

Προστασία Σ.Η.Ε.

1. Δώστε τους ορισμούς: (σελ. 1)

ροπή λειτουργίας: αυτή που τείνει να κλείσει τις επαφές του ηλεκτρονόμου

ροπή αναχαίτισης: αυτή που ανθίσταται στη ροπή λειτουργίας και εμποδίζει το κλείσιμο των επαφών του ηλεκτρονόμου

επίπεδο επιλογής: η τιμή του ρεύματος ή τάσεως που είναι το κατώφλι πάνω από το οποίο ο ηλεκτρονόμος κλείνει τις επαφές του

επίπεδο επαναφοράς: η τιμή του ρεύματος ή τάσεως που είναι το κατώφλι κάτω από το οποίο ο ηλεκτρονόμος ανοίγει τις επαφές του και επιστρέφει στην κανονική κατάσταση

χαρακτηριστική: η γραφική παράσταση του επιπέδου επιλογής ή επαναφοράς. Σε μερικούς ηλεκτρονόμους αυτές οι δυο καμπύλες συγκλίνουν και τότε έχουμε τον τόπο μηδενικής ροπής.

επιλεκτικότητα: η ικανότητα του ηλεκτρονόμου να διακρίνει ένα σφάλμα στη ζώνη που εποπτεύει από ένα σφάλμα σε άλλη ζώνη.

χρόνος λειτουργίας: ο χρόνος που παρέρχεται από τη στιγμή που θα επιτευχθεί το επίπεδο επιλογής μέχρις ότου ο ηλεκτρονόμος κλείσει τις επαφές του.

επέκταση: το μακρύτερο σημείο στο οποίο επεκτείνεται η ζώνη προστασίας του ηλεκτρονόμου

2. Τι είναι επιλεκτικότητα και πως επιτυγχάνεται στους 4 βασικούς ηλεκτρονόμους; (σελ. 8 – 10)

Επιλεκτικότητα ονομάζεται η ικανότητα του ηλεκτρονόμου να διακρίνει ένα σφάλμα στη ζώνη που εποπτεύει από ένα σφάλμα σε άλλη ζώνη.

Σε έναν **ηλεκτρονόμο υπερρεύματος**, ο χρόνος λειτουργίας είναι αντιστρόφως ανάλογος με το μέτρο του ρεύματος. Έτσι, ο ηλεκτρονόμος που είναι πιο κοντά στο βραχυκύκλωμα (έχει το περισσότερο ρεύμα) θα λειτουργήσει ταχύτερα και θα ανοίξει το διακόπτη ισχύος για να καθαρίσει το σφάλμα, πριν το κάνουν οι πιο απομακρυσμένοι ηλεκτρονόμοι.

Οι **ηλεκτρονόμοι διευθύνσεως** εργάζονται με το γινόμενο της τάσης και του ρεύματος. Αν το γινόμενο είναι θετικό, π.χ. τότε κλείνουν τις επαφές, ενώ αν είναι αρνητικό τις κρατούν ανοικτές. Έτσι ο ηλεκτρονόμος μπορεί να ρυθμιστεί ώστε να ενεργοποιείται μόνο όταν το ρεύμα ρέει έξω από τον ζυγό.

Ο **ηλεκτρονόμος αποστάσεως** μετρά συνεχώς το $Z = \frac{V}{I}$. Επειδή το Z είναι

ανάλογο με το μήκος της γραμμής, ο ηλεκτρονόμος μπορεί να ρυθμιστεί να ενεργοποιείται μόνο για σφάλματα μέσα στην προστατευόμενη ζώνη.

Η πιο απλουστευμένη μέθοδος για την προστασία κυκλωμάτων είναι με την χρήση **ηλεκτρονόμου μονάδας**, οι οποίοι συγκρίνουν το ρεύμα εισόδου με το ρεύμα εξόδου ενός κυκλώματος. Αυτά τα ρεύματα είναι πάντοτε ίσα, σε κανονικές συνθήκες λειτουργίας και για σφάλματα εκτός ζώνης προστασίας, ενώ διαφέρουν για σφάλματα εντός ζώνης προστασίας.

3. Γιατί σε ορισμένες εφαρμογές ζητάμε το επίπεδο επαναφοράς να πλησιάζει το επίπεδο επιλογής; Ο λόγος του επιπέδου επαναφοράς προς το επίπεδο επιλογής είναι μεγαλύτερο στους ηλεκτρονόμους ηλεκτρομαγνητικής επαγωγής από ότι στους ηλεκτρονόμους ηλεκτρομαγνητικής έλξης. Γιατί; (σελ. 14 – 21)

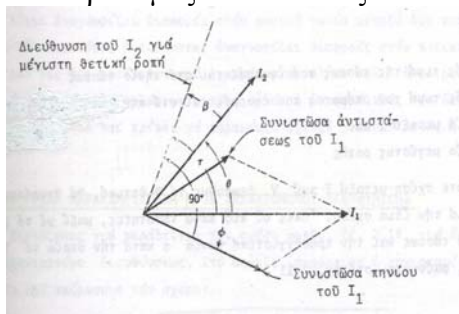
Οι ηλεκτρονόμοι **ηλεκτρομαγνητικής έλξης** ρυθμίζουν το επίπεδο επιλογής τους με τη ρύθμιση του αρχικού διάκενου αέρος. Νέα ρύθμιση που μας δίνει μεγαλύτερο επίπεδο επιλογής θα έχει ένα μικρότερο λόγο επίπεδο επαναφοράς προς το επίπεδο επιλογής. Αντίθετα, στους **επαγωγικούς ηλεκτρονόμους** επειδή η λειτουργία τους είναι δεν περιλαμβάνει καμία μεταβολή στο διάκενο αέρος του μαγνητικού κυκλώματος, ο λόγος του επιπέδου επαναφοράς προς το επίπεδο επιλογής είναι μεγάλος και φτάνει το 95 – 100%.

Για εφαρμογή βραχυκυκλωμάτων, ο ηλεκτρονόμος διεγείρει ένα διακόπτη που μηδενίζει το ρεύμα και έτσι το επίπεδο επαναφοράς δεν έχει σημασία. Όταν όμως ένας ηλεκτρονόμος χαμηλού επιπέδου επαναφοράς χρησιμοποιείται σε συνδυασμό με άλλους ηλεκτρονόμους και με τέτοιο τρόπο, ώστε η ενεργοποίηση αυτού του ηλεκτρονόμου να μην οδηγεί πάντοτε σε ενεργοποίηση του διακόπτη ισχύος, τότε πρέπει να εξετάσουμε με πολύ προσοχή μια τέτοια εφαρμογή. Ο λόγος είναι ότι ένα μεταβατικό φαινόμενο μπορεί να μην οδηγήσει σε επαναφορά του ηλεκτρονόμου στην κανονική κατάσταση λειτουργίας του.

4. Πως ορίζεται η γωνία μέγιστης ροπής; Γράψτε την εξίσωση ροπής και σχεδιάστε τα λειτουργικά χαρακτηριστικά στους ηλεκτρονόμους: διευθύνσεως, σύνθετου αντιστάσεως, τροποποιημένης συνθέτου αντιστάσεως και συνθέτου αγωγιμότητας. (σελ. 22 – 36)

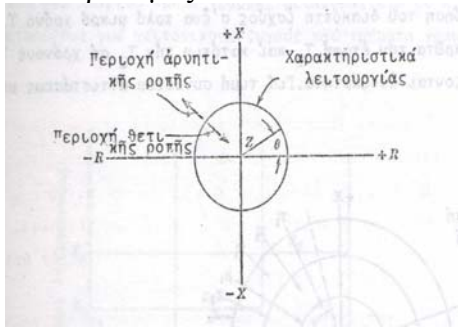
Η γωνία μέγιστης ροπής τ είναι η τιμή της γωνίας θ στην οποία έχουμε μέγιστη θετική ροπή. Στην πράξη ορίζουμε τη γωνία αυτή όταν θέλουμε να περιγράψουμε τους ηλεκτρονόμους:

Ηλεκτρονόμος διευθύνσεως



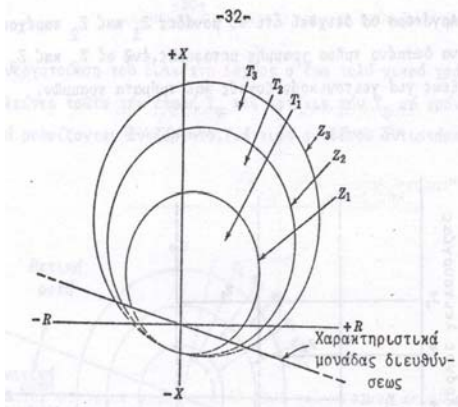
$$T = K_1 I_1 I_2 \cos(\theta - \tau) - K_2$$

Ηλεκτρονόμος σύνθετου αντιστάσεως



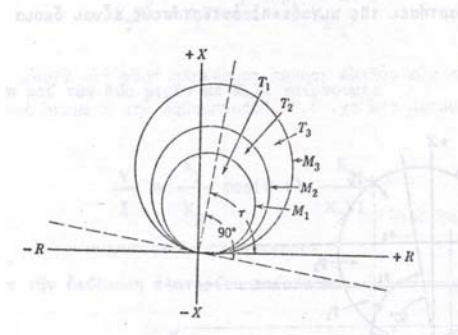
$$T = K_1 I^2 - K_2 V^2 - K_3$$

Ηλεκτρονόμος τροποποιημένης σύνθετου αντιστάσεως



$$T = K_1 I^2 - K_2 (V + CI)^2$$

Ηλεκτρονόμος σύνθετου αγωγιμότητας (mho)



$$T = K_1 VI \cos(\theta - \tau) - K_2 V^2 - K_3$$

5. Ποιες ρυθμίσεις κάνουμε σε έναν ηλεκτρονόμο υπερρεύματος; Πως επιτυγχάνονται αυτές; Σε ποιους ηλεκτρονόμους εμφανίζεται υπερεπέκταση; Πως αντιμετωπίζεται; Τι είναι δράση μνήμης; Που χρησιμοποιείται; (σελ. 36 – 38)

Σε έναν ηλεκτρονόμο υπερρεύματος ρυθμίζουμε τα επίπεδα επιλογής και επαναφοράς, καθώς και το χρόνο λειτουργίας.

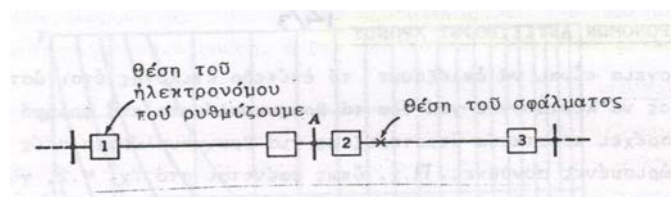
Η ρύθμιση του επιπέδου επιλογής των ηλεκτρονόμων έλξεως γίνεται με ρύθμιση του αρχικού διάκενου αέρος, ρύθμιση της τάσης του ελατήριου αναχαίτισης ή με μεταβλητές λήψεις από το πηνίο διεγέρσεως. Η ρύθμιση γίνεται με μεταβλητές λήψεις από εν σειρά αντιστάσεις ή αυτομετασχηματιστές, όταν η ποσότητα ενεργοποίησης είναι η τάση.

Ο χρόνος λειτουργίας των επαγωγικών ηλεκτρονόμων γίνεται με ρύθμιση της απόστασης μεταξύ του σημείου επιλογής και σημείου επαναφοράς. Αυτό γίνεται με ρύθμιση του “stop” του σημείου επαναφοράς. Επίσης, ρύθμιση του χρόνου λειτουργίας μπορεί να γίνει και με την μετακίνηση ενός μόνιμου μαγνήτη.

Το **φαινόμενο της υπερεπέκτασης** εμφανίζεται στους ηλεκτρονόμους αποστάσεως, όταν ο ηλεκτρονόμος τείνει να λειτουργήσει για τιμές του t μεγαλύτερες από την καθορισμένη. Για να αντισταθμίσουμε το φαινόμενο αυτό ρυθμίζουμε τον ηλεκτρονόμο να λειτουργήσει για 10 – 20% μικρότερο Z από αυτό που θα είχαμε εάν δεν υπήρχε το φαινόμενο. Η υπερεπέκταση είναι πιο έντονη όσο πιο επαγωγική είναι η σύνθετη αντίσταση.

Δράση μνήμης έχουμε όταν ο ηλεκτρονόμος είναι κατάλληλα πολωμένος και «θυμάται» την τάση πριν από το σφάλμα. Η «δράση μνήμης» είναι χρήσιμη για μεγάλης ταχύτητας ηλεκτρονόμους που λειτουργούν στο μικρό διάστημα που ρέει το ρεύμα πόλωσης.

6. Για να πετύχουμε επιλεκτικότητα μεταξύ ηλεκτρονόμων υπερρεύματος εξηγήστε πόση διαφορά πρέπει να υπάρχει μεταξύ των χρόνων λειτουργίας τους. Ποτέ χρησιμοποιούμε ηλεκτρονόμους ορισμένου χρόνου; (σελ. 42 – 43)



Ο ηλεκτρονόμος του διακόπτη 2 πρέπει να κλείσει τις επαφές του και ο διακόπτης 2 να λειτουργήσει και να διακόψει το ρεύμα πριν ο ηλεκτρονόμος του διακόπτη 1 κλείσει τις επαφές του. Επίσης, λόγω αδρανείας και μετά τη διακοπή του ρεύματος ο δίσκος του ηλεκτρονόμου εξακολουθεί να κινείται λίγο ακόμα. Έτσι, ο χρόνος λειτουργίας του ηλεκτρονόμου 1 είναι $T_1 = T_2 + B_2 + O_1 + F$, όπου:

T_1 : χρόνος λειτουργίας ηλεκτρονόμου 1

T_2 : χρόνος λειτουργίας ηλεκτρονόμου 2

B_2 : χρόνος διακοπής ρεύματος βραχυκυκλώσεως από το διακόπτη ισχύος 2

O_1 : χρόνος οφειλόμενος στην αδράνεια του δίσκου του ηλεκτρονόμου 1

F_1 : χρόνος ασφαλείας

Το O_1 διαφέρει για κάθε ηλεκτρονόμο υπερρεύματος αλλά ένας μέσος χρόνος για το $O_1 + F$ είναι της τάξης των $0,2 - 0,3 \text{ sec}$.

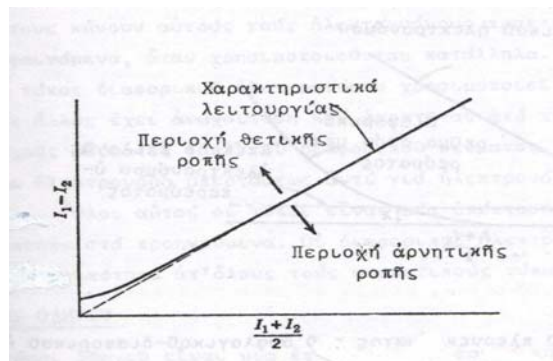
Σε ακτινωτά κυκλώματα ή κυκλώματα βροχών, όπου υπάρχουν μερικές γραμμές σε σειρά, δεν υπάρχει διάφορα στα ρεύματα βραχυκυκλώσεως για ένα σφάλμα στο τέλος της γραμμής και ένα σφάλμα στην αρχή της επόμενης. Σ' αυτήν την περίπτωση η επιλεκτικότητα επιτυγχάνεται προσθέτοντας κάποιο χρόνο καθυστέρησης στους ηλεκτρονόμους ορισμένου χρόνου καθώς κινούμαστε προς την γεννήτρια. Η χρονική αυτή καθυστέρηση είναι ίση με $B + O + F$. Μ' αυτό το είδος προστασίας τα πιο επικίνδυνα βραχυκυκλώματα εκκαθαρίζονται πιο αργά.

7. Σε ποιες ζώνες παρέχουν προστασία οι ηλεκτρονόμοι αποστάσεως και γιατί; (σελ. 60)

Λόγω των αναπόφευκτων ανακριβειών στη μέτρηση των διαφόρων ποσοτήτων δεν γνωρίζουμε την ακριβή επέκταση των ηλεκτρονόμων αποστάσεως. Για το λόγο αυτό παρέχουν προστασία σε 3 ζώνες. Η 1^η ζώνη παρέχει μεγάλης ταχύτητας προστασία στο $\approx 80\%$ της γραμμής. Η 2^η ζώνη υπερκαλύπτει το σύνολο της γραμμής και έχει μια χρονική καθυστέρηση σε σχέση με την 1^η. Η 3^η ζώνη παρέχει προστασία υποστηρίξεως. Αντίστοιχες ζώνες προστασίας δημιουργούνται από ηλεκτρονόμους που υπάρχουν και στα δυο άκρα της γραμμής.

8. Σε τι διαφέρει ο διαφορικός από τον αναλογικό – διαφορικό ηλεκτρονόμο; Ποια τα χαρακτηριστικά λειτουργίας και τα πλεονεκτήματά του; (σελ. 77 – 80)

Στον **αναλογικό – διαφορικό ηλεκτρονόμο** το διαφορικό ρεύμα που απαιτείται για να λειτουργήσει είναι μια μεταβλητή ποσότητα λόγω της επίδρασης του πηνίου αναχαίτισης. Το διαφορικό ρεύμα στο πηνίο λειτουργίας είναι ανάλογο με το $I_1 - I_2$ και το ισοδύναμο ρεύμα στο πηνίο αναχαίτισης είναι ανάλογο με το $\frac{I_1 + I_2}{2}$, εφ' όσον το πηνίο λειτουργίας συνδέεται στο μέσο του πηνίου αναχαίτισεως.



Αντίθετα το ρεύμα του **διαφορικού ηλεκτρονόμου** είναι ανάλογο με τη διανυσματική διαφορά του ρεύματος που εισέρχεται και του ρεύματος που εξέρχεται από το κύκλωμα που προστατεύεται. Εάν εξαιρέσει κανείς την μικρή

επίδραση του ελατήριου έλεγχου στα μικρά ρεύματα, ο λόγος του διαφορικού ρεύματος λειτουργίας προς το ισοδύναμο ρεύμα αναχαιτίσεως είναι μια σταθερά αναλογίας γεγονός που δικαιολογεί την ονομασία του.

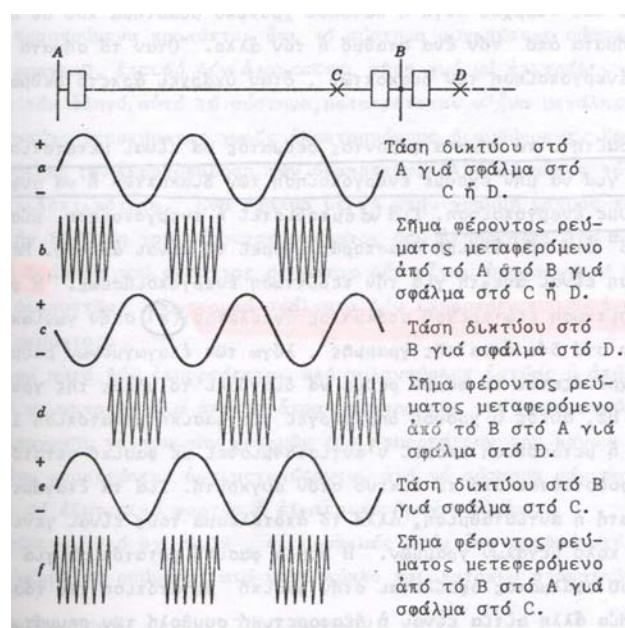
Το πλεονέκτημα του αναλογικού – διαφορικού ηλεκτρονόμου είναι ότι σπάνια λειτουργεί εσφαλμένα όταν συμβεί ένα βραχυκύκλωμα έξω από τη ζώνη προστασίας. Επειδή έχει επίπεδο επιλογής που αυξάνει καθώς αυξάνει το ρεύμα λειτουργίας, ο ηλεκτρονόμος εμποδίζεται από το να λειτουργήσει εσφαλμένα.

9. Περιγράψτε σύντομα την αρχή λειτουργίας της συσκευής σύγκρισης φάσης με οδηγό φέροντος ρεύματος. (σελ. 94 – 96)

Για εξωτερικό σφάλμα στο Δ οι τάσεις εξόδου των δικτύων στους σταθμούς Α & Β (κυματομορφές a & c) έχουν διάφορα φάσης 180° . Αυτό συμβαίνει γιατί οι μ.ρ. στους δυο σταθμούς είναι συνδεδεμένοι αντίστροφα. Επειδή ο εκπομπός τροφοδοτείται από μια ac τάση, φέρον ρεύμα διαδίδεται μόνον όταν η τάση είναι θετική. Έτσι τα σήματα φέροντος ρεύματος που εκπέμπονται από τους σταθμούς Α και Β (κυματομορφές b & d) είναι χρονικά μετατοπισμένα, με τέτοιο τρόπο ώστε πάντοτε ένα σήμα φέροντος ρεύματος να υπάρχει στο συγκριτή.

Για ένα εσωτερικό σφάλμα στο C, λόγω της αντιστροφής του ρεύματος βραχυκύκλωσης στο σταθμό Β, η τάση δικτύου αυτού του σταθμού (κυματομορφή e) γίνεται συμφασική με την τάση δικτύου του σταθμού Α. Έτσι τα σήματα φέροντος ρεύματος των δυο σταθμών συμπίπτουν (κυματομορφές b & f) και δεν υπάρχει σήμα στους συγκριτές και των δυο σταθμών κάθε δεύτερη ημιπερίοδο.

Το σύστημα σύγκρισεως φάσης δρα, έτσι ώστε να εμποδίζει την ενεργοποίηση των διακοπών και στους δυο σταθμούς όταν τα σήματα φέροντος ρεύματος είναι μετατοπισμένα στο χρόνο και υπάρχει λίγο ή καθόλου χρονικό διάστημα που οι συγκριτές δεν δέχονται σήματα από ένα σταθμό ή τον άλλο. Όταν τα σήματα συμπίπτουν τότε έχουμε ενεργοποίηση των διακοπών όταν υπάρχει αρκετό ρεύμα βραχυκυκλώσεως.



10. Τι προστασία χρησιμοποιείται στους ζυγούς; Τι πρόβλημα παρουσιάζει και ποιες οι μέθοδοι επίλυσης του; (σελ. 106 – 108)

Ένας ζυγός δεν έχει σφάλματα με ιδιαίτερα χαρακτηριστικά και όλο το πρόβλημα επιλύεται αυτόματα με μια διαφορική προστασία ρεύματος, αν διαθέτουμε μ.ρ. με ικανοποιητικά χαρακτηριστικά.

Η διαφορική προστασία ρεύματος εξαρτάται από το άθροισμα των ρευμάτων στα δευτερεύοντα των μ.ρ. που είναι μηδέν, όταν το άθροισμα των ρευμάτων στα πρωτεύοντα είναι μηδέν. Σε εξωτερικό σφάλμα ο μ.ρ. στη βραχυκυκλωμένη γραμμή δέχεται το άθροισμα όλων των ρευμάτων των υπόλοιπων μ.ρ. γύρω από το ζυγό. Μ' ένα τόσο μεγάλο ρεύμα οδηγείται στον κόρο και η διαφορετική μαγνήτιση των μ.ρ. επηρεάζει την έξοδό τους με αποτέλεσμα το άθροισμα των ρευμάτων στα δευτερεύοντα να μην είναι μηδέν (όπως θα έπρεπε).

Στο παρελθόν έγινε προσπάθεια να επιλυθεί το πρόβλημα με χρονική καθυστέρηση, αλλά σήμερα, που τα συστήματα ισχύος είναι τόσο μεγάλα και τα ρεύματα βραχυκύκλωσης αυξήθηκαν υπερβολικά, απαιτούνται ηλεκτρονόμοι μεγάλης ταχύτητας. Έτσι, σήμερα οι μέθοδοι επίλυσης του προβλήματος είναι:

- a. πολωμένη διαφορική προστασία
- b. διαφορική προστασία τάσης
- c. μ.ρ. χωρίς πυρήνα σιδηρού

11. Ποια η διαφορά στην αρχή λειτουργίας ηλεκτρονόμου αερίων και αιφνίδιας πίεσης για την προστασία Μ/Σ; Σε ποιους τύπους Μ/Σ χρησιμοποιούμε τέτοιους ηλεκτρονόμους; (σελ. 122 – 123)

Μικρή διάσπαση της μόνωσης του πυρήνα ή κακή ηλεκτρική σύνδεση δημιουργούν τοπική διέγερση που στους 350° C προκαλεί διάσπαση του λαδιού σε εύφλεκτα αέρια που συσσωρεύονται στο πάνω μέρος του μετασχηματιστή. Ο ηλεκτρονόμος αερίων θέτει σε λειτουργία ένα σήμα κίνδυνου όταν συσσωρευτεί ένα ορισμένο πόσο αερίων. Μια ανάλυση αυτών των αερίων μπορεί να μας δείξει το είδος του σφάλματος που τα προκάλεσε.

Στους μετασχηματιστές που στο επάνω μέρος έχουν ένα στρώμα αεριού, αντί για εφεδρικό δοχείο λαδιού και ψύξεως, δεν μπορούμε να χρησιμοποιήσουμε ηλεκτρονόμους αερίων, για αυτό χρησιμοποιούμε ηλεκτρονόμους αιφνίδιας πίεσεως. Αυτοί τοποθετούνται μέσα στη δεξαμενή και λειτουργούν με το ρυθμό μεταβολής της πίεσης και όχι με την πίεση.

12. Ποια προβλήματα παρουσιάζει η απλή διαφορική προστασία Μ/Σ και πως αντιμετωπίζεται; (σελ. 127)

Η απλή διαφορική προστασία παρουσιάζει τα εξής προβλήματα:

- i. Κατά τη διάρκεια σοβαρών εξωτερικών σφαλμάτων οι μ.ρ. με τα διαφορετικά τυλίγματα υφίστανται διαφορετική μαγνήτιση κόρου που επιφέρει σημαντική διαφορά στα ρεύματα δευτερεύοντος και λειτουργία του ηλεκτρονόμου
- ii. Όλοι οι μεγάλοι σύγχρονοι Μ/Σ ισχύος είναι εφοδιασμένοι με συσκευές αυτόματης μεταβολής του λόγου σπείρων υπό φορτίο. Μια τέτοια μεταβολή

όμως αλλάζει το λόγο ρεύματος και δημιουργεί ένα ρεύμα ανισορροπίας στο διαφορικό ηλεκτρονόμο

- iii. Όταν ο Μ/Σ ενεργοποιείται αρχικά με ανοικτό δευτερεύον δημιουργείται ένα ρεύμα μαγνητίσεως εισροής που έχει ένα μέγιστο πολλαπλάσιο από το πλήρες ρεύμα φορτίου του Μ/Σ και φθίνει αργά. Αυτό το ρεύμα γενικά ρέει στη μια πλευρά του διαφορικά συνδεδεμένου ηλεκτρονόμου και τείνει να τον λειτουργήσει αν δεν ληφθεί κατάλληλη πρόνοια.

Για να κάνουμε ένα διαφορικό ηλεκτρονόμο ευσταθή λόγω των δυσκολιών ι) και ιι) χρησιμοποιούμε τον αναλογικό – διαφορικό ηλεκτρονόμο. Για να αντισταθμιστεί η δυσκολία ιι) ο ηλεκτρονόμος τροφοδοτείται με μια ροπή αναχαίτισεως που εξαρτάται από τις αρμονικές του ρεύματος μαγνητίσεως εισροής

13. Ποια σύνδεση έχουν οι μετασχηματιστές ρεύματος για την προστασία ενός Δ – 4συρματου Υ και γιατί; (σελ. 129)

Οι μ.ρ. που είναι στην πλευρά των τυλιγμάτων που συνδέονται σ' αστέρα συνδέονται σε τρίγωνο και εκεί που τα τυλίγματα συνδέονται σε τρίγωνο οι μ.ρ. συνδέονται σ' αστέρα. Αυτό γίνεται για να διορθώνεται η φασική διάφορα των ρευμάτων γραμμής, που προκαλεί η σύνδεση Υ – Δ. Αυτό επίσης εξαφανίζει τα ρεύματα μηδενικής ακολουθίας στην πλευρά του Υ, που αν υπάρχουν, λόγω της έλλειψης τέτοιων ρευμάτων στην πλευρά του Δ, για εξωτερικά σφάλματα θα μπορούσαν να θέσουν σε λειτουργία τον ηλεκτρονόμο

14. Ποιο είδος προστασίας χρησιμοποιείται για βραχυκύκλωμα φάσης – γης στο στάτη μιας μηχανής; (σελ. 141 – 142)

Για μηχανές πάνω από 1MVA χρησιμοποιείται η διαφορική προστασία με ηλεκτρονόμους μεγάλης ταχύτητας, που συγκρίνουν το ρεύμα στα δυο άκρα κάθε φασικού τυλίγματος. Αν υπάρχουν παράλληλα τυλίγματα της ίδιας φάσης που καταλήγουν σε διαφορετικούς ακροδέκτες, ένας άλλος ηλεκτρονόμος συγκρίνει τα δυο ρεύματα της ίδιας φάσης. Έτσι, παρέχεται και προστασία υποστηρίξεως και ανακαλύπτονται βραχυκυκλώματα μεταξύ αγωγών της ίδιας φάσης.

Σε μηχανές μικρότερες από 1MVA μπορούν να χρησιμοποιηθούν ηλεκτρονόμοι υπερρεύματος, οι οποίοι όμως πρέπει να ελέγχονται από στιγμιαίους ηλεκτρονόμους υποτάσεως. Αυτοί κάνουν τους ηλεκτρονόμους υπερρευματος ταχύτερους και πιο ευαίσθητους για πτώση τάσεως κάτω του 50%, πράγμα που σημαίνει βραχυκύκλωμα

Μη γειωμένες μηχανές είναι σπάνιες, αλλά όταν υπάρχουν, ένα βραχυκύκλωμα γης του στάτη ανακαλύπτεται με ηλεκτροστατικούς ανιχνευτές γης, επειδή το ρεύμα βραχυκύκλωσης σ' αυτήν την περίπτωση είναι το μικρό χωρητικό ρεύμα που τροφοδοτούν οι υγιείς φάσεις.

15. Ποιο είδος προστασίας χρησιμοποιείται για βραχυκύκλωμα μεταξύ των σπειρών του στάτη; (σελ. 143)

Η διαφορική προστασία δεν μπορεί να ανακαλύψει εσωτερικά βραχυκυκλώματα σπείρων εκτός από αυτά που συμβαίνουν μεταξύ αγωγών διαφορετικών φάσεων που βρίσκονται στο ίδιο αυλάκι. Σε γεννήτριες με παράλληλα τυλίγματα χρησιμοποιείται η εγκάρσια διαφορική προστασία. Στις υπόλοιπες, στηρίζομαστε στη μηδενική ακολουθία, που δημιουργείται λόγω της ελάττωσης της ενεργού τιμής της βραχυκυκλωμένης φάσης.

Μια άλλη μέθοδος βασίζεται στο γεγονός ότι κάθε ασυμμετρία στα ρεύματα του στάτη δημιουργεί μια συνιστώσα αρνητικής ακολουθίας.