελικό καλώδιο δε θα φέρει καθόλου ρεύμα. Συνήθως η ηλεκτρολογική εγκατάσταση χωρίζεται σε τρία μέρη, όπου κάθε μέρος ηλεκτροδοτείται από μία φάση, όπως και στη μονοφασική παροχή.

Η διαφορά φάσης μεταξύ δύο διαδοχικών φάσεων είναι συγκεκριμένη και χαρακτηριστική της συγκεκριμένης παροχής. Γενικά, η διαφορά φάσης δύο διαδοχικών φάσεων σε μια παροχή n φάσεων δίνεται από τον τύπο:

$$\Delta\phi = \frac{360^\circ}{n}$$

Βραχυκύκλωμα

Ονομάζεται η αγωγή σύνδεση δύο ακροδεκτών μιας ηλεκτρικής συσκευής. Τότε λέμε ότι *τα άκρα της συσκευής είναι βραχυκυκλωμένα*. Χαρακτηριστικό γνώρισμα ενός βραχυκυκλώματος είναι ότι τα δύο άκρα της συσκευής είναι *ισοδυναμικά*, δηλαδή το ηλεκτρικό δυναμικό έχει την ίδια τιμή και στα δύο άκρα, ή με άλλα λόγια τα δύο άκρα συμπεριφέρονται σαν να ταυτίζονται. Η συσκευή δε διαρρέεται από ηλεκτρικό ρεύμα, αφού εμφανίζει οπωσδήποτε ηλεκτρική αντίσταση, ενώ το βραχυκύκλωμα στα άκρα της όχι, γιατί συμπεριφέρονται σαν να ταυτίζονται, άρα σαν μην παρεμβάλλεται τίποτα μεταξύ των δύο άκρων. Σε μαθηματική γλώσσα αν V_1 είναι το ηλεκτρικό δυναμικό στο ένα άκρο της συσκευής και V_2 το ηλεκτρικό δυναμικό στο άλλο άκρο της συσκευής, τότε ισχύει:

$$V_1 = V_2 \Leftrightarrow \Delta V = 0$$

Το βραχυκύκλωμα μπορεί να προκληθεί ελεγχόμενα ή τυχαία. Το ελεγχόμενο βραχυκύκλωμα απενεργοποιεί μια συσκευή (αλλά αυτή διατηρεί ηλεκτρικό δυναμικό στα άκρα της). Το τυχαίο βραχυκύκλωμα μπορεί να προκληθεί από φθορά, τεχνικό σφάλμα ή άλλους παράγοντες.

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 1

1. ΔΙΑΚΟΠΤΕΣ ΓΕΝΙΚΑ

1.1 Αρχή λειτουργίας

Οι διακόπτες έχουν σημεία με τα οποία συνδέονται με το κύκλωμα τα οποία ονομάζονται ακροδέκτες. Κάθε διακόπτης έχει δυο καταστάσεις, την κατάσταση που είναι κλειστός και την κατάσταση που είναι ανοιχτός. Όταν ένας διακόπτης είναι ανοιχτός δεν επιτρέπει τη διέλευση ηλεκτρικού ρεύματος μεταξύ των ακροδεκτών του, ενώ όταν είναι κλειστός την επιτρέπει. Ο διακόπτης διατηρεί την κατάσταση στην οποία βρίσκεται, ενώ αυτή μεταβάλλεται μόνο από εξωτερικούς του στοιχείου παράγοντες, όπως είναι το πάτημα ενός κουμπιού ή αλλαγή στο ηλεκτρικό πεδίο. Κάθε κλειστός διακόπτης μπορεί να ανοίξει, ενώ κάθε ανοιχτός διακόπτης μπορεί να κλείσει.

Η αλλαγή της κατάστασης ενός διακόπτη γίνεται είτε μεταβάλλοντας την αγωγιμότητα ενός μέρους του, που παρεμβάλλεται μεταξύ των ακροδεκτών του, ή αλλάζοντας την απόσταση μεταξύ δυο αγωγίμων μερών του, που ονομάζονται επαφές. Συνήθως ο πρώτος τρόπος χρησιμοποιείται σε αυτόματους διακόπτες, ενώ ο δεύτερος είναι χειροκίνητος. Σε αυτή την περίπτωση μια επαφή είναι σταθερή στη θέση της, ενώ η άλλη μετακινείται μηχανικά.

Για να διέλθει ηλεκτρικό ρεύμα μέσω ενός διακόπτη, πρέπει να είναι κλειστός και να εφαρμοστεί στους ακροδέκτες του διαφορά δυναμικού. Για να μην διέλθει ηλεκτρικό ρεύμα αρκεί να είναι ανοιχτός, αν και είναι πιθανόν να είναι κλειστός και να μην διαρρέετε από ηλεκτρικό ρεύμα, γιατί δεν υπάρχει τάση.

1.1.2 Χρήσεις

Ο διακόπτης μπορεί να χρησιμοποιηθεί, για να απομονώσει μέρος ενός κυκλώματος. Το κύκλωμα ονομάζεται κλειστό, όταν ο διακόπτης είναι κλειστός, γιατί το σχέδιό του είναι ένας κλειστός βρόχος. Σε αντίθετη περίπτωση, το κύκλωμα ονομάζεται ανοιχτό. Αυτή η ορολογία αντιτίθεται στην

καθημερινή ορολογία η οποία περιγράφει το ίδιο φαινόμενο, για παράδειγμα λέμε “άνοιξε” το φως και εννοούμε στην ηλεκτρολογική ορολογία “κλείσε” το κύκλωμα που παράγει φως.

Έτσι, οι διακόπτες επιτελούν τις εξής τρεις λειτουργίες:

- ανοίγουν σε εξαιρετικές περιπτώσεις ένα κύκλωμα, όπως για παράδειγμα ο γενικός διακόπτης ενός νοικοκυριού.
- κλείνουν σε εξαιρετικές περιπτώσεις ένα κύκλωμα, όπως για παράδειγμα ο συναγερμός ενός νοικοκυριού.
- δίνουν την δυνατότητα επιλογής της κατάστασης ενός κυκλώματος, όπως για παράδειγμα ένα φωτιστικό στο κομοδίνο.

Επιπλέον, οι διακόπτες μεταφέρουν τις στοιχειώδεις ψηφιακές πληροφορίες 0 (ή ψευδής) όταν είναι ανοιχτοί και 1 (ή αληθής) όταν είναι κλειστοί, όπως συμβαίνει στους υπολογιστές.

1.1.3 Ιδανικός διακόπτης

Ο ιδανικός διακόπτης μεταβάλλει ακαριαία την κατάστασή του και δε συμβαίνει καμία μετατροπή ενέργειας σε αυτόν. Η λειτουργία του διακόπτη είναι πλήρως ανεξάρτητη από το είδος του ηλεκτρικού ρεύματος που χρησιμοποιείται (συνεχές ή εναλλασσόμενο).

Στην πραγματικότητα όλοι οι διακόπτες έχουν ωμική αντίσταση, άρα και θερμικές απώλειες, όπως όλοι οι αγωγοί. Οι θερμικές απώλειες περιορίζονται, όπως και στους αγωγούς, χρησιμοποιώντας κατάλληλα υλικά και με βάση το μέγεθος και σχήμα του διακόπτη.

Όταν ένας διακόπτης μεταβάλλει την κατάσταση του, μπορεί να εκσπάσει σπινθήρας. Ο πιο συνηθισμένος τρόπος “κατάπνιξης” της αναπήδησης που προκαλούν οι σπινθηρισμοί (εκείνη τη στιγμή) είναι η χρήση ενός RS Flip Flop κυκλώματος. Σπινθήρες μπορεί να εκσπάσουν ακόμη και αν είναι κλειστός, αν το μονωτικό υλικό του διακόπτη (ο αέρας) έχει μικρότερη διηλεκτρική αντοχή από αυτήν που χρειάζεται, για να αντέξει τη διαφορά

δυναμικού στις επαφές. Αυτό το πρόβλημα μπορεί να αντιμετωπιστεί αλλάζοντας το μονωτικό υλικό με άλλο ισχυρότερο, όπως λάδι, ή χρησιμοποιώντας πυκνωτή αν πρόκειται για συνεχές ρεύμα.

Επιπλέον, ένα άλλο πρόβλημα είναι ότι οι επαφές, όταν είναι ανοιχτές, μπορεί να λειτουργήσουν να πυκνωτής. Αυτό διορθώνεται προσαρμόζοντας το σχήμα του διακόπτη, την απόσταση και τη διηλεκτρική σταθερά του μονωτή.

1.1.4 Είδη διακοπών

Ανάλογα με τη χρήση τους, υπάρχουν τα εξής είδη διακοπών:

- **Απλός διακόπτης:** Είναι ο διακόπτης δύο ακροδεκτών με τις βασικές καταστάσεις “ανοιχτός” και “κλειστός”. Αποτελεί το πιο απλό και σημαντικό παράδειγμα διακόπτη. Παράδειγμα τέτοιου διακόπτη είναι ο διακόπτης του φωτιστικού στο κομοδίνο.
- **Αποζεύκτης:** Διακόπτης ο οποίος ελέγχει την παροχή ηλεκτρικού ρεύματος σε μία ηλεκτρική εγκατάσταση ή σε ένα μέρος της από το δίκτυο ηλεκτροδότησης. Ελέγχει ταυτόχρονα όλες τις φάσεις που χρησιμοποιούνται σε αυτό το μέρος της εγκατάστασης. Συνήθως αμέσως μετά τον αποζεύκτη τοποθετείται η ασφάλεια. Υπάρχουν και περιπτώσεις όπου αυτά τα δύο εξαρτήματα είναι συνενωμένα σε έναν *ασφαλειαποζεύκτη*, ή για σχετικά μικρότερες τάσεις σε *μικροαυτόματο*.
- **Μεταγωγός:** Ο μεταγωγός έχει τρεις ακροδέκτες και δύο καταστάσεις. Έχει τρεις επαφές και κάθε φορά συνδέει μία μετακινούμενη επαφή με μία από τις άλλες δύο σταθερές επαφές. Χαρακτηριστικό γνώρισμα είναι ότι πάντα μπορεί να διαρρέεται από ηλεκτρικό ρεύμα.
- **Ηλεκτρονόμος (ρελέ):** Ανοίγει ή κλείνει ένα κύκλωμα κάτω από τον έλεγχο ενός άλλου ηλεκτρικού κυκλώματος.

Ως διακόπτες επίσης λειτουργούν τα εξής:

- **Φωτοκύτταρο:** Λειτουργεί ως διακόπτης του οποίου η κατάσταση εξαρτάται από την ύπαρξη φωτός ή τον εντοπισμό κίνησης.

- Τρανζίστορ: Λειτουργεί ως διακόπτης ανάλογα με τη διαφορά δυναμικού που εφαρμόζεται σε δύο άλλους του ακροδέκτες.
- Στοιχείο μεταβλητής αντίστασης(ονομάζεται και *μεταβλητή αντίσταση*):Αυξάνοντας την αντίσταση, μειώνεται η ένταση του ηλεκτρικού ρεύματος. Όταν η αντίσταση γίνει πολύ μεγάλη, η ένταση γίνεται αμελητέα, δηλαδή ουσιαστικά δεν υπάρχει ροή ηλεκτρικού ρεύματος. Αυτή η κατάσταση μπορεί να χαρακτηριστεί ως ανοιχτός διακόπτης. Ένα απλό παράδειγμα είναι το ποτενσιόμετρο.

Υπάρχουν και άλλα ηλεκτρικά στοιχεία και μικρά κυκλώματα που λειτουργούν σαν διακόπτες, όπως πολλοί αισθητήρες και στοιχεία της ηλεκτρονικής.

1.2. Το πρόβλημα της ζεύξης και της απόζευξης

1.2.1 Ζεύξη

Όταν κλείνει ένα κύκλωμα (ζεύξη) τότε το ρεύμα που θα περάσει παροδικά, για χρόνους ms έως και μερικά sec, το λεγόμενο και ρεύμα εκκίνησης ή ζεύξης, μπορεί να είναι πολλαπλάσιο του κανονικού καμιά φορά και 20 φορές το κανονικό. Τυπικά ρεύματα εκκίνησης είναι στον παρακάτω πίνακα.

Επιπροσθέτως, επειδή πριν το κλείσιμο των επαφών μηχανικών διακοπών προηγείται διάσπαση του διάκενου μεταξύ των επαφών και ηλεκτρικό τόξο, η καταπόνηση και η φθορά των επαφών μπορεί να είναι σημαντική κατά τη ζεύξη. Συνεπώς πρέπει να ελεγχθεί αν ο διακόπτης είναι κατάλληλος για τη ζεύξη του συγκεκριμένου φορτίου που έχει να αντιμετωπίσει - συνδέσει.

Πίνακας 1: Τυπικά ρεύματα εκκίνησης διαφόρων φορτίων

Φορτίο	Ρεύματα εκκίνησης/ον. ρεύμα
Ωμικό φορτίο	1
Λαμπτήρες πυράκτωσης	2-10
Λαμπτήρες φθορισμού	3-13
Κινητήρες (με αναστροφή)	5-7(10)
Μετασχηματιστές	8-20
Πυκνωτές	10-20

1.2.2 Απόζευξη

Σε οποιοδήποτε κύκλωμα και να ανοίξουμε τις επαφές ενός διακόπτη, το ρεύμα δεν θα μηδενιστεί ακαριαία. Αυτό επειδή υπάρχουν πάντα, έστω και μικρές, αυτεπαγωγές στο κύκλωμα. Σε μια ακαριαία εξαφάνιση του ρεύματος αυτές θα οδηγούσαν σε υψηλή τάση και διάσπαση του διακένου. Συνεπώς η πρώτη αναγκαία συνθήκη που πρέπει να πληρούται για την απόζευξη είναι η εξής:

Η διακοπή του κυκλώματος γίνεται όταν το ρεύμα μηδενιστεί

Δηλαδή από τη στιγμή που αποχωρίζονται οι επαφές μέχρι και το μηδενισμό του ρεύματος θα ρέει μεταξύ των επαφών το ρεύμα του κυκλώματος διαμέσω του ηλεκτρικού τόξου:

Ισχύει η σχέση:

$$P_{in} - P_{out} = dQ/dt \quad (1)$$

Στις μεγάλες εντάσεις του ηλεκτρικού τόξου, η θερμοκρασία ανέρχεται στους 10.000 °K. Έτσι η ψύξη προέρχεται κυρίως από την ακτινοβολία. Σε μικρές εντάσεις που εμφανίζονται κατά τον μηδενισμό του ρεύματος, φαινόμενα μεταφοράς ή και αλλαγή φάσης του υλικού από στερεά σε υγρή ή και σε αέρια φάση (εξάτμιση) στις μεταλλικές επιφάνειες του διακόπτη, που είναι σε επαφή με το τόξο, ίσως παίξουν σημαντικό ρόλο στην ψύξη.

Για μηδενική ισχύ εισόδου $P_{in} = 0$, δηλαδή μετά το μηδενισμό του ρεύματος, η αλλαγή του θερμικού περιεχομένου και της θερμοκρασίας προκύπτουν σύμφωνα με τον τύπο (1) αρνητικά.

$$-P_{out} = dQ/dt, \quad dQ/dt < 0 \quad (2)$$

Το τόξο έχει κάποιο θερμικό περιεχόμενο το οποίο φθίνει σε χαμηλές τιμές που αντιστοιχούν στη θερμοκρασία του περιβάλλοντος μέσα σε χρόνους της τάξης μεγέθους 1-10 μ s.

Εφόσον μηδενιστεί το ρεύμα και διακοπεί το κύκλωμα, τότε στα άκρα των επαφών του διακόπτη θα εφαρμοστεί μια τάση που εξαρτάται από το φορτίο, η «επιστρεφόμενη τάση» ή «τάση αποκατάστασης». Η επιστρεφόμενη τάση στον διακόπτη είναι ίση με:

$$u_{sw}(t) = u(t) + u_1(t) \quad (3)$$

όπου: $u(t)$: $U_{\sin}(\omega t)$,

u_1 : η τάση στα άκρα του φορτίου

$u_1=0$ για ωμικό και επαγωγικό φορτίο και $u_1(t)=U_0=\text{const}=-U$ για χωρητικό φορτίο. Έτσι σε καθαρά χωρητικό φορτίο, η επιστρεφόμενη τάση έχει μέγιστη τιμή ίση με το διπλάσιο της τάσης της πηγής. Η διπλάσια τιμή εμφανίζεται σε μια ημιπερίοδο μετά τη σβέση.

Προφανώς, η επιστρεφόμενη τάση μπορεί να οδηγήσει σε διάσπαση του διακένου των επαφών αν αυτή είναι αρκετά μεγάλη και η αγωγιμότητα του χώρου μεταξύ των επαφών είναι επίσης αρκετά μεγάλη. Συνεπώς, μια δεύτερη αναγκαία συνθήκη για την επιτυχή απόξευση είναι η εξής :

Η επιστρεφόμενη τάση που εφαρμόζεται στα άκρα των επαφών δεν πρέπει να προκαλεί διάσπαση

Η αγωγιμότητα του τόξου δεν μηδενίζεται αμέσως στο μηδενισμό του ρεύματος, επειδή το τόξο έχει μια θερμική αδράνεια. Το τόξο χρειάζεται χρόνους μερικών μs για να ψυχθεί. Σ' αυτό το διάστημα η τάση πρέπει να παραμένει μικρή.

Η ψύξη του τόξου, η ταχύτητα ανόδου της επιστρεφόμενης τάσης dU/dt και η μέγιστη τάση είναι σημαντικές παράμετροι για μια επιτυχή απόξευση. Το μέγιστο της επιστρεφόμενης τάσης πρέπει να είναι μικρότερο από την τάση διάσπασης του διακένου μεταξύ των ανοιχτών επαφών.

Για την επαρκή ψύξη του τόξου προβλέπεται στους διακόπτες ο λεγόμενος χώρος ή θάλαμος σβέσης. Στους μικροαυτόματους, ο θάλαμος σβέσης περιέχει στοιχεία, πλακίδια, που επιμηκύνουν το ηλεκτρικό τόξο. Η επαφή με τα στοιχεία αυτά ψύχει έντονα το τόξο. Η ψύξη πρέπει να γίνει πιο έντονη, όσο αυξάνει το ρεύμα που καλείται ο διακόπτης να διακόψει.

Σε άλλες περιπτώσεις διακοπών ισχύος, διακόπτες μέσης και υψηλής τάσης, η ψύξη του τόξου προκαλείται με λάδι, με πεπιεσμένο αέρα, με εξαφθοριούχο θείο SF_6 ή με κενό αέρος.

Η ταχύτητα ανόδου επιστρεφόμενης τάσης dU/dt εξαρτάται από την τάση και το φορτίο. Για το ωμικό φορτίο είναι $U \cdot \omega$, ενώ για καθαρά επαγωγικό φορτίο είναι άπειρη. Για ενδιάμεσες περιπτώσεις εξαρτάται από το $\cos\phi$ του φορτίου.

Συνεπώς, στοιχεία σημαντικά για ένα διακόπτη είναι τα εξής:

- το ρεύμα και η συχνότητα του,
- η τάση και
- το $\cos\phi$ του φορτίου.

Η χειρότερη περίπτωση είναι για $\cos\phi=0$ και η πιο ευνοϊκή είναι για $\cos\phi=1$. Δηλαδή επαγωγικά κυκλώματα απαιτούν ιδιαίτερη προσοχή κατά την απόζευξη λόγω της τιμής dU/dt , ενώ τα χωρητικά παρουσιάζουν την ιδιαίτερη καταπόνηση του διπλασιασμού της επιστρεφόμενης τάσης.

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 2

2.1 Διακόπτες μέσης και υψηλής τάσεως

Στα δίκτυα εναλλασσομένου ρεύματος μέσης τάσεως (1-22kV) και υψηλής/υπερυψηλής τάσεως (66-400kV) οι διακόπτες ταξινομούνται ως εξής:

- Αποζεύκτες-γειωτές: Οι αποζεύκτες δεν έχουν δυνατότητα διακοπής ή αποκατάστασης αξιόλογου ρεύματος, όμως έχουν μεγάλη απόσταση μεταξύ των επαφών και εξασφαλίζουν (σε συνεργασία με τους γειωτές) ότι ένα κύκλωμα είναι ασφαλές ώστε να εργασθεί προσωπικό σε αυτό. Οι γειωτές είναι διακόπτες με ανάλογα χαρακτηριστικά με τους αποζεύκτες, με τους οποίους αλληλομανδάλωνονται και εξασφαλίζουν ότι όταν ο αποζεύκτης είναι ανοικτός, το κύκλωμα συνδέεται στη γείωση.
- Διακόπτες φορτίου: Έχουν δυνατότητα διακοπής μόνο του κανονικού ρεύματος λειτουργίας ενώ μπορούν να κλείσουν χωρίς βλάβη ακόμα και αν υπάρχει βραχυκύκλωμα. Είναι εφοδιασμένοι με ελατήριο για την γρήγορη απομάκρυνση των επαφών. Αποτελούν μέσα χειρισμού και χρησιμοποιούνται για χειρισμό ηλεκτροκινητήρων, ζεύξη αναχωρήσεων γραμμών, συγχρονισμένη σύνδεση ηλεκτρογεννητριών κλπ.
- Διακόπτες ισχύος ή αυτόματοι: Οι διακόπτες ισχύος αποτελούν μέσα προστασίας και σπανίως χρησιμοποιούνται για χειρισμούς. Έχουν δυνατότητα ταχείας διακοπής του μεγάλου ρεύματος που ρέει στα δίκτυα MT και YT σε περίπτωση βραχυκυκλώματος, μέσω ειδικών διατάξεων που σβήνουν το τόξο που σχηματίζεται ανάμεσα στις επαφές τους. Οι συνηθέστεροι τύποι σήμερα είναι οι διακόπτες πτωχού ελαίου και οι διακόπτες SF₆. Οι διακόπτες ισχύος διαθέτουν ισχυρότατο ελατήριο το οποίο εξασφαλίζει την ταχεία απομάκρυνση των επαφών εντός ελάχιστου χρόνου, κάτω των 5 ms. Αν ο μηχανισμός του ελατηρίου ενεργοποιηθεί και ο διακόπτης

ανοίξει, πρέπει να σπλίσει εκ νέου, πράγμα που επιτυγχάνεται με χρήση ηλεκτροκινητήρα ή βοηθητικού χειροστροφάλου.

Έτσι οι κυριότεροι τύποι διακοπών ισχύος υψηλής και μέσης τάσεως είναι οι εξής:

1. Διακόπτες ελαίου
2. Διακόπτες πτωχού ελαίου
3. Διακόπτες πεπιεσμένου αέρα
4. Διακόπτες εξαφθοριούχου θείου (SF6)
5. Διακόπτες κενού.

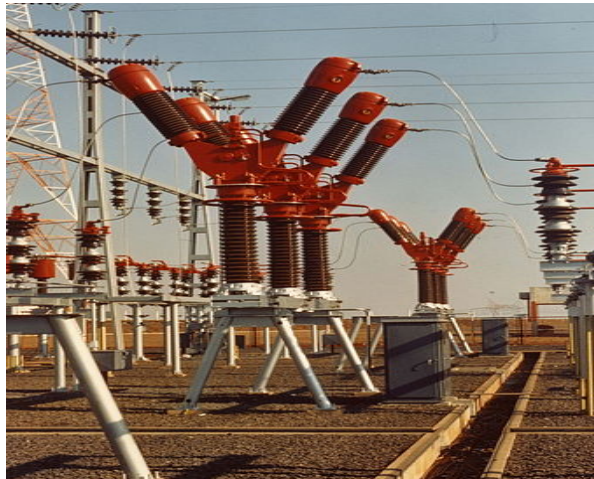
2.1.2 Τύποι διακοπών ισχύος

1. Αυτόματοι διακόπτες ελαίου

Είναι ο παλαιότερος τύπος διακοπών. Το έλαιο χρησιμοποιείται στους διακόπτες διότι μεγάλος όγκος του αναφλέγεται δύσκολα και επειδή είναι ταυτόχρονα μονωτικό και ψυκτικό μέσο. Το κύριο όμως ψυκτικό μέσο στην περίπτωση αυτή είναι το υδρογόνο που αναπτύσσεται όταν το τόξο ατμοποιεί το υγρό λάδι. Έχει δύο επαφές για κάθε πόλο και ανοίγουν μέσα σε περιβάλλον λαδιού. Κατά το άνοιγμα των επαφών δημιουργείται ηλεκτρικό τόξο. Στο χώρο του τόξου το λάδι υπερθερμαίνεται, δημιουργούνται φυσαλίδες και αυξάνει ο όγκος του απότομα. Τούτο προκαλεί τη γρήγορη κυκλοφορία του λαδιού(σάρωση). Το λάδι περνώντας με ταχύτητα μέσα από τις σχιστές πλάκες απομακρύνει τη παραγόμενη από το τόξο θερμότητα (ψύχει τις επαφές) αυξάνει την αντίσταση μεταξύ των επαφών και το τόξο σβήνει γρήγορα. Υπάρχουν και αυτόματοι διακόπτες λαδιού στους οποίους το λάδι ενεργεί κατά μήκος του τόξου που παράγεται, από αντλία λαδιού. Χρήση του διακόπτη ελαίου γίνεται σήμερα συνήθως σε δίκτυα μέχρι 66 kV, μερικές φορές όμως και μέχρι τάσεις 275 kV. Όσο όμως μεγαλώνουν οι τάσεις τόσο περισσότερος όγκος ελαίου απαιτείται με συνέπεια αύξηση του κόστους.

2. Αυτόματοι διακόπτες «πτωχού» ελαίου

Ο τύπος αυτός έδωσε λύση στο πρόβλημα κόστους των διακοπών ελαίου, αφού η ειδική του σχεδίαση επιτρέπει μεγάλο περιορισμό της ποσότητας του ελαίου που μολύνεται και ανθρακοποιείται κατά τη σβέση. Το λάδι όμως στους διακόπτες του τύπου αυτού χρησιμοποιείται μόνο για τη σβέση και δεν αποτελεί μόνωση. Η μόνωση εξασφαλίζεται από στερεά, συνθετικά ή φυσικά διηλεκτρικά υλικά(πορσελάνη, χαρτί, εποξειδική ρητίνη). Χρησιμοποιούνται συνήθως στην περιοχή 20-220 kV με ικανότητα διακοπής από 250-7500 MVA. Οι μοντέρνοι διακόπτες «πτωχού» ελαίου έχουν πολύ ανεπτυγμένους θαλάμους σβέσεως και αντιμετωπίζουν και τις πιο δύσκολες καταστάσεις. Τα τελευταία χρόνια κατασκευάστηκαν διακόπτες ελαίου και για τάσεις πάνω από 220 kV, με περισσότερους από έναν θαλάμους σβέσεως. Η χρησιμοποίηση περισσότερων από έναν θαλάμους σβέσεως στη σειρά εφαρμόζεται για τη διακοπή ενός ρεύματος υπό πολλαπλάσια τάση και αποτελεί τη βασική αρχή των διακοπών ισχύος στα συστήματα υπερύψηλης τάσεως. Με τον τρόπο αυτόν μια ολόκληρη περιοχή τάσεων, π.χ. 72.5kV έως 765kV εξυπηρετείται από διακόπτες που συντίθενται από ορισμένο αριθμό ίδιων μοναδιαίων διακοπών ανά φάση. Το λάδι εκτοξεύεται επάνω στο τόξο από ένα έμβολο που παρασύρεται και κινείται μαζί με την κινητή επαφή. Το σύστημα των επαφών περιλαμβάνει μια ολισθαίνουσα κινητή επαφή κινούμενη προς τα κάτω και μια σταθερή επαφή στο επάνω μέρος. Ένα έμβολο στο κάτω μέρος εκτοξεύει λάδι στο θάλαμο σβέσεως μέσω διαφόρων βαλβίδων και συμβάλλει στη σβέση του τόξου. Το έμβολο αυτό είναι στερεωμένο στη συνδετική ράβδο μεταξύ της κινητής επαφής και του μηχανισμού κινήσεως του διακόπτη. Το τόξο διακόπτεται μέσα στο θάλαμο σβέσεως με εγκάρσιο φύσημα λαδιού. Κατά το κλείσιμο του διακόπτη η κινητή επαφή κινείται με μεγάλη ταχύτητα και εκτοπίζει το λάδι προκαλώντας αύξηση πίεσεως στο θάλαμο τόξου. Αυτό αυξάνει τη διηλεκτρική αντοχή και εμποδίζει προέλαση του διακένου πριν ακουμπήσουν οι επαφές μεταξύ τους. Τα αέρια τα οποία παράγονται κατά τη σβέση του τόξου ανέρχονται στο επάνω διαμέρισμα του διακόπτη, διαχωρίζονται από το λάδι περνώντας μέσα από ένα λαβύρινθο και διαφεύγουν μέσω μιας βαλβίδας στην ατμόσφαιρα.



Σχήμα 2.1: Διακόπτης ισχύος υψηλής τάσεως τύπου «πτωχού» ελαίου

3. **Αυτόματοι διακόπτες αέρα**

Οι αυτόματοι διακόπτες αέρα κοστίζουν ακριβότερα από τους διακόπτες λαδιού. Υπερτερούν όμως στο ότι δεν χρειάζονται συντήρηση (αλλαγή λαδιού σε ορισμένα διαστήματα), στη μικρή μόλυνση του θαλάμου σβέσεως και στο ότι η διακοπή (το άνοιγμα των επαφών) γίνεται ταχύτερα. Ο αέρας μέσα στη δεξαμενή διατηρείται σε σταθερή πίεση με έναν αεροσυμπιεστή. Ο συμπιεσμένος αέρας βοηθά στη σβέση του τόξου. Το μέσο σβέσεως είναι ουσιαστικά το άζωτο του αέρα, που αποτελεί και την εσωτερική μόνωση του διακόπτη. Μειονεκτήματα του τύπου αυτού είναι η θορυβώδης λειτουργία του και η σταθερή του ικανότητα σβέσεως, ανεξάρτητα από το διακοπτόμενο ρεύμα, πράγμα που οδηγεί στο βίαιο μηδενισμό των ασθενών ρευμάτων όπως είναι τα μικρά επαγωγικά ρεύματα. Αυτό έχει σαν συνέπεια την ανάπτυξη σοβαρών υπερτάσεων κατά τη διακοπή. Χρησιμοποιείται για τάσεις από 110 kV και πάνω.

4. **Αυτόματοι διακόπτες εξαφθοριούχου θείου SF6**

Το εξαφθοριούχο θείο SF6 είναι αέριο αδρανές ώστε να μην προσβάλλει τα μεταλλικά, πλαστικά και συνθετικά εξαρτήματα από τα οποία κατασκευάζεται ένας διακόπτης υψηλής τάσεως. Το μόριο του SF6 δεν περιέχει άνθρακα που συνήθως μολύνει το χώρο της σβέσεως. Εξάλλου το

SF6 έχει πολύ καλές διηλεκτρικές ιδιότητες και για τις μικρές μόνο τάσεις είναι και το μονωτικό του διακόπτη. Σε σχέση με το διακόπτη πεπιεσμένου αέρα λειτουργεί σε χαμηλότερες πιέσεις και έχει μικρότερες διαστάσεις. Επειδή το SF6 είναι δαπανηρό δεν αφήνεται ελεύθερο στην ατμόσφαιρα αλλά διατηρείται σε κλειστό κύκλωμα, πράγμα που κάνει άλλωστε αθόρυβη τη λειτουργία του. Χρησιμοποιείται στις μέσες και υψηλές τάσεις. Ενώ μια τεχνική που εφαρμόζεται ευρύτερα στους διακόπτες SF6 είναι η τεχνική τύπου φουσητήρα (puffer type technique). Με το SF6 το σβήσιμο του τόξου γίνεται ταχύτερα και ο διακόπτης είναι λιγότερο ογκώδης από τον αντίστοιχο αυτόματο διακόπτη ριπής αέρα. Χρησιμοποιείται για τάσεις της τάξης των 230 kV, 15000 MVA.



Σχήμα 2.2: Αυτόματος διακόπτης εξαφθοριούχου θείου SF6

5. Αυτόματοι διακόπτες κενού

Ο διακόπτης κενού διαφέρει σημαντικά από τα άλλα είδη. Το τόξο αποτελείται από μεταλλικό «ατμό» προερχόμενο από το μέταλλο της καθόδου. Χαρακτηρίζεται από ικανότητα διακοπής υψηλής συχνότητας και πολύ υψηλό ρυθμό αποκατάστασης της διηλεκτρικής αντοχής μετά τη σβέση του τόξου. Το μέταλλο των επαφών, π.χ. βανάδιο, λαμβάνεται πρόνοια να έχει όσο το δυνατόν λιγότερες φυσαλίδες που θα μπορούσαν να νοθεύσουν το κενό. Με την ταχύτητά του και τη μεγάλη του ικανότητα διακοπής βρίσκει εφαρμογή σε συνεχώς υψηλότερες τάσεις καθώς παρακάμπτεται το εμπόδιο του μεγάλου του κόστους. Πράγματι, έχουν ήδη αναγγελθεί διακόπτες κενού για τα 138 kV, ενώ δοκιμάζονται για τα 760 kV και 40 kA.

Ο χώρος στον οποίο γίνεται η διακοπή σε έναν διακόπτη κενού είναι αυτός που βρίσκεται μεταξύ των επαφών, κατά μήκος των ίδιων των επαφών και ο χώρος μεταξύ των επαφών και του εσωτερικού μανδύα. Λόγω της σχετικά μεγάλης διηλεκτρικής αντοχής του κενού οι εσωτερικές διαστάσεις του διακόπτη μπορούν να είναι πολύ μικρές. Πρέπει όμως να εξασφαλίζεται και εξωτερική διηλεκτρική αντοχή και είναι αυτή που κυρίως καθορίζει το μήκος του μονωτήρα ενός διακόπτη.

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 3

3.1 Διακόπτες χαμηλής τάσεως

Στα δίκτυα ΧΤ (τυπικά έως 1000V) δεν υπάρχει ιδιαίτερη κατηγορία αποζευκτών, διότι αφενός είναι δυνατή η εργασία προσωπικού υπό τάση, αφετέρου δε οι διακόπτες φορτίου εξασφαλίζουν επαρκή απόζευξη. Υπάρχουν μόνο διακόπτες φορτίου (χειρισμού) και διακόπτες ισχύος (προστασίας) ή αυτόματοι. Αυτοί έχουν τις ίδιες βασικές ιδιότητες με τους αντίστοιχους διακόπτες μέσης τάσης αλλά είναι πολύ απλούστεροι και φθηνότεροι. Σε απλές εγκαταστάσεις και για ρεύματα μέχρι 100Α χρησιμοποιούνται οι λεγόμενοι μικροαυτόματοι, οι οποίοι είναι ιδιαίτερα χαμηλού κόστους.

Εκτός από απλές εφαρμογές (οικιακές, φωτισμός κλπ) στις περισσότερες περιπτώσεις ο χειρισμός και έλεγχος των φορτίων γίνεται με ηλεκτρονόμους (ρελέ) ισχύος αντί για απλούς χειροκίνητους διακόπτες. Ο λόγος είναι ότι οι ηλεκτρονόμοι συνεργάζονται άμεσα με συστήματα αυτοματισμού, από τα απλούστερα με πιεστικούς διακόπτες START-STOP μέχρι προγραμματιζόμενους λογικούς ελεγκτές (PLC) και περίπλοκα συστήματα αυτόματου ελέγχου.

3.2 Διακόπτες χειρισμού φωτιστικών σημείων

Οι διακόπτες φωτιστικών σημείων είναι διακόπτες που εξυπηρετούν κυκλώματα φωτισμού. Κατασκευάζονται, από τις διάφορες εταιρίες στην Ελλάδα, σύμφωνα με τους διεθνείς κανονισμούς και κατά τέτοιο τρόπο ώστε να εμφανίζουν αντοχή στο χρόνο και ανθεκτικότητα σε μηχανικές καταπονήσεις. Επίσης παρέχουν υψηλό βαθμό προστασίας, αποκλείοντας οποιαδήποτε επαφή με αγώγιμο μέρος.

Κατασκευάζονται για ονομαστική τάση 250 V και ονομαστικό ρεύμα 10 A και τοποθετούνται σε σημεία από όπου επιθυμείται να ελεγχθεί το φωτισμό ενός χώρου.

3.2.1 Διάκριση διακοπών τοίχου

Ανάλογα με το χώρο και το περιβάλλον εγκατάστασής τους διακρίνονται σε :

1. χωνευτούς, κοινούς ή στεγανούς και
2. εξωτερικούς, κοινούς ή στεγανούς.

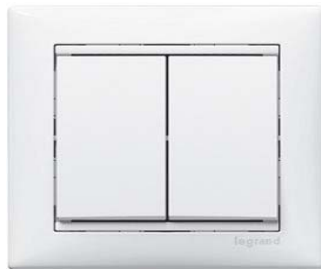
Ανάλογα με το ηλεκτρικό κύκλωμα που εξυπηρετούν, οι διακόπτες φωτιστικών σημείων διακρίνονται σε:

1. Απλούς διακόπτες: αυτοί ελέγχουν ένα φωτιστικό σημείο ή μια ομάδα φωτιστικών σημείων από μια συγκεκριμένη θέση. Χρησιμοποιούνται οπουδήποτε απαιτείται ο έλεγχος φωτιστικών σημείων από μια θέση, π.χ. εξωτερικά φώτα, λουτρό, κ.λ.π.
2. Διακόπτες διαδοχής ή κοιτατέρ: αυτοί ελέγχουν δυο ανεξάρτητα μεταξύ τους φωτιστικά σημεία ή δυο ομάδες φωτιστικών σημείων από την ίδια θέση. Χρησιμοποιούνται σε σαλόνια, τραπεζαρίες κ.λ.π.
3. Διακόπτες εναλλαγής ακραίους ή αλερετούρ ακραίους: αυτοί ελέγχουν ένα φωτιστικό σημείο ή μια ομάδα φωτιστικών σημείων, από δυο διαφορετικές θέσεις, (γι' αυτό γίνεται λόγος για ακραίους αλερετούρ). Χρησιμοποιούνται όπου απαιτείται ο έλεγχος φωτιστικών σημείων από δυο διαφορετικές θέσεις, όπως δωμάτια, διαδρόμους, κλιμακοστάσια κ.λ.π.
4. Διακόπτες εναλλαγής με μεσαίο ή αλερετούρ με μεσαίο: όταν θέλουμε να έχουμε έλεγχο φωτιστικού σημείου ή ομάδας φωτιστικών σημείων από τρεις ή περισσότερες θέσεις χρησιμοποιούμε μεσαίους αλερετούρ. Οι δύο ακραίοι διακόπτες είναι αλε ρετούρ ακραίοι και οι υπόλοιποι μεσαίοι.
5. Διακόπτες διπλοί εναλλαγής ή διπλοί αλερετούρ: αυτοί ελέγχουν δυο φωτιστικά σημεία ή δυο ομάδες φωτιστικών σημείων από δυο διαφορετικές θέσεις.

Οι διακόπτες ελέγχου των φωτιστικών σημείων συνδέονται πάντα στη φάση και ποτέ στο ουδέτερο του κυκλώματος τροφοδοσίας των φωτιστικών σημείων.



Σχήμα 3.1 (α): Διακόπτης αλε ρετούρ



Σχήμα 3.1 (β): Διακόπτης κομμιτατέρ

3.2.2 Ρυθμιστές έντασης φωτισμού (Ντίμερ-Dimmer)

Οι ρυθμιστές έντασης φωτισμού είναι μηχανισμοί που κατασκευάζονται από ηλεκτρονικά στοιχεία και χρησιμοποιούνται για τη ρύθμιση της έντασης φωτισμού λαμπτήρων πυράκτωσης, φθορισμού και ιωδίνης. Με αυτούς επιτυγχάνεται ομαλή και συνεχής ρύθμιση, από 0% έως και 100% της φωτιστικής έντασης του λαμπτήρα.

Η ισχύς του λαμπτήρα την οποία μπορούν να ρυθμίσουν ξεκινάει από τα 60 W και φτάνει τα 1000 W.

Ανάλογα με το σημείο τοποθέτησής τους, υπάρχουν δύο τύποι ρυθμιστών έντασης φωτισμού:

1.Ρυθμιστές έντασης φωτισμού πίνακα: τοποθετούνται στον πίνακα διανομής πάνω σε ράγα και κατασκευάζονται για διάφορες περιοχές ρύθμισης ισχύος, με ρύθμιση από τον ίδιο το ρυθμιστή ή τηλεχειριζόμενη ρύθμιση. Μερικές τυποποιημένες σειρές ρυθμιστών έντασης φωτισμού, ανάλογα με τη περιοχή ρύθμισης της ισχύος, δίνονται στη συνέχεια:

- Ρυθμιστής, ισχύος 60 έως 500 W λαμπτήρων πυράκτωσης ή ιωδίνης 230 V, με έλεγχο ρύθμισης από περιστρεφόμενο πλήκτρο.

- Ρυθμιστής, ισχύος 60 έως 420 VA λαμπτήρων ιωδίνης 12 V, που τροφοδοτούνται μέσω ηλεκτρονικού μετασχηματιστή.
- Ρυθμιστής, ισχύος 60 έως 1000 W, λαμπτήρων πυράκτωσης ή ιωδίνης 230 V και ισχύος 60 έως 1000 VA λαμπτήρων φθορισμού διαμέτρου 26 mm (Ø 26).
- Ρυθμιστής, ισχύος 60 έως 1000 W λαμπτήρων πυράκτωσης ή ιωδίνης 230 V, 60 έως 1000 VA λαμπτήρων φθορισμού Ø 26 και 60 έως 1000 VA λαμπτήρων ιωδίνης 12 V που τροφοδοτούνται μέσω ηλεκτρονικού μετασχηματιστή.



Σχήμα 3.2: Ρυθμιστής έντασης φωτισμού τοίχου

2.Ρυθμιστές έντασης φωτισμού τοίχου: τοποθετούνται μέσα σε κουτιά διακοπών ή εξωτερικά, και χρησιμοποιούνται για ρύθμιση της επιθυμητής φωτεινότητας λαμπτήρων πυράκτωσης, φθορισμού και ιωδίνης. Κατασκευάζονται για διάφορες περιοχές ρύθμισης ισχύος με ρύθμιση που γίνεται από τον ίδιο το ρυθμιστή, μέσω περιστρεφόμενου πλήκτρου και μπορούν να συνδεθούν με διακόπτη αλερετούρ. Μερικές τυποποιημένες σειρές ρυθμιστών έντασης φωτισμού, ανάλογα με την περιοχή ρύθμισης της ισχύος δίνονται στη συνέχεια:

- Ρυθμιστής 420 VA λαμπτήρων 12 V ιωδίνης, με ηλεκτρονικό μετασχηματιστή.
- Ρυθμιστής ισχύος 40 έως 500 VA λαμπτήρων ιωδίνης, με ηλεκτρομαγνητικό μετασχηματιστή.
- Ρυθμιστής 60 έως 600 W λαμπτήρων 230 V πυράκτωσης ή ιωδίνης.
- Ρυθμιστής 60 έως 1000 W λαμπτήρων πυράκτωσης ή ιωδίνης 230 V και 12 V με ηλεκτρονικό μετασχηματιστή και λαμπτήρων φθορισμού.

3.3 Διακόπτες ηλεκτρικών κυκλωμάτων

Οι διακόπτες ηλεκτρικών κυκλωμάτων ή αλλιώς διακόπτες πίνακα, είναι μηχανισμοί οι οποίοι τοποθετούνται στους πίνακες διανομής της ηλεκτρικής εγκατάστασης, και ελέγχουν (διακόπτουν ή συνδέουν) τα κυκλώματα που αναχωρούν από αυτούς.

Ανάλογα με τον αριθμό των αγωγών που διακόπτουν ή συνδέουν διακρίνονται σε:

- Μονοπολικούς: διακόπτουν μόνο έναν αγωγό και αυτός είναι η φάση, ενός μονοφασικού ηλεκτρικού κυκλώματος που ελέγχουν. Τοποθετούνται επίσης σε διπολικές διακλαδώσεις, από τις οποίες τροφοδοτούνται ηλεκτρικές παροχές με ισχύ όχι μεγαλύτερη από 1,5 kW.
- Διπολικούς: διακόπτουν δύο αγωγούς και αυτοί είναι η φάση και ο ουδέτερος, ενός μονοφασικού ηλεκτρικού κυκλώματος που ελέγχουν. Χρησιμοποιούνται στην τροφοδοσία ηλεκτρικών καταναλώσεων με ισχύ μεγαλύτερη από 1,5 kW (ηλεκτρικές κουζίνες, θερμοσίφωνες, πλυντήρια, κ.λπ.).
- Τριπολικούς: διακόπτουν τρεις αγωγούς και αυτοί είναι οι τρεις φάσεις, ενός τριφασικού ηλεκτρικού κυκλώματος που ελέγχουν, σε οικιακές ή βιομηχανικές εγκαταστάσεις.
- Τετραπολικούς: διακόπτουν τέσσερις αγωγούς και αυτοί είναι οι τρεις φάσεις και ο ουδέτερος, ενός τριφασικού ηλεκτρικού κυκλώματος που ελέγχουν, σε οικιακές ή βιομηχανικές εγκαταστάσεις.

Οι διακόπτες τοποθετούνται πάντοτε πριν από τις ασφάλειες των ηλεκτρικών κυκλωμάτων.

Ποτέ δεν τοποθετείται διακόπτης στον αγωγό της γείωσης.

1. Ραγοδιακόπτες

Οι ραγοδιακόπτες είναι αυτοί που έχουν επικρατήσει και έχουν εκτοπίσει σχεδόν όλους τους άλλους τύπους διακοπών ηλεκτρικών κυκλωμάτων. Χρησιμοποιούνται ως γενικοί ή μερικοί διακόπτες, δηλαδή ελέγχουν ολόκληρη

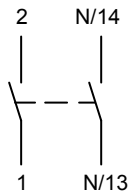
Πίνακας 3.1: Μορφή ραγοδιακόπτη και τα τυποποιημένα μεγέθη του

Είδος	Ονομαστική ένταση (A)	Ονομαστική τάση (V)	Διατομή αγωγού (mm ²)
Μονοπολικός	25 40	250	25
Διπολικός	25 40	415	25
Τριπολικός	25 40 63 80 100	415 415 415 ή 380 380 380	25 25 25 50 50

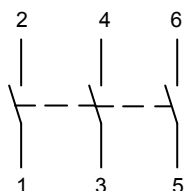
α. Μονοπολικός



β. Διπολικός



γ. Τριπολικός



Σχήμα 3.3: Είδη ραγοδιακοπών – ηλεκτρολογικός συμβολισμός και πραγματική μορφή

την εγκατάσταση ή ελέγχουν συγκεκριμένο κύκλωμα ή κυκλώματα της εγκατάστασης, αντίστοιχα.

Έχουν μικρές διαστάσεις, μεγάλη αντοχή και τοποθετούνται πολύ εύκολα, με μανδάλωση πάνω σε ράγα του ηλεκτρικού πίνακα (από όπου πήραν και το όνομα).

Κατασκευάζονται από τις διάφορες εταιρίες στην Ελλάδα, σύμφωνα με τους διεθνείς κανονισμούς και εμφανίζονται ως μονοπολικόί, διπολικόί, τριπολικόί ή τετραπολικόί, για διάφορες ονομαστικές τάσεις και ρεύματα.

2. Περιστροφικοί διακόπτες τύπου PACCO

Οι διακόπτες αυτοί έχουν αντικατασταθεί από τους ραγοδιακόπτες και συναντώνται πλέον σε παλιές μόνο ηλεκτρικές εγκαταστάσεις. Είναι περιστροφικοί διακόπτες, έχουν σύστημα γρήγορης απόξευξης των επαφών και η διάρκεια ζωής τους εξαρτάται από τον αριθμό και τη συχνότητα των χειρισμών

Εμφανίζονται ως μονοπολικόί, διπολικόί ή τριπολικόί και τα τυποποιημένα μεγέθη τους φαίνονται παρακάτω.

Πίνακας 3.2 Μορφή περιστροφικού διακόπτη PACCO και τα τυποποιημένα μεγέθη του

Είδος	Ονομαστική ένταση (A)	Ονομαστική τάση (V)
Μονοπολικός	16, 25, 40, 63	220/380
Διπολικός	16, 25, 40	380
Τριπολικός	16, 25, 40, 63, 100	380

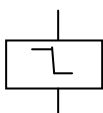
3. Τηλεδιακόπτης

Ο τηλεδιακόπτης αποτελεί στις σημερινές εσωτερικές ηλεκτρικές εγκαταστάσεις απαραίτητο εξάρτημα της ηλεκτρικής εγκατάστασης. Με αυτόν πετυχαίνεται ο έλεγχος κυκλώματος φωτισμού από πολλές διαφορετικές θέσεις.

Έτσι, δίνει τη δυνατότητα αντικατάστασης της πολύπλοκης και δαπανηρής συρμάτωσης της συνδεσμολογίας των διακοπών αλλά ρετούρ γιατί οι χειρισμοί γίνονται από μπουτόν, με τη βοήθεια δυο μόνο αγωγών. Χρησιμοποιούνται, επίσης και για τον τηλεχειρισμό αυτομάτων διακοπών αέρα. Ο τηλεδιακόπτης έχει μοχλό για το χειρισμό του με το χέρι και ένδειξη των θέσεων λειτουργίας εντός – εκτός. Έχει επίσης σύστημα μανδάλωσης σε ράγα για την τοποθέτηση του στον ηλεκτρικό πίνακα.

Ονομαστική τάση: 250 V

Ονομαστική ένταση: 16 A



Σχήμα 3.4 Ηλεκτρολογικός συμβολισμός και πραγματική μορφή τηλεδιακόπτη

4. Αυτόματος διακόπτης επιλογής

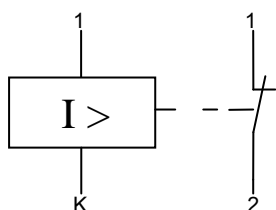
Οι αυτόματοι διακόπτες επιλογής τοποθετούνται σε εγκαταστάσεις όπου υπάρχουν δυο μεγάλες, από άποψη ισχύος, καταναλώσεις και δεν πρέπει να λειτουργούν ταυτόχρονα.

Αυτό πρέπει να γίνεται γιατί η γενική ασφάλεια του πίνακα δεν “σηκώνει” το φορτίο των δυο μεγάλης ισχύος καταναλωτών. Ο αυτόματος διακόπτης επιλογής απομονώνει τον ένα καταναλωτή τη στιγμή που ο άλλος καταναλωτής είναι σε λειτουργία. Με τον τρόπο αυτό γίνεται τοποθέτηση μικρότερης γενικής ασφάλειας και γενικού διακόπτη στον ηλεκτρικό πίνακα. Αυτόματος διακόπτης επιλογής περιλαμβάνει πηνίο έντασης που συνδέεται σε σειρά με τον καταναλωτή, που έχει προτεραιότητα. Το ρεύμα του πρώτου

καταναλωτή πρέπει να υπερβαίνει το ρεύμα διέγερσης του πηνίου, για να βγει εκτός, κυκλώματος λειτουργίας ο άλλος καταναλωτής. Έχει σύστημα μανδάλωσης σε ράγα για την τοποθέτηση του στον ηλεκτρικό πίνακα.

Ονομαστική τάση: 220 V

Ονομαστική ένταση: 40 A



Σχήμα 3.5: Ηλεκτρολογικός συμβολισμός αυτόματου διακόπτη επιλογής

5. Αυτόματος διακόπτης κλιμακοστασίου

Ο αυτόματος διακόπτης κλιμακοστασίου είναι μηχανισμός που επιτρέπει τον έλεγχο του φωτισμού κλιμακοστασίων. Οι αυτόματοι διακόπτες κλιμακοστασίου είναι τριών μορφών:

- Απλοί
- Υδραργύρου
- Ηλεκτρονικοί

Σήμερα, στις εσωτερικές ηλεκτρονικές εγκαταστάσεις, τοποθετούνται οι ηλεκτρικοί γιατί έχουν πολλά πλεονεκτήματα και ευκολία χρήσης.

Έχει σύστημα μανδάλωσης σε ράγα για την τοποθέτηση του στον ηλεκτρικό πίνακα.

Ο χειρισμός του ηλεκτρονικού αυτόματου διακόπτη κλιμακοστασίου γίνεται με τη βοήθεια μπουτόν, που έχουν ενδεικτικό λαμπτήρα αίγλης, το δε κύκλωμα χειρισμού έχει δυνατότητα φόρτισης μέχρι 40mA.

Ονομαστική τάση: 220V

Η ικανότητα ζεύξης του είναι 1200W για λάμπες πυράκτωσης και 10A για λάμπες φθορισμού.

Ηλεκτρική διάρκεια ζωής: 100000 ζεύξεις – αποζεύξεις

Μηχανική διάρκεια ζωής: 200000 ζεύξεις – αποζεύξεις

Έχει μεταγωγέα για διαρκής λειτουργία των φώτων και είναι κατάλληλος για συνδεσμολογία τριών ή τεσσάρων αγωγών.

Ο ηλεκτρονικός αυτόματος κλιμακοστασίου εκτός από την κύρια χρήση του μπορεί να χρησιμοποιηθεί και σαν διακόπτης, για μια δεύτερη κατανάλωση, π.χ. για τον ανεμιστήρα χώρου υγιεινής.

Με απλό διακόπτη ανάβει το φως και, ταυτόχρονα, αρχίζει τη λειτουργία του ο ανεμιστήρας. Σβήνοντας το φως με το διακόπτη, ο ανεμιστήρας εξακολουθεί να λειτουργεί μέχρι να τελειώσει ο χρόνος που είναι ρυθμισμένος ο αυτόματος διακόπτης. Επίσης, όταν σβήσουμε το φως, τίθεται σε λειτουργία ο ανεμιστήρας ακόμα κι αν δεν λειτουργούσε πριν.



Σχήμα 3.6: Πραγματική μορφή αυτόματου διακόπτη κλιμακοστασίου

3.4 Διακόπτες βοηθητικοί ή ελέγχου

Οι βοηθητικοί διακόπτες μπορούν να είναι χειροκίνητοι ή ηλεκτροκίνητοι ή να χειρίζονται με άλλα μέσα, π.χ πίεση, στάθμη νερού, κ.λπ. ο διακόπτης αποτελείται από το μηχανισμό του και από ένα ή περισσότερα ζευγάρια επαφών, δηλαδή το μπλοκ επαφών.

Οι επαφές τέτοιων διακοπών είναι συνήθως οι παρακάτω, όπου οι όροι «κλειστή», «ανοιχτή» αναφέρονται για διακόπτη σε κατάσταση ηρεμίας,

δηλαδή όχι ενεργοποιημένο. Οι συμβολισμοί τους δίνονται σε πίνακες του παραρτήματος:

- επαφές με κλειστές NC (Normal Closed Contacts, Offner),
- επαφές με ανοιχτές NO (Normal Open, Schlieber),
- επαφές περιοδικές. Κατά το χειρισμό κλείνουν ή ανοίγουν μόνο για μικρό διάστημα, π.χ 10 ms (Temporary Contacts, Wischkontakte),
- επαφές με καθυστέρηση.

Οι βοηθητικοί διακόπτες διακρίνονται σε:

- διακόπτες μόνιμων επαφών,
- διακόπτες μη μόνιμων επαφών. Λέγονται και κουμπιά (μπουτόν), όπου η επαφή ή το άνοιγμά τους γίνεται μόνο κατά τη διάρκεια που πατάει κανείς το κουμπί.

Ανάλογα με τον τρόπο που οπλίζονται, μπορούμε να διακρίνουμε τους χειροκίνητους διακόπτες σε:

- διακόπτες με πίεση, κουμπιά ή μπουτόν δύο θέσεων (υπάρχουν και ποδοκίνητοι),
- διακόπτες με τράβηγμα ή ώθηση, δύο ή περισσοτέρων θέσεων,
- διακόπτες περιστροφικοί, δύο ή περισσοτέρων θέσεων,
- διακόπτες με μοχλό, δύο ή περισσοτέρων θέσεων,
- διακόπτες με κλειδί.

Σε αυτοματισμούς χρησιμοποιούνται διακόπτες που ενεργοποιούνται από:

- κίνηση: τερματικοί ή διακόπτες θέσης. Μπαίνουν, π.χ., σε βάνες και σε πόρτες όπου υπάρχουν ηλεκτροκινούμενα μέρη που πρέπει να σταματήσουν σε ορισμένη θέση,
- πίεση: πιεζοδιακόπτες,
- στάθμη υγρών: φλοτεροδιακόπτες,
- χρονορελαί: χρονοδιακόπτες.

Στην επιλογή των βοηθητικών διακοπών πρέπει να έχουμε υπόψη τα εξής:

- την τάση,
- το ονομαστικό ρεύμα λειτουργίας, και κατηγορία χρήσης π.χ. 6 A,
- το θερμικό ρεύμα λειτουργίας, π.χ. 10 A,
- τη διάρκεια ζωής, π.χ. 10^6 κύκλοι,
- τι είδους επαφές χρειαζόμαστε, π.χ. 2 ανοιχτές, 2 κλειστές, 1 παροδική, κ.λπ.

Το ονομαστικό ρεύμα είναι αυτό που εφαρμόζεται όταν ανοιγοκλείνει ο διακόπτης. Το θερμικό ρεύμα είναι αυτό που εφαρμόζεται όταν ο διακόπτης είναι κλειστός.

Οι επαφές των βοηθητικών διακοπών πρέπει να προστατευτούν σε βραχυκυκλώματα, γιατί αλλιώς έχουμε συγκόλληση. Γι' αυτό τα βοηθητικά κυκλώματα πρέπει να ασφαρίζονται με ασφάλειες τήξης όπως συμβουλεύουν οι κατασκευαστές.

Επειδή σήμερα υπάρχουν πολλές απαιτήσεις, η τεχνολογία έχει προοδεύσει ανάλογα στον τομέα αυτό. Παρακάτω θα αναφερθούν διακόπτες χρησιμοποιούμενοι σε ηλεκτρικά κυκλώματα με κάποιο εύρος εφαρμογών.

1. Διακόπτες πίεσης (μπουτόν)

Οι διακόπτες πίεσης (μπουτόν) είναι εκείνοι που κλείνουν – ανοίγουν τις επαφές στιγμιαία, με την πίεση κομβίου και δεν αντέχουν σε ισχυρά ρεύματα από την κατασκευή τους γιατί είναι εξαρτήματα βοηθητικών κυκλωμάτων.

Συνήθως, χρησιμοποιούνται για το χειρισμό ηλεκτρικών κυκλωμάτων αυτοματισμού στην βιομηχανία.

Τα μπουτόν διακρίνονται σε:

α. Μπουτόν start που συνδέουν ένα ηλεκτρικό κύκλωμα, μόνο όταν πατηθεί το κομβίο τους και για όσο χρονικό διάστημα αυτό μένει πατημένο.

β. Μπουτόν stop που διακόπτουν ένα ηλεκτρικό κύκλωμα, μόνο όταν πατηθεί το κομβίο τους έστω και στιγμιαία.

Ο συνδυασμός μπουτόν start – stop στο ίδιο κουτί για την εξυπηρέτηση ηλεκτρικών κυκλωμάτων λέγεται «μπουτονιέρα».

Στο εμπόριο υπάρχουν και διπλά μπουτόν start – stop απλού τύπου και άλλα που περιέχουν ενδεικτική λυχνία, για τον έλεγχο του κυκλώματος που εξυπηρετούν. Με την πρώτη πίεση του κομβίου υπάρχει λειτουργία start και με τη δεύτερη λειτουργία stop. Έχουν σύστημα μανδάλωσης και είναι παρόμοια με τα αντίστοιχα τοίχου.

Η ενδεικτική λυχνία μπορεί να τροφοδοτείται απευθείας με τάση 380V, αλλά, μπορεί και να τροφοδοτείται με τάση 220V από ενσωματωμένο στο διπλό μπουτόν μετασχηματιστή. Πολλές φορές, για την αποφυγή ατυχημάτων, πρέπει τα μπουτόν ή να μην είναι σε εμφανή θέση ή να μπορούν να ασφαλιστούν με κάποιο τρόπο. Γι αυτό το λόγο υπάρχουν στο εμπόριο τα μπουτόν με κλειδί που κλειδώνουν τις θέσεις λειτουργίας ή ηρεμίας.



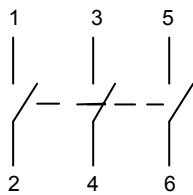
Σχήμα 3.7: Πραγματική μορφή μπουτόν start - stop

2. Ηλεκτρονόμος ή ρελέ

Ο ηλεκτρονόμος ή ρελέ είναι μηχανισμός που ελέγχει το κλείσιμο – άνοιγμα επαφών ηλεκτρικών κυκλωμάτων μεγάλης ισχύος.

Ο ηλεκτρονόμος αποτελείται από το:

α. Κύριο κύκλωμα ή κύκλωμα ισχύος, που περιλαμβάνει τις επαφές κινητές και ακίνητες για τη σύνδεση της κατανάλωσης με το δίκτυο.

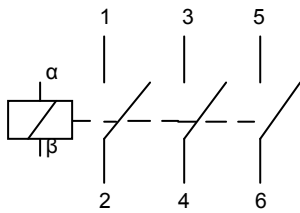


Σχήμα 3.8: Ηλεκτρολογικός συμβολισμός

β. Κύκλωμα αυτοματισμού, που περιλαμβάνει:

- Πηνίο με πυρήνα
- Βοηθητικά πηνία σκίασεως
- Οπλισμό

- Ελατηριωτό μηχανισμό
- Βοηθητικές επαφές.



Σχήμα 3.9: Ηλεκτρολογικός συμβολισμός ηλεκτρονόμου

Βοηθητικές επαφές

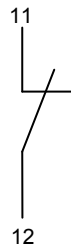
Στους ηλεκτρονόμους οι κύριες επαφές ανοίγουν και κλείνουν με την κίνηση του οπλισμού. Αυτό επιτυγχάνεται μέσω μηχανισμού έλξεως από το μαγνητικό πεδίο, που δημιουργείται στο πηνίο, όταν διαρρέεται από ρεύμα διερχόμενο από τις βοηθητικές επαφές. Οι βοηθητικές επαφές έχουν κατασκευή για να διέρχεται από μέσα τους ρεύμα της τάξης των 2 – 6Α. Συμβολίζεται με διψήφιους αριθμούς, που ο πρώτος δείχνει τη σειρά τις βοηθητικής επαφής και ο δεύτερος δηλώνει το είδος της. Οι βοηθητικές επαφές μπορεί να είναι:

α. εργασίας που, αν διεγερθεί ο ηλεκτρονόμος, αποκαθιστούν την λειτουργία του κυκλώματος, όπου είναι συνδεδεμένες.



Σχήμα 3.10 (α)

β. ηρεμίας που αν διεγερθεί ο ηλεκτρονόμος διακόπτουν τη λειτουργία του κυκλώματος, όπου είναι συνδεδεμένες.



Σχήμα 3.10 (β)



Σχήμα 3.10 (γ): Πραγματική μορφή ηλεκτρονόμου

3. Θερμικό

Είναι μηχανισμός που χρησιμοποιείται για την προστασία

- αγωγών τροφοδοσίας ή
- καταναλώσεων από μικρές υπερεντάσεις μεγάλης διάρκειας.

Το θερμικό αποτελείται από:

- τόσα διμεταλλικά ελάσματα, όσες και οι φάσεις λειτουργίας της κατανάλωσης,
- άξονα μονωτικού υλικού,
- επαφή ελέγχου,
- ακροδέκτες (όσους και τα διμεταλλικά ελάσματα).

Αν θερμικό ελέγχει διφασική ή τριφασική κατανάλωση και υπάρξει υπερένταση σε μια φάση, “κόβονται” αυτομάτως όλες. Αυτό γίνεται, γιατί η

επαφή ελέγχου διακόπτει την τροφοδοσία του πηνίου του ηλεκτρονόμου με ρεύμα, αυτός αποδιεγείρεται και ανοίγουν όλες οι κύριες επαφές του.

Η ρύθμιση του θερμικού γίνεται, συνήθως, στην ονομαστική ένταση της κατανάλωσης που εξυπηρετεί (και λίγο μικρότερη).

Υπάρχουν θερμικά με μεταγωγική επαφή, που παρέχουν την δυνατότητα, με τη σύνδεση ενδεικτικής λυχνίας, να φαίνεται ότι λειτούργησε το θερμικό.



Σχήμα 3.11: Πραγματική μορφή θερμικού

4. Τηλεχειριζόμενος αυτόματος διακόπτης

Είναι ο συνδυασμός ηλεκτρονόμου με θερμικό.

Αυτός ο διακόπτης δίνει τη δυνατότητα:

- προστασίας ηλεκτρικού κυκλώματος από μικρές υπερεντάσεις μεγάλης διάρκειας
- χειρισμού ηλεκτρικού κυκλώματος από απόσταση.



Σχήμα 3.12: Πραγματική μορφή τηλεχειριζόμενου αυτόματου διακόπτη

5. Αυτόματος διακόπτης ισχύος

Είναι συνδυασμός ηλεκτρομαγνητικών στοιχείων και θερμικού.

Αυτός ο διακόπτης δίνει την δυνατότητα:

- προστασίας από μεγάλες στιγμιαίες υπερεντάσεις, οπότε λειτουργούν τα ηλεκτρομαγνητικά στοιχεία
- προστασίας από μικρές υπερεντάσεις μεγάλης διάρκειας, οπότε λειτουργεί το θερμικό.

Σε περίπτωση διακοπής για να τεθεί και πάλι σε κατάσταση ετοιμότητας ο αυτόματος διακόπτης ισχύος πρέπει να πιεσθούν τα κουμπιά επαναφοράς στην αρχική τους θέση.

Ο αυτόματος διακόπτης ισχύος δεν έχει την δυνατότητα του τηλεχειρισμού, μπορεί, όμως, να την αποκτήσει με την πρόσθεση πηνίου έλλειψης τάσης.

6. Χρονικό

Είναι μηχανισμός που χρησιμοποιείται σε ηλεκτρικά κυκλώματα για την δημιουργία:

- καθυστέρησης διακοπής, όταν διακόπτεται η τροφοδοσία του πηνίου τους,
- καθυστέρησης, κατά την έναρξη λειτουργίας, όταν το πηνίο τους τροφοδοτείται με ρεύμα.

Υπάρχει διάταξη, που ρυθμίζει το χρονικό να λειτουργεί με καθυστέρηση κατά την λειτουργία (+) και με καθυστέρηση κατά την διακοπή (-).



Σχήμα 3.13: Πραγματική μορφή χρονικού

Δεν υπάρχει μεγάλη πιστότητα ρύθμισης στο χρόνο.

Ο χρόνος ρύθμισης λειτουργίας των χρονικών είναι διαφορετικός για κάθε τύπο.

7. Χρονοδιακόπτης

Είναι μηχανισμός που δίνει αυτόματα εντολή για τη λειτουργία ή διακοπή κάποιου ή κάποιων ηλεκτρικών κυκλωμάτων, σε ορισμένες χρονικές στιγμές- που έχουμε απόλυτα προκαθορίσει.

Ο χρονοδιακόπτης αποτελείται από:

- μικρό σύγχρονο κινητήρα
- ακίδες
- δίσκο
- κουμπί ρύθμισης.

Αυτός δίνει τη δυνατότητα της χρησιμοποίησης του

- σε φωτεινές διαφημίσεις
- στο φωτισμό προθηκών καταστημάτων
- στο φωτισμό κήπων
- στη λειτουργία κουδουνιών σχολείων, εργοστασίων
- στο δημοτικό φωτισμό
- στο φωτισμό των Εθνικών οδών κ.λ.π.

υπάρχουν χρονοδιακόπτες:

- απλού τύπου, που η λειτουργία τους απαιτεί συνεχή τροφοδότηση με το ρεύμα του κυκλώματος
- με εφεδρεία, που μπορεί να εργαστεί και αν ακόμα διακοπεί το κύκλωμα της τροφοδοσίας του για ορισμένο χρονικό διάστημα.

Τελευταία, παρουσιάστηκε στο εμπόριο τύπος χρονοδιακόπτη που έχει ηλεκτρονικό κύκλωμα, ρυθμίζει την λειτουργία των ηλεκτρικών κυκλωμάτων με μορφές παλμορευμάτων και λέγεται ηλεκτρονικός χρονοδιακόπτης.

Υπάρχει τύπος χρονοδιακόπτη:

- για τοποθέτηση σε μόνιμη συγκεκριμένη θέση στον ηλεκτρικό πίνακα, με την βοήθεια ράγας
- φορητός οικιακής χρήσης, που τοποθετείται σε οποιαδήποτε συσκευή.

Εξελιγμένη μορφή, ακριβέστερης και πολυπλοκότερης λειτουργίας, χρονοδιακόπτη είναι ο προγραμματιζόμενος διακόπτης.

Ο χρονοδιακόπτης με το χρονικό δεν έχουν κανένα κοινό σημείο. Το μεν χρονικό διεγείρεται και κάνει μια μόνο ενέργεια. Αυτή για να επαναληφθεί πρέπει να υπάρξει ξανά διέγερση. Αντίθετα, ο χρονοδιακόπτης επαναλαμβάνει –από τη στιγμή της διέγερσης και ανάλογα με τον τύπο του– περισσότερες από μια ενέργειες.



Σχήμα 3.14 (α): Πραγματική μορφή αναλογικού χρονοδιακόπτη



Σχήμα 3.14 (β): Πραγματική μορφή ψηφιακού χρονοδιακόπτη

8. Θερμοστάτης

Είναι μηχανισμός που χρησιμοποιείται σε ηλεκτρικά κυκλώματα για τον έλεγχο των μεταβολών της θερμοκρασίας.

Ο θερμοστάτης αποτελείται από:

- το αισθητήριο
- τον ηλεκτρικό μηχανισμό της επαφής και την επαγωγική επαφή
- κουμπιά ρύθμισης κλιμάκων, ανώτερης και κατώτερης θερμοκρασίας.

Ανάλογα με τον τρόπο της ανίχνευσης της θερμοκρασίας από το αισθητήριο, οι θερμοστάτες διακρίνονται σε:

- εμβαπτιζόμενους
- χώρου
- επαφής.



Σχήμα 3.15 (α): Θερμοστάτης χώρου



Σχήμα 3.15 (β): Θερμοστάτης εμβαπτιζόμενος



Σχήμα 3.15 (γ): Θερμοστάτης επαφής

Οι θερμοστάτες χώρου πρέπει πάντα να τοποθετούνται σε κατάλληλα σημεία και όχι σε τυχαία.

9. Πιεζοστάτης

Είναι μηχανισμός που χρησιμοποιείται σε ηλεκτρικά κυκλώματα για τον έλεγχο των μεταβολών της πίεσης.

Ο πιεζοστάτης αποτελείται από:

- το αισθητήριο πίεσης που είναι μεμβράνη
- το σπείρωμα
- τα κουμπιά ρύθμισης των κλιμάκων ανώτερης και κατώτερης πίεσης
- τη μεταγωγική επαφή.



Σχήμα 3.16: Πραγματική μορφή πιεζοστάτη

10. Διακόπτης στάθμης υγρών ή φλοτεροδιακόπτης

Είναι μηχανισμός που χρησιμοποιείται σε ηλεκτρικά κυκλώματα για τον έλεγχο των μεταβολών στάθμης υγρών.

Οι φλοτεροδιακόπτες συναντώνται σε 3 τύπους, που είναι:

- οι μηχανικοί
- οι υδραυλικοί
- οι ηλεκτρονικοί.



Σχήμα 3.17: Πραγματική μορφή διακόπτη στάθμης υγρών ή φλοτεροδιακόπτη

11. Τερματικοί διακόπτες ή οριοδιακόπτες

Είναι μηχανισμός που χρησιμοποιείται σε ηλεκτρικά κυκλώματα για τον έλεγχο κίνησης κάποιου μέσου.

Ο τερματικός διακόπτης αποτελείται από:

- τον μηχανισμό κίνησης (κεφαλή)
- το κιβώτιο των επαφών.

Οι κεφαλές στο εμπόριο παρουσιάζονται σε διάφορους τύπους (όπως με θερμοπλαστικό ροδάκι ή με εύκαμπτη κεραία ελατηρίου).



Σχήμα 3.18: Πραγματική μορφή τερματικού διακόπτη

3.5 Μηχανικοί διακόπτες φορτίου για κυκλώματα ισχύος

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 ισχύεις, 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 ένα εκκεντροφόρο άξονα που ωθεί τις επαφές να ανοίξουν ή να κλείσουν. Μπορούν να υπάρχουν ένα ή περισσότερα ζεύγη επαφών, π.χ. 6. επίσης, οι θέσεις του διακόπτη μπορούν να είναι δύο ή περισσότερες, π.χ. 3. για να συνδεθεί σωστά ο διακόπτης, πρέπει να έχουμε το διάγραμμα των επαφών του. Για κάθε θέση του διακόπτη βλέπουμε ποιες είναι ανοιχτές και ποιες κλειστές.

Οι περιστροφικοί διακόπτες χρησιμοποιούνται σαν γενικοί διακόπτες πινάκων, σαν εκκινήτες, σαν αντιστροφείς ή και για αλλαγή ταχύτητας σε κινητήρες. Μπορεί να χρησιμοποιηθεί ο ίδιος διακόπτης για διάφορες χρήσεις. Όμως η επιτρεπόμενη φόρτισή του είναι διαφορετική για κάθε χρήση (πίνακας 3.3). Στην εκλογή αυτών των διακοπών πρέπει να λάβουμε υπόψη μας τα εξής:

- την τάση,
- το ρεύμα λειτουργίας σε συνδυασμό με την κατηγορία χρήσης,
- τη συχνότητα διακοπής,
- τη διάρκεια ζωής,
- το είδος των βοηθητικών επαφών που χρειαζόμαστε, κλειστές, ανοιχτές, κ.λπ.,
- την προστασία του διακόπτη με ασφάλειες σε βραχυκυκλώματα.

Πίνακας 3.3: 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

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:				
Βιδωτές ασφάλειες Diazed (A)	10	20	25	50
Μαχαιρωτές ασφάλειες NH (A)	10	20	32	80
Διάρκεια ζωής (κύκλοι λειτουργίας)				
Μηχανική, ρεύμα=0	2×10^6	3×10^6	1×10^6	1×10^6
Ηλεκτρική για AC-23 και ρεύμα I_e	3×10^5	3×10^5	5×10^4	5×10^4
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 εκκινητής κινητήρων, AC-23				
Ισχύς για 400 V, P (kW)	4	8	15	37
Ρεύμα λειτουργίας, I_e (A)	8,5	16,5	30	75

Για παράδειγμα, ο διακόπτης τύπου 3ZK2, έχει σύμφωνα με τον πίνακα 3.3

- Θερμικό ρεύμα $I_{th} = 30$ A (μέγιστο συνεχώς επιτρεπόμενο ρεύμα).

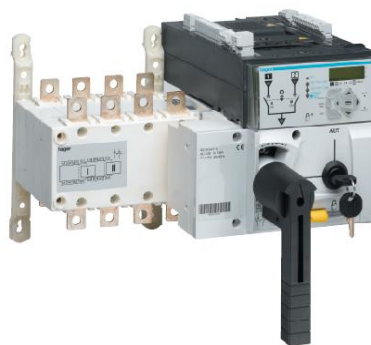
- Ρεύμα λειτουργίας $I_e = 25 \text{ A}$, για ωμικό φορτίο AC-21 και 16,5 A για κίνηση, AC-23.
- Ονομαστική τάση 660V.
- Συχνότητα λειτουργίας 150 κύκλους την ώρα.
- Διάρκεια ζωής $3 \cdot 10^6$ κύκλοι μηχανικής λειτουργίας.
- Ασφαλίζεται με 20 A NH-ασφάλειες, αλλιώς μπορεί να συγκολληθούν οι επαφές σε βραχυκυκλώματα.
- Ηλεκτρική καταπόνηση, $3 \cdot 10^5$ κύκλοι λειτουργίας AC-23, υπό ρεύμα 16,5 A.



Σχήμα 3.19 (α): Περιστροφικός διακόπτης



Σχήμα 3.19 (β): Περιστροφικός διακόπτης ράγας



Σχήμα 3.19 (γ): Μαχαιρωτός διακόπτης

Μπορεί αυτός ο διακόπτης να χρησιμοποιηθεί σαν γενικός διακόπτης πίνακα των 25 A ή σαν εκκινήτης των 16 A για $3 \cdot 10^5$ εκκινήσεις. Τα πιο πάνω δεν αφορούν διακόπτες πυκνωτών και λαμπτήρων πυράκτωσης, των οποίων η λειτουργία πρέπει να εγγυηθεί ιδιαίτερα από τον κατασκευαστή.

3.6 Διακόπτες ισχύος χαμηλής τάσης

Η κατασκευή τους αντιστοιχεί στα πρότυπα IEC 0157, VDE DIN 0660.

Οι διακόπτες ισχύος, ονομάζονται και αυτόματοι, χρησιμοποιούνται για την προστασία σε υπερρεύματα ή και ταυτόχρονα σαν γενικό μέσο ζεύξης (όχι όμως για ζεύξεις και αποζεύξεις φορτίου). Γι' αυτό κατασκευάζονται για λίγους κύκλους λειτουργίας, π.χ. για 2000-10000 ανοίγματα και κλεισίματα.

Οι διακόπτες ισχύος είναι σε θέση να διακόψουν ή να ζεύξουν ένα κύκλωμα σε συνθήκες ομαλής ή ανώμαλης λειτουργίας, δηλαδή και σε βραχυκυκλώματα. Εκτός των επαφών και του θαλάμου σβέσης μπορούν να φέρουν θερμικό και ηλεκτρομαγνητικό στοιχείο, στοιχείο έλλειψης τάσης, βοηθητικές επαφές σήμανσης και μανδάλωσης, καθώς και στοιχεία καθυστέρησης της πτώσης. Οι διακόπτες ισχύος κατασκευάζονται από 20 A – 5000 A.

Οι επαφές ισχύος απομακρύνονται με τη βοήθεια ελατηρίου που πρέπει να οπλιστεί μετά την πτώση του διακόπτη. Οπλισμός γίνεται χειροκίνητα με κουμπί, μοχλό ή με κινητήρα, οπότε ο οπλισμός μπορεί να γίνει από μακριά (τηλεχειριζόμενος).

Τα χαρακτηριστικά των διακοπών ισχύος είναι:

- Η τάση, π.χ. 400 V
- Το ονομαστικό (μέγιστο) συνεχώς επιτρεπόμενο ρεύμα, π.χ. 2000^A
- Το θερμικό ρεύμα του 1 δευτερολέπτου, δηλαδή η αντοχή των επαφών για 1 sec, π.χ. 40Ka. Δίνεται συνήθως για μεγάλους διακόπτες > 800 A.
- Το μέγιστο επιτρεπόμενο ρεύμα απόζευξης, π.χ. $I_k = 110Ka$ υπό συγκεκριμένο $\cos\varphi=0.4$. Είναι το μέγιστο ρεύμα που μπορεί να αποζεύξει ο διακόπτης ισχύος. Καμιά φορά δίνεται και η ισχύς απόζευξης $3 U_n \cdot I_k$, π.χ. 52 MVA. Το ρεύμα συνοδεύεται με τη κλάση

βραχυκύκλωσης P_1 ή P_2 P_1 είναι η λειτουργία επαναληπτικών κύκλων O-t-CO και η P_2 αντιστοιχεί σε O-t-CO-t-CO (αφορά εγκαταστάσεις διανομής και γραμμές).

- Περιοχή ρύθμισης θερμικού ή ηλεκτρονικού στοιχείου $I=f(t)$, αν υπάρχει (π.χ. 1100-2000 A).
- Περιοχή ρύθμισης στιγμιαίου (ηλεκτρομαγνητικού) στοιχείου, αν υπάρχει (π.χ. 6000-24000 A).
- Ρελέ έλλειψης τάσης και ρύθμισή του, αν υπάρχει.
- Ρελέ υπέρτασης και ρύθμισή του, αν υπάρχει.
- Μηχανισμός σπλισμού με κινητήρα, αν υπάρχει ή χειροκίνητα. Τάση λειτουργίας κινητήρα.
- Βοηθητικές επαφές για σήμανση, μανδάλωση, κ.λπ. Π.χ. 3 ανοικτές και 3 κλειστές.
- Σύστημα ψύξης επαφών με ανεμιστήρα σε μεγάλους διακόπτες, π.χ. 4000 V.
- Διακόπτες μεγάλης ισχύος μπορεί να απαιτούν βοηθητικές τάσεις που πρέπει να προέρχονται από δίκτυο αδιάλυτης τάσης, π.χ. 48 V ή 110 V συνεχή τάση.
- Σύγχρονοι διακόπτες ισχύος έχουν ένα στοιχείο επικοινωνίας από όπου μπορεί κανείς να επικοινωνήσει με σύστημα SCADA. Στοιχεία όπως ρεύμα, θέση επαφών, τάση κ.λπ. είναι δυνατόν να μεταδοθούν. Επίσης είναι δυνατόν να γίνουν τηλεχειρισμοί. Η θύρα επικοινωνίας μπορεί να είναι για το πρωτόκολλο PROFI BUS ή άλλα.

Οι μικροί διακόπτες ισχύος και οι μικροαυτόματοι έχουν όρια στο ρεύμα βραχυκύκλωσης. Αν το ρεύμα βραχυκύκλωσης υπερβαίνει αυτό το όριο τότε προτάσσονται ασφάλειες μέχρι και 3 βαθμίδες παραπάνω.

Διακόπτες ισχύος προτιμούνται των ασφαλειών, όταν δεν μπορεί να γίνει επιλεκτική η συνεργασία με άλλα μέσα προστασίας. Συνήθως αυτό εμφανίζεται σε ρεύματα πάνω από 400 A.

Σύγχρονοι διακόπτες ισχύος έχουν ηλεκτρονόμους που επιτρέπουν επακριβή ρύθμιση τόσο του ρεύματος ρύθμισης όσο και της μορφής της καμπύλης των θερμικών και ηλεκτρομαγνητικών στοιχείων.

Οι διακόπτες ισχύος ταξινομούνται ανάλογα με τη μέθοδο λειτουργίας τους (περιορισμός ρεύματος σε υψηλή ή χαμηλή τιμή). Οι προστατευτικές λειτουργίες καθορίζονται από την επιλογή των μονάδων απόζευξης, που μπορεί να είναι ηλεκτρομηχανικού ή ηλεκτρονικού τύπου.

3.6.1 Μονάδες απόζευξης

- Προστασία από υπερφόρτιση μέσω μονάδας απόζευξης με χρονική καθυστέρηση (αποζεύκτες τύπου 'a'), π.χ. διμεταλλικοί αποζεύκτες.
- Προστασία από βραχυκύκλωμα μέσω μονάδας απόζευξης ακαριαίας ενεργοποίησης (αποζεύκτες τύπου 'h'), π.χ. μαγνητικοί αποζεύκτες.
- Προστασία από βραχυκύκλωμα μέσω μονάδας απόζευξης υπερέντασης με καθοριζόμενη, μικρή χρονική καθυστέρηση (αποζεύκτες τύπου 'z'), για επιλεκτική διαβάθμιση καθυστέρησης, ή καθυστέρηση εξαρτώμενη από I^2 ($I^2 \cdot t = \text{σταθερό}$).
- Προστασία από σφάλματα προς γη μέσω κατάλληλων μονάδων απόζευξης (αποζεύκτες τύπου 'g'), με καθυστέρηση είτε καθοριζόμενη είτε εξαρτώμενη από το I^2 .
- Προστασία έναντι διαρροών μέσω μονάδων απόζευξης διαφορικού ρεύματος.



Σχήμα 3.20: Αυτόματος διακόπτης ισχύος ανοιχτού τύπου

Οι ηλεκτρονικές μονάδες απόζευξης επιτρέπουν τη χρήση νέων κριτηρίων απόζευξης, τα οποία δεν μπορούν να επιτευχθούν με τις ηλεκτρομηχανικές μονάδες απόζευξης.

3.6.2 Προστατευτικές λειτουργίες των διακοπών ισχύος χαμηλής τάσης

Κατά κύριο λόγο, οι διακόπτες ισχύος χρησιμοποιούνται για την προστασία από υπερφόρτωση και βραχυκύκλωμα. Για να αυξηθεί ο βαθμός προστασίας, μπορούν επίσης να εφοδιάζονται με επιπρόσθετες μονάδες απόζευξης, 'όπως π.χ. έναντι χαμηλής τάσης ή έναντι σφαλμάτων/διαρροών προς γη.

Οι διακόπτες ισχύος διαφοροποιούνται ανάλογα με την προστατευτική λειτουργία τους.

- Διακόπτες ισχύος για προστασία δικτύων διανομής κατά EN 60947-1 / IEC60947-1 / DIN VDE 0660-100 και EN 60947-2 / IEC60947-2 / DIN VDE 0660-101.
- Διακόπτες ισχύος για προστασία κινητήρων κατά EN 60947-1 / IEC60947-1 / DIN VDE 0660-100 και EN 60947-2 / IEC60947-2 / DIN VDE 0660-101.
- Διακόπτες ισχύος χρησιμοποιούμενοι σε κυκλώματα κίνησης κινητήρων κατά EN 60947-1 / IEC60947-1 / DIN VDE 0660-100 και EN 60947-4-1 / IEC60947-4-1 / DIN VDE 0660-102.
- Μικροαυτόματοι διακόπτες, κατά EN 60898 / IEC 60898 / DIN VDE 0641-11.

3.6.3 Κριτήρια επιλογής διακοπών ισχύος

Όταν επιλέγονται οι κατάλληλοι αυτόματοι διακόπτες ισχύος για προστασία δικτύων διανομής, πρέπει να καταβάλλεται ιδιαίτερη προσοχή στα ακόλουθα χαρακτηριστικά:

1. Πρόγραμμα υπολογιστή 'KUBS'

Τύπος διακόπτη ισχύος και μονάδων απόζευξης ανάλογα με την αντίστοιχη λειτουργία προστασίας και τις απαιτούμενες προδιαγραφές

- Ονομαστικές τάσεις
- Αντοχή σε βραχυκύκλωμα και ονομαστική ικανότητα ζεύξης – απόζευξης υπό συνθήκες βραχυκυκλώματος
- Ονομαστικά και μέγιστα ρεύματα φορτίου

Το πρόγραμμα υπολογιστή 'KUBS' (υπολογισμοί ρεύματος βραχυκυκλώματος, back-up προστασία και επιλεκτικότητα) μπορεί να παρέχει βοήθεια για την επιλογή του καταλληλότερου διακόπτη ισχύος.

Η τάση και η συχνότητα του συστήματος είναι παράγοντες καθοριστικής σημασίας για την επιλογή των διακοπών ισχύος σύμφωνα με:

- Ονομαστική τάση μόνωσης (U_i) και
- Ονομαστική τάση λειτουργίας (U_e)

2. Ονομαστική τάση μόνωσης (U_i)

Η ονομαστική τάση μόνωσης (U_i) είναι η προτυποποιημένη τιμή τάσης για την οποία προδιαγράφεται η μόνωση των διακοπών ισχύος και των σχετικών εξαρτημάτων σύμφωνα με τα πρότυπα HD 625 / IEC 60664 / DIN VDE 0110.

3. Ονομαστική τάση λειτουργίας (U_e)

Η ονομαστική τάση λειτουργίας (U_e) ενός διακόπτη ισχύος είναι η τιμή τάσης στην οποία αναφέρονται οι ονομαστικές ικανότητες ζεύξης και απόζευξης υπό συνθήκες βραχυκυκλώματος και η κατηγορία λειτουργίας του διακόπτη ισχύος υπό συνθήκες βραχυκυκλώματος.

4. Ρεύμα βραχυκυκλώματος

Το μέγιστο ρεύμα βραχυκυκλώματος στη θέση της εγκατάστασης είναι παράγοντας καθοριστικής σημασίας για την επιλογή των διακοπών ισχύος σύμφωνα με:

- Την αντοχή σε βραχυκύκλωμα καθώς επίσης τις
- ονομαστικές ικανότητες ζεύξης και απόζευξης υπό συνθήκες βραχυκυκλώματος

5. Δυναμική αντοχή σε βραχυκύκλωμα

Η δυναμική αντοχή σε βραχυκύκλωμα είναι το μέγιστο ασύμμετρο ρεύμα βραχυκυκλώματος. Είναι η μέγιστη επιτρεπόμενη στιγμιαία τιμή του αναμενόμενου ρεύματος βραχυκυκλώματος, κατά μήκος της αγωγίσιμης διαδρομής σε κατάσταση μέγιστου φορτίου.

6. Ικανότητα αντοχής θερμικής καταπόνησης (Ρεύμα διάρκειας 1 s)

Η επιτρεπόμενη θερμική καταπόνηση υπό συνθήκες βραχυκυκλώματος αναφέρεται ως το ονομαστικό ρεύμα βραχείας διάρκειας (1 s). Είναι το μέγιστο ρεύμα που μπορεί να αντέξει ο διακόπτης ισχύος για 1 s, χωρίς να υποστεί βλάβη.

7. Ονομαστική ικανότητα διακοπής

Η ονομαστική ικανότητα διακοπής των διακοπών ισχύος καθορίζεται ως η ικανότητα ζεύξης υπό συνθήκες βραχυκυκλώματος και η ονομαστική ικανότητα απόζευξης υπό συνθήκες βραχυκυκλώματος σε συνδυασμό με την κατηγορία λειτουργίας υπό συνθήκες βραχυκυκλώματος P1 ή P2.

8. Ονομαστική ικανότητα ζεύξης υπό συνθήκες βραχυκυκλώματος (I_{cm})

Η ονομαστική ικανότητα ζεύξης υπό συνθήκες βραχυκυκλώματος είναι το ρεύμα βραχυκυκλώματος το οποίο ο διακόπτης είναι σε θέση να συνδέσει, στην ονομαστική τάση +10%, στην ονομαστική συχνότητα και ένα συγκεκριμένο συντελεστή ισχύος. Εκφράζεται ως η μέγιστη τιμή κορυφής του αναμενόμενου ρεύματος βραχυκυκλώματος, και είναι τουλάχιστο ίση με την ονομαστική ικανότητα απόζευξης ρεύματος υπό συνθήκες βραχυκυκλώματος (I_{cm}), πολλαπλασιασμένη επί τον συντελεστή n .

9. Ονομαστική ικανότητα απόζευξης υπό συνθήκες βραχυκυκλώματος (I_{cm})

Η ονομαστική ικανότητα απόζευξης υπό συνθήκες βραχυκυκλώματος είναι η τιμή ρεύματος βραχυκυκλώματος που μπορεί να διακόψει ο διακόπτης ισχύος στην ονομαστική τάση λειτουργίας +10%, στην ονομαστική συχνότητα, και σε ένα συγκεκριμένο συντελεστή ισχύος ($\cos\phi$). Εκφράζεται σαν η ενεργός τιμή (r.m.s) της συνιστώσας εναλλασσόμενου ρεύματος.

10. Κατηγορία ικανότητας διακοπής

Οι κατηγορίες ικανότητας διακοπής, που καθορίζουν το ποσό συχνά μπορεί ένας διακόπτης ισχύος να χειριστεί το ονομαστικό του ρεύμα ζεύξης και απόζευξης, όπως και την κατάσταση του διακόπτη μετά από τον καθορισμένο κύκλο διακοπής, καθορίζονται για διακόπτες ισχύος στα EN 60947 / IEC 60947 / DIN VDE 0660 και σε συμφωνία με το IEC 60157-1. Η ονομαστική ικανότητα διακοπής βασίζεται στην ακολουθία ελέγχου O-t-CO-t-CO. Η ονομαστική ικανότητα διακοπής μπορεί, επίσης, να καθοριστεί βάσει της σύντομης ακολουθίας διακοπής O-t-CO.

11. Ονομαστικά ρεύματα διακοπών ισχύος

Ο ονομαστικός κύκλος λειτουργίας, π.χ. συνεχής λειτουργία, διακοπτόμενη λειτουργία, ή λειτουργία για μικρό διάστημα, παίζει αποφασιστικό ρόλο στην επιλογή του κατάλληλου διακόπτη, σύμφωνα με τις ονομαστικές προδιαγραφές του.

Διακρίνονται τα ακόλουθα ονομαστικά ρεύματα, ανάλογα με τα θερμικά χαρακτηριστικά:

- ονομαστικό θερμικό ρεύμα I_{th}
- ονομαστικό συνεχές ρεύμα I_u
- ονομαστικό ρεύμα λειτουργίας I_e .

12. Ονομαστικό θερμικό ρεύμα I_{th} , Ονομαστικό συνεχές ρεύμα I_u

Το ονομαστικό θερμικό ρεύμα I_{th} ή I_u για διακόπτες εκκίνησης κινητήρων σε περίβλημα, καθορίζεται ως ρεύμα διάρκειας 8h, σύμφωνα με τα πρότυπα EN 60947-1, -4-1, -3 / IEC 60947-1, -4-1, -3 / DIN VDE 0660-100, -102, -107. Είναι το μέγιστο ρεύμα που μπορεί να διαρρέει το διακόπτη στη διάρκεια του χρόνου αυτού, χωρίς να έχουμε υπέρβαση του ορίου θερμοκρασίας του. Το ονομαστικό συνεχές ρεύμα I_u μπορεί να διαρρέει το διακόπτη για απεριόριστο χρόνο.

Σε ρυθμιζόμενες μονάδες απόζευξης εξαρτώμενες από το ρεύμα με χρονική καθυστέρηση, η ρύθμιση μέγιστου ρεύματος είναι το ονομαστικό συνεχές (διαρκές) ρεύμα I_u .

13. Ονομαστικό ρεύμα λειτουργίας I_e

Το ονομαστικό ρεύμα λειτουργίας I_e είναι το ρεύμα που καθορίζεται από τις συνθήκες λειτουργίας της συσκευής ζεύξης, την ονομαστική τάση λειτουργίας και την ονομαστική συχνότητα, την ονομαστική ικανότητα διακοπής, τον ονομαστικό κύκλο λειτουργίας, την κατηγορία χρήσης, το χρόνο ζωής των επαφών, και το βαθμό προστασίας.

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 4

4.1 Όργανα προστασίας σε υπερρεύματα, υπερφόρτιση και βραχυκυκλώματα στη χαμηλή τάση

Τα όργανα προστασίας ΧΤ ανοίγουν ένα κύκλωμα, όταν το ρεύμα υπερβεί μία τιμή σε ένα καθορισμένο χρόνο και μάλιστα αυτόματα. Έχουμε τα εξής μέσα προστασίας:

- Ασφάλειες τήξης. Λέγονται και απλά ασφάλειες.
- Αυτόματους διακόπτες (μικροαυτόματους γραμμών, αυτόματους προστασίας συσκευών, διακόπτες ισχύος, αυτόματους κινητήρων).

4.2 Ασφάλειες τήξης

Οι ασφάλειες τήξης για κυκλώματα ισχύος αντιστοιχούν στα εξής πρότυπα; EN 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.

Σε αντιδιαστολή με τους μηχανικούς διακόπτες οι ασφάλειες εισάγουν μετά την τήξη τους μια μεγάλη ωμική αντίσταση στο κύκλωμα. Αυτή η αντίσταση προκαλεί μια μείωση του ρεύματος βραχυκύκλωσης. Για χαμηλά ρεύματα (<20 A) μπορεί να χρησιμοποιούνται χάλκινα σύρματα. Για υψηλότερα ρεύματα έχουμε και αγωγούς (τηκτά) από άργυρο. Αυτό γίνεται για να μειωθούν οι απώλειες ισχύος στην αντίσταση του τηκτού.

Οι ασφάλειες τήξης εκλέγονται σύμφωνα με τα εξής στοιχεία:

- ονομαστική τάση, π.χ. 230/400V,

- ονομαστική ισχύς διακοπής ή ρεύμα διακοπής (αυτό προσδιορίζει κυρίως τον τύπο της ασφάλειας). Υπάρχουν τύποι D, DO, NH με μέγιστα ρεύματα διακοπής 50kA, 25 kA και 100 kA αντίστοιχα,
- χαρακτηριστικές χρόνου-ρεύματος. Αντί της χαρακτηριστικής ή μαζί με την χαρακτηριστική μπορεί να δίνονται και το «μικρό» και το «μεγάλο» ρεύμα δοκιμής. Το μικρό ρεύμα λιώνει την ασφάλεια μέσα σ ορισμένο χρόνο, που είναι συνήθως μία ώρα. Το μεγάλο ρεύμα λιώνει την ασφάλεια μέσα σε ορισμένο χρόνο (συνήθως 1 ώρα).

Υπάρχουν σήμερα οι εξής τύποι ασφαλειών:

- Ασφάλειες D (είναι οι μεγάλες βιδωτές). Λέγονται και Diazed-ασφάλειες.
- Ασφάλειες DO (είναι οι μικρές βιδωτές). Λέγονται και Neozed-ασφάλειες.
- Ασφάλειες NH ή HRC-Fuses ή HBC-Fuses (είναι οι μαχαιρωτές). Τα ονόματα προέρχονται από τον γερμανικό όρο Niederspannung-Hochleistungs-sicherungen ή αντίστοιχα από τους αγγλικούς όρους High Rupture Capacity Fuses ή High Breaking Current Fuses.
- Ασφάλειες G (είναι οι μικροασφάλειες σε κυλινδρικό γυάλινο σωλήνα) για συσκευές. Λέγονται και Gerateschutzicherungen.

Οι διαφορές στις ασφάλειες παρουσιάζονται κυρίως στο μέγεθός τους και στην ισχύ απόξευξης, όπως δείχνει ο πίνακας 4.1. Οι ασφάλειες D, DO και NH χρησιμοποιούν σκόνη χαλαζία για τη σβέση του τόξου.



Σχήμα 4.1: Ασφάλειες τήξης

4.2.1 Κατηγορίες λειτουργίας ασφαλειών

Οι ασφάλειες στην προστασία γραμμών πρέπει να προστατεύουν τόσο σε υπερφόρτιση όσο και σε βραχυκυκλώματα. Η προστασία στους κινητήρες πρέπει να λειτουργεί κυρίως σε υψηλά ρεύματα. Η προστασία στους κινητήρες πρέπει να λειτουργεί κυρίως σε υψηλά ρεύματα. Επίσης, άλλες χρήσεις απαιτούν διαφορετικά χαρακτηριστικά από τις ασφάλειες. Κατασκευάζονται δηλαδή ειδικές ασφάλειες για κινητήρες (M), για ημιαγωγούς, για εφαρμογές ορυχείων κλπ, όπως αυτό εξηγείται πιο κάτω.

Πίνακας 4.1: Ικανότητα διακοπής ρεύματος βραχυκύκλωσης με διάφορες ασφάλειες 230/400V, κατά EN 60269, VDE 0636, IEC 269, IEC 257.

Τύπος	Περιοχή ρεύματος (A)	Ικανότητα διακοπής σε (kA) υπό cosφ	Ικανότητα διακοπής σύμφωνα με κατασκευαστές σε (kA) για 500V cosφ=1
G σε γυαλί	0,001-10	0.05 0.3	0.050-1.5
D, DO(βιδωτές)	6-200	25 0.3	50-70
NH(μαχαιρωτές)	6-200	50 0.4	80-100
NH »	6-160	50 0.4	80-100
NH »	80-250	50 0.4	80-100
NH »	125-400	50 0.4	80-100
NH »	315-630	50 0.4	80-100
NH »	500-1000	50 0.4	>100
NH 4a »	500-1250	50 0.4	>100

Κατασκευάζονται ασφάλειες για διάφορες κατηγορίες χρήσης που χαρακτηρίζονται από δύο γράμματα. Αυτές οι κατηγορίες περιγράφονται στα πρότυπα EN 60947, IEC 60947, DIN-VDE 0660. Το πρώτο είναι ένα g ή ένα α. η σημασία των γραμμάτων δίνεται παρακάτω:

g = πλήρης προστασία σε όλη την περιοχή ρευμάτων (Vollschutz, Ganzbereich),

α = μερική προστασία, μόνο σε υψηλά ρεύματα (χρήσιμες σε κινητήρες λόγω των υψηλών ρευμάτων εκκίνησης).

Το δεύτερο γράμμα χαρακτηρίζει το υπό προστασία αντικείμενο. Αυτό μπορεί να είναι ένα από τα παρακάτω γράμματα:

G = γενική χρήση,

L = γραμμές, καλώδια,

M = θερμικά (π.χ. για κινητήρες),

R = ημιαγωγοί,

B = εγκαταστάσεις ορυχείων,

T_r = μετασχηματιστές.

Παραδείγματα κατηγοριών λειτουργίας:

gG = πλήρης προστασία στη γενική χρήση,

gL = πλήρης προστασία για γραμμές,

aM = μερική προστασία σε υψηλά ρεύματα για κινητήρες.

Αυτές είναι και οι πιο συνηθισμένες κατηγορίες.

4.2.2 Ασφάλειες τύπου D, Diazed (μεγάλες βιδωτές)

Στις ασφάλειες αυτές ο αγωγός προς τήξη είναι σύρμα ή ταινία με σταθερή συνήθως διατομή. Οι ασφάλειες κατασκευάζονται από 2-125 A συνήθως, σε διαφορετικά χρώματα και διαμέτρους για τις διάφορες περιοχές ρευμάτων.

Οι ασφάλειες D μπορούν να διακόψουν ρεύματα μέχρι 50 kA. Το μέγιστο ρεύμα βραχυκύκλωσης είναι 10-15 φορές το ονομαστικό ρεύμα του μετασχηματιστή.

Παλιά υπήρχε η διάκριση σε ασφάλειες βραδείας και ταχείας τήξης. Από 1.8.76 δεν υπάρχει πλέον η διάκριση, αλλά οι κανονισμοί επιβάλλουν την τήρηση του μικρού και μεγάλου ρεύματος δοκιμής και ανοχής της χαρακτηριστικής, όπως αναφέραμε. Ωστόσο για περιπτώσεις όπου επιζητούμε βραδεία τήξη, μπορεί κανείς να εφαρμόσει ασφάλειες τύπου aM. Οι ιδιότητες των ασφαλειών D δίνονται στον πίνακα 4.2.

Πίνακας 4.2: Χαρακτηριστικά μεγάλων βιδωτών ασφαλειών τύπου Diazed (D)

Ονομαστικό ρεύμα I_N (A)	Μικρό ρεύμα δοκιμής. ασφάλεια λιώνει I_1 (A)	Μεγάλο ρεύμα δοκιμής. ασφάλεια λιώνει. I_2 (A)	Χρόνος δοκιμής t (h)								
0-4	$1,5 \cdot I_N$	$2,1 \cdot I_N$	1								
4-10	$1,5 \cdot I_N$	$1,90 \cdot I_N$	1								
10-25	$1,4 \cdot I_N$	$1,75 \cdot I_N$	1								
23-63	$1,3 \cdot I_N$	$1,60 \cdot I_N$	1								
63-100	$1,3 \cdot I_N$	$1,60 \cdot I_N$	1								
Ον. Ρεύμα (A)	2	6	10	16	20	25	35	50	63	80	100
Ον. Απώλειες(W)	3,3	2,3	2,6	2,8	3,3	3,4	5,2	6,5	7,1	8,5	9,1
Εναλλασσόμενο ρεύμα απόζευξης				>50Ka							
Συνεχές ρεύμα απόζευξης				>8kA							

4.2.3 Ασφάλειες τύπου DO, Neozed (μικρές βιδωτές)

Τα ηλεκτρικά χαρακτηριστικά αυτών των ασφαλειών δεν διαφέρουν ουσιαστικά από αυτά των D-ασφαλειών. Οι διάμετροι και το μήκος των DO ασφαλειών είναι μικρότερες από τις αντίστοιχες διαστάσεις των D ασφαλειών. Όπως και στις D ασφάλειες, δεν υπάρχει πλέον διαχωρισμός σε ασφάλειες βραδείας και ταχείας τήξης. Το ρεύμα απόζευξης των ασφαλειών DO είναι μικρότερο από αυτό των ασφαλειών D. Υπάρχει και ο τύπος NEOZED VBG-4 που εξασφαλίζει μεγαλύτερη προστασία στην περίπτωση έκρηξης της ασφάλειας.

4.2.4 Ασφάλειες τύπου NH, μαχαιρωτές, (High Rupture Capacity) HRC-Fuses, (High Breaking Capacity) HBC-Fuses

Τέτοιες ασφάλειες χρησιμοποιούμε για μεγάλα ρεύματα βραχυκύκλωσης, π.χ. 80 kA.

Τα τηκτά των ασφαλειών είναι ταινίες με στενές περιοχές και μία μαλακή συγκόλληση στο μέσον. Αυτά βρίσκονται σε σκόνη χαλαζία. Μετά την τήξη σε βραχυκυκλώματα σχηματίζονται πολλά τόξα σε σειρά. Σε υπερφορτίσεις με ρεύματα λίγο μεγαλύτερα από το μεγάλο ρεύμα δοκιμής, οι ασφάλειες NH λιώνουν στο μέσον, στη θέση της συγκόλλησης. Η κατασκευή αυτή μειώνει την αντίσταση στην κανονική λειτουργία και αυξάνει την ικανότητα διακοπής ρεύματος. Οι μαχαιρωτές ασφάλειες αναπτύσσουν επίσης και μεγάλη αντίσταση στο κύκλωμα μετά την τήξη τους. Έτσι, περιορίζουν το ρεύμα βραχυκύκλωσης. Αν, π.χ. χωρίς ασφάλεια το εναλλασσόμενο ρεύμα βραχυκύκλωσης είναι 20 kA και το μέγιστο κρουστικό ρεύμα είναι $2 \cdot 2 \cdot 20 = 56,5$ kA, με ασφάλεια, το μέγιστο κρουστικό ρεύμα θα περιοριστεί στα 14 kA.

Δεν υπάρχουν ασφάλειες NH βραδείας ή ταχείας τήξης. Οι χαρακτηριστικές ρεύματος-χρόνου είναι ενιαίες. Τα ονομαστικά στοιχεία των μαχαιρωτών ασφαλειών NH δίνονται στον πίνακα 4.3.

Πίνακας 4.3: Ρεύματα δοκιμής μαχαιρωτών ασφαλειών τύπου NH κατά DIN/VDE 0636, Teil 21.

Ον. Ρεύμα I_N σε (A)	Μικρό ρεύμα I_1 (A) Δεν λιώνει την ασφάλεια	Μεγάλο ρεύμα I_2 (A) Λιώνει την ασφάλεια	Χρόνος δοκιμής (h)
0-4	$1,5 \cdot I_N$	$2,10 \cdot I_N$	1
4-10	$1,5 \cdot I_N$	$1,90 \cdot I_N$	1
10-25	$1,4 \cdot I_N$	$1,75 \cdot I_N$	1
25-63	$1,3 \cdot I_N$	$1,60 \cdot I_N$	1
63-160	$1,3 \cdot I_N$	$1,60 \cdot I_N$	2
160-400	$1,3 \cdot I_N$	$1,60 \cdot I_N$	3
>400	$1,3 \cdot I_N$	$1,60 \cdot I_N$	4

Οι ασφάλειες NH κατασκευάζονται σε 7 μεγέθη διαφορετικών διαστάσεων. Σε κάθε μέγεθος αντιστοιχεί μία περιοχή ρευμάτων. Υπάρχουν μεγέθη 00, 0, 1, 2, 3, 4 και 4α.

4.2.5 Μικροασφάλειες τύπου G, σε γυάλινο κύλινδρο

Οι ασφάλειες αυτές είναι κυλινδρικές, διαμέτρου 5 mm και μήκους 20 ή 25 ή 30 mm. Το τηκτό βρίσκεται μέσα σε γυάλινο κενό σωλήνα με δύο ακροδέκτες. Μπορεί να υπάρχει και σκόνη χαλαζία στο σωλήνα. Χρησιμοποιούνται για την προστασία συσκευών μικρής ισχύος.

Οι χαρακτηριστικές ρευμάτων-χρόνου χωρίζονται κατά DIN 41571 σε πέντε κατηγορίες:

FF = πολύ ταχείας τήξης, σπάνια χρήση,

F = ταχείας τήξης,

M = μεσαίας τήξης,

T = βραδείας τήξης,

TT = πολύ βραδείας τήξης, σπάνια χρήση.

Η ικανότητα απόζευξης (σε Amperes) των μικροασφαλειών διαφέρει από ασφάλεια σε ασφάλεια. Υπάρχουν 5 κατηγορίες απόζευξης με διαφορετικά ρεύματα απόζευξης (βλέπε πίνακα 4). Οι μικροασφάλειες φέρουν την ένδειξη F, M ή T, το ρεύμα σε A την τάση V και την κατηγορία απόζευξης B...G. Π.χ.

$$F \cdot \frac{0,25}{250} C$$

ή $F \cdot \frac{0,25}{250} C =$ ταχεία τήξη 0,25 A , 250 V, κατηγορία C (ρεύμα απόζευξης 80 A),

$$T \cdot \frac{0,4}{250} B$$

ή T 0,4A 250V B = βραδεία τήξη 0,4 A, 250V, κατηγορία B (ρεύμα απόζευξης 50A).

Πίνακας 4.4: Κατηγορίες ρευμάτων απόζευξης μικροασφαλειών G (ασφάλειες σε γυάλινο κύλινδρο).

Κατηγορία	B	C	D	E	G
Ρεύμα απόζευξης(A)	50	80	300	1000	1500

4.2.6 Ασφαλειοαποζεύκτες

Οι μαχαιρωτές ασφάλειες, τύπου NH, συνδυάζονται σε τριφασικά συστήματα και με μαχαιρωτούς αποζεύκτες, οπότε έχουμε τους λεγόμενους ασφαλειοαποζεύκτες. Έχουν διπλή λειτουργία σε πίνακες διανομής. Χρησιμοποιούνται σαν ασφάλειες και σαν γενικοί διακόπτες και γι' αυτό εφαρμόζονται συχνά σε εγκαταστάσεις ισχύος.

Γενικά, οι ασφαλειοαποζεύκτες μπορούν να κλείνουν ή να ανοίγουν χειροκίνητα υπό φορτίο. Η κίνηση αυτή πρέπει να γίνεται όσο το δυνατόν γρήγορα για να μη διαρκεί πολύ χρόνο το ηλεκτρικό τόξο και επιβαρύνει τις επαφές.

Υπάρχουν ασφαλειοαποζεύκτες μέχρι και 1250^A. συνδυάζονται συχνά και με βοηθητικές επαφές για σήμανση ή έλεγχο. Σε εγκαταστάσεις κίνησης στις οποίες δεν πρέπει να λείπει μία φάση, χρησιμοποιούνται ασφαλειοαποζεύκτες με σύστημα παρακολούθησης των ασφαλειών. Χρησιμοποιείται γι' αυτό ένας αυτόματος υπερρεύματος παράλληλα στις ασφάλειες. Όταν καούν μία ή περισσότερες ασφάλειες, τότε το ρεύμα περνά από τον αυτόματο. Αυτός δίνει εντολή πτώσης στο ρελαί του κινητήρα και παράλληλα σήμανση.



Σχήμα 4.2: Ασφαλειοαποζεύκτης

4.3 Αυτόματες ασφάλειες

Οι αυτόματες ασφάλειες είναι μηχανισμοί που μοιάζουν με τους ραγοδιακόπτες (μηχανισμοί τύπου ράγας) και τοποθετούνται με τον ίδιο τρόπο στον πίνακα διανομής της ηλεκτρικής εγκατάστασης. Εσωτερικά φέρουν:

1. μηχανισμό στιγμιαίας λειτουργίας που ενεργοποιείται όταν έχουμε βραχυκύκλωμα. Αποτελείται από πηνίο με πυρήνα σιδήρου που μετακινείται στιγμιαία και με σκανδαλισμό ανοίγει τις επαφές του διακόπτη της ασφάλειας,
2. 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.

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 εκλείπει η αιτία που προκάλεσε την ενεργοποίησή τους, χωρίς να χρειάζεται αντικατάστασή τους όπως συμβαίνει με τις ασφάλειες τήξης.

Όπως οι ραγοδιακόπτες διακόπτουν έναν, δύο, τρεις ή τέσσερις αγωγούς, με τον ίδιο ακριβώς τρόπο και οι αυτόματες 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 1,5 kW.
- 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, κ.λπ.).

- Μονοπολικές +N: προστατεύουν και διακόπτουν μόνο τη 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 αυτόματες ασφάλειες κατασκευάζονται, από τις διάφορες εταιρίες στην Ελλάδα, σύμφωνα με τους διεθνείς κανονισμούς (IEC) και με ικανότητα διακοπής (ή αλλιώς με αντοχή σε ρεύμα βραχυκύκλωσης) 3000 A (3 kA), 600 A (6 kA) και 10000 A (10 kA). Σε μερικές περιπτώσεις κατασκευάζονται και χρησιμοποιούνται αυτόματες ασφάλειες με ικανότητα διακοπής μέχρι και 25 kA.

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

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

Πίνακας 4.5

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

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

Πίνακας 4.6 Χρονικά όρια ενεργοποίησης αυτόματων ασφαλειών

	Ρεύμα δοκιμής	Χρόνος ενεργοποίησης
B, C και D	$1.13 I_N$	$t \geq 1h$
	$1.45 I_N$	$t < 1h$
	$2.55 I_N$	$1s < t < 60s$ για $I_N \leq 32 A$ $1s < t < 120s$ για $I_N > 32 A$
B	$3 I_N$	$t \geq 0.1s$
	$5 I_N$	$t < 0.1s$
C	$5 I_N$	$t \geq 0.1s$
	$10 I_N$	$t < 0.1s$
D	$10 I_N$	$t \geq 0.1s$
	$20 I_N$	$t < 0.1s$

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



Σχήμα 4.3 (α): Διπολική αυτόματη ασφάλεια



Σχήμα 4.3 (β): Τετραπολική αυτόματη ασφάλεια

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

Ικανότητα διακοπής: 3 kA

Χαρακτηριστικός τύπος αυτόματης ασφάλειας: “C” ($5 \div 10 I_N$)

Εφαρμογές: Φωτισμός, προστασία μετασχηματιστών και μικρών κινητήρων, κυκλώματα ρευματοδοτών.

Πίνακας 4.7

Είδος	Μονοπολικές	Μονοπολικές +N	Διπολικές	Τριπολικές	Τετραπολικές
Ονομαστικό ρεύμα (A)	6,10,16,20,25,32,40	6,10,16,20,25,32,40	6,10,16,20,25,32,40	6,10,16,20,25,32,40	6,10,16,20,25,32,40
Ονομαστική τάση (V)	230/400	400	400	400	400

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

Πίνακας 4.8

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

Οι Μονοπολικές +N αυτόματες ασφάλειες μπορούν να αντικαταστήσουν το συνδυασμό «διπολικού διακόπτη και αυτόματης μονοπολικής ασφάλειας».

Η επιλογή της ικανότητας διακοπής (ρεύματος βραχυκύκλωσης), 3 kA, 6 kA, 10 kA, κ.λπ. και της χαρακτηριστικού τύπου “B”, “C” και “D” της αυτόματης ασφάλειας, γίνεται σε συνδυασμό με την ισχύ του κυκλώματος και το είδος της ηλεκτρικής κατανάλωσης που πρόκειται να προστατέψει η αυτόματη ασφάλεια.

Ο χαρακτηριστικός τύπος “D” ασφαλειών έχει μεγαλύτερο χρόνο ενεργοποίησης από το τύπο “C” και ο τύπος “C” από τον τύπο “B” για το ίδιο ρεύμα βραχυκύκλωσης.

4.4 Ασφαλειοδιακόπτες

Οι ασφαλειοδιακόπτες είναι διατάξεις ασφαλειών που εκτός από το να προστατεύουν ένα κύκλωμα από μεγάλα ρεύματα (βραχυκυκλώματα ή υπερφορτίσεις), μπορούν ακόμη και να διακόψουν το κύκλωμα υπό φορτίο στην κανονική του λειτουργία, όταν χρειαστεί να γίνει κάτι τέτοιο. Είναι τύπου ράγας και στο εσωτερικό τους φέρνουν μηχανισμό διακόπτη και ασφάλεια τήξης με κυλινδρικό φυσίγγι.

Κατασκευάζονται, από τις διάφορες εταιρίες, σύμφωνα με τους διεθνείς IEC κανονισμούς και εμφανίζονται ως Μονοπολικόί-Μονοπολικόί +N και Τριπολικόί. Χρησιμοποιούνται συνήθως ταυτόχρονα ως γενικοί διακόπτες και γενικές ασφάλειες και μπορούν να αντικαταστήσουν το συνδυασμό «γενικός διακόπτης-γενική ασφάλεια», σε έναν πίνακα διανομής οικιακής χρήσης.

Παρακάτω ως παράδειγμα δίνονται για κάποιους ασφαλειοδιακόπτες, η μορφή και τα χαρακτηριστικά τους.

Πίνακας 4.9 Μορφή και χαρακτηριστικά ασφαλειοδιακοπών

Είδος	Μονοπολικός	Μονοπολικός +N	Τριπολικός
Ονομαστικό ρεύμα (A)	32, 40	32	32, 40
Ονομαστική τάση (V)	400	400	400



Σχήμα 4.4: Μονοπολικός ασφαλειοδιακόπτης

4.5 Διακόπτες διαφορικού ρεύματος (ΔΔΡ)

Οι διακόπτες αυτοί χρησιμοποιούνται για την προστασία κατά της ηλεκτροπληξίας ή και κατά της πυρκαγιάς κατά HD 384.4. Έχουν την ονομασία, κατά το πρότυπο IEC 61008, Residual Current Breaker (RCB), ή Residual Current Device (RCD) ή κατά διάφορα αγγλόφωνα συγγράμματα Residual Current Circuit Breaker (RCCB). Στα ελληνικά φέρουν ακόμα και την ονομασία διακόπτες διαφυγής έντασης ή ρεύματος ΔΔΕ, ΔΔΡ. Κατασκευάζονται σύμφωνα με τα πρότυπα IEC 61008 για ΔΔΡ χωρίς στοιχείο προστασίας υπερρεύματος και IEC 61009 για ΔΔΡ με επιπλέον στοιχείο προστασίας υπερρεύματος. Δηλαδή, υπάρχουν ΔΔΡ συνδυασμένοι με μικροαυτόματο διακόπτη ισχύος.

Ο διακόπτης διαφυγής ρεύματος παρακολουθεί το ρεύμα διαρροής ως προς τη γη. Αν αυτό υπερβεί μία τιμή, συνήθως 30 mA, τότε αποζεύγει το κύκλωμα σε όλους τους πόλους, δηλαδή στις φάσεις και στον ουδέτερο, σε 0.2 sec περίπου.

Ο ΔΔΡ έχει σαν βασικό του στοιχείο έναν «αθροιστικό» μετασχηματιστή ρεύματος τύπου δακτυλίου. Στο πρωτεύον περνούν, τα ρεύματα των φάσεων I_1, I_2, I_3 και του ουδέτερου I_N . Στο δευτερεύον περνά ένα ρεύμα ανάλογο του αλγεβρικού αθροίσματος των τεσσάρων ρευμάτων, εφόσον έχουμε σύστημα εναλλασσόμενου ρεύματος.

Αν δεν υπάρχει διαρροή, τότε το άθροισμα των ρευμάτων είναι μηδέν, γιατί το ρεύμα των τριών φάσεων επιστρέφει μέσω του ουδετέρου. Το δευτερεύον του ΜΣ έντασης δεν έχει ρεύμα.

$$I_1 + I_2 + I_3 - I_N = 0$$

Αν υπάρχει σφάλμα ως προς γη, το άθροισμα των ρευμάτων των φάσεων και του ουδετέρου είναι ίσο με το ρεύμα σφάλματος I_F .

$$I_1 + I_2 + I_3 - I_N = I_F$$

Η υλοποίηση του ΔΔΡ γίνεται με μόνιμο μαγνήτη. Το ζύγωμα έλκεται και κρατά τις επαφές κλειστές, όταν δεν υπάρχει διαφορικό ρεύμα. Για διαφορικό ρεύμα διάφορο του μηδενός ακυρώνεται η ροή του μόνιμου μαγνήτη. Προφανώς γήρανση του μόνιμου μαγνήτη θα σήμαινε ότι το διαφορικό ρεύμα που ακυρώνει τη ροή θα ήταν μικρότερο του ονομαστικού ($\Delta I = 30$ mA). Δηλαδή βρισκόμαστε στην πιο ασφαλή πλευρά με την πάροδο πολλών ετών.

Προφανώς, το σύστημα λειτουργεί όταν τα ρεύματα είναι ημιτονοειδή σε ένα εύρος συχνοτήτων. Στην περίπτωση όπου τροφοδοτούνται συσκευές με ηλεκτρόνια ισχύος το ρεύμα δεν είναι ημιτονοειδές. Π.χ. σε κυκλώματα όπου συνδέονται συσκευές πληροφορικής και παρελκόμενά τους, οι συσκευές παίρνουν την ισχύ τους μέσω γεφυρών 2 παλμών. Στην τελευταία περίπτωση χρειάζεται προσοχή.

Για να αντιμετωπισθούν και περιπτώσεις φορτίων με ηλεκτρονικά ισχύος έχουν αναπτυχθεί σύγχρονοι ΔΔΡ κατά EN 61008/IEC 1008/DIN VDE 0664, που αντιμετωπίζουν διαφορικά ρεύματα AC ή και ωστικά DC ρεύματα.

Υπάρχουν όμως και περιπτώσεις όπου το διαφορικό ρεύμα έχει ισχυρή DC συνιστώσα. Τότε, ένας συνηθισμένος ΔΔΡ για AC και ωστικά ρεύματα θα ανοίξει αργότερα απ' ό,τι η ρύθμιση των 30 mA. Για να αντιμετωπισθεί πλήρως η προστασία σε AC, AC και ωστικά και DC ρεύματα, έχουν αναπτυχθεί οι «παντός ρεύματος ΔΔΡ» (universal RCD) κατά IEC 61008.

Διακόπτες για AC και ωστικά ρεύματα, δεν επιτρέπεται να διαρρέονται από συνεχή ΔΡ. Αν έχουμε τέτοια κυκλώματα, τότε πρέπει να τα διαχωρίσουμε από τα άλλα και να τα τροφοδοτούμε με «παντός ρεύματος ΔΔΡ». Αυτοί αποτελούνται από ένα στοιχείο για AC και ωστικά ρεύματα και από ένα άλλο για DC ρεύματα. Το στοιχείο των DC ρευμάτων απαιτεί ηλεκτρονικά και τροφοδοσία και ίσως αυτό είναι και ένα μειονέκτημα.

Ωστόσο η χρήση τους προτείνεται από το πρότυπο IEC 61008. το πρότυπο όμως HD384.4 που αναφέρεται στους κανόνες προστασίας δε δέχεται ΔΔΡ με ηλεκτρική τροφοδοσία, χωρίς όμως και να απαγορεύει την επικουρική εφαρμογή τους.

Ο ΔΔΡ επιτρέπεται να εφαρμόζεται σε δίκτυο TT (άμεσης γείωσης) σαν κύριο μέσο προστασίας διότι έτσι επιτυγχάνεται η προστασία ακόμα και σε μεγάλες αντιστάσεις γείωσης.

Ο ΔΔΡ εφαρμόζεται και στα δίκτυα TNS (ουδετερογειωμένα δίκτυα) ή στον κεντρικό πίνακα ή/και στους επιμέρους πίνακες. Αν έχουμε ένα ΔΔΡ, τότε αυτός συνδέεται μετά τον γενικό διακόπτη του κεντρικού πίνακα διανομής. Προστατεύει δηλαδή όλη την εγκατάσταση. Οι ΔΔΡ που προσφέρονται στο εμπόριο είναι ρυθμισμένοι για απόζευξη ρευμάτων σφάλματος:

$$I_F = 10 \text{ mA} \dots 1000 \text{ mA}.$$

Τα χαρακτηριστικά τους είναι τρία:

- Το ονομαστικό ρεύμα $I_{\Delta N}$: Είναι το ρεύμα στο οποίο αναφέρονται οι χρόνοι απόζευξης. Για $I_F = I_{\Delta N}$ ο χρόνος είναι τάξης μεγέθους 0,1 sec.
- Το ονομαστικό ρεύμα I_N είναι το ρεύμα φάσεων στο οποίο αντέχουν συνεχώς.
- Το διαφορικό ρεύμα στο οποίο αντιδρούν.

Υπάρχουν ΔΔΡ για τριφασικά και μονοφασικά κυκλώματα.

Στο εμπόριο προσφέρονται τα εξής μεγέθη:

Πίνακας 4.10 Είδη ΔΔΡ που προσφέρονται στο εμπόριο

$I_{\Delta N}$ (mA)	10	30	100	300	500	1000
I_N (A)	10/16/25	10/16/25/40/63/100	25...100	25...224	25...224	100...224

Διακόπτες διαφυγής με $I_{\Delta N} = 30 \text{ mA}$ προσφέρουν προστασία επίσης στην περίπτωση που γίνεται άμεση επαφή ανθρώπου με γυμνό αγωγό (π.χ. χέρι

στη φάση και πόδια στη γη). Δεν προσφέρουν όμως πάντα προστασία στην περίπτωση που ο άνθρωπος θα βραχυκυκλώσει με τα χέρια του φάση και ουδέτερο, π.χ. το δεξί χέρι στη φάση και το αριστερό στον ουδέτερο, γιατί το κύριο μέρος του ρεύματος σφάλματος περνά από το σώμα και όχι από το ΔΔΕ.

Σε αντιδιαστολή με άλλα μέσα προστασίας (π.χ. Διακόπτες Διαφυγής Τάσης, ΔΔΤ), έχουμε στους ΔΔΡ και μία προστασία κατά της πυρκαγιάς, γιατί περιορίζεται άμεσα το ρεύμα διαρροής προς γη. Έτσι, ηλεκτρικά τόξα από φάση προς γη που μπορούσαν να γίνουν εστίες πυρκαγιάς δεν διατηρούνται. Συνήθως, σε εκτεταμένες εγκαταστάσεις, συνδέεται στον κεντρικό πίνακα ΔΔΡ με υψηλή ρύθμιση π.χ. $\Delta I_N=0.5 \text{ A}$ και χρονικά καθυστέρηση πτώσης άνω των 1-5 sec με σκοπό την προστασία κατά της πυρκαγιάς.

Οι ΔΔΡ (του $\Delta I_N= 30 \text{ mA}$) συνίστανται πάντα σε καταναλωτές με ουδετέρωση και ιδιαίτερα εκεί που, λόγω συνθηκών, υπάρχει αυξημένος κίνδυνος ηλεκτροπληξίας. Τέτοιοι καταναλωτές είναι μαγειρεία, εγκαταστάσεις σε κήπους, μπάνια και κτηνοτροφικές εγκαταστάσεις. Δεν πρέπει όμως να ενθαρρύνονται οι τεχνίτες να δουλεύουν υπό τάση σε κυκλώματα με επικίνδυνες τάσεις, έστω και αν υπάρχει η προστασία του ΔΔΕ.

Μια μικρότερη ένταση του διαφορικού ρεύματος, π.χ. 10 mA, είναι μεν πιο επιθυμητή από τα 30 mA, αλλά ο ΔΔΡ είναι τόσο ευαίσθητος που καμιά φορά η απόζευξη γίνεται χωρίς σφάλμα.

Μεγάλοι καταναλωτές δεν προστατεύονται μόνο με ένα ΔΔΡ, αλλά με πολλούς, αφού χωριστούν σε ομάδες των, π.χ. 40-63A. Αυτό εξασφαλίζει μία ανεξαρτησία των κυκλωμάτων. Δεν επηρεάζεται το ένα κύκλωμα αν διακοπεί το άλλο. Αυτός ο χωρισμός εξασφαλίζει και μικρότερο χωρητικό ρεύμα προς τη γη. Το χωρητικό ρεύμα μπορεί να επηρεάσει τη λειτουργία του ΔΔΡ, προκαλώντας τη μη επιθυμητή πτώση του.

Προσοχή: Σε πολλά παράλληλα κυκλώματα με ΔΔΡ, οι ουδέτεροι δεν πρέπει να είναι συνδεδεμένοι μετά τους ΔΔΡ.

Μειονέκτημα του ΔΔΡ μπορεί να είναι η περιορισμένη ετοιμότητά του. Όταν αυτός δεν συντηρείται, θεωρείται μειωμένη η αξιοπιστία του. Πρέπει να δοκιμάζεται τακτικά, κάθε έξι μήνες.

Παρατήρηση: Αν ο διακόπτης διαφυγής έντασης πέφτει, δηλαδή δεν μπορεί να κρατηθεί σε κατάσταση εντός, τότε υπάρχει διαρροή ή γεφύρωση του ουδέτερου με τη γη ή με τη φάση. Το ίδιο, δηλαδή πτώση του ΔΔΡ, συμβαίνει αν μετά το ΔΔΡ έχει γειωθεί ουδέτερος, πράγμα που δεν επιτρέπεται. Η πτώση προκαλείται όταν συνδεθούν φορτία. Έτσι, μπορεί κανείς να εντοπίσει το σημείο όπου υπάρχει μη επιτρεπτή σύνδεση ανοιγοκλείνοντας τους διακόπτες των διαφόρων φορτίων.

Προσοχή χρειάζεται, ορισμένα κυκλώματα να μη προστατεύονται κατά της ηλεκτροπληξίας με ΔΔΡ αλλά με άλλη μέθοδο προστασίας. Τέτοια κυκλώματα είναι αυτά που τροφοδοτούν συναγερμούς, καταψύκτες, ψυγεία, κυκλώματα ελέγχου κ.λπ.



Σχήμα 4.5: Διακόπτης διαφορικού ρεύματος 4×40A

ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ

1. Π. Ντοκόπουλος, «Ηλεκτρικές εγκαταστάσεις καταναλωτών», Εκδόσεις Ζήτη (2005), σελ.327-338, σελ.340, σελ.355-373, σελ.381-390.
2. Σ. Τούλογλου, Ε. Στέριου, «Ηλεκτρικές εγκαταστάσεις», Α΄ τόμος, Εκδόσεις ΙΩΝ (1991), σελ.116-118, σελ.125-142.
3. Gunter G. Seip, «Ηλεκτρικές εγκαταστάσεις», μετάφραση: Γεώργιος Γρ. Σαρρής, Εκδόσεις Τζιόλα (2004)

ΔΙΑΔΙΚΤΥΟ

1. www.jimkava.com, Μηχανισμοί ελέγχου διακοπής και προστασίας ηλεκτρικών εγκαταστάσεων
2. www.abb.com
3. www.siemens.com
4. www.hagerhellas.gr
5. www.legrand.com.gr