

Προστασία ΣΗΕ (ερωτήσεις)

1) Έννοιες και ορισμοί ηλεκτρονόμων.

α) **Ροπή ή δύναμη λειτουργίας:** αυτή που τείνει να κλείσει τις επαφές του ηλεκτρονόμου

β) **ροπή ή δύναμη αναχαίτισης:** αυτή που ανθίσταται στη ροπή ή δύναμη λειτουργίας και εμποδίζει το κλείσιμο των επαφών του ηλεκτρονόμου.

γ) **επίπεδο επιλογής:** η τιμή του ρεύματος ή τάσης κλπ που είναι το κατώφλι πάνω από το οποίο ο ηλεκτρονόμος κλείνει τις επαφές του.

δ) **επίπεδο αναφοράς:** η τιμή του ρεύματος ή τάσης κλπ που είναι το κατώφλι κάτω από το οποίο ανοίγει τις επαφές του και επιστρέφει στην κανονική λειτουργία

ε) **χαρακτηριστική του ηλεκτρονόμου στην μόνιμη κατάσταση:** η γραφική παράσταση του επιπέδου επιλογής ή επαναφοράς. Σε μερικούς ηλεκτρονόμους οι δυο αυτές καμπύλες συμπίπτουν και τότε έχουμε τον τόπο μηδενικής ροπής.

στ) **ηλεκτρονόμος ενίσχυσης:** ηλεκτρονόμος που ενεργοποιείται από τις επαφές του κύριου ηλεκτρονόμου και οι επαφές του που είναι παράλληλες με αυτές του κύριου, τις βοηθούν στην επαναφορά

ζ) **ηλεκτρονόμος επισφράγισης:** όμοιος με ηλεκτρονόμο ενίσχυσης αλλά είναι συνδεδεμένος έτσι ώστε να διατηρεί κλειστές τις επαφές του, μέχρι ένας διακόπτης που με τη λειτουργία του ισχύος διακόψει το κύκλωμα του.

η) **ηλεκτρονόμος υποστήριξης:** συνήθως λειτουργεί μετά από κάποια καθυστέρηση για να ενεργοποιήσει το διακόπτη ισχύος, όταν ο κανονικός ηλεκτρονόμος δεν λειτουργήσει

θ) **επιλεκτικότητα:** η ικανότητα του ηλεκτρονόμου να διακρίνει ένα βραχυκύκλωμα στη ζώνη που εποπτεύει από ένα σε άλλη

ι) **συνέπεια:** η ακρίβεια με την οποία ένας ηλεκτρονόμος επαναλαμβάνει τα ηλεκτρικά η χρονικά χαρακτηριστικά του

ια) **σημαία:** μηχανικό ή ηλεκτρικό που εμφανίζεται την λειτουργία του ηλεκτρονόμου για να διαπιστώνεται η λειτουργία του

ιβ) **χρόνος λειτουργίας:** ο που παρέχεται από τη στιγμή που θα επιτευχθεί το επίπεδο επιλογής μέχρι ο ηλεκτρονόμος να κλείσει τις επαφές του

ιγ) **επέκταση:** το μακρύτερο σημείο στο οποίο επεκτείνεται η ζώνη προστασίας του ηλεκτρονόμου.

2) Τι είναι επιλεκτικότητα και πως επιτυγχάνεται

είναι η ικανότητα του ηλεκτρονόμου να διακρίνει ένα βραχυκύκλωμα στη ζώνη που εποπτεύει από ένα βραχυκύκλωμα σε άλλη ζώνη. Επιτυγχάνεται με:

α) **ηλεκτρονόμους χρόνου-υπορρεύματος:** χρησιμοποιούνται στα χαμηλής τάσης δίκτυα διανομής. Έχει την ιδιότητα, όταν έχουμε ένα βραχυκύκλωμα σε κάποιο τμήμα του δικτύου, ρέει ρεύμα σ' αυτό απ' όλα τα γειτονικά τμήματα του δικτύου, έτσι ώστε το βραχυκυκλωμένο έχει το περισσότερο ρεύμα. Ο ηλεκτρονόμος που είναι πιο κοντά στο βραχυκύκλωμα επειδή το, θα λειτουργήσει ταχύτερα και θα ανοίξει το διακόπτη ισχύος για να καθαρίσει το βραχυκύκλωμα πριν οι πιο απομακρυσμένοι ηλεκτρονόμοι κάνουν το.

β) **ηλεκτρονόμος διεύθυνσης**: κλείνουν τις επαφές τους όταν η ισχύς ρέει προς την αντίθετη διεύθυνση από την κανονική της. Εργάζονται με το γινόμενο τάσης-ρεύματος

γ) **προστασία απόστασης**: χρησιμοποιείται σε όσες περιπτώσεις προστασίας η χρονική καθυστέρηση δεν είναι αποδεκτή. Ο ηλεκτρονόμος μετρά συνέχεια το $Z=V/I$ και επειδή το Z είναι ανάλογο με το μήκος της γραμμής ο ηλεκτρονόμος μπορεί να ρυθμιστεί να ενεργοποιείται μόνο για βραχυκυκλώματα μέσα στην προστατευόμενη

δ) **προστασία μονάδας**: η διεύθυνση των ηλεκτρονόμων έτσι ώστε να συγκρίνουν το ρεύμα που εισέρχεται με το ρεύμα που εξέρχεται από το προστατευόμενο κυκλώματα ρεύματα αυτά είναι πάντα ίσα σε κανονικές συνθήκες λειτουργίας και για έξω από τη ζώνη προστασίας, ενώ διαφέρουν για μέσα τη ζώνη προστασίας

ε) **προστασία ισορροπημένου ρεύματος**: (όταν εφαρμόζεται σε δυο παράλληλες γραμμές) Ένα βραχυκύκλωμα σ' ένα από τα παράλληλα κυκλώματα αυξάνει το ρεύμα σε αυτό και ενεργοποιεί ένα ηλεκτρονόμο που συγκρίνει τα δυο.

3) **Τι είναι και τι κάνει η υποστήριξης και βοηθητική:**

είναι μια επιπλέον του κυκλώματος που λειτουργεί με κάποια καθυστέρηση όταν δε λειτουργήσει η πρωτεύουσα. Χρησιμοποιείται μόνο για προβλήματα από βραχυκυκλώματα που είναι κα τα πιο συχνά. Παρέχει πρωτεύουσα προστασία όταν γίνεται συντήρηση ή επιδιόρθωση στην πρωτεύουσα προστασία.

4) **Σύγκριση επαγωγικού τύπου ηλεκτρονόμων με ηλεκτρονόμους μαγνητικής έλξης. Ποιος έχει καλύτερο λόγο επιπέδου επαναφοράς και γιατί; Πότε θέλουμε μεγαλύτερο;**

χρησιμοποιούνται ηλεκτρονόμοι ορισμένου χρόνου;

έχουμε 2 κατηγορίες ηλεκτρονόμων σε σχέση με τις αρχές λειτουργίας τους:

α) **ηλεκτρομαγνητικής έλξης**: όπου ένα στέλεχος έλκεται μέσα σε σωληνοειδές πηνίο και ένα σπλισμός από τους πόλους ηλεκτρομαγνήτη. Διεγείρεται από εναλλασσόμενες ή συνεχείς ποσότητες

β) **επαγωγικού τύπου**: που κάνουν χρήση της αρχής του επαγωγικού κινητήρα και διεγείρονται μόνο με εναλλασσόμενες ποσότητες.

Ο λόγος του επιπέδου επαναφοράς προς το επίπεδο επιλογής είναι μεγαλύτερος στους επαγωγικού-τύπου ηλεκτρονόμους γιατί η λειτουργία τους δεν περιλαμβάνει καμία μεταβολή στο διάκενο αέρα του μαγνητικού κυκλώματος. Ο λόγος αυτός φτάνει 95%-100%. Μεγαλύτερος λόγος όταν θέλουμε χρονική καθυστέρηση.

Οι **ηλεκτρονόμοι ορισμένου χρόνου** χρησιμοποιούνται στα χαμηλής τάσης δίκτυα διανομής (βλ. ηλεκτρονόμοι χρόνου-υπορρεύματος). Σ' αυτούς ο χρόνος λειτουργίας ρυθμίζεται και παραμένει ο ίδιος ανεξάρτητα από την τιμή του ρεύματος, και χρησιμοποιούνται για την προστασία ακτινωτών γραμμών ή βρόχων.

5) **Χαρακτηριστικά ηλεκτρομαγνητικής έλξης ηλεκτρονόμων μιας δρώσας ποσότητας:**

Οι ηλεκτρονόμοι ή συνεχούς ρεύματος που ενεργοποιούνται ή μονό από ρεύμα ή μονό από τάση. Η ολική δύναμη είναι : $F = K1 * I^2 - K2$ όπου F : η συνισταμένη, $K1$: σταθερά μετατροπής σε διαστάσεις δύναμης, $K2$: η δύναμη αναχαίτισης, I : η ενεργός τιμή του ρεύματος στο πηνίο διέγερσης. Η χαρακτηριστική λειτουργίας, όταν η συνισταμένη είναι

μηδέν δίνεται από τη σχέση: $K1 * I^2 = K2$ ή $I = \sqrt{\frac{K2}{K1}} = \text{σταθερο}$. Έχουν μεγάλη

διαφορά μεταξύ του επιπέδου επιλογής και του επιπέδου επαναφοράς. Ενεργοποιώντας τους ηλεκτρονόμους το διάκενο αέρα ελαττώνεται με αποτέλεσμα ένα μικρότερο ρεύμα να μπορεί να διασχίσει την ενεργοποίηση. Το φαινόμενο αυτό είναι πιο έντονο στους ηλεκτρονόμους συνεχούς ρεύματος από ότι στους ηλεκτρονόμους εναλλασσόμενου ρεύματος. Ο λόγος επαναφοράς προς επιλογής είναι 90-95% για τους εναλλασσόμενου ρεύματος, 60-90% για συνεχές ρεύμα. Αυτοί οι ηλεκτρονόμοι είναι γρήγοροι και χρησιμοποιούνται όπου δεν απαιτείται χρονική καθυστέρηση.

6) **Χαρακτηριστικά ηλεκτρονόμων επαγωγικού τύπου:**

Είναι οι πιο διαδεδομένοι από τους ηλεκτρονόμους που διεγείρονται με πιστότητες Ε.Ρ.. Είναι **επαγωγικοί κινητήρες** με επαφές που διαχωρίζουν τη ροή και εισάγουν τη φασική διάφορα στις δυο συνιστώσες. Από τη θεμελιώδη σχέση: $F \propto \Phi_1 * \Phi_2 * \sin \theta$, όπου θ : η γωνία κατά την οποία η Φ_1 προπορεύεται της Φ_2 , παρατηρούμε ότι η συνιστάμενη δύναμη είναι ανεξάρτητη του χρόνου. Η λειτουργία ενός ηλεκτρονόμου υπό την επίδραση μιας τέτοιας δύναμης, είναι καλή και απαλλαγμένη από ταλαντώσεις. Η μέγιστη δύναμη παράγεται όταν οι δυο ροές έχουν 90° . Η φορά περιστροφής του δρομέα εξαρτώνται από το ποια ροή προπορεύεται. Οι δυο μη φασικές ροές δημιουργούνται σε μερικές κατασκευές ηλεκτρονόμων με χάλκινα δακτυλίδια στους πόλους ή με δυο χωριστά πηνία σε διαφορετικό μαγνητικό κύκλωμα σε άλλες.

7) **Υπολογισμός ροπής σε επαγωγικούς ηλεκτρονόμους διεύθυνσης**

α) **Ηλεκτρονόμοι ρεύματος-ρεύματος:** ενεργοποιούνται από δυο διαφορετικά ρεύματα. Η ροπή γράφεται: $T = K_1 * I_1 * I_2 * \sin \theta - K_2$, όπου I_1, I_2 : η ενεργός τιμή των ρευμάτων που δρουν στην ηλεκτρονόμο και θ : η φασική γωνία των ροών που δημιουργούν τα I_1 και I_2 . Γενικά θέλουμε η μέγιστη να συμβαίνει σε κάποια τιμή του θ διάφορη του 90° , χρησιμοποιώντας τη γωνία ροπής «τ» σαν μια σταθερά του ηλεκτρονόμου διεύθυνσης μπορούμε να γράψουμε τη σε μια μορφή που ισχύει για όλες τις κατασκευές συμμετρικές ή όχι: $T = K_1 * I_1 * I_2 * \cos(\theta - \tau) - K_2$

β) **Ηλεκτρονόμοι επαγωγής ρεύματος-τάσης:** ενεργοποιούνται από μια πηγή ρεύματος ή μια τάσης. Η: $T = K_1 * V * I * \cos(\theta - \tau) - K_2$. Η γωνία του «τ» είναι της τάξης 20° - 30° και $\theta > 0$. Ένας ηλεκτρονόμος διεύθυνσης Ε.Ρ. γνωρίζει τις διαφορές στη φασική γωνία μεταξύ των δυο ποσοτήτων, όπως ένας ηλεκτρονόμος αναγνωρίζει στην πολικότητα.

8) **Τι είναι γωνία μέγιστης ροπής και ποιο το διανυσματικό διάγραμμα για τη μέγιστη ροπή σε ένα ρεύματος-ρεύματος επαγωγικού τύπου ηλεκτρονόμο διεύθυνσης.**

Γωνία μέγιστης ροπής **τα** είναι η τιμή της γωνίας θ , που δημιουργείται από τις ροές δυο ρευμάτων, στην οποία έχουμε μέγιστη θετική ροπή.

(διανυσματική σχέση για παράλληλη R στο πηνίο του I_1)

$$T = K_1 * I_1 * I_2 * \sin(\theta - \varphi) - K_2$$

9) **Ποια τα λειτουργικά χαρακτηριστικά για ένα ηλεκτρονόμο διεύθυνσης σε πολικές συντεταγμένες**

Τα λειτουργικά χαρακτηριστικά για λογικές τιμές του I είναι μια ευθεία γραμμή που δεν περνά από την αρχή των αξόνων, κάθετη προς τη θέση του I για μέγιστη ροπή. Η γραμμή είναι η γραφική παράσταση της σχέσης $I = \cos(\theta - \tau) = \text{σταθερο}$
Το διάνυσμα του ρεύματος που η κεφαλή του βρίσκεται μέσα στην περιοχή θετικής ροπής

ενεργοποιεί τον ηλεκτρονόμο, ενώ για κάθε διάνυσμα που η κεφαλή του βρίσκεται στην περιοχή αρνητικής ροπής, επαναφέρεται στην κανονική κατάσταση. Τα λειτουργικά χαρακτηριστικά παύουν να είναι ευθεία γραμμή για φασική γωνία ρεύματος που πλησιάζει 90°.

10) **Ηλεκτρονόμοι απόστασης – Λειτουργικά Χαρακτηριστικά**

Στους ηλεκτρονόμους υπάρχει μια ισορροπία μεταξύ μιας τάσης και ενός ρεύματος. Ο λόγος αυτών των ποσοτήτων εκφράζει τη συνθετική αντίσταση, που είναι ένα ηλεκτρικό μέτρο της απόστασης κατά μήκος μιας γραμμής μεταφοράς.

α) **τύπου σύνθετης αντίστασης:** Βασικά είναι ηλεκτρονόμοι υπερρεύματος με αναχαιτισή τάσης. Η εξίσωση ροπής είναι: $T = K1 * I^2 - K2 * V^2 - K3$, όπου I, V οι ενεργές τιμές τάσης και ρεύματος και K3 η ροπή του ελατηρίου. Στο σημείο ισορροπίας η συνισταμένη ροπή είναι μηδέν (T=0) και $\frac{V}{I} = Z = \sqrt{\frac{K1}{K2} - \frac{K3}{K2 * I^2}}$. Όμως επειδή η επίδραση του ελατηρίου

είναι αισθητή για πολύ μικρές τιμές του ρεύματος, θέτουμε K3=0, οπότε $Z = \sqrt{\frac{K1}{K2}} = \text{σταθ.}$

Για την προστασία γραμμών μεταφοράς ένας ηλεκτρονόμος απόστασης τύπου συνθετικής αντίστασης για μια φάση αποτελείται από: 1) μια μονάδα διευθύνσεως, 2) τρεις μονάδες συνθετικής αντίστασης, 3) μια μονάδα χρόνου, 4) τις συνηθισμένες σημειώσεις, 5) τη μονάδα επισφραγίσεως και άλλες βοηθητικές.

β) **τύπου τροποποιημένης σύνθετης αντίστασης:** Τα λειτουργικά χαρακτηριστικά του είναι μετατοπισμένα. Η μετατόπιση επιτυγχάνεται με ένα ρεύμα πολώσεως που βάζει μέσα στο πηνίο τάσης μια τάση αναλογική με το ρεύμα. Η εξίσωση ροπής γίνεται:

$T = K1 * I^2 - K2 * (V + I * C)^2$, όπου (V+IC) η ενεργός τιμή του μέτρου του ανυσμάτος, που είναι αθροισμάτων ανυσμάτων V και IC, ενώ η σταθερά C περιλαμβάνει και μια σταθερή γωνία.

Χρησιμοποιώντας το ρεύμα πολώσεως μπορούμε να μετακινήσουμε τον κύκλο προς οποιαδήποτε κατεύθυνση και κατά ένα επιθυμητό ποσοστό.

Τα χαρακτηριστικά του ηλεκτρονόμου είναι πιο στενά με τη γραμμή → πιο δύσκολη η ενεργοποίηση → ακριβέστεροι.

γ) **τύπου μιγαδικής αντίστασης:** Έχει μια μονάδα υπερρεύματος που παράγει θετική ροπή και μια μονάδα διευθύνσεως ρεύματος-τάσης που παράγει θετική ή αρνητική ροπή, αναλογικά με τη φασική γωνία του ρεύματος και της τάσης. Η ροπή είναι: $T = K1 * I^2 - K2 * V * I * \sin(\theta) - K3$, θ θετικό όταν το I καθυστερεί του V. Στο σημείο ισορροπίας T=0: $K1 * I^2 = K2 * V * I * \sin(\theta) - K3$, διαίρεση με I^2 : $\frac{V}{I} \sin(\theta) = Z \sin(\theta) = \frac{K1}{K2} - \frac{K3}{K2 * I^2} = X$
 $X = \frac{K1}{K2} = \text{σταθερό}$

δ) **τύπου ΜΗΟ ή σύνθετης αγωγιμότητας:** έχει ένα πηνίο αναχαιτισής τάσης που δημιουργεί μια αρνητική ροπή σε ένα ηλεκτρονόμο διεύθυνσεως. Η εξίσωση ροπής είναι: $T = K1 * V * I * \cos(\theta - \tau) - K2 * V^2 - K3$. Στο σημείο ισορροπίας T=0: $Z = \frac{K1}{K2} * \cos(\theta - \tau)$

11) **Ποιες ρυθμίσεις ηλεκτρονόμων υπερρεύματος γίνονται;**

Η προστασία με ηλεκτρονόμους υπερρεύματος είναι η απλούστερη αλλά πιο δύσκολη στην εφαρμογή και αυτή που χρειάζεται επαναριθμώ πιο γρήγορα ή ακόμα και

αντικατάσταση καθώς μεταβάλλεται το ηλεκτρικό δίκτυο. Ρυθμίσεις:

α) **Ρύθμιση του επιπέδου επιλογής ή επαναφοράς:** Για ηλεκτρονόμους με οπλισμό έλξης γίνεται με ρύθμιση του αρχικού διακένου ή με ρύθμιση της τάσης του ελατηρίου αναχαίτισης ή με μεταβλητές λήψεις από το πηνίο διέγερσης. Για ηλεκτρονόμους ηλεκτρομαγνητικής επαγωγής γίνεται με μεταβλητές λήψεις από το πηνίο διέγερσης όταν η ποσότητα που ενεργοποιεί τον ηλεκτρονόμο είναι το ρεύμα, ενώ όταν η ποσότητα είναι η τάση γίνεται με μεταβλητές λήψεις από εν σειρά αντιστάσεις ή αυτομετασχηματιστές. Με τη χρήση μιας γέφυρας μεταβάλλουμε το στατικό επίπεδο επιλογής του ηλεκτρονόμου. Η ρύθμιση γίνεται με 25%-200% με κλίμακα των 25% για φασικούς ηλεκτρονόμους υπερρέματος και από 20-80% με κλίμακα 10% για ηλεκτρονόμους βραχυκυκλώματος γης.
β) **Ρύθμιση του χρόνου:** γίνεται με τη ρύθμιση της απόστασης μεταξύ του σημείου επιλογής και του σημείου επαναφοράς (με στοπ σημείο επαναφοράς). Επίσης μπορεί να γίνει και με τη μετακίνηση ενός μόνιμου μαγνήτη (με ένα περιστροφικό διακόπτη ρύθμισης χρόνου και μια κλίμακα).

- 12) **Στη γραμμή διανομής (η ισχύς ρέει από αριστερά προς δεξιά) ποια η σχέση από την οποία μπορούμε να υπολογίσουμε το χρόνο λειτουργίας του ηλεκτρονόμου ώστε να πετύχουμε επιλεκτικότητα;**

Η ζητούμενη σχέση είναι : $T_1 = T_2 + B_2 + O_1 + F$, όπου T_1 : ο χρόνος λειτουργίας του ηλεκτρονόμου 1, T_2 : ο χρόνος λειτουργίας του ηλεκτρονόμου 2, B_2 : ο χρόνος διακοπής του ρεύματος από το διακόπτη ισχύος 2, O_1 : ο χρόνος που ωφείλεται στην αδρανεια του δίσκου του ηλεκτρονόμου 1 (over-travel) και F ένας χρόνος ασφαλείας (σφάλματα).

- 13) **Γιατί κάνουμε αντιστάθμιση όσον αφορά τα σημάτα που τροφοδοτούνται σε ηλεκτρονόμους αντιστάσης για προστασία σφαλμάτων γης. Ποιες αντιστάθμισεις γίνονται;**

Η τάση της φάσης α στη θέση του ηλεκτρονόμου, για την περίπτωση ενός βραχυκυκλώματος γης αυτής της φάσης σε μια απόσταση m από τον ηλεκτρονόμο είναι: $V_a = I_a * m * Z_{le} + (I_b + I_c) * m$. Η μέτρηση της συνθέτης αντίστασης από τον ηλεκτρονόμο χρησιμοποιώντας απευθείας τα μεγέθη V_a και I_a είναι λάθος, κατά ένα ποσοστό που εξαρτάται από το λόγο του αθροίσματος $I_b + I_c$ προς το I_a . Για να ελαττώσουμε το λάθος αυτό σε προβαίνουμε σε αντιστάθμιση. Οι μέθοδοι αντιστάθμισης είναι :

α) **Η μέθοδος αντιστάθμισης των υγιών φάσεων:** όπου ο ηλεκτρονόμος μετρά με ακρίβεια τη συνθετη αντιστάση που οφείλεται στην αυτεπαγωγή του εσφαλμένου αγωγού μεταξύ θέσης του ηλεκτρονόμου και του σημείου βραχυκυκλώματος,

β) **μέθοδος του υπολειματικού ρεύματος:** όπου ο ηλεκτρονόμος μετρά τη συνθεση αντιστάση θετικής ακολουθίας του κυκλώματος που προστατεύει.

- 14) **Ρύθμιση της πρώτης και δεύτερης ζώνης.**

Ο **ρυθμιστής ζώνης** είναι ίσος με $0.9 * Z_1 * n_i / n_p$, όπου Z_1 το μετρο της συνθετης αντιστάσης θετικής ακολουθίας της προστατευομενης γραμμης, n_i ο λόγος του M/T ρεύματος, n_p ο λόγος του M/T τάσης, 0.9 το ποσοστό της γραμμής που προστατεύεται. Όταν χρησιμοποιείται ΜΗΟ ηλεκτρονόμος η τιμή ρύθμισης πρέπει να αυξάνει με τη διαίρεση της με το $\cos(\theta - \tau)$, δηλ γίνεται διόρθωση της τιμής ρύθμισης ΜΗΟ ηλεκτρονόμου με $Z_r = Z_l / \cos(\theta - \tau)$. Στις γραμμές το Z_1 είναι $Z_1 = Z_l = L(r_1 + jX_1)$ γι' αυτό η τελική τιμή του ρυθμιστή

βρίσκεται από την τιμή του Z_1 πολλαπλασιασμένη με το συντελεστή $\frac{R_p}{R_c} * \frac{\cos(\theta - \tau + \theta_p + \theta_c)}{\cos(\theta - \tau)}$, όπου R_p, R_c οι συντελεστές διόρθωσης του λόγου του M/T τάσης και ρεύματος, θ η φασική γωνία γραμμής μεταφοράς ισχύος, τ η γωνία μεγίστης ροπής του ηλεκτρονομού, θ_p, θ_c τα σφάλματα της φασικής γωνίας του M/T τάσης και ρεύματος.

Η **δευτερη ζωνη** δεν πρέπει να καλύπτει περισσότερο από το 75% της προηγούμενης ζώνης. Αν η επομενη γραμμη τροφοδοτείται με ένα επιπλέον ρεύμα I στο ζυγό της, αυτό ελαττώνει την επέκταση της δεύτερης ζώνης γιατί αυτό το επιπλέον ρεύμα δεν περιλαμβάνεται στο ρεύμα I_{ra} του ηλεκτρονόμου και η επιπλέον πτώση τάσης θα αυξήσει την αντίσταση που βλέπει ο ηλεκτρονόμος. Η πρώτη και δεύτερη ζώνη ρυθμίζονται χρησιμοποιώντας την πραγματική συνθετή αντίσταση της γραμμής και αγνοώντας τα επιπλέον ρεύματα που πιθανόν να τροφοδοτούν τον επομένο ζυγό.

15) **Ρυθμισμό της τρίτης ζώνης**

Η τρίτη ζώνη ρυθμίζεται να υπερκαλύπτει την γειτονική γραμμή, λαμβάνοντας υπόψη το μέγιστο I_f . Ρυθμίζεται τουλάχιστον με την τιμή $Z_1 + W * Z_1' (\Omega)$, όπου Z_1' η συνθετή αντίσταση της επομενης γραμμής, W η $\max$ τιμή του $\frac{I_{ra} + I_f}{I_{ra}}$, που είναι ο λόγος του ολικού ρεύματος της επομενης γραμμής προς το ρεύμα της γραμμής που προστατεύεται. Η μεγάλη τιμή ρυθμισμού τρίτης ζώνης ενεργοποιεί τον ηλεκτρονόμο σε συνθήκες υπερφόρτωσης. Η δυσκολία αυτή αντιμετωπίζεται με:

- α) τη χρησιμοποίηση ηλεκτρονόμου που ελέγχει το ρυθμό αύξησης του ρεύματος
- β) τη χρήση ηλεκτρονόμων με ελλειπτικά $R-X$.

16) **Ποια είναι η διαφορά μεταξύ του αναλογικού ηλεκτρονόμου από τους απλούς; Που πλεονεκτεί ο πρώτος από το δεύτερο;**

Ο αναλογικός ηλεκτρονόμος διαθέτει και ένα πηνίο αναχαίτισης. Το πλεονεκτήμα του είναι ότι πιο σπάνια λειτουργεί εσφαλμένα όταν συμβεί ένα βραχυκυκλώμα έξω από τη ζώνη προστασίας, από ότι ένας διαφορικός ηλεκτρονόμος. Αυτό γιατί ο αναλογικός διαφορικός ηλεκτρονόμος έχει επίπεδο επιλογής που αυξάνει καθώς το ρεύμα λειτουργίας αυξάνει, εμποδίζοντας έτσι την εσφαλμένη λειτουργία του. $\frac{I_1 + I_2}{2} * N$

17) **Τι είναι η δράση μνήμης στους ηλεκτρονόμους απόστασης;**

Οι ηλεκτρονόμοι που χρησιμοποιούν το πηνίο τάσης για παραγωγή θετικής ροπής κατασκευάζονται με δράση μνήμης, που αποκλείεται με χρήση πηνίου πολώσης-τάσης στο οποίο το ρεύμα δεν σταματά αμέσως μόλις η τάση στην πλευρά υψηλής τάσης του M/T μηδενιστεί, γιατί η αποδιδόμενη ενέργεια στο κυκλώμα τάσης κάνει ένα ημιτονοειδές ρεύμα να ρέει στο πηνίο της για μικρό χρονικό διάστημα. Η συχνότητα και η φασική γωνία του ρεύματος είναι τα ίδια όπως πριν μηδενιστεί η υψηλή τάση. Η δράση μνήμης κατάστασης είναι χρήσιμη για μεγάλης ταχύτητας ηλεκτρονόμους που λειτουργούν στο μικρό χρονικό διάστημα που ρέει το ρεύμα.

18) **Σε ποιες ζώνες παρέχουν προστασία οι ηλεκτρονόμοι απόστασης και γιατί;**

Λόγω των αναποφευκτών ανακρίβειων στην μέτρηση των διαφορών ποσοτήτων δεν γνωρίζουμε την ακριβή επέκταση των ηλεκτρονόμων απόστασης. Για αυτό το λόγο οι ηλεκτρονόμοι αυτοί παρέχουν προστασία σε τρεις ζώνες. Η πρώτη ζώνη παρέχει προστασία

μεγάλης ταχύτητας για 80% της γραμμής. Η δεύτερη υπερκαλύπτει το σύνολο της γραμμής και έχει μια χρονική καθυστέρηση σε σχέση με την πρώτη ζώνη. Η τρίτη ζώνη παρέχει προστασία υποστηρίξης.

19) Γιατί σε ορισμένες εφαρμογές το επίπεδο επαναφοράς πλησιάζει το επίπεδο επιλογής;

Για εφαρμογές βραχυκυκλωμάτων όπου εφαρμόζονται τέτοιου είδους ηλεκτρονόμοι, ο ηλεκτρονόμος διεγείρει ένα διακοπτή που μηδενίζει το ρεύμα και έτσι το επίπεδο επαναφοράς δεν έχει σημασία. Όταν όμως ένα ηλεκτρονόμος χαμηλού επιπέδου επαναφοράς χρησιμοποιείται μαζί με άλλους ηλεκτρονόμους, ώστε η ενεργοποίηση του να μην οδηγεί πάντα σε ενεργοποίηση του διακοπτή ισχύος, πρέπει να εξετάσουμε με πολύ προσοχή μια τέτοια εφαρμογή γιατί ένα μεταβατικό φαινόμενο μπορεί να οδηγήσει στην ενεργοποίηση του ηλεκτρονόμου, ενώ η επαναφορά στην κανονική κατάσταση του συστήματος να μην οδηγήσει στην επαναφορά στην κανονική κατάσταση του ηλεκτρονόμου. Τέτοιοι ηλεκτρονόμοι μπορούν να ενεργοποιηθούν με μικρότερες τιμές τάσης ή ρεύματος του επιπέδου επιλογής, ενώ είναι γρηγοροί και χρησιμοποιούνται όπου δεν απαιτείται χρονική καθυστέρηση.

20) Ποια είδη προστασίας χρησιμοποιούνται σε γραμμές μεταφοράς; Ποια τα πλεονεκτήματα και ποια τα μειονεκτήματα καθενός από αυτά; Σε ποια τάση γραμμής χρησιμοποιούνται;

τα είδη προστασίας που χρησιμοποιούνται είναι:

α) οι διαφορικοί ηλεκτρονόμοι: υπάρχουν πολλά είδη διαφορικών ηλεκτρονόμων με πιο ευρέως χρησιμοποιούμενο αυτό του αναλογικού διαφορικού ηλεκτρονόμου. Ο ηλεκτρονόμος αυτός σπάνια λειτουργεί εσφαλμένα. Όλα τα είδη των διαφορικών ηλεκτρονόμων επιτυγχάνουν την καλύτερη επιλεκτικότητα από όλους τους συμβατικού τύπου ηλεκτρονόμους. Δεν μπορούν όμως να χρησιμοποιηθούν σε γραμμές γιατί η μεγάλη απόσταση των ακρών των γραμμών δεν επιτρέπει M/T ρεύματος.

β) ηλεκτρονόμοι οδηγού: οι ηλεκτρονόμοι οδηγού παρέχουν μόνο πρωτεύουσα προστασία.

Υπάρχουν τρεις τύποι οδηγού: ι) οδηγός σύρματος ii) φερόντος ρεύματος

iii) μικροκυμματικοί. Τέτοιοι τύποι ηλεκτρονόμων παρουσιάζουν τα εξής μειονεκτήματα:

i) πρέπει η λειτουργία ενός ηλεκτρονόμου σε ένα σταθμό να εμποδίζεται από την λειτουργία άλλου ηλεκτρονόμου σε άλλο σταθμό, ii) πρέπει να λαμβάνεται υπόψη η διαδρομή των επαφών, iii) απαιτούν τη χρήση ξεχωριστών ηλεκτρονόμων φάσεων και γης για να έχουμε ικανοποιητική ευαισθησία σε όλες τις περιπτώσεις βραχυκυκλωμάτων.

Οι ηλεκτρονόμοι οδηγού χρησιμοποιούνται στην προστασία γραμμών μεταφοράς, ενώ οι διαφορικοί ηλεκτρονόμοι για την προστασία γεννητριών, M/T, ζυγών κλπ.

21) Σε τι διαφέρει ο διαφορικός ηλεκτρονόμος από τον αναλογικό διαφορικό ηλεκτρονόμο; Ποια τα τεχνικά χαρακτηριστικά τους, οι λειτουργίες τους και το πλεονέκτημα του αναλογικού διαφορικού ηλεκτρονόμου;

Στο διαφορικό ηλεκτρονόμο (με την προϋπόθεση ότι οι M/T ρεύματος έχουν τον ίδιο λόγο) υπο κανονική λειτουργία δεν ρέει ρεύμα μέσω αυτού. Στην περίπτωση βραχυκυκλώματος, έχουμε λειτουργία του ηλεκτρονόμου που συγκρίνει τη διαφορά του ρεύματος που εισέρχεται και εξέρχεται με το επίπεδο επιλογής του και αντιδρά αναλογώς. Την ίδια αρχή έχει και ο αναλογικός διαφορικός ηλεκτρονόμος, μόνο που για να λειτουργήσει απαιτεί ποσοτήτα ρεύματος $(I_1 + I_2) \cdot N/2$, όπου N οι σπείρες του πηνίου αναχαιτίσης. Το

πλεονεκτημα του αναλογικου ειναι οτι σπανια λειτουργει εσφαλμενα οταν συμβει ενα βραχυκυκλωμα εξω απο την ζωνη προστασιας. Αυτο γινεται λογω του οτι εχει επιπεδο επιλογης που αυξανσι καθως αυξανει το ρευμα λειτουργιας, εμποδιζοντας ετσι την εσφαλμενη λειτουργια του. Βασικη διαφορα τους ειναι η υπαρξη του πηνιου αναχαιτισης στον αναλογικο ηλεκτρονομο.

- 22) **Περιγραψτε με συντομια την αρχη λειτουργιας της συσκευης συγκρισεως φασεως με οδηγιο φερωντος ρευματος για προστασια γραμμων.**

Ο τυπος συσκευων ηλεκτρονομων συγκρισεως φασεως συγκρινει τις φασεις μεταξυ του εισερχομενου στις γραμμη με το εξερχομενο ρευμα. Δε συγκρινει το μετρο των εντασεων τους. Η συσκευή ενεργοποιείται με ένα σήμα φερωντος ρευματος στο συγκριτη. Για εσωτερικο σφαλμα, τα σηματα των σταθμων (Α και Β) συμπτουν αρα για καθε 2^η ημιπεριοδο δεν εχει σήμα ο συγκριτης. Για εξωτερικο σφαλμα, οι τασεις στα σημεια Α και Β εχουν διαφορα φασης 180°. Δεν ειναι απαραιτητο τα σηματα φερωντος ρευματος να ειναι μετατοπισμενα ακριβως 180° για να μην εχουμε ενεργοποιηση των διακοπων ή να συμπτουν για να εχουμε ενεργοποιηση. Στις συσκευες συγκρισεως φασεως υπαρχει διαφοτερικο επιπεδο ευαισθησιας. Ενα συνολο ανιχνευτων σφαλματος ειναι ρυθμισμενο σε λιγο μεγαλυτερο ρευμα απο το ρευμα φορτιου (max) και εκκινει το συστημα διαδοσης του φερωντος ρευματος, ενω ενα αλλο συνολο ανιχνευτων λειτουργει σε ακομα μεγαλυτερο ρευμα και επιτρεπει την ενεργοποιηση των διακοπτων αν ζητηθει απο τον ανιχνευτη.

- 23) **Τι ειδους προστασια χρησιμοποιειται στους ζυγους; Τι προβλημα παρουσιαζει και ποιες μεθοδους επιλυσης του χρησιμοποιουμε;**

Οι ζυγοι δεν εχουν βραχυκυκλωματα με ιδιαιτερα χαρακτηριστικα ετσι προστατευονται με διαφορικη προστασια ρευματος αν υπαρχουν Μ/Τ ρευματος με ικανοποιητικα χαρακτηριστικα. Παρουσιαζεται ομως το εξης προβλημα κατα τη διαρκεια ενος εξωτερικου σφαλματος, λογω του πολυ μεγαλου ρευματος ο Μ/Τ παει στον κορο και ετσι το αθροισμα των ρευματων στα δευτερευοντα να μην ειναι μηδεν, οπως θα επρεπε. Για την επιλυση του προβληματος εφαρμζονται:

α) πολωμενη αναλογικη-διαφορικη προστασια: ο διαφορικος ηλεκτρονομος ρευματος τροφοδοτειται με μια ροπη αναχαιτισης που παραγεται απο το αριθμητικο αθροισμα των ρευματων απου προηγουμενως ανορθωθουν,

β) διαφορικη προστασια τασης: ο ηλεκτρονομος εργαζεται με βαση τηνταση και οχι το ρευμα και ετσι ο κορος του Μ/Τ δεν δημιουργει προβλημα,

γ) μετασχηματιστες ρευματος χωρις πυρηνα σιδηρου: πο μεταβατικες συνθηκες περιοριζονται, δεν υπαρχει ρευμα μαγνητισεως, ενω δεν παρουσιαζονται τα προβληματα του κορου και της αντιστασης των αγωγων συνδεσεως. Η προστασια των ζυγων γινεται με συγκριση διευθυσεως ροης της ισχυος.

- 24) **Ποια προβληματα παρουσιαζει η απλη διαφορικη προστασια Μ/Τ και πως αντιμετωπιζονται;**

Μια απλη διαφορικη προστασια Μ/Τ παρουσιαζει τα εξης προβληματα:

α) κατα τη διαρκεια σοβαρων εξωτερικων σφαλματων, οι Μ/Τ ρευματος με τα διαφορετικα τυλιγματα υφιστανται διαφορετικη μαγνητιση κορου, που επιφερεi σημαντικη διαφορα

στα ρεύματα του δευτερευοντος και στη λειτουργία του ηλεκτρονομου, β)όλοι οι συγχρονοι M/T ισχυος ειναι εφοδιασμενοι με συσκευες αυτοματης μεταβολης του λογου των σπειρων υπο φορτιο. Μια τετοια μεταβολη αλλαζει το λογο των ρευματων και δημιουργει ενα ρευμα ανισορροπιας στο διαφορικο ηλεκτρονομο, γ)για αρχικη μαγνητιση εισροης του M/T με ανοικτο το δευτερευον, εχουμε ενα ρευμα μαγνητισης που εχει ενα μεγιστο πολλαπλασιο του....

Αυτο το ρευμα ρειει στη μια πλευρα του διαφορικα συνδεδεμενου ηλεκτρονομου και τεινει να λειτουργησει αν δε ληφθει καταλληλη προνοια. Τα προβληματα (α) και (β) επιλυονται με τη χρηση αναλογικου διαφορικου ηλεκτρονομου ενω γιατο (γ) τροφοδοτουμε τον ηλεκτρονομο με μια ροπη αναχαιτισης που εξαρταται απο τις αρμονικες του ρευματος μαγνητισης εισροης.

- 25) Ποια η διαφορα στην αρχη λειτουργιας των ηλςκτρονομων αεριων με τους ηλεκτρονομους αιφνιδιας πιεσεως για την προστασια M/T; Σε ποιου τυπου M/T χρησιμοποιουνται οι δυο προηγουμενοι τυποι ηλεκτρονομων;

Οι ηλεκτρονομοι αεριων θετουν σε λειτουργια ενα σημα κινδυνου οταν συσσωρευτει ενα ορισμενο ποσο αεριων στο πανω μερος του M/T. Οι ηλεκτρονομοι αιφνιδιας πιεσης αντιδρουν στο ρυθμο μεταβολης της πιεσης του λαδιου. Οι ηλεκτρονομοι αυτοι χρησιμοποιουνται στ M/T που εχουν στο επανω μερος τους ενα στρωμα αεριου, ενω οι ηλεκτρονομοι αεριων σε M/T που εχουν στο επανω μερος τους εφεδρικο δοχειο.

- 26) Ποια συνδεση εχουν οι M/T ρευματος για την προστασια ενος Δ/Υ γειωμενου M/T και γιατι;
Η πιο πανω διαφορικη συνδεση παρεχει ρευμα ηλεκτρονομοι μονο για ενα βραχυκυκλωμα των τυλιγματων με τη γη, αλλα με στιγμιαίους ηλεκτρονομους ειναι ευσταθης μονο αν το κυκλωμα του ηλεκτρονομου ειμαι μεγαλης συνθετης αντιστασης.

- 27) Ποιου ειδους προστασια χρησησιμοποιουμε για βραχυκυκλωματα στο στατη μεταξυ φασεων και γης στις μηχανες;

Για γεννητριες πανω απο 1MVA, χρησηποιειται η διαφορικη προστασια με ηλεκτρονομους μεγαλης ταχυτητας, που συγκρινουν το ρευμα στα δυο ακρα καθε φασικου τυλιγματος. Αν υπαρχουν παραλληλα τυλιγματα της ιδιας φασης που καταληγουν σε διαφορετικους ακροδεκτες, ενας αλλος ηλεκτρονομος συγκρινει τα δυο ρευματα της ιδιας φασης. Ετσι επιτυγχανεται και προστασια υποστηριξης και ανακαλυπτονται βραχυκυκλωματα μεταξυ των αγωγων της ιδιας φασης. Σε γεννητριες μικροτερες του 1MVA μπορουν να χρησηποιηθουν ηλεκτρονομοι υπερρευματος, οι οποιοι πρεπει να ελεγχονται απο στιγμιαίους ηλεκτρονομους υποτασης. Αυτοι κανουν τους ηλεκτρονομους υπερρευματος ταχυτερους και πιο ευαισθητους για πτωση τασης κατω απο 50%, που σημαινει βραχυκυκλωμα στη γεννητρια.

- 28) Ποιου ειδους προστασιες χρησηποιουνται για βραχυκυκλωματα σπειρων του στατη σε μηχανες;

Σε γεννητριες με παραλληλα τυλιγματα που καταληγουν σε διαφορετικους ακροδεκτες χρησηποιειται η εγκαρσια διαφορικη προστασια. Στις υπολοιπες γεννητριες, για την ανακαλυψη τετοιων βραχυκυκλωματων, στηριζομαστε στη μηδενικη ακολουθια τασης που δημιουργειται λογω της ελλατωσης της ενεργου τιμης της βραχυκυκλωμενης φασης και

στην συνιστώσα αρνητικής ακολουθίας λόγω ασυμμετρίας στα ρεύματα στατη, που δημιουργεί ένα πεδίο που περιστρέφεται με την ίδια ταχύτητα με το πεδίο της συνιστώσας θετικής ακολουθίας του στατη και επαγει ένα διπλασίας συχνότητας στο κυκλώμα πεδίο. Αυτό το ρεύμα ανιχνεύεται από ηλεκτρονομο συντονισμού ΕΡ στο κυκλώμα του πεδίου, που παρακολουθείται από ένα άλλο ηλεκτρονομο διεύθυνσης αρνητικής ακολουθίας που με αυτή τη συνδεση ενεργοποιείται μόνο για όλα τα εσωτερικά βραχυκυκλώματα στο στατη και δεν επηρεάζεται από εξωτερικά βραχυκυκλώματα. Ο ηλεκτρονομος τροφοδοτείται από Μ.Ρ. συνδεδεμένο στο πεδίο που ενεργοποιείται από την τάση που διέρχεται ώστε να παργει αμπεροστροφes που να αντισταθμίζουν αυτές του ρεύματος του πεδίου και να αποφευγεται ο μαγνητικός κορος. Σε μεγάλες γεννητριες εσωτερικά βραχυκυκλώματα σπειρων του στατη δεν συμβαινουν, γιατί υπάρχει μόνο μια στροφή μιας φασης σε κάθε αυλακι.