1. Ποια είναι τα είδη των ηλεκτρολογικών σχεδίων και ποιά η χρησιμότητα και η εφαρμογή του καθενός ;

α)Τα είδη των ηλεκτρολογικών σχεδίων είναι:

1)Το πολυγραμμικό σχέδιο.

2)Το μονογραμμικό σχέδιο.

3)Το ανάπτυγμα σχεδίου (ή σχέδιο διευθύνσεων του ρεύματος).

4)Το σχέδιο της εγκατάστασης στην κάτοψη του χώρου.

5)Τα σχέδια καλωδιώσεων του ηλεκτρολογικού εξοπλισμού και των εγκαταστάσεων.

6)Τα λειτουργικά διαγράμματα.

7)Το μηχανολογικό σχέδιο ηλεκτρολογικών κατασκευών.

**Η επεξήγηση τους και η χρησιμότητα του κάθε είδους ηλεκτρολογικών σχεδίων**

Το **πολυγραμμικό σχέδιο** δίνει αναλυτικά την λειτουργία μίας ηλεκτρικής εγκατάστασης, ή ενός κυκλώματος γενικά μίας ηλεκτρολογικής κατασκευής (π.χ. το κύκλωμα ενός πίνακα χαμηλής ή μέσης εγκατάστασης κ.λ.π.)

Το **μονογραμμικό σχέδιο** είναι ένα απλοποιημένο είδος σχεδίου του κυκλώματος λειτουργίας μιας εγκατάστασης ή μιας ηλεκτρολογικής κατασκευής γενικότερα. Διακρίνει κανείς δύο περιπτώσεις μονογραμμικού σχεδίου: α. Το μονογραμμικό σχέδιο με επισήμανση του πλήθους των αγωγών, των ασφαλειών, των πόλων των διακοπτών και γενικά στοιχείων του κυκλώματος, που σχετίζονται με τον αριθμό των φάσεων και β. Το μονογραμμικό σχέδιο χωρίς επισήμανση του πλήθους των στοιχείων, που προαναφερθήκαν. Η δεύτερη περίπτωση μονογραμμικού σχεδίου χρησιμεύει συνήθως στην απλοποιημένη παράσταση του συνόλου ή μέρους μιας εγκατάστασης μαζί με τον πίνακα της.

Το **ανάπτυγμα σχεδίου (ή σχέδιο διευθύνσεων του ρεύματος)** είναι το είδος αυτό του σχεδίου που ενδιαφέρει η απόδοση των διάφορων κυκλωμάτων μιας κατασκυής,όπως αυτά αναπτύσσονται ακολουθώντας την ροή (διεύθυνση) του ρεύματος με κάθε λεπτομέρεια. Πρόκειται για μια πλήρη ανάλυση των κυκλωμάτων, η οποία διευκολύνει σημαντικά στην αναζήτηση βλαβών σε πολύπλοκες κατασκευές, όπου συνήθως αλληλεξαρτώνται διάφορα κυκλώματα.

Το **σχέδιο της εγκατάστασης στην κάτοψη του χώρου**: Το σχέδιο αυτό δίνει τα στοιχεία μίας εγκατάστασης στην κάτοψη του χώρου. Διακρίνει κανείς δύο περιπτώσεις: α. Το σχέδιο στην κάτοψη των χώρων χωρίς τις γραμμές και β. Το σχέδιο στην κάτοψη των χώρων με τις γραμμές. Το σχέδιο χωρίς τις γραμμές είναι μια απλοποιημένη παράσταση της εγκατάστασης, που πρέπει να βασίζεται στην κάτοψη των χώρων με όλο το σταθερό και κινητό εξοπλισμό στην θέση του, ανάλογα με την λειτουργικότητα των χώρων. Το σχέδιο της εγκατάστασης των χώρων με τις γραμμές είναι πρακτικά ένα μονογραμμικό σχέδιο στην πραγματική θέση της εγκατάστασης.

Τα **σχέδια καλωδιώσεων του ηλεκτρολογικού εξοπλισμού και των εγκαταστάσεων** : Τα σχέδια καλωδιώσεων εξυπηρετούν στην εγκατάσταση και στις συνδέσεις των καλωδίων προς τις διάφορες συσκευές ή κυκλώματα. Για τον σκοπό αυτόν γίνεται συνήθως μία αρίθμηση των ακροδεκτών ή των καλωδίων ή και των δύο, ώστε να διευκολύνεται ο τεχνίτης στην πραγματοποίηση της κατασκευής. Τα σχέδια αυτά δεν αποδίδουν συνήθως τη λειτουργία του κυκλώματος.

Τα **λειτουργικά διαγράμματα (ή μπλοκ διαγράμματα)** : Το είδος αυτό του σχεδίου, που εφαρμόζεται συχνά για την επεξήγηση της λειτουργίας ηλεκτρονικών μηχανημάτων, διευκολύνει επίσης στην απλοποιημένη παράσταση της λειτουργίας πολύπλοκων εγκαταστάσεων και παραγωγικών διαδικασιών.

Το **μηχανολογικό σχέδιο ηλεκτροτεχνικών κατασκευών** : Για την πραγματοποίηση ενός σημαντικού μέρους των περισσότερων ηλεκτροτεχνικών κατασκευών, χρειάζονται μηχανολογικά σχέδια όπως π.χ. πίνακες χαμηλής και μέσης τιμής, ηλεκτρικές μηχανές, διακόπτες κ.λ.π.

(σελ. 1 – 8 σημειώσεων) .

1. Ποιά είναι τα μέσα προστασίας των ηλεκτρικών κινητήρων, και έναντι ποιών περιπτώσεων παρέχεται προστασία; Για ποιούς λόγους οι ασφάλειες δεν εξασφαλίζουν την προστασία των κινητήρων;

Τα μέσα προστασίας των ηλεκτρικών κινητήρων είναι:

α) Διακόπτης φορτίου, αποζεύκτης ή ασφαλειοαποζεύκτης: προστασία έναντι λανθασμένης λειτουργίας και απότομη διακοπή υπο φορτίο σε περίπτωση έκτακτης ανάγκης.

β) Ασφάλειες: προστασία από βραχυκύκλωμα

γ) Αυτόματος διακόπτης: προστασία έναντι επαναλειτουργίας σε περίπτωση διακοπής της τάσης

δ) Θερμικό: προστασία από υπερφόρτιση και υπερθέρμανη

ε) Διακόπτης αστέρα τριγώνου: προστασί από αυξημένο ρεύμα εκκίνησης

στ) Διακόπτης μαγνητικής προστασίας: προστασία από υπερένταση

ζ) Ηλεκτρονόμοι (ρελέ): προστασία από λάθη χειρισμών

η) Επιτηρητής φάσεων: προστασία από μονοφασική ή διφασική λειτουργία.

Τα μειονεκτήματα των ασφαλειών (λόγω των οποίων δεν προστατεύουν τους κινητήρες , παρά μόνο με το βραχυκύκλωμα) είναι τα παρακάτω: (σελ. 86 σημειώσεων)

-έχουν χονδρική διαβάθμιση (τυποποίηση) και γι’ αυτό η ονομαστική τιμή τους δεν ανταποκρίνεται προς εκείνη του κινητήρα.

-τήκονται σε απότομες υπερφορτίσεις μικρής χρονικής διάρκειας , οι οποίες δεν δημιουργούν πρόβλημα στο κινητήρα.

-η τήξη της μιας ασφάλειας στην γραμμή ενός τριφασικού κινητήρα σημαίνει μονοφασική λειτουργία του, με αποτέλεσμα την μείωση της ισχύος του.

-σε περίπτωση αποκατάστασης της τάσης, μετά από απρόβλεπτη διακοπή της , επαναλειτουργούν οι κινητήρες , με ενδεχόμενους κινδύνους ,λόγω της εκκίνησης αυτής.

Τα μειονεκτήματα των ασφαλειών οδήγησαν στην κατασκευή των αυτόματων διακοπτών, μέσω των οποίων παρέχονται οι παρακάτω δυνατότητες προστασίας:

-προστασία έναντι βραχυκυκλώματος

-προστασία έναντι μονοφασικής ή διφασικής λειτουργίας

-προστασία έναντι υπερφόρτισης και υπερθέρμανσης

-προστασία από λάθη χειρισμών (αλυσίδες εκκίνησης) και,

-προστασία έναντι επαναλειτουργίας σε περίπτωση διακοπής της τάσης.

1. Τι γνωρίζετε για τον βαθμό προστασίας IP του ηλεκτρολογικού εξοπλισμού και ποια η σημασία του κωδικού;

(σελ. 11 – 12 σημειώσεων) Ο βαθμός προστασίας των διαφόρων ηλεκτρικών συσκευών και του ηλεκτρολογικού εξοπλισμού IPxy, αναφέρεται στην προστασία που παρέχει η κατασκευή έναντι επαφής ξένων σωματιδίων (κυρίως σκόνη) και νερού (κυρίως στεγανότητα της κατασκευής κατά της βροχής). Τα γράμματα IP συνοδεύονται από δύο αριθμούς xy. Ο πρώτος αριθμός x μπορεί να πάρει τιμές από 0 έως 6 και αφορά την προστασία έναντι επαφής και ξένων σωματιδίων και ο δεύτερος y μπορεί να πάρει τιμές από 0 έως 7 και αφορά προστασία ένατι νερού. Όσο μεγαλύτεροι είναι οι αριθμοί αυτοί τόσο και η προστασία που υποδηλώνουν είναι μεγαλύτερη.

**Α. ΓΕΙΩΣΕΙΣ : (σελ. 44 έως 52)**

1. Ποια τα είδη των γειώσεων και ποιος ο σκοπός του κάθε είδους;

Υπάρχουν τρία είδη γειώσεων που είναι τα εξής:

α)**Γείωση λειτουργίας:** Είναι η γείωση ενός σημείου ενός ενεργού κυκλώματος, π.χ. η γείωση του ουδέτερου ενός ΜΣ ή μιας γεννήτριας και η γείωση του ουδέτερου αγωγού του συστήματος. Η γραμμή γείωσης μπορεί γενικά να έχει αυτεπαγωγές ή αντιστάσεις στα δίκτυα ΙΤ ή να είναι ένας συνεχής αγωγός στα δίκτυα ΤΝ.

β)**Γείωση προστασίας:** Είναι η γείωση ενός μεταλλικού μέρους που δεν είναι στοιχείο ενεργού κυκλώματος π.χ. η γείωση του κελύφους μιας ηλεκτρικής συσκευής. Η γείωση προστασίας μειώνει τις τάσεις επαφής. Είναι δε πάντα συνεχής, δηλαδή δεν παρεμβάλλονται αντιστάσεις ή διάκενα. Παράδειγμα είναι επίσης οι γειώσεις των μεταλλικών μερών ενός ΥΣ μέσης τάσης. Σκοπός της γείωσης προστασίας είναι να προστατέψει τον χρήστη από ηλεκτροπληξία

γ) **Γείωση ασφαλείας του συστήματος αντικεραυνικής προστασίας:** Είναι η ανοικτή ή η συνεχής γείωση του συστήματος αντικεραυνικής προστασίας. Αυτές οι γειώσεις διοχετεύουν το ρεύμα των κεραυνών προς τη γη. Ανοικτές γειώσεις μειώνουν την ηλεκτροχημική διάβρωση. (σελ.127 Βιβλίο)

1. Με ποιες μεθόδους υλοποιείται μια γείωση προστασίας ;

Η γείωση προστασίας έχει σκοπό την προστασία του χρήστη από ηλεκτροπληξία και μπορεί να πραγματοποιηθεί με τρείς τρόπους: άμεση γείωση, ουδετέρωση και με ηλεκρονόμους διαφυγής. (σελ.46 σημειώσεων). Η άμεση γείωση υλοποιείται με ηλεκτρόδια που τοποθετούνται στο έδαφος παράλληλα μεταξύ τους ή σε τρίγωνα γείωσης. Η θεμελιακή γείωση επίσης είναι ένα είδος άμεσης γείωσης. Η ουδετέρωση υλοποιείται με την γείωση στον ουδέτερο αγωγό της εγκατάστασης, όταν φυσικά ο ουδέτερος είναι γειωμένος. Οι ηλεκτρονόμοι διαφυγής έντασης ή τάσης διακόπτουν την παροχή τάσης προς το φορτίο σε χρόνο περίπου 30ms όταν ανιχνευθεί μια διαρροή ρεύματος έντασης της τάξης των 30mA ή διαφορά δυναμικού της τάξης κάτω των 50 V. Η συνύπαρξη της άμεσης γείωσης με την ουδετέρωση σε μια εγκατάσταση απαγορεύεται. (σελ. 50 σημειώσεων). Η χρήση διακόπτη διαφυγής όταν υπάρχει άμεση γείωση είναι γενικά επιτρεπτή, ενώ στην περίπτωση της ουδετέρωσης όπου ο αγωγός γείωσης της εγκατάστασης συνδέεται στον ουδέτερο του δικτύου, τοποθετείται διακόπτης διαφυγής έντασης.

1. Ποια θεωρείται ικανοποιητική τιμή για την αντίσταση γείωσης και πως εξαρτάται αυτή από την ποιότητα και την υγρασία του εδάφους;

Η αντίσταση γείωσης δίνεται απο τον εξής τύπο και έχει ικανοποιητική τιμή μερικά ώμ. Rγ=Rox$\frac{r}{100xn}$+Rcu<10. Όσο μικρότερη είναι τόσο καλύτερη και πιο αποτελεσματική.

Η αντίσταση γείωσης εξαρτάται από την ειδική αντίσταση του εδάφους. Αυτή επηρεάζεται από τα εξής:

α) Είδος του εδάφους όπου είναι ελώδες έδαφος έχει π.χ. πολύ μικρότερη αντίσταση από ότι ξηρός βράχος. Ο πίνακας 5.2 παρουσιάζει τις ειδικές αντιστάσεις για διάφορα είδη.

β) Υγρασία: Η αντίσταση μειώνεται αυξανομένης της υγρασίας του εδάφους. Πρέπει εδώ να παρατηρηθεί ότι το έδαφος μπορεί να ξηραίνεται επιφανειακά αλλά, σε βάθος κάτω του μισού μέτρου (0,5m) διατηρείται συνήθως υγρό, σε όλες τις εποχές του έτους. Έτσι, σε γειωτές ράβδου πασαλωμένους λαμβάνεται σαν ενεργό μήκος αυτό που είναι κάτω από 0,5m. Για τον ίδιο λόγο τοποθετούμε τους γειωτές ταινίας σε βάθη μεγαλύτερα από 0,5m

1. Ποια είδη γειώσεων διακρίνονται σε ένα υποσταθμό Μέσης Τάσης και πως πραγματοποιούνται αυτά ;

Στον υποσταθμό Μ.Τ. διακρίνονται όλα τα είδη των γειώσεων.

Αναλυτικά δες ερώτημα **1**.

1. Ποιος ο σκοπός της άμεσης γείωσης προστασίας των μεταλλικών μερών των συσκευών και με ποιο τρόπο επενεργεί;

Η αντίσταση του ανθρώπινου σώματος είναι για τον πυρήνα 500 Ω και για το δέρμα από 1 έως 100 kΩ ανάλογα με την υγρασία του. Όταν ο άνθρωπος έρχεται σε επαφή με το μεταλλικό περίβλημα μιας γειωμένης ηλεκτρικής συσκευής στην οποία υπάρχει ένα ρεύμα διαρροής σχήμα 3.1 – 2 σελ. 45 σημειώσεων, το ρεύμα που θα περάσει από τον άνρωπο Ιa περιορίζεται ανάλογα με την συνολική αντίσταση του ισοδυνάμου κυκλώματος Rολ. Έτσι αν Rγ<<<Ra, τότε και Rολ <<< Ra και συνεπώς Rγ >>> Ra με αποτέλσμα το ρεύμα διαρροής Ia να είναι πολύ μικρότερο του Ιγ . Για την καλύτερη δυνατή προστασία του ανθρώπου από ηλεκτροπληξία θα πρέπει η αντίσταση γείωσης να προσεγγίζει την θεωρητική τιμή μηδέν και να είναι πρακτικά μερικά Ωμ σελ. 45, 46 σημειώσεων.

1. Να περιγραφεί ο τρόπος λειτουργίας του ηλεκτρονόμου διαφυγής έντασης. Ποιό το πλεονέκτημά του σε σχέση με τον ηλεκτρονόμο διαφυγής τάσης;

(σελ. 48 – 50 σημειώσεων)

Ο ηλεκτρονόμος διαφυγής έντασης διακόπτει την παροχή της τάσης προς την εγκατάσταση που επιτηρεί σε χρόνο περίπου 30ms και για τιμή του ρεύματος διαρροής της τάξης των 30mA σε οποιοδήποτε σημείο της εγκατάστασης. Οι διακόπτες αυτοί είναι διπολικοί ή τετραπολικοί. Οι διπολικοί χρησιμοποιούνται σε μονοφασικές εγκαταστάσεις παροχής τάσης και προκαλούν ζεύξη - απόζευξη τόσο στη φάση όσο και στον ουδέτερο, ενώ οι τετραπολικοί έχουν εφαρμογή σε τριφασικές παροχές και διακόπτουν τις τρείς φάσεις και τον ουδέτερο. Σύμφωνα με το σχήμα 3.2 – 3 σελ. 49 των σημειώσεων αποτελείται από ένα στοιχείο υπερέντασης ( Ι > ) που ελέγχει την ένταση διαρροής ρεύματος ΔΙ = Ι2 – Ι1 προς το μεταλλικό περίβλημα μιας συσκευής και ένα πηνίο ηλεκτρονόμου Η. Το στοιχείο υπερέντασης αποτελείται από ένα μετασχηματιστή με δύο δευτερεύοντα (σχήμα 3.2 – 4 σελ. 50 σημειώσεων) και βασίζει την λειτουργία του στη διαφορετική τιμή του ρεύματος στον αγωγό φάσης ως προς εκείνη στον αγωγό ουδετέρου κατά την εκδήλωση της διαρροής ΔΙ $\ne $ 0 και αυτό το ρεύμα διαρροής προκαλεί μια τάση στο δευτερεύον του μετασχημαστιστή, λόγω της οποίας τίθεται αυτομάτως σε λειτουργία ο ηλεκτρονόμος Η, με αποτέλεσμα να ανοίξουν οι επαφές α και β και να διακόψουν την παροχή προς την συσκευή.

Ο ηλεκτρονόμος διαφυγής τάσης περιλαμβάνει ένα στοιχείο υπέρτασης (πηνίο) και έναν ηλεκτρονόμο όπως ακριβώς και στην περίπτωση του διακόπτη διαφυγής έντασης που διακόπτει το κύκλωμα σε περίπτωση υπέρτασης U> (σχ. 3.2 – 5 σελ. 51 των σημειώσεων), η οποία δεν θα πρέπι να ξεπερνά τα 50V. Για την λειτουργία του διακόπτη διαφυγής τάσης χρειάζεται, εκτός από την γείωση των μεταλλικών μερών, ένα βοηθητικό ηλεκτρόδιο τοποθετημένο σε απόσταση μεγαλύτερη των 10 μέτρων από την γείωση. Ο αγωγός προς το βοηθητικό ηλεκτρόδιο πρέπει να είναι μονωμένος μέχρι το ηλεκρόδιο αυτό, ώστε να μη βραχυκυκλώνεται το πηνίο υπέρτασης και να είναι διατομής τουλάχιστον 2,5mm2 ; όπως μονωμένος πρέπει να είναι και ο αγωγός γείωσης του ηλεκτροδίου της γείωσης μεταλλικών μερών. Ως βοηθητικό ηλεκτρόδιο μπορεί να χρησιμοποιηθεί μεταλλική ράβδος διατομής π.χ. 12,5mm2 και μήκους 1,5 m ή ισοδύναμο ηλεκρόδιο από γαλβανισμένη σωλήνα.

Αυτό είναι και το βασικότερο πλεονέκτημα του ηλεκτρονόμου διαφυγής έντασης σε σχέση με τον αντίστοιχο ηλεκτρονόμο διαφυγής τάσης, δηλαδή ότι α) δεν απαιτείται πρόσθετο βοηθητικό ηλεκτρόδιο, β) είναι πιο εύκολη η εγκατάσταση του και γ) δεν απαιτεί συνεχή επιτήρηση της μόνωσης και της συνέχειας των αγωγών γείωσης προς τα ηλεκτρόδια.

1. Με ποιο τρόπο πραγματοποιείται η μέτρηση της τιμής της γείωσης μιας εγκατάστασης ;

Για την μέτρηση της αντίστασης γείωσης μιας εγκατάστασης θα πρέπει να χρησιμοποιηθεί κατάλληλο όργανο το γειωσίμετρο, που συνδέεται σε ένα κύριο ηλεκτρόδιο και ένα ή δύο βοηθητικά ηλεκτρόδια με καλώδια πολύ μικρής αντίστασης και καλής μόνωσης. Τα ηλεκτρόδια μπήγονται στο έδαφος σε μεγάλες αποστάσεις μεταξύ τους, της τάξης των 20 τουλάχιστον μέτρων και συνδέονται με τα καλώδια διατομής περίπου 4 mm2. Μέσω της παροχής ηλεκτρικής ενέργειας ή σε περίπτωση έλλειψης μέσω κάποιας βοηθητικής πηγής (meger) διοχετεύεται ρεύμα Ia στο κύριο ηλεκτρόδιο , έτσι ώστε να αναπτυχθεί μια διαφορά δυναμικού Vb της τάξης μικρότερης των 50 V μεταξύ του κύριου και των βοηθητικών ηλεκτροδίων. Η ρύθμιση της έντασης ρεύματος και της τάσης έτσι ώστε να μην ξεπεράσει την τιμή των 50 V γίνεται μέσω μεταβλητής αντίστασης του οργάνου. Η μέτρηση δίνει την τιμή της αντίστασης γείωσης Rγ = Vb / Ia η οποία θα πρέπει να είναι της τάξης των μερικών Ωμ . Για καλύτερα αποτελέσματα μέτρησης θα πρέπει να επαναληφθούν για διαφορετικές θέσεις των ηλεκτροδίων και να βγεί ο μέσος όρος των μετρήσεων.

Εκτός της μέτρησης υπάρχουν και δύο πρακτικοί τρόποι για έλεγχο της ικανοποιητικής τιμής της αντίστασης γείωσης ( σελ. 52 – 53 σημειώσεων ). Ο μέθοδος του βολτομέτρου ή της λάμπας και η μέθοδος του ουδετέρου που πραγματοποιείται σε πίνακα. Η μέθοδος του βολτομέτρου πραγματοποιείται σε ένα ρευματοδότη της εγκατάστασης. Η μέτρηση βασίζεται στην προϋπόθεση ότι ο ουδέτερος και η γείωση του δικτύου συνδέονται μεταξύ τους. Έτσι, η τάση μεταξύ φάσης και ουδετέρου σε ένα ρευματοδότη έχει την ίδια τιμή με εκείνη μεταξύ φάσης και γείωσης, ενώ η τάση μεταξύ ουδετέρου και γείωσης θα έχει μηδενική τιμή. (Σχήμα 3.4 – 1 σελ. 52 σημειώσεων) . Η μέτρηση γίνεται με ένα βολτόμετρο. Όταν αντί του βολτομέτρου χρησιμοποιηθεί ένας λαμπτήρας των 220V, η φωτεινότητα του λαμπτήρα πρέπει να είναι η ίδια κατά τη σύνδεσή του μεταξύ φάσης και γής, ως προς εκείνη μεταξύ φάσης και ουδετέρου και ο λαμπτήρας θα παραμένει σβηστός αν συνδεθεί μεταξύ ουδετέρου και γείωσης.

Η μέθοδος του ουδετέρου βασίζεται στον έλεγχο της εγκατάστασης μέσω ενός πίνακα και πρόκειται ουσιαστικά για μια ένδειξη ύπαρξης της γείωσης. Στην μέθοδο αυτή αφαιρείται σε ένα πίνακα ο αγωγός ουδετέρου από το σημείο σύνδεσης του στον πίνακα και συνδέεται στον ακροδέκτη του αγωγού γείωσης του πίνακα. Στη συνέχεια κλείνει ο διακόπτης και η λειτουργία του κυκλώματος σημαίνει ότι υπάρχει γείωση, ενώ αν καεί η ασφάλεια σημαίνει ότι υπάρχει πρόβλημα με την γείωση. (Σχήμα 3.4 – 2 σελ. 53).

1. Να υπολογιστεί ο απαιτούμενος αριθμός ηλεκτροδίων για να επιτευχθεί αντίσταση γείωσης μικρότερη από 10 Ω αν διατίθενται ως ηλεκτρόδια γαλβανισμένοι σωλήνες 1 1/2’’, μήκους 2,5 μ. H αντίσταση γείωσης του κάθε ηλεκτροδίου είναι Ro=30 Ω για αντίσταση εδάφους ro=100 Ωm και η αντίσταση αγωγού γείωσης για όλες τις συνδέσεις ηλεκτροδίων είναι Rcu = 2 Ω. Το έδαφος υλοποίησης της γείωσης είναι υγρή άμμος με αντίσταση εδάφους r = 200 Ωm .

Rγ=Rox$\frac{r}{100xn}$ +Rcu < 10 $ \rightarrow $ $\frac{\left(30\right)x(200)}{\left(100\right)xn}$ + 2 < 10 $ \rightarrow $ $\frac{\left(30\right)x(200)}{\left(100\right)xn}$ < 8

$ \rightarrow $ (8) x (100) x n > (30) x (200) $ \rightarrow $ 800 n > 6000 $\rightarrow $ n > 7,5

Άρα ο απαιτούμενος αριθμός ηλεκτροδίων είναι τουλάχιστον 8 που τοποθετούνται παράλληλα.

1. Αν διατίθενται ηλεκτρόδια από γαλβανισμένο σωλήνα 1’’ και μήκους 2μ. που έχουν αντίσταση γείωσης Ro=40 Ω για αντίσταση εδάφους ro=100 Ωm, να προσδιοριστεί ο κατάλληλος τρόπος γείωσης για να επιτευχθεί αντίσταση γείωσης μικρότερη από 20 Ω σε έδαφος υγρή άμμο με ειδική αντίσταση εδάφους r=200 Ωm και συνολική αντίσταση αγωγού γείωσης για τις συνδέσεις Rcu = 3 Ω για κάθε τρίγωνο γείωσης.

Rγ=$Rox\frac{r}{100xn}$+Rcu<20$\rightarrow $ 40x$\frac{200}{100xn}$<20 και δοκιμάζω διάφορες τιμές όπου προκύπτει ότι:

α) για n=3: Rγ=$40x\frac{200}{100x3}$+3=26,66+3=29,66>20 άρα την απορρίπτω σαν τιμή

β) για n=5: Rγ=$40x\frac{200}{100x5}$+3=16+3=19<20 για n=5 η αντίσταση γείωσης που προκύπτει είναι μικρότερη από 20 Ω.

Άρα ο κατάλληλος τρόπος γείωσης είναι με τουλάχιστον πέντε παράλληλα ηλεκτρόδια ή ακόμα καλύτερα με δύο τρίνωνα γείωσης όπου θα ισχύει:

για n=6: Rγ=$40x\frac{200}{100x6}$+3=13,333+3=16,333<20

1. Αν διατίθενται ως ηλεκτρόδια γείωσης ταινίες χαλκού πάχους 4mm με μήκος 20m η κάθε μια που έχουν αντίσταση γείωσης 15Ω σε έδαφος με αντίσταση εδάφους ro=100Ωm, να προσδιοριστεί ο κατάλληλος τρόπος γείωσης για να επιτευχθεί αντίσταση γείωσης μικρότερη από 10Ω σε έδαφος υγρό χαλίκι με αντίσταση εδάφους r=500Ωm αν θεωρηθεί συνολική αντίσταση αγωγού γείωσης για όλες τις συνδέσεις Rcu=3Ω.

Rγ=Rox$\frac{r}{100xn}$+Rcu<10$ \rightarrow \frac{15x500}{100xn}$+3<10$ \rightarrow \frac{15x500}{100xn}$<7$ \rightarrow $ (15)x(500)<(7)x(100)xn$ \rightarrow $700 n > 7500 $\rightarrow $ n > 10,7

Άρα o κατάλληλος τρόπος γείωσης είναι με τουλάχιστον 11 ταινίες που τοποθετούνται παράλληλα.

1. Αν διατίθενται ως ηλεκτρόδια γείωσης ταινίες χαλκού πάχους 4mm με μήκος 20m η κάθε μια που έχουν αντίσταση γείωσης 15Ω σε έδαφος με αντίσταση εδάφους ro=100Ωm, να προσδιοριστεί ο κατάλληλος τρόπος γείωσης για να επιτευχθεί αντίσταση γείωσης μικρότερη από 10Ω σε έδαφος υγρό χαλίκι με αντίσταση εδάφους r=250Ωm αν θεωρηθεί συνολική αντίσταση αγωγού γείωσης για όλες τις συνδέσεις Rcu=0,5Ω.

Rγ=Rox$\frac{r}{100xn}$ + Rcu <10 $\rightarrow \frac{\left(15\right)x(250)}{\left(100\right)xn}$ + 0,5<10$ \rightarrow $ $\frac{\left(15\right)x(250)}{\left(100\right)xn}$ <9,5$ \rightarrow $ (15)x(250)<(9,5)x(100)xn$ \rightarrow $ 950 n > 3750 $ \rightarrow $ n > = 3,94

Άρα o κατάλληλος τρόπος γείωσης είναι με τουλάχιστον 4 ταινίες που τοποθετούνται παράλληλα.

1. Αν διατίθενται ως ηλεκτρόδια γείωσης ταινίες χαλκού πάχους 3 mm με μήκος 25 m η κάθε μια που έχουν αντίσταση γείωσης 10 Ω σε έδαφος με αντίσταση εδάφους ro = 100 Ωm , να προσδιοριστεί ο κατάλληλος τρόπος γείωσης για να επιτευχθεί αντίσταση γείωσης μικρότερη από 20 Ω σε έδαφος υγρό χαλίκι με αντίσταση εδάφους r = 500 Ωm αν θεωρηθεί συνολική αντίσταση αγωγού γείωσης για όλες τις συνδέσεις Rcu = 4 Ω .

Rγ=Rox$\frac{r}{100xn}$ + Rcu <20 $ \rightarrow $ $\frac{10x500}{100xn}$ + 4<20$ \rightarrow $ $\frac{10x500}{100xn}$ <16$ \rightarrow $ (10)x(500)<(16)x(100)xn$\rightarrow $1600n>5000=3,125

Άρα o κατάλληλος τρόπος γείωσης είναι με τουλάχιστον 4 ταινίες που τοποθετούνται παράλληλα.

**B. ΦΩΤΟΤΕΧΝΙΑ :**

1. Ποια είναι τα είδη φωτισμού και ποια έχουν την μεγαλύτερη απόδοση ως προς το επίπεδο εργασίας ;

Τα είδη φωτισμού είναι : άμμεσος, υπερισχύων άμμεσος, ομοιόμορφος, υπερισχύων έμμεσος, και έμμεσος. Ως προς το επίπεδο εργασίας την μεγαλύτερη απόδοση έχει ο άμμεσος φωτισμός και την μικρότερη ο έμμεσος.

1. Από ποιους παράγοντες εξαρτάται ο βαθμός απόδοσης του φωτισμού ( n ) σε μια εγκατάσταση φωτισμού ;

Ο βαθμός απόδοσης φωτισμού (n) εξαρτάται από:

α) είδος φωτισμού: άμμεσος, υπερισχύων άμμεσος, ομοιόμορφος, υπερισχύων έμμεσος, έμμεσος.

β) συντελεστή χώρου (k) που εξαρτάται από τις διαστάσεις μήκος, πλάτος και ύψος φωτιστικού από την επιφάνεια εργασίας. Επίσης διαφοροποιείται ανάλογα με την είδος του χώρου και την χρήση ή την καθαρότητα του, όπως χώροι γραφείων, νοσοκομεία, ή συνεργεία, αποθήκες βιομηχανίες κλπ.

 Π.χ. κ=$\frac{4Β+L}{5(H-h2)}$

γ) Ανάκλαση στους τοίχους και στην οροφή. Ο συντελεστής ανάκλασης εξαρτάται από τον χρωματισμό της επιφάνειας αν είναι ανοιχτόχρωμος ή σκούρος.

1. Από ποιους παράγοντες εξαρτάται ο συντελεστής ελλάτωσης ( ν ) σε μια εγκατάσταση φωτισμού ;

Ο συντελεστής ν (ελάττωσης) εξαρτάται από:

α) είδος φωτισμού: άμμεσος, υπερισχύων άμμεσος, ομοιόμορφος, υπερισχύων έμμεσος, έμμεσος.

β) την ρυπαρότητα ή καθαρότητα του χώρου (θέμα συντήρησης ή είδος χώρου).

1. Να υπολογιστούν τα ελάχιστα φωτιστικά που απαιτούνται για ένα χώρο με μήκος L = 10 μ . , πλάτος B = 6 μ. , ύψος Η = 4 μ. , για να επιτευχθεί ένταση φωτισμού E = 250 lux , αν χρησιμοποιηθούν φωτιστικά φθορισμού ισχύος 40 W το καθένα με φωτεινή ροή Φ = 2300 lummen , με βαθμό απόδοσης της εγκατάστασης 55 % και συντελεστή ελλάτωσης 0,60 .

 Α=10m x 6m = 60$ m^{2}$

 Φολ=$\frac{ΕxA}{nxr}$=$\frac{\left(250\right)x(60)}{\left(0,55\right)x(0,60)}$=$\frac{15000}{0,33}$=45.454,54 lm

 νφσ.=$\frac{Φολ}{Φλαμπ.}$=$\frac{45454,54}{\left(2300\right)χ(1)}$=19,7 φωτιστικά σώματα

Τα ελάχιστα φωτιστικά σώματα που μπορούμε να τοποθετήσουμε είναι 20.

1. Να υπολογιστούν τα ελάχιστα φωτιστικά που απαιτούνται για ένα χώρο με μήκος L = 20 μ . , πλάτος B = 10 μ. , ύψος Η = 4,5 μ. , για να επιτευχθεί ένταση φωτισμού E = 250 lux , αν χρησιμοποιηθούν φωτιστικά φθορισμού ισχύος 65 W το καθένα με φωτεινή ροή Φ = 3800 lummen , με βαθμό απόδοσης της εγκατάστασης 55 % και συντελεστή ελλάτωσης 0,50 .

 Α=20m x 10m = 200$ m^{2}$

 Φολ=$\frac{ΕxA}{nxr}$=$\frac{\left(250\right)x(200)}{\left(0,55\right)x(0,50)}$=$\frac{50000}{0,275}$=181.818,1818 lm

 νφσ.=$\frac{Φολ}{Φλαμπ.}$=$\frac{181818,1818}{\left(3800\right)χ(1)}$=47,85 φωτιστικά σώματα

Τα ελάχιστα φωτιστικά σώματα που μπορούμε να τοποθετήσουμε είναι 48.

1. Να υπολογιστούν τα ελάχιστα φωτιστικά που απαιτούνται για ένα χώρο με μήκος L = 25 μ. , πλάτος Β = 10 μ. και ύψος Η = 4,0 μ. , για να επιτευχθεί ένταση φωτισμού Ε = 250 lux στο επίπεδο εργασίας αν χρησιμοποιηθούν φωτιστικά ισχύος 120 W το καθένα με φωτεινή ροή Φ = 3.800 lummen , και θεωρηθεί ότι ο βαθμός απόδοσης (n) της εγκατάστασης είναι 55 % ενώ ο συντελεστής ελάττωσης (ν) είναι 0,40.

 A=BxL=(25)x(10)=250$mm^{2}$

 Φολ=$\frac{ΕxA}{nxr}$=$\frac{\left(250\right)x(250)}{\left(0,55\right)x(0,40)}$=$\frac{62500}{0,22}$=284.090,9091lm

 νφσ.=$\frac{Φολ}{Φλαμπ.χ4}$=$\frac{284090,9091}{\left(3800\right)χ(1)}$=74,76 φωτιστικά σώματα

Τα ελάχιστα φωτιστικά σώματα που μπορούμε να τοποθετήσουμε είναι 75.

1. Να υπολογιστούν τα ελάχιστα φωτιστικά σώματα που απαιτούνται για ένα χώρο με μήκος L=30 μ., πλάτος B=15 μ., ύψος Η=3,5 μ., για να επιτευχθεί ένταση φωτισμού E=250lux, με βαθμό απόδοσης της εγκατάστασης 60% και συντελεστή ελάττωσης 0,65. Να χρησιμοποιηθούν φωτιστικά φθορισμού με δύο λαμπτήρες το καθένα ισχύος λαμπτήρα 40W φωτεινής ροής λαμπτήρα Φ=2800 lummen.

Προτείνετε θέση των φωτιστικών στον χώρο και αριθμό γραμμών φωτισμού για να επιτευχθεί όσο το δυνατόν πιο ομοιόμορφος φωτισμός αλλά και ισοκατανομή των φάσεων. Να γίνει το αντίστοιχο διάγραμμα στο χώρο και να υπολογιστούν οι μεταξύ τους αποστάσεις καθώς και η διατομή τροφοδοσίας της κάθε γραμμής.

 A=(30μ)x(15μ)=450$μ^{2}$

 Φολ=$\frac{ΕxA}{nxν}$=$\frac{\left(250\right)x(450)}{\left(0,6\right)x(0,65)}$=$\frac{112500}{0,39}$=288.461,5385lm

 nφ.σ=$\frac{Φολ}{Φλαμπx4}$=$\frac{288461,5385}{\left(2800\right)x(2)}$=$\frac{288461,5385}{5600}$=51,51 φωτιστικά σώματα

Άρα τα ελάχιστα φωτιστικά σώματα που απαιτείται να τοποθετηθούν στον χώρο είναι 52 τεμ.

Επειδή όμως υπάρχουν 3 φάσεις R, S, T, και για ισοκατανομή στις τρείς φάσεις θα πρέπει να χρησιμοποιηθούν τουλάχιστον 54 φωτιστικά.

Αυτά θα πρέπει να τοποθετηθούν στον χώρο με μήκος L=30μ και πλάτος B=15μ ομοιόμορφα.

Ο δυνατός συνδυασμός που μπορούν να ταξινομηθούν ομοιόμορφα στον χώρο είναι σε 9 γραμμές κατά μήκος και 6 γραμμές κατά πλάτος.

Έτσι οι μεταξύ τους αποστάσεις (κέντρο με κέντρο) θα είναι:

Κατά μήκος α = $\frac{30 }{9}$= 3,33 μ και κατά πλάτος β = $\frac{15}{6} $ = 2,5 μ

Αν θεωρηθεί ότι τα συγκεκριμένα φωτιστικά έχουν διαστάσεις:

μήκος l = 1,2μ και πλάτος π= 0,35 μ θα ισχύει ότι:

α – l = 3,33 – 1,2 = 2,13 μ και β – π = 2,50 – 0,35 = 2,15 μ αντίστοιχα και επομένως α – l $≅$ β – π

Το διάγραμμα της φωτοτεχνικής μελέτης είναι:



Για την ηλεκτρική σύνδεση των φωτιστικών μπορούν να γίνουν έξι γραμμές φωτισμού (δύο σε κάθε φάση R, S, T), οπότε σε κάθε γραμμή θα συνδεθούν 54 / 6 = 9 φωτιστικά και το κάθε φωτιστικό έχει δύο λάμπες ισχύος 40W η κάθε μια.

Επομένως η ισχύς της κάθε γραμμής φωτισμού θα είναι:

Pφ = 9 Χ 40W Χ 2 = 720W

Το ονομαστικό ρεύμα της κάθε γραμμής και για Σ.Ι. = 0,40 προκύπτει:

Pφ = Ιον Χ V X coφ και Ιον = Pφ / V cosφ = 720 / (230 Χ 0,40) = 7,83 Α

Επομένως θα χρησιμοποιηθεί για την τροφοδοσία της κάθε γραμμής φωτισμού καλώδιο διατομής: S = 1,5mm2 και ασφάλεια 10 Α

1. α) Να υπολογιστούν τα ελάχιστα φωτιστικά που απαιτούνται για ένα χώρο με μήκος L=30μ., πλάτος B=15μ., ύψος Η=3,5μ., για να επιτευχθεί ένταση φωτισμού E=250 lux, αν χρησιμοποιηθούν φωτιστικά φθορισμού με δύο λάμπες ισχύος 65W το καθένα και φωτεινή ροή λάμπας Φ=3800 lummen, όταν ο βαθμός απόδοσης της εγκατάστασης είναι 60% και ο συντελεστής ελλάτωσης 0,55 .

β) Ποια η θέση των φωτιστικών που επιλέξατε στον χώρο για να επιτευχθεί όσο το δυνατόν πιο ομοιόμορφος φωτισμός; Να γίνει το αντίστοιχο διάγραμμα και να υπολογιστούν οι μεταξύ τους αποστάσεις.

γ) Ποια μέτρα θα παίρνατε σε ένα βιομηχανικό χώρο κατά σειρά προτεραιότητας με σκοπό την αύξηση του βαθμού απόδοσης του φωτισμού του ;

α) Α=(30μ)x(15μ)=450$μ^{2}$

Φολ=$\frac{ΕΧΑ}{nxν}$=$\frac{\left(250\right)x(450)}{\left(0,60\right)x(0,55)}$=$\frac{112500}{0,33}$=340.909,0909lm

Nφ.σ.=$\frac{Φολ}{Φλαμπ.x2}$=$\frac{340909,0909}{\left(3800\right)χ2}$=$\frac{340909,0909}{7600}$=44,85 φωτιστικά σώματα

Επομένως τα ελάχιστα φωτιστικά σώματα που μπορούν να τοποθετηθούν στον χώρο είναι 45.

β) Ο κατάλληλος συνδυασμός που μπορεί να γίνει είναι 5x9=45:

Θεωρώ ότι τα φωτιστικά σώματα είναι τετράγωνα άρα προκύπτει ότι θα πρέπει να τοποθετηθούν κατά μήκος σε A = $\sqrt{\frac{30x45}{15}}$ = 9,48 σειρές και κατά πλάτος σε Β=$\sqrt{\frac{15x45}{30}}$ = 4,74 γραμμές.

Αυτή η διάταξη μας δίνει αποστάσεις

α = 30 / 9 = 3,33 μ κατά μήκος και β = 15 / 5 = 3 μ κατά πλάτος

Επομένως ισχύει α $ ≅$ β 3,33$≅$3,0

Το διάγραμμα στον χώρο είναι το εξής:



γ) Ο βαθμός απόδοσης του φωτισμού εξαρτάται από το είδος φωτισμού, τον συντελεστή χώρου, την ανάκλαση οροφής και τοίχων και ο συντελεστής ελλάτωσης από την καθαρότητα του χώρου και από το είδος φωτισμού. Επομένως με κριτήριο το μικρότερο κόστος επέμβασης τα μέτρα που θα πρέπει να ληφθούν σε ένα βιομηχανικό χώρο για την αύξηση του βαθμού απόδοσης φωτισμού κατά σειρά προτεραιότητας είναι:

i) καθαρισμός φωτιστικών σωμάτων

ii) μείωση της απόστασης φωτιστικού από το επίπεδο εργασίας

iii) τοποθέτηση ανακλαστήρα για αλλαγή του είδους φωτισμού σε πιο άμεσο

iv) βαφή τοίχων και οροφής με πιο ανοιχτόχρωμα χρώματα για καλύτερη ανάκλαση

v) αντικατάσταση λαμπτήρων με μεγαλύτερη ένταση και βελτιωμένη απόδοση.

1. Να υπολογιστούν τα ελάχιστα φωτιστικά που απαιτούνται για ένα χώρο με μήκος L = 12 μ. , πλάτος Β = 5 μ. και ύψος Η = 3,5 μ. , για να επιτευχθεί ένταση φωτισμού Ε = 500 lux στο επίπεδο εργασίας αν χρησιμοποιηθούν φωτιστικά ισχύος 120 W το καθένα με φωτεινή ροή Φ = 3.800 lummen , αν θεωρηθεί ότι ο βαθμός απόδοσης (n) της εγκατάστασης είναι 58 % και ο συντελεστής ελάττωσης (ν) είναι 0,65. Να προτείνετε την θέση τους στον χώρο για να επιτευχθεί όσο το δυνατόν ομοιόμορφος φωτισμός.

 Α=(12μ)x(5μ)=60$μ^{2}$

Φολ=$\frac{ΕXA}{nxν}$=$\frac{\left(500\right)x(60)}{\left(0,58\right)x(0,65)}$=$\frac{30000}{0,377}$=79,575,60 lm

Nφ.σ=$\frac{Φολ}{Φλαμπx1}$=$\frac{79575,60}{\left(3800\right)x1}$=$\frac{79575,60}{3800}$=20,94

Τα ελάχιστα φωτιστικά σώματα που μπορούν να τοποθετηθούν στον χώρο είναι 21.

Επειδή έχουμε φάσεις R S T, για συμμετρικό φορτίο στις τρείς φάσεις θα πρέπει να έχουμε τρείς γραμμές φωτισμού με 7 φωτιστικά σώματα η κάθε μια.

Επίσης για όσο το δυνατόν περισσότερο ομοιόμορφο φωτισμό στον χώρο θα πρέπει με μήκος L=12μ και πλάτος Β=5μ. οι αποστάσεις μεταξύ των κέντρων των φωτιστικών θα είναι α=$\frac{12}{7}$=1,71μ και Β=$\frac{5}{3}$=1,66μ

Θεωρώ ότι τα φωτιστικά είναι τετράγωνα άρα προκύπτει ότι α$≅$β

Το διάγραμμα της φωτοτεχνικής μελέτης στο χώρο θα είναι το εξής:



1. Να υπολογιστούν τα ελάχιστα φωτιστικά που απαιτούνται για ένα χώρο με μήκος L = 30 μ . , πλάτος B = 20 μ. , ύψος Η = 4,5 μ. , για να επιτευχθεί ένταση φωτισμού E = 250 lux , αν χρησιμοποιηθούν φωτιστικά σώματα φθορισμού διαστάσεων 1,20 Χ 0,30 μέτρα , που διαθέτουν τέσσερις λάμπες το καθένα , ισχύος 4 Χ 65 W και με φωτεινή ροή λάμπας Φ = 3800 lummen , με βαθμό απόδοσης της εγκατάστασης 60 % και συντελεστή ελλάτωσης 0,55 . Να προτείνετε την θέση τους στον χώρο για να επιτευχθεί όσο το δυνατόν ομοιόμορφος φωτισμός.

 Α=(30μ)x(20μ)=600$μ^{2}$

 Φολ=$\frac{ΕΧΑ}{nxν}$=$\frac{\left(250\right)x(600)}{\left(0,60\right)x(0,55)}$=$\frac{150000}{0,33}$=454.545,4545lm

 Nφ.σ.=$\frac{Φολ}{Φλαμπ.x4}$=$\frac{454545,4545}{\left(3800\right)χ4}$=$\frac{454545,4545}{15200}$=29,90 φωτιστικά σώματα

Τα ελάχιστα φωτιστικά σώματα που μπορούν να τοποθετηθούν στον χώρο είναι επομένως 30. Αυτά μπορούν να μοιραστούν ομοιόμορφα στις 3 φάσεις.

Επίσης ο κατάλληλος συνδυασμός που μπορεί να γίνει είναι 6 x 5 = 30:

Και οι αποστάσεις (κέντρο με κέντρο) των φωτιστικών θα είναι:

Κατά μήκος α = $\frac{30}{6}$ = 5,00 μ και κατά πλάτος β = $\frac{20}{5}$ = 4,00 μ

Τα φωτιστικά έχουν διαστάσεις μήκος l = 1,20 μ και πλάτος π = 0,30 μ, επομένως θα ισχύει:

 α – l = 5,00 – 1,20 = 3,80 μ και β – π = 4,00 – 0,30 = 3,70 μ

 Έτσι α – l $≅$ β – π

Το διάγραμμα της φωτοτεχνικής μελέτης στο χώρο θα είναι το εξής:



**Γ. ΔΙΑΤΟΜΕΣ ΠΑΡΟΧΩΝ ΚΙΝΗΤΗΡΩΝ :**

1. α) Μια τριφασική αντλία γεώτρησης 380V / 50Hz έχει ισχύ εξόδου P=12 Ηp, βαθμό απόδοσης n=80 % και συντελεστή ισχύος 0,75. Να υπολογιστεί η διατομή του καλωδίου παροχής και η ασφάλεια ανά φάση αν η αντλία βρίσκεται εγκατεστημένη σε απόσταση 250 μέτρα από τον κεντρικό πίνακα διανομής.

β) Ποια η επιτρεπόμενη πτώση τάσης στη γραμμή τροφοδοσίας της αντλίας σύμφωνα με τους κανονισμούς και με πιο τρόπο επιτυγχάνεται;

γ) Ποια μέσα προστασίας και αυτοματισμού προτείνετε να χρησιμοποιηθούν στην περίπτωση της αντλίας γεώτρησης και για ποιο λόγο το καθένα ;

α) 1Hp=0,736Kw

Pout= (12)x(0,736) =8.832W

Pηλ=$\frac{Pout}{n}$=$\frac{8832}{0,8}$=11.040W

Pηλ=$√3$xVπxIονxcosφ$\rightarrow $ Ιον=$\frac{Ρηλ}{√3xVπxcosφ}$=$\frac{11040}{(√3)x(380)x(0,75)}$=$\frac{11040}{493,63}$=22,36A

Iα=Ιονx(1,25)=(22,36A)x(1,25)=27,95A

Επιλέγω ένα Ιmax>Iα οπότε για s=6$mm^{2}$ όπου Ιmax=35A>Iα=27,95Α και είναι για Θ=25C.

Δu=$\frac{√3xpxlxIονxcosφ}{s}$=$\frac{\left(\sqrt{3}\right)x\left(0,0175\right)x\left(250\right)x\left(22,36\right)x(0,75)}{6}$=$\frac{127}{6}$=21,17V>Δuεπιτρ.

Δuεπιτρ.=4%Vπ=(0,04)x(380)=15,2V

Άρα η διατομή s=6$mm^{2}$ απορρίπτεται και επιλέγουμε διατομή 10$mm^{2}$ οπότε προκύπτει ότι:

Δu=$\frac{127}{10}$=12,7 V< Δuεπιτρ.15,2 V

Άρα επιλέγουμε ως διατομή τα 10$mm^{2}$ με Ιmax=48A και Ιασφ=35A

β) Δuεπιτρ.=4%Vπ=(0,04)x(380)=15,2V

 Η επιτρεπόμενη πτώση τάσης στην γραμμή τροφοδοσίας σύμφωνα με τους κανονισμούς είναι 4% και επιτυγχάνεται με τους εξής τρόπους:

1)με αύξηση της διατομής του καλωδίου τροφοδοσίας

2)αν είναι εφικτό, με μείωση της απόστασης της αντλίας από τον πίνακα διατομής

γ) θερμικό για την προστασία από την υπερθέρμανση, διακόπτη ροής για τον έλεγχο της λειτουργίας χωρίς παροχή νερού, διακόπτη αστέρα/τριγώνου για την μείωση του ρεύματος εκκίνησης, αυτόματο διακόπτη λειτουργίας που να ελέγχεται από το θερμικό του διακόπτη ροής και τον επιτηρητή φάσεων για προστασία έναντι επαναλειτουργίας, ασφάλειες για την προστασία του καλωδίου παροχής και προστασία έναντι βραχυκυκλώματος και διακόπτη φορτίου για μόνιμη απόζευξη του φορτίου.(σελ.86 των σημειώσεων).

1. Ένας τριφασικός κινητήρας με ονομαστικά στοιχεία 400V/50Hz, ισχύος εξόδου P=30Hp, με βαθμό απόδοσης n=75% και συντελεστή ισχύος 0,85 έχει εγκατασταθεί σε χώρο με θερμοκρασία περιβάλλοντος θ=30οC, σε απόσταση 150μ. από τον πίνακα διανομής.

α) Να υπολογιστεί η διατομή του καλωδίου παροχής, η ασφάλεια και ο διακόπτης ανά φάση, η ρύθμιση του θερμικού του κινητήρα για συνδεσμολογία αστέρα – τριγώνου και να σχεδιαστεί το μονογραμμικό διάγραμμα της γραμμής.

β) Ποια θα είναι η πτώση τάσης στη γραμμή τροφοδοσίας του κινητήρα για τη διατομή του καλωδίου που έχετε επιλέξει ;

α) 1Hp=0,736Kw

Pout= (30)x(0,736) =22,08ΚW=22.080W

Pηλ=$\frac{Pout}{n}$=$\frac{22080}{0,75}$=29.440W

Pηλ=$√3$xVπxIονxcosφ$\rightarrow $ Ιον=$\frac{Ρηλ}{√3xVπxcosφ}$=$\frac{29440}{(√3)x(400)x(0,85)}$=$\frac{29440}{588,89}$=49,99A

Iα=Ιονx (1,25) =(49,99A) x (1,25) =62,49A

Επιλέγω ένα Ιmax>Iα οπότε για s=16$mm^{2}$ όπου Ιmax=65A>Iα=62,49Α και είναι για Θ=25 ο C .

Όμως για Θ=30ο C ο μειωτικός συντελεστής είναι k=0,95

Ι’max= k x Imax = (0,95) x (65A) = 61,75A < Iα = 62,49Α

Οπότε δεν μας καλύπτει η διατομή των s=16$mm^{2}$ και επιλέγουμε την επόμενη.

Για s=25$mm^{2}$ με Imax=88A και Ιασφ=80Α

Ι’max= k x Imax = (0,95) x (88A) = 83,6A > Iα = 62,49Α

Άρα επιλέγουμε ως διατομή s=25$mm^{2}$

Το μονογραμμικό διάγραμμα είναι:



Έχουμε συνδεσμολογία Αστέρα-Τριγώνου άρα προκύπτει ότι για τρίγωνο:

Η ρύθμιση του θερμικού θα είναι : Ιth=Ιον/√3=49,99Α/√3 =28,86Α

β) Δu=$\frac{√3xpxlxIονxcosφ}{s}$=$\frac{\left(\sqrt{3}\right)x\left(0,0175\right)x\left(150\right)x\left(49,99\right)x(0,85)}{25}$=$\frac{193,20}{25}$=7,73V<Δuεπ.=16V

 Δuεπ.=400X4%=16V

1. α) Τριφασικός κινητήρας 380 V / 50 Hz ισχύος P = 9,5 Hp έχει βαθμό απόδοσης n = 80 % και συντελεστή ισχύος 0,70 . Να υπολογιστεί η διατομή του καλωδίου παροχής και η ασφάλεια ανά φάση, αν ο κινητήρας είναι τοποθετημένος σε χώρο με θερμοκρασία περιβάλλοντος θ = 40ο C .

β) Ποια είναι η επιτρεπόμενη πτώση τάσης στην γραμμή τροφοδοσίας του κινητήρα σύμφωνα με τους κανονισμούς και πως επιτυγχάνεται;

γ) Να υπολογιστεί η ρύθμιση του θερμικού του κινητήρα για συνδεσμολογία τριγώνου και να σχεδιαστεί το μονογραμμικό διάγραμμα.

1Hp=0,736Kw

Pout=(9,5)x(0,736)=6.992W

Pηλ=$\frac{Pout}{n}$=$\frac{6992}{0,8}$=8.740W

Pηλ=$√3$xVπxIονxcosφ$\rightarrow $ Ιον=$\frac{Ρηλ}{√3xVπxcosφ}$=$\frac{8740}{(√3)x(380)x(0,70)}$=$\frac{8740}{460,72}$=18,97A

Iα=Ιονx(1,25)=(18,97A)x(1,25)=23,71A

Επιλέγω ένα Ιmax>Iα οπότε για s=4$mm^{2}$ όπου Ιmax=27A>Iα=23,71Α και είναι για Θ=25ο C.

Όμως για Θ=40ο C ισχύει ο μειωτικός συντελεστής k=0,80

I’max = k x Imax=(0,80)x(27A)=21,6A < Iα = 23,71Α

Άρα η διατομή θα πρέπει να αυξηθεί και να γίνει s=6$mm^{2}$

Για s=6$mm^{2}$ όπου το Ιmax =35Α , για Θ=25ο C

I’max = k x Imax=(0,80)x(35A)=28,0A > Iα = 23,71Α

Άρα επιλέγουμε ως διατομή το s=6 $mm^{2}$ και ασφάλεια 3Χ25 Α και διακόπτη 3Χ40 Α

β) Δuεπιτρ.=4%Vπ = (0,04)x(380) =15,2V

Επιτυγχάνεται είτε με την αύξηση της διατομής παροχής είτε με την τοποθέτηση του κινητήρα σε απόσταση μικρότερη από l < 226,60 μέτρων.

Δuεπιτρ.=$\frac{\sqrt{3}xpxlxIονxcosφ}{s}\rightarrow 15,2V=\frac{\left(\sqrt{3}\right)x\left(0,0175\right)xlx\left(18,97\right)x\left(0,70\right)}{6}\rightarrow \left(\sqrt{3}\right)x\left(0,0175\right)xlx\left(18,97\right)x\left(0,70\right)$=(6)x(15,2)$\rightarrow $l<$\frac{\left(15,2\right)x\left(6\right)}{\left(\sqrt{3}\right)x\left(0,0175\right)x\left(18,97\right)x\left(0,70\right)}$=$\frac{91,208}{0,40} $

$ \rightarrow $l < 226,60 m

Έχουμε συνδεσμολογία τριγώνου (Δ) άρα προκύπτει ότι: Ιth=$\frac{Iον}{√3}$=$\frac{18,97}{√3}$ =10,95Α

Το μονογραμμικό διάγραμμα ειναι:



1. Τριφασικός επαγωγικός κινητήρας ισχύος 15 Hp, 400 V, 50 Hz, συνδεσμολογίας τριγώνου, έχει βαθμό απόδοσης n = 80% και συντελεστή ισχύος cosφ = 0,75.

α) Να βρεθεί το ρεύμα κανονικής λειτουργίας του κινητήρα και να επιλεγεί η διατομή του καλωδίου τροφοδοσίας, η ασφάλεια ανά φάση ο διακόπτης και η ρύθμιση του θερμικού του. Να σχεδιαστεί το αντίστοιχο μονογραμμικό διάγραμμα της εγκατάστασης του κινητήρα.

β) Αν ο συγκεκριμένος κινητήρας τοποθετηθεί σε απόσταση 450 μέτρων από τον κεντρικό πίνακα διανομής και σε θερμοκρασία περιβάλλοντος 45οC ποια θα είναι η κατάλληλη διατομή καλωδίου για να είναι η πτώση τάσεως στην γραμμή τροφοδοσίας του μικρότερη από 4% ;

α) 1Hp=0,736Kw

Pout= (15)x(0,736) =11,04ΚW=11.040W

Pηλ=$\frac{Pout}{n}$=$\frac{11040}{0,80}$=13.800W

Pηλ=$√3$xVπxIονxcosφ$\rightarrow $ Ιον=$\frac{Ρηλ}{√3xVπxcosφ}$=$\frac{13800}{(√3)x(400)x(0,75)}$=$\frac{13800}{519,62}$=26,56A

Iα=Ιονx (1,25) =(26,56A) x (1,25) =33,20A

Επιλέγω ένα Ιmax> Iα οπότε για s=6$mm^{2}$ όπου το Ιmax=35Α>Ια=33,20 Α, για

Θ=25ο C

Άρα επιλέγουμε ως διατομή το s=6 $mm^{2}$ και ασφάλεια 3Χ25 Α και διακόπτη 3Χ40 Α

Το μονογραμμικό διάγραμμα είναι το εξής:



Έχουμε συνδεσμολογία τριγώνου (Δ) οπότε προκύπτει ότι:

Ith=$\frac{Iον}{\sqrt{3}}$=$\frac{26,56}{\sqrt{3}}$=15,33 Α

β) Όμως για Θ=45ο C το k=0,70

I’max= k x Ιmax=(0,70)x(35A)=24,5A<Iα=33,20A

Για διατομή s=10$mm^{2}$, Imax = 48A, Ιασφ.=35A

I’max= k x Ιmax=(0,70)x(48A)=33,6A>Iα=33,20A

Άρα επιλέγουμε ως διατομή το s=10$mm^{2}$

Για την διατομή των 10$mm^{2} $ο έλεγχος της πτώσης τάσης για τα 450 μ. δίνει

ΔV=$\frac{pxlxIονxcosφx\sqrt{3}}{s}\rightarrow $ ΔV=$\frac{(\sqrt{3)}\left(0,0175\right)x\left(450\right)x\left(26,56\right)x\left(0,75\right)}{10}$=$\frac{271,71}{10}$=27,17> Δuεπιτρ.

Δuεπιτρ.=4%Vπ=$\frac{4}{100}$x400=16V

Επομένως πρέπει να αυξηθεί η διατομή του καλωδίου

Για την αμέσως επόμενη διατομή των 16 $mm^{2}$, όπου Ιmax=65A

ΔV=$\frac{271,71}{16}$=16,98 > Δuεπιτρ. = 16 V

Για διατομή s=25$mm^{2}$, Imax=88A, Iασφ.=80 Α

ΔV=$\frac{271,71}{25}$=10,87 < Δuεπιτρ.

Άρα η διατομή θα πρέπει να γίνει : s=25$mm^{2}$

1. Τριφασικός επαγωγικός κινητήρας ισχύος 25 Hp, 400 V, 50 Hz, συνδεσμολογίας τριγώνου, έχει βαθμό απόδοσης n = 80% και συντελεστή ισχύος cosφ = 0,75.

α) Να βρεθεί το ρεύμα κανονικής λειτουργίας του κινητήρα και να επιλεγεί η διατομή του καλωδίου τροφοδοσίας, η ασφάλεια ανά φάση και η ρύθμιση του θερμικού του για την εγκατάσταση του σε θερμοκρασία περιβάλλοντος 40οC .

β) Σε πόση απόσταση από τον κεντρικό πίνακα διανομής μπορεί να τοποθετηθεί ο κινητήρας για να είναι η πτώση τάσεως στην γραμμή τροφοδοσίας του μικρότερη από 4% ;

γ) Να υπολογιστεί η ισχύς και η χωρητικότητα του πυκνωτή αντιστάθμισης που απαιτείται για την βελτίωση του Σ.Ι. του κινητήρα σε 0,95.

α) 1ΗΡ=0,736kW

 Pout=(25)x(0,736)x(1000)=18.400W

 Pηλ=$\frac{Pout}{n}$=$\frac{18400}{0,80}$=23.000W

 Pηλ=$\sqrt{3}$xVπxIoνxcosφ$\rightarrow $Ioν=$\frac{Pηλ}{\sqrt{3}xVπxcosφ}$=$\frac{23000}{\left(\sqrt{3}\right)x\left(400\right)x(0,75)}$=$\frac{23000}{519,61}$=44,26A

 Iα=Ιονx(1,25)=(44,26)x(1,25)=55,33A

Επιλέγω ένα Ιmax> Iα οπότε για S=16$mm^{2}$ όπου το Ιmax=65Α>Ια=55,33 Α, για Θ = 25ο C

Όμως για Θ = 40ο C ο μειωτικός συντελεστής είναι k = 0,80

Ι’max= k x Ιmax = (0,80) x (65A) = 52A < Iα = 55,33 A

Για S =25$mm^{2}$ με Ιmax = 88 Α, και Ιασφ.=80 Α

Ι’max = k x Ιmax = (0,80) x (88A) =70,4A > Iα = 55,33 A

Άρα επιλέγουμε ως διατομή S = 25$mm^{2}$

β) Δuεπιτρ.=4%Vπ=$\frac{4}{100}$x400=16V

 Δuεπιτρ. > $\frac{\sqrt{3} pxlxIονxcosφ}{s}\rightarrow $l<$\frac{sxΔuεπιτρ.}{\sqrt{3} xpxIονxcosφ}$=$\frac{\left(25\right)x\left(16\right)}{\left(\sqrt{3}\right)x\left(0,0175\right)x\left(44,26\right)x\left(0,75\right)}$=$\frac{400}{1,0061}$

 l < = 397,55m

Ο κινητήρας θα πρέπει να τοποθετηθεί σε απόσταση μικρότερη από 397μ από τον κεντρικό πίνακα διανομής.

γ) Qc = Ρηλ x (tanφ – tanφ1)

tanφ=$\frac{\sqrt{1-(0,75)^{2}}}{0,75}$=$\frac{\sqrt{1-0,5625}}{0,75}$=$\frac{\sqrt{0,4375}}{0,75}$=$\frac{0,6614}{0,75}$=0,88

tanφ1=$\frac{\sqrt{1-(0,95)^{2}}}{0,95}$=$\frac{\sqrt{1-0,9025}}{0,95}$=$\frac{\sqrt{0,0975}}{0,95}$=$\frac{0,3122}{0,95}$=0,33

Qc=Ρηλx(tanφ-tanφ1)=23000 x(0,88-0,33)=23000x(0,55)=12650VAR

C=$\frac{Qc}{2xπxfxVπ^{2}}$=$\frac{12650}{\left(2\right)x\left(3,14\right)x\left(50\right)x(400)^{2}}$=$\frac{12650}{\left(2\right)x\left(3,14\right)x\left(50\right)x(160000)}$=$\frac{12650}{50240000}$=252μF

Θα πρέπει να τοποθετηθεί ένας τριφασικός πυκνωτής αντιστάθμισης ισχύος 12,50kVAR και χωρητικότητας 250μF.

1. Τριφασικός επαγωγικός κινητήρας ισχύος 15 kW, 380 V, 50 Hz, συνδεσμολογίας τριγώνου, έχει βαθμό απόδοσης n = 80% και συντελεστή ισχύος cosφ = 0,75.

α) Να βρεθεί το ρεύμα κανονικής λειτουργίας του κινητήρα και να επιλεγεί η διατομή του καλωδίου τροφοδοσίας, η ασφάλεια ανά φάση και η ρύθμιση του θερμικού του.

β) Σε πόση απόσταση από τον κεντρικό πίνακα διανομής μπορεί να τοποθετηθεί ο κινητήρας για να είναι η πτώση τάσεως στην γραμμή τροφοδοσίας μικρότερη από 3% ;

γ) Να υπολογιστεί η ισχύς και η χωρητικότητα του πυκνωτή αντιστάθμισης που απαιτείται για την βελτίωση του Σ.Ι. του κινητήρα σε 0,90.

α) Pout=15kW=15.000W

 Pηλ=$\frac{Pout}{n}$=$\frac{15000}{0,8}$=18.750W

Pηλ=$√3$xVπxIονxcosφ$\rightarrow $ Ιον=$\frac{Ρηλ}{√3xVπxcosφ}$=$\frac{18750}{(√3)x(380)x(0,75)}$=$\frac{18750}{493,63}$=37,98A

Iα=Ιονx(1,25) =(37,98A)x(1,25)=47,48A

Επιλέγω ένα Ιmax>Iα οπότε για s=10$mm^{2}$ όπου Ιmax=48A>Iα=47,48Α και είναι για θερμοκρασία περιβάλλοντος Θ=25ο C.

β) Δuεπιτρ.=3%Vπ=(0,03)x(380)=11,4V

Δuεπιτρ.=$\frac{\sqrt{3}xpxlxIονxcosφ}{s}\rightarrow 11,4=\frac{\left(\sqrt{3}\right)x\left(0,0175\right)x\left(l\right)x\left(37,98\right)x(0,75)}{10}\rightarrow \left(\sqrt{3}\right)x\left(0,0175\right)x\left(l\right)x\left(37,98\right)x(0,75)$=(10)x(11,4)$\rightarrow $l=$\frac{(10)x(11,4)}{\left(37,98\right)x\left(0,75\right)x\left(0,0175\right)x(\sqrt{3})}$=$\frac{114}{0,8634}m$

l=132 m

γ) tanφ=$\frac{\sqrt{1-(0,75)^{2}}}{0,75}$=$\frac{\sqrt{1-0,5625}}{0,75}$=$\frac{\sqrt{0,4375}}{0,75}$=$\frac{0,66}{0,75}$=0,88

 tanφ1=$\frac{\sqrt{1-(0,90)^{2}}}{0,90}$=$\frac{\sqrt{1-0,81}}{0,90}$=$\frac{\sqrt{0,19}}{0,90}$=$\frac{0,43}{0,90}$=0,48

Qc=Ρηλx(tanφ-tanφ1) =18.750x( 0,88 – 0,48 ) =18.750 (0,40) =7.500VAR = 7,5 kVAR

C=$\frac{Qc}{2πfv^{2}}$=$\frac{7500}{\left(2\right)x\left(3,14\right)x\left(50\right)x(380)^{2}}$=$\frac{7500}{\left(2\right)x\left(3,14\right)x\left(50\right)x(144400)}$=$\frac{7500}{45341600}$=0,000165F= 165μF

Απαιτείται ένας τριφασικός πυκνωτής ισχύος 7,5 kVAR και χωρητικότητας 165μF ή τρείς μονοφασικοί πυκνωτές ισχύος 2,5 kVAR ο καθένας και χωρητικότητας 55μF ο καθένας αν είναι σε συνδεσμολογία τριγώνου.

1. α) Για την τριφασική παροχή της γραμμής παραγωγής που δίνεται να υπολογιστεί η διατομή του καλωδίου η ασφάλεια και ο διακόπτης έτσι ώστε η πτώση τάσεως στην γραμμή να είναι μικρότερη από 3%.



β) Πως επηρεάζει η θερμοκρασία περιβάλλοντος και ο τρόπος εγκατάστασης την μέγιστη επιτρεπόμενη ένταση ρεύματος συνεχούς λειτουργίας στα καλώδια ;

α) για το 1ο φορτίο:Ρηλ1=$\frac{Pout1}{n1}$=$\frac{5000W}{0,80}$ = 6.250W

 για το 2ο φορτίο:Ρηλ2=$\frac{Pout2}{n2}$=$\frac{1500W}{0,85}$ = 1.764,71W

 για το 3ο φορτίο:Ρηλ3=$\frac{Pout3}{n3}$=$\frac{2500W}{0,90}$ = 2.777,78W

 για το 4ο φορτίο:Ρηλ4=$\frac{Pout4}{n4}$=$\frac{4500W}{0,75}$ = 6.000W

1ο.φορτίο:Pηλ1=$\sqrt{3}$xVπxΙον1xcosφ1$\rightarrow $Ιον1=$\frac{Ρηλ1}{\sqrt{3}xVπxcosφ1}$=$\frac{6250}{\left(\sqrt{3}\right)x\left(380\right)x(0,85)}$=11,17A

2ο φορτίο:Pηλ2=$\sqrt{3}$xVπxΙον2xcosφ2$\rightarrow $Ιον2=$\frac{Ρηλ2}{\sqrt{3}xVπxcosφ1}$=$\frac{1764,71}{\left(\sqrt{3}\right)x\left(380\right)x(0,90)}$=2,98Α

3ο φορτίο:Pηλ3=$\sqrt{3}$xVπxΙον3xcosφ3$\rightarrow $Ιον3=$\frac{Ρηλ3}{\sqrt{3}xVπxcosφ1}$=$\frac{2777,78}{\left(\sqrt{3}\right)x\left(380\right)x(0,95)}$=4,44A

4ο φορτίο:Pηλ4=$\sqrt{3}$xVπxΙον4xcosφ4$\rightarrow $Ιον4=$\frac{Ρηλ4}{\sqrt{3}xVπxcosφ1}$=$\frac{6000}{\left(\sqrt{3}\right)x\left(380\right)x(0,80)}$=11,40A

Iον= Ιον1+ Ιον2+ Ιον3+ Ιον4=11,17+2,98+4,44+11,40=30 A

Iα=Ιονx(1,25)=(1,25)x(30A)=37,50A

Χρειαζόμαστε S=10$mm^{2}$ με Ιmax=48A, Ιασφ.=35Α

ΔVεπιτρ.=3%Vπ=$\frac{3}{100}$x380=11,4V

ΔVεπιτρ.=$\frac{\sqrt{3}XPXΣliXIiXcosφi}{s}\rightarrow \frac{\sqrt{3}x\left(0,0175\right)x(\left(35x11,17x0,85\right)+\left(60x2,98x0,90\right)+\left(75x4,44x0,95\right)+\left(85x11,40x0,80\right))}{s}$=4,80V<11,40V

Άρα εφόσον η συνολική πτώση τάσεως είναι μικρότερη της επιτρεπόμενης η διατομή των s=10mm2 γίνεται δεκτή.

β) Όσο αυξάνεται η θερμοκρασία περιβάλλοντος τόσο μειώνεται η μέγιστη επιτρεπόμενη ένταση συνεχούς λειτουργίας Ιmax του καλωδίου.

Επίσης ο τρόπος εγκατάστασης παίζει πολύ σημαντικό ρόλο στην μέγιστη επιτρεπόμενη ένταση συνεχούς λειτουργίας των καλωδίων. Όταν τα καλώδια είναι τοποθετημένα μέσα σε σωλήνες ή ομαδοποιημένα σε κοντινές αποστάσεις μεταξύ τους (σελ. 23 – 26 σημειώσεων) η μέγιστη επιτρεπόμενη ένταση συνεχούς λειτουργίας που δίνεται από πίνακες μειώνεται. Γενικά πρέπει να υπάρχει πρόβλεψη απαγωγής της θερμοκρασίας των καλωδίων στον αέρα για να μην υπάρχει υπερθέρμανση η οποία μειώνει την Imax. Όταν τα καλώδια τοποθετούνται εντός του εδάφους τότε εκτός από τον μειωτικό συντελεστή ομαδοποίησης και τον μειωτικό συντελεστή θερμοκρασίας, υπάρχει και πρόσθετος μειωτικός συντελεστής που εξαρτάται από την ποιότητα του εδάφους και την θερμική του αντίσταση. Ο τελικός μειωτικός συντελεστής k για την μέγιστη επιτρεπόμενη ένταση συνεχούς λειτουργίας των καλωδίων είναι το γινόμενο όλων αυτών των μειωτικών συντελεστών. Γενικά για καλώδια τοποθετημένα στον αέρα η μέγιστη επιτρεπόμενη ένταση συνεχούς λειτουργίας είναι μικρότερη από ότι αν τοποθετηθούν στο έδαφος (σελ. 30 σημειώσεων).

**Δ. ΑΕΡΓΗ ΑΝΤΙΣΤΑΘΜΙΣΗ (σελ. 142 – 150)**

1. α) Με ποιο τρόπο υπολογίζεται η χρεωστέα ζήτηση ισχύος μιας βιομηχανικής εγκατάστασης ;

β) Ποια η έννοια του μέσου συντελεστή ισχύος μιας βιομηχανικής εγκατάστασης και πώς μπορεί να προσδιοριστεί από τα στοιχεία της εγκατάστασης ;

γ) Ποια τα στοιχεία των πυκνωτών ομαδικής αντιστάθμισης (ισχύς και χωρητικότητα) που απαιτούνται για την βελτίωση του Συντελεστή Ισχύος σε 0,90 μιας τριφασικής εγκατάστασης φωτισμού 400 V, 50 Hz, που αποτελείται από εκατό φωτιστικά φθορισμού ισχύος 65 W το καθένα με συντελεστή ισχύος Σ.Ι.=0,40 ;

δ) Να υπολογιστούν τα στοιχεία της απαιτούμενης ομαδικής άεργης αντιστάθμισης σε 40 λαμπτήρες φθορισμού ισχύος 120 W ο καθένας έτσι ώστε να βελτιωθεί ο συντελεστής ισχύος του λαμπτήρα από 0,40 σε τουλάχιστον 0,95 .

α) Η χρεωστέα ζήτηση (Χ.Ζ) υπολογίζεται από την Μέγιστη Καταγεγραμμένη Ζήτηση σύμφωνα με τον τύπο Χ.Ζ. = k \* M.K.Z. όπου ο συντελεστής k εξαρτάται από τον Συντελεστή Ισχύος (Σ.Ι. = cosφ ) της εγκατάστασης.

Όταν ο Σ.Ι. είναι χαμηλός cosφ<0,85 τότε ο συντελεστής k προκύπτει μεγαλύτερος της μονάδας και επιβαρύνεται η εγκατάσταση με πρόσθετες χρεώσεις, ενώ όταν ο Σ.Ι. πλησιάζει την μονάδα cosφ>0,90 τότε ο συντελεστής k γίνεται μικρότερος της μονάδας και υπάρχει ελάφρυνμη της χρέωσης. (σελ. 143 σημειώσεων)

β) σελ. 142,143 Σημειώσεων που αφορούν την σημασία και την βελτίωση του συντελεστή ισχύος.

Ο μέσος συντελεστής ισχύος προκύπτει ως το cosφm της γωνίας φm, όπου η εφαπτομένη της γωνίας είναι tanφm = ΣQi / ΣPi .

Από τα στοιχεία δηλαδή της εγκατάστασης, όπου υπάρχουν για τον κάθε κινητήρα η ενεργός ισχύς εξόδου Pi out, ο συντελεστής ισχύος cosφi και ο βαθμός απόδοσης του κάθε κινητήρα ni, υπολογίζεται

α) η ηλεκτρική ενεργός ισχύς εισόδου του κάθε κινητήρα ως Pi ηλ = Pi out / ni

β) η άεργος ισχύς του κάθε κινητήρα Qi = Pi ηλ \* tanφi ή Qi = Si \* sinφi , όπου Si = Pi / cosφi

Επίσης ο μέσος συντελεστής ισχύος μπορεί να υπολογιστεί από τις καταγραφές των ενεργών και άεργων καταναλώσεων για μια συγκεκριμένη χρονική περίοδο ως εξής: cosφm = $\frac{W}{\sqrt{W ^{2} + A^{ 2}}}$

όπου W η ενεργός καταγραφή της κατανάλωσης σε kWh και Α η άεργος καταγραφή της κατανάλωσης για την ίδια χρονική περίοδο σε kVAR .

γ) tanφ=$\frac{\sqrt{1-(0,40)^{2}}}{0,40}$=$\frac{\sqrt{1-0,16}}{0,40}$=$\frac{\sqrt{0,84}}{0,40}$=$\frac{0,91}{0,40}$=2,29

 tanφ1=$\frac{\sqrt{1-(0,90)^{2}}}{0,90}$=$\frac{\sqrt{1-0,81}}{0,90}$=$\frac{\sqrt{0,19}}{0,90}$=$\frac{0,43}{0,90}$=0,48

Qc=Ρηλx(tanφ-tanφ1) =100x65x( 2,29 – 0,48 ) =100x65x (1,81) =11.765VAR = 11,765 kVAR

C=$\frac{Qc}{2πfv^{2}}$=$\frac{11765}{\left(2\right)x\left(3,14\right)x\left(50\right)x(400)^{2}}$=$\frac{11765}{\left(2\right)x\left(3,14\right)x\left(50\right)x(160000)}$=$\frac{11765}{50240000}$=0,000234F= 234μF

Απαιτείται ένας τριφασικός πυκνωτής ισχύος 12kVAR και χωρητικότητας 240μF ή τρείς μονοφασικοί πυκνωτές ισχύος 4kVAR ο καθένας και χωρητικότητας 80μF ο καθένας αν είναι σε συνδεσμολογία τριγώνου.

δ) tanφ=$\frac{\sqrt{1-(0,40)^{2}}}{0,40}$=$\frac{\sqrt{1-0,16}}{0,40}$=$\frac{\sqrt{0,84}}{0,40}$=$\frac{0,91}{0,40}$=2,29

 tanφ1=$\frac{\sqrt{1-(0,95)^{2}}}{0,95}$=$\frac{\sqrt{1-0,9025}}{0,95}$=$\frac{\sqrt{0,0975}}{0,95}$=$\frac{0,3122}{0,95}$=0,33

Qc=Ρηλx(tanφ-tanφ1) =40x120x( 2,29 – 0,33 ) =40x120x (1,96) =9.408VAR = 9,5 kVAR

C=$\frac{Qc}{2πfv^{2}}$=$\frac{9500}{\left(2\right)x\left(3,14\right)x\left(50\right)x(400)^{2}}$=$\frac{9500}{\left(2\right)x\left(3,14\right)x\left(50\right)x(160000)}$=$\frac{9500}{50240000}$=0,000189F= 189μF

Απαιτείται ένας τριφασικός πυκνωτής ισχύος 9,5kVAR και χωρητικότητας 190μF ή τρείς μονοφασικοί πυκνωτές ισχύος 3kVAR ο καθένας και χωρητικότητας 60μF ο καθένας αν είναι σε συνδεσμολογία τριγώνου.

1. α) Να εξηγηθούν τα είδη άεργης αντιστάθμισης που συναντώνται σε βιομηχανικό χώρο και ποια τα πλεονεκτήματα και μειονεκτήματα του κάθε είδους.

β) Ποια τα στοιχεία των τριφασικών πυκνωτών κεντρικής αντιστάθμισης (ισχύς και χωρητικότητα) που απαιτούνται για τη βελτίωση του συντελεστή ισχύος σε 0,95 μιας βιομηχανικής εγκατάστασης 400V/50Ηz, αν θεωρηθεί εγκατεστημένη ισχύς 900 kW με μέσο συντελεστή ισχύος 0,70 και ποιος ο βέλτιστος τρόπος σύνδεσής τους;

α) **Κεντρική Αντιστάθμιση** (σελ. 145, 146 σημειώσεων)

Η κεντρική αντιστάθμιση γίνεται με αυτόματο σύστημα παράλληλων πυκνωτών, τοποθετημένων μέσα σε κλειστό ερμάριο, μέσω του οποίου επιτυγχάνεται:

1) ζεύξη ανάλογου αριθμού πυκνωτών

2) απόζευξη σε περίπτωση χωρητικής συμπεριφοράς του καταναλωτή κατά την αντιστάθμιση.

Η ζεύξη και η απόζευξη πυκνωτών, ανάλογα με την εκάστοτε απαιτούμενη αντιστάθμιση γίνεται α) με ένα μικρό κινητήρα κατά την μέθοδο της FERRARI. Ανάλογα δηλαδή με την πρωτοπορία ή καθυστέρηση του ρεύματος ως προς την τάση, στρέφεται ο κινητήρας δεξιά ή αριστερά (αλλάζει η διέγερση). β) με ηλεκτρονικά συστήματα, τα οποία όμως μειονεκτούν έναντι της; προηγούμενης μεθόδου ως προς την ευαισθησία που διαθέτει ο κινητήρας.

πλεονεκτήματα

1) πιο εύκολη συντήρηση (οι πυκνωτές είναι συγκεντρωμένοι σε ερμάριο δίπλα στον ηλεκτρικό πίνακα και όχι διάσπαρτοι σε όλη την εγκατάσταση).

2) μικρότερο κόστος εγκατάστασης

3) μικρότερη εγκατεστημένη ισχύς πυκωτών.

Μειονεκτήματα

Επιβαρύνει το εσωτερικό δίκτυο γιατί κυκλοφορεί άεργος ισχύς από τον πίνακα μέχρι το κάθε φορτίο

**Ομαδική Αντιστάθμιση** (σελ. 147 σημειώσεων)

Η αντιστάθμιση αυτή γίνεται σε ομάδα επαγωγικών φορτίων, όπου υπάρχει το πρόβλημα αύξησης του cosφ, όπως σε έναν υποπίνακα φωτισμού, (λόγω φωτιστικών φθορισμού, που δεν έχουν τοπικούς πυκνωτές αντιστάθμισης), στον υποπίνακα κίνησης κάποιων κινητήρων που έχουν μικρό συντελεστή ισχύος κλπ.

Πλεονεκτήματα

Περιορίζει την διασπορά των εγκατεστημένων πυκνωτών στον χώρο

Μειονεκτήματα

Θα πρέπει τα φορτία όπως φωτιστικά ή κινητήρες να λειτουργούν όχι μεμονωμένα αλλά ομαδικά, δηλαδή να τίθενται σε λειτουργία και να διακόπτονται ταυτόχρονα.

**Ατομική Αντιστάθμιση** (σελ. 147, 148 σημειώσεων )

Η ατομική αντιστάθμιση γίνεται με πυκνωτές δίπλα στο κάθε φορτίο και ενδείκνυται σε εγκαταστάσεις φωτισμού και απομακρυσμένους κινητήρες.

Πλεονεκτήματα

Μεγαλύτερη ακρίβεια στη ρύθμιση του συντελεστή ισχύος

Μειονεκτήματα

1) μεγαλύτερο κόστος εγκατάστασης

2) περισσότεροι πυκνωτές διάσπαρτοι σε πολλά σημεία της εγκατάστασης

3) όταν δεν λειτουργούν όλα τα φορτία μαζί οι περισσότεροι εγκατεστημένοι πυκωτές παραμένουν ανενεργοί.

β) Qc = Ρηλ (tanφ-tanφ1) = 900.000 (1,020-0,32) = 900.000 (0,7) = 630 kVAR

tanφ=$\frac{\sqrt{1-(0,70)^{2}}}{0,70}$ =$\frac{\sqrt{1-0,49}}{0,70}$=$\frac{\sqrt{0,51}}{0,70}$=$\frac{0,71}{0,70}$=1,020

tanφ1=$\frac{\sqrt{1-(0,95)^{2}}}{0,95}$=$\frac{\sqrt{1-0,9025}}{0,95}$=$\frac{\sqrt{0,0975}}{0,95}$=$\frac{0,31}{0,95}$=0,32

Ο βέλτιστος τρόπος για την άεργη αντιστάθμιση της βιομηχανίας είναι η επιλογή της κεντρικής αντιστάσθμισης με ερμάριο πυκωτών σε βαθμίδες.

Έτσι αν επιλεγεί κατάλληλο ερμάριο 7 βαθμίδων θα πρέπει να περιλαμβάνει τους εξής τριφασικούς πυκνωτές : 90 kVAR , 180 kVAR και 360 kVAR

 90 kVAR 180 kVAR 360 kVAR

1η βαθμίδα 90 Χ

2η βαθμίδα 180 Χ

3η βαθμίδα 270 Χ Χ

4η βαθμίδα 360 Χ

5η βαθμίδα 450 Χ Χ

6η βαθμίδα 540 Χ Χ

7η βαθμίδα 630 Χ Χ Χ

Οι αντίστοιχες χωρητικότητες των πυκνωτών θα είναι επομένως

C=$\frac{Qc/3}{2πfVπ^{2}}$=$\frac{90.000/3}{\left(2\right)x\left(3,14\right)x\left(50\right)x(400)^{2}}$=$\frac{90.000/3}{\left(2\right)x\left(3,14\right)x\left(50\right)x(160000)}$=$\frac{90.000/3}{50.240.000}$=0,0006F= 0,6 mF

C=$\frac{Qc/3}{2πfVπ^{2}}$=$\frac{180.000/3}{\left(2\right)x\left(3,14\right)x\left(50\right)x(400)^{2}}$=$\frac{180.000/3}{\left(2\right)x\left(3,14\right)x\left(50\right)x(160000)}$=$\frac{180.000/3}{50.240.000}$=0,0012F= 1,2 mF

C=$\frac{Qc/3}{2πfVπ^{2}}$=$\frac{360.000/3}{\left(2\right)x\left(3,14\right)x\left(50\right)x(400)^{2}}$=$\frac{360.000/3}{\left(2\right)x\left(3,14\right)x\left(50\right)x(160000)}$=$\frac{360.000/3}{50.240.000}$=0,0024F= 2,4 mF

Απαιτούνται επομένως για το ερμάριο πυκωτών:

τρείς μονοφασικοί πυκνωτές των 30 kVAR χωρητικότητας 0,6 mF ο καθένας

τρείς μονοφασικοί πυκνωτές των 60 kVAR χωρητικότητας 1,2 mF ο καθένας

τρείς μονοφασικοί πυκνωτές των 120 kVAR χωρητικότητας 2,4 mF ο καθένας

Όλοι οι μονοφασικοί πυκνωτές θα πρέπει να έχουν συνδεσμολογία τριγώνου.

1. Ποια τα στοιχεία των πυκνωτών κεντρικής αντιστάθμισης ( ισχύς και χωρητικότητα ) που απαιτούνται για την βελτίωση του Συντελεστή Ισχύος σε 0,90 μιας βιομηχανικής εγκατάστασης 380 V , 50 Hz , αν θεωρηθεί εγκατεστημένη ισχύς 250 kW με μέσο συντελεστή ισχύος Σ.Ι. = 0,75 ;

Qc = Ρηλ (tanφ-tanφ1) = 250.000 (0,88 – 0,48) = 250.000 (0,4) =100.000VAR =100kVAR

tanφ=$\frac{\sqrt{1-(0,75)^{2}}}{0,75}$ =$\frac{\sqrt{1-0,5625}}{0,75}$=$\frac{\sqrt{0,4375}}{0,75}$=$\frac{0,66}{0,75}$=0,88

tanφ1=$\frac{\sqrt{1-(0,90)^{2}}}{0,90}$=$\frac{\sqrt{1-0,81}}{0,90}$=$\frac{\sqrt{0,19}}{0,90}$=$\frac{0,43}{0,90}$=0,48

C=$\frac{Qc}{2πfVπ^{2}}$=$\frac{100000}{\left(2\right)x\left(3,14\right)x\left(50\right)x(380)^{2}}$=$\frac{100000}{\left(2\right)x\left(3,14\right)x\left(50\right)x(144400)}$=$\frac{100000}{45.341.600}$=0,0022F=2,20mF

Ο βέλτιστος τρόπος για την άεργη αντιστάθμιση της βιομηχανίας είναι η επιλογή της κεντρικής αντιστάσθμισης με ερμάριο πυκωτών σε βαθμίδες.

Έτσι αν επιλεγεί κατάλληλο ερμάριο 5 βαθμίδων θα πρέπει να περιλαμβάνει τους εξής τριφασικούς πυκνωτές : 20 kVAR , 40 kVAR και 40 kVAR

 20 kVAR 40 kVAR 40 kVAR

1η βαθμίδα 20 Χ

2η βαθμίδα 40 Χ

3η βαθμίδα 60 Χ Χ

4η βαθμίδα 80 X Χ

5η βαθμίδα 100 Χ X Χ

Οι αντίστοιχες χωρητικότητες των πυκνωτών θα είναι επομένως

C=$\frac{Qc/3}{2πfVπ^{2}}$=$\frac{20.000/3}{\left(2\right)x\left(3,14\right)x\left(50\right)x(380)^{2}}$=$\frac{20.000/3}{\left(2\right)x\left(3,14\right)x\left(50\right)x(144000)}$=$\frac{20.000/3}{45.341.600}$=0,147mF= 150 μF

C=$\frac{Qc/3}{2πfVπ^{2}}$=$\frac{40.000/3}{\left(2\right)x\left(3,14\right)x\left(50\right)x(380)^{2}}$=$\frac{40.000/3}{\left(2\right)x\left(3,14\right)x\left(50\right)x(144000)}$=$\frac{40.000/3}{45.341.600}$=0,294mF= 300 μF

Απαιτούνται επομένως για το ερμάριο πυκωτών:

τρείς μονοφασικοί πυκνωτές των 6,6 kVAR χωρητικότητας 150 μF ο καθένας

έξι μονοφασικοί πυκνωτές των 13,3 kVAR χωρητικότητας 300 μF ο καθένας

Όλοι οι μονοφασικοί πυκνωτές θα πρέπει να έχουν συνδεσμολογία τριγώνου.

1. Σε μια βιοτεχνία που τροφοδοτείται από δίκτυο χαμηλής τάσης 400V, 50Hz, είναι εγκατεστημένα τα πιο κάτω φορτία :

i) κινητήρας ισχύος 9,5 kW με βαθμό απόδοσης n = 70% και Σ.Ι. = 0,75

ii) κινητήρας ισχύος 4,5 kW με βαθμό απόδοσης n = 80% και Σ.Ι. = 0,80

iii) κινητήρας ισχύος 6,5 kW με βαθμό απόδοσης n = 75% και Σ.Ι. = 0,70

iv) φωτισμός φθορισμού συνολικής ισχύος 2,5 kW με Σ.Ι. = 0,40

Να προσδιοριστούν:

α) Ο μέσος συντελεστής ισχύος της βιομηχανικής εγκατάστασης .

β) Τα στοιχεία του τριφασικού πυκνωτή που πρέπει να εγκατασταθεί για να βελτιωθεί ο συντελεστής ισχύος της εγκατάστασης σε 0,90 .

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
|  Pout |  Pηλ= Pout / n |  S = P / cos φ |
|  9,5kW |  13.571,43W |  18.095,24VA |
|  4,5kW |  5.625,00W |  7.031,25VA |
|  6,5kW |  8.666,67W |  12.380,96VA |
|  2,5kW |  2.500,00W |  6.250,00VA |

Pηλ1=$\frac{Ρout1}{n1}$=$\frac{9500}{0,7}$=13.571,43W S1=$\frac{Ρηλ1}{cosφ1}$=$\frac{13571,42}{0,75}$=18.095,24$VA$

Pηλ2=$\frac{Ρout2}{n2}$=$\frac{4500}{0,8}$=5.625W S2=$\frac{Ρηλ2}{cosφ2}$=$\frac{5625}{0,80}$=7.031,25$VA ^{}$

Pηλ3=$\frac{Ρout3}{n3}$=$\frac{6500}{0,75}$=8.666,67W S3=$\frac{Ρηλ3}{cosφ3}$=$\frac{8666,66}{0,70}$=12.380,96VA

Pηλ4=$\frac{Ρout4}{n4}$=$\frac{2500}{1}$=2.500W S4=$\frac{Ρηλ4}{cosφ4}$=$\frac{2500}{0,40}$=6.250VA

tanφ1=$\frac{\sqrt{1-(0,75)^{2}}}{0,75}$=$\frac{\sqrt{1-0,5625}}{0,75}$=$\frac{\sqrt{0,4375}}{0,75}$=$\frac{0,66}{0,75}$=0,88 tanφ2=$\frac{\sqrt{1-(0,80)^{2}}}{0,80}$=$\frac{\sqrt{1-0,64}}{0,80}$=$\frac{\sqrt{0,36}}{0,80}$=$\frac{0,60}{0,80}$=0,75

tanφ3=$\frac{\sqrt{1-(0,70)^{2}}}{0,70}$=$\frac{\sqrt{1-0,49}}{0,70}$=$\frac{\sqrt{0,51}}{0,70}$=$\frac{0,71}{0,70}$=1,020

tanφ4=$\frac{\sqrt{1-(0,40)^{2}}}{0,40}$=$\frac{\sqrt{1-0,16}}{0,40}$=$\frac{\sqrt{0,84}}{0,40}$=$\frac{0,91}{0,40}$=2,29

Q1= Pηλ1xtanφ1= (0,88) x (13.571,42) =11.942,85VAR

Q2= Pηλ2xtanφ2= (0,75) x (5.625) =4.218,75VAR

Q3= Pηλ3xtanφ3= (1,020) x (8.666,66) =8.839,99VAR

Q4= Pηλ4xtanφ4= (2,29) x (2.500) =5.725VAR

tanφm=$ \frac{\left( ΣQi \right)}{( ΣPi )}= \frac{(11942,85+4218,75+8839,99+5725)}{(13571,43+5625+8666,67+2500)}$=$\frac{30726,59}{30363,10}$=1,01197

φm=$tan^{-1}(1,01197)$=45,34ο

cosφm=cos 45,34=0,70

β) cosφm = 0,70 σε cosφ=0,90

Qc = Ρηλ x ( tanφm – tanφ )

Ρηλ = Ρηλ1+Ρηλ2+Ρηλ3+Ρηλ4 = 13571,43+5625+8666,67+2500=30363,10W

Qc=30363,10 x ( tanφm – tanφ )

tanφm=$\frac{\sqrt{1-cosφm^{2}}}{cosφm}$=$\frac{\sqrt{1-(0,70)^{2}}}{0,70}$=$\frac{\sqrt{1-0,49}}{0,70}$=$\frac{\sqrt{0,51}}{0,70}$=$\frac{0,71}{0,70}$=1,020

tanφ=$\frac{\sqrt{1-cosφ^{2}}}{cosφ}$=$\frac{\sqrt{1-(0,90)^{2}}}{0,90}$=$\frac{\sqrt{1-0,81}}{0,90}$=$\frac{\sqrt{0,19}}{0,90}$=$\frac{0,43}{0,90}$=0,48

Άρα προκύπτει ότι:

Qc=30363,10x ( 1,020 – 0,48 ) = 30363,10 x (0,54) = 16.396,07VAR=16,4 kVAR

C=$\frac{Qc}{2πfv^{2}}$=$\frac{16400}{\left(2\right)x\left(3,14\right)x\left(50\right)x(400)^{2}}$=$\frac{16400}{\left(2\right)x\left(3,14\right)x\left(50\right)x(160000)}$=$\frac{16400}{50.240.000}$=0,000326F=326μF

Απαιτείται ένας τριφασικός πυκνωτής ισχύος 16,5kVAR και χωρητικότητας 330μF ή τρείς μονοφασικοί πυκνωτές ισχύος 5,5kVAR ο καθένας και χωρητικότητας 110μF ο καθένας αν είναι σε συνδεσμολογία τριγώνου.

1. Σε μια βιοτεχνία που τροφοδοτείται από δίκτυο χαμηλής τάσης 400V, 50Hz, είναι εγκατεστημένα τα πιο κάτω φορτία :

i) κινητήρας ισχύος 12 kW με βαθμό απόδοσης n = 70% και Σ.Ι. = 0,75

ii) κινητήρας ισχύος 9,5 kW με βαθμό απόδοσης n = 80% και Σ.Ι. = 0,80

iii) κινητήρας ισχύος 6,5 kW με βαθμό απόδοσης n = 75% και Σ.Ι. = 0,70

iv) φωτισμός φθορισμού συνολικής ισχύος 3,5 kW με Σ.Ι. = 0,40

Να προσδιοριστούν:

α) Ο μέσος συντελεστής ισχύος της βιομηχανικής εγκατάστασης .

β) Τα στοιχεία του τριφασικού πυκνωτή που πρέπει να εγκατασταθεί για να βελτιωθεί ο συντελεστής ισχύος της εγκατάστασης σε 0,90 .

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
|  Pout |  Pηλ=Pout/n |  S=Pηλ/ΣΙ |
|  12kW |  17.142,86W |  22.857,15$VA$ |
|  9,5kW |  11.875,00W |  14.843,75VA |
|  6,5kW |  8.666,67W |  12.380,94$VA$ |
|  3,5kW |  3.500,00W |  8.750,00$VA$ |

Pηλ1=$\frac{Ρout1}{n1}$=$\frac{12000}{0,7}$=17142,86W S1=$\frac{Ρηλ1}{cosφ1}$=$\frac{17142,86}{0,75}$=22875,15$VA$

Pηλ2=$\frac{Ρout2}{n2}$=$\frac{9500}{0,8}$=11875W S2=$\frac{Ρηλ2}{cosφ2}$=$\frac{11875}{0,80}$=14843,75$VA^{ }$

Pηλ3=$\frac{Ρout3}{n3}$=$\frac{6500}{0,75}$=8666,67W S3=$\frac{Ρηλ3}{cosφ3}$=$\frac{8666,67}{0,70}$=12380,96$VA$

Pηλ4=$\frac{Ρout4}{n4}$=$\frac{3500}{1}$=3500W S4=$\frac{Ρηλ4}{cosφ4}$=$\frac{3500}{0,40}$=8750$VA^{ }$

tanφ1=$\frac{\sqrt{1-(0,75)^{2}}}{0,75}$=$\frac{\sqrt{1-0,5625}}{0,75}$=$\frac{\sqrt{0,4375}}{0,75}$=$\frac{0,66}{0,75}$=0,88 tanφ2=$\frac{\sqrt{1-(0,80)^{2}}}{0,80}$=$\frac{\sqrt{1-0,64}}{0,80}$=$\frac{\sqrt{0,36}}{0,80}$=$\frac{0,60}{0,80}$=0,75

tanφ3=$\frac{\sqrt{1-(0,70)^{2}}}{0,70}$=$\frac{\sqrt{1-0,49}}{0,70}$=$\frac{\sqrt{0,51}}{0,70}$=$\frac{0,71}{0,70}$=1,020

tanφ4=$\frac{\sqrt{1-(0,40)^{2}}}{0,40}$=$\frac{\sqrt{1-0,16}}{0,40}$=$\frac{\sqrt{0,84}}{0,40}$=$\frac{0,92}{0,40}$=2,29

Q1= Pηλ1xtanφ1= (0,88) x (17142,86) =15085,72VAR

Q2= Pηλ2xtanφ2= (0,75) x (11875) =8906,25VAR

Q3= Pηλ3xtanφ3= (1,020) x (8666,67) =8840VAR

Q4= Pηλ4xtanφ4= (2,29) x (3500) =8015VAR

tanφm=$ \frac{\left( ΣQi \right)}{( ΣPi )}=\frac{(15085,72+8906,25+8840+8015)}{(17142,86+11875+8666,67+3500)}$=$\frac{40846,97}{41184,53}$=0,9918

φm=$tan^{-1}(0,9918)$=44,76ο

cosφm=cos 44,76=0,71

β)cosφm=0,71 σε cosφ=0,90

Qc=Ρηλx(tanφml – tanφ)

Ρηλ=Ρηλ1+Ρηλ2+Ρηλ3+Ρηλ4=$17142,86+11875+8666,67+3500$=$41184,53$W

Qc=41184,53 x (tanφm – tanφ)

tanφm =$\frac{\sqrt{1-cosφm^{2}}}{cosφm}$=$\frac{\sqrt{1-(0,71)^{2}}}{0,71}$=$\frac{\sqrt{1-0,5041}}{0,71}$=$\frac{\sqrt{0,4959}}{0,71}$=$\frac{0,7042}{0,71}$=0,9988

tanφ=$\frac{\sqrt{1-cosφ^{2}}}{cosφ}$=$\frac{\sqrt{1-(0,90)^{2}}}{0,90}$=$\frac{\sqrt{1-0,81}}{0,90}$=$\frac{\sqrt{0,19}}{0,90}$=$\frac{0,43}{0,90}$=0,48

Άρα προκύπτει ότι:

Qc=$41184,53$ x (0,9988 – 0,48) =$41184,53$W x (0,5188) = 21.366,53VAR

C=$\frac{Qc}{2πfv^{2}}$=$\frac{21366,53}{\left(2\right)x\left(3,14\right)x\left(50\right)x(400)^{2}}$=$\frac{21366,53}{\left(2\right)x\left(3,14\right)x\left(50\right)x(160000)}$=$\frac{21366,53}{50.240.000}$=0,000425F=425μF

Απαιτείται ένας τριφασικός πυκνωτής ισχύος 22,5kVAR και χωρητικότητας 450μF ή τρείς μονοφασικοί πυκνωτές ισχύος 7,5kVAR ο καθένας και χωρητικότητας 150μF ο καθένας αν είναι σε συνδεσμολογία τριγώνου.

1. Σε μια βιοτεχνία που τροφοδοτείται από δίκτυο χαμηλής τάσης 400V, 50Hz, είναι εγκατεστημένα τα πιο κάτω φορτία :

i) κινητήρας ισχύος 15 Hp με βαθμό απόδοσης n = 70% και Σ.Ι. = 0,75

ii) κινητήρας ισχύος 12 Hp με βαθμό απόδοσης n = 80% και Σ.Ι. = 0,80

iii) κινητήρας ισχύος 25 Hp με βαθμό απόδοσης n = 75% και Σ.Ι. = 0,70

iv) φωτισμός φθορισμού συνολικής ισχύος 4,0 kW με Σ.Ι. = 0,40

Να προσδιοριστούν:

α) Ο μέσος συντελεστής ισχύος της βιομηχανικής εγκατάστασης .

β) Τα στοιχεία του τριφασικού πυκνωτή (ισχύς και χωρητικότηταπου) που πρέπει να εγκατασταθεί για να βελτιωθεί ο συντελεστής ισχύος της εγκατάστασης σε 0,90 .

γ) Ποιος ο καταλληλότερος τρόπος σύνδεσης του τριφασικού πυκνωτή στην εγκατάσταση αυτή ;

Pout1=(15)x(0,736)x(1000)=11.040W

Pout2=(12)x(0,736)x(1000)= 8.832W

Pout3=(25)x(0,736)x(1000)=18.400W

Pout4= 4.000W

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
|  Pout (W) |  Pηλ (W) |  S (VA) |
|  11.040W |  15.771,42W |  21.028,56VA |
|  8.832W |  11.040,00W |  13.800,00VA |
|  18.400W |  24.533,33W |  35.047,61VA |
|  4.000W |  4.000,00W |  10.000,00VA |

Pηλ1=$\frac{Ρout1}{n1}$=$\frac{11040}{0,7}$=15.771,42W S1=$\frac{Ρηλ1}{cosφ1}$=$\frac{15771,42}{0,75}$=21.028,56VA

Pηλ2=$\frac{Ρout2}{n2}$=$\frac{ 8832}{0,8}$=11.040,00W S2=$\frac{Ρηλ2}{cosφ2}$=$\frac{11040}{0,80}$= 13.800,00VA

Pηλ3=$\frac{Ρout3}{n3}$=$\frac{18400}{0,75}$=24.533,33W S3=$\frac{Ρηλ3}{cosφ3}$=$\frac{24533,33}{0,70}$=35.047,61VA

Pηλ4=$\frac{Ρout4}{n4}$=$\frac{4000}{1}$= 4.000,00W S4=$\frac{Ρηλ4}{cosφ4}$=$\frac{4000}{0,40}$= 10.000,00VA

tanφ1=$\frac{\sqrt{1-(0,75)^{2}}}{0,75}$=$\frac{\sqrt{1-0,5625}}{0,75}$=$\frac{\sqrt{0,4375}}{0,75}$=$\frac{0,66}{0,75}$=0,88 tanφ2=$\frac{\sqrt{1-(0,80)^{2}}}{0,80}$=$\frac{\sqrt{1-0,64}}{0,80}$=$\frac{\sqrt{0,36}}{0,80}$=$\frac{0,60}{0,80}$=0,75

tanφ3=$\frac{\sqrt{1-(0,70)^{2}}}{0,70}$=$\frac{\sqrt{1-0,49}}{0,70}$=$\frac{\sqrt{0,51}}{0,70}$=$\frac{0,71}{0,70}$=1,020

tanφ4=$\frac{\sqrt{1-(0,40)^{2}}}{0,40}$=$\frac{\sqrt{1-0,16}}{0,40}$=$\frac{\sqrt{0,84}}{0,40}$=$\frac{0,91}{0,40}$=2,29

Q1= Pηλ1xtanφ1= (0,88) x (15.771,42) =13.878,8496VAR

Q2= Pηλ2xtanφ2= (0,75) x (11.040,00) = 8.280,00VAR

Q3= Pηλ3xtanφ3= (1,020) x (24.533,33) =25.023,9966VAR

Q4= Pηλ4xtanφ4= (2,29) x (4.000,00) = 9.160,00VAR

 tanφm=$ \frac{\left( ΣQi \right)}{( ΣPi )}=\frac{(13878,8496+8280+25023,9966+9160)}{(15771,42+11040+24533,33+4000)}$=$\frac{56342,85}{55344,75}$=1,018

φm=$tan^{-1}(1,018)$=45,51ο

cosφm=cos 45,51=0,70

β)cosφm = 0,70 σε cosφ = 0,90

Qc=Ρηλx(tanφm – tanφ)

Ρηλ=Ρηλ1+Ρηλ2+Ρηλ3+Ρηλ4=$15771,42+11040+24533,33+4000$ =$55344,75$W

Qc=55344,75 x (tanφml – tanφ)

tanφ1=$\frac{\sqrt{1-cosφ1^{2}}}{cosφ1}$=$\frac{\sqrt{1-(0,70)^{2}}}{0,70}$=$\frac{\sqrt{1-0,49}}{0,70}$=$\frac{\sqrt{0,51}}{0,70}$=$\frac{0,71}{0,70}$=1,020

tanφ=$\frac{\sqrt{1-cosφ^{2}}}{cosφ}$=$\frac{\sqrt{1-(0,90)^{2}}}{0,90}$=$\frac{\sqrt{1-0,81}}{0,90}$=$\frac{\sqrt{0,19}}{0,90}$=$\frac{0,43}{0,90}$=0,48

Άρα προκύπτει ότι:

Qc=$55344,75$ x (1,020 – 0,48) =55344,75 x (0,54) = 29.886,165VAR = 30kVAR

C=$\frac{Qc}{2πfv^{2}}$=$\frac{29886,165}{\left(2\right)x\left(3,14\right)x\left(50\right)x(400)^{2}}$=$\frac{29886,165}{\left(2\right)x\left(3,14\right)x\left(50\right)x(160000)}$=$\frac{29886,165}{50240000}$=0,0005948F=595μF

Απαιτείται ένας τριφασικός πυκνωτής ισχύος 30kVAR και χωρητικότητας 600μF ή τρείς μονοφασικοί πυκνωτές ισχύος 10kVAR ο καθένας και χωρητικότητας 200μF ο καθένας αν είναι σε συνδεσμολογία τριγώνου.

γ) Ο καταλληλότερος τρόπος σύνδεσης των πυκνωτών είναι με κεντρική αντιστάθμιση με ερμάριο δίπλα στον πίνακα τροφοδοσίας και με παράλληλη σύνδεση των πυκνωτών λόγω μικρότερης απαιτούμενης χωρητικότητας.

Έτσι αν επιλεγεί κατάλληλο ερμάριο 3 βαθμίδων θα πρέπει να περιλαμβάνει τους εξής τριφασικούς πυκνωτές : 10 kVAR , και 20 kVAR

 10 kVAR 20 kVAR

1η βαθμίδα 10 Χ

2η βαθμίδα 20 Χ

3η βαθμίδα 30 Χ Χ

Οι αντίστοιχες χωρητικότητες των πυκνωτών θα είναι επομένως

C=$\frac{Qc/3}{2πfVπ^{2}}$=$\frac{10.000/3}{\left(2\right)x\left(3,14\right)x\left(50\right)x(400)^{2}}$=$\frac{10.000/3}{\left(2\right)x\left(3,14\right)x\left(50\right)x(160000)}$=$\frac{10.000/3}{50.240.000}$= 66 μF

C=$\frac{Qc/3}{2πfVπ^{2}}$=$\frac{20.000/3}{\left(2\right)x\left(3,14\right)x\left(50\right)x(400)^{2}}$=$\frac{20.000/3}{\left(2\right)x\left(3,14\right)x\left(50\right)x(160000)}$=$\frac{20.000/3}{50.240.000}$= 132 μF

Απαιτούνται επομένως για το ερμάριο πυκνωτών:

τρείς μονοφασικοί πυκνωτές των 3,3 kVAR χωρητικότητας 66 μF ο καθένας

τρείς μονοφασικοί πυκνωτές των 6,6 kVAR χωρητικότητας 132 μF ο καθένας

Όλοι οι μονοφασικοί πυκνωτές θα πρέπει να έχουν συνδεσμολογία τριγώνου.

Σε μια βιοτεχνία που τροφοδοτείται από δίκτυο χαμηλής τάσης 400V, 50Hz, είναι εγκατεστημένα τα πιο κάτω φορτία :

i) κινητήρας ισχύος 15 kW με βαθμό απόδοσης n = 70% και Σ.Ι. = 0,75

ii) κινητήρας ισχύος 9,5 kW με βαθμό απόδοσης n = 80% και Σ.Ι. = 0,80

iii) κινητήρας ισχύος 6,5 kW με βαθμό απόδοσης n = 75% και Σ.Ι. = 0,70

iv) φωτισμός φθορισμού συνολικής ισχύος 4,5 kW με Σ.Ι. = 0,40

Να προσδιοριστούν:

α) Ο μέσος συντελεστής ισχύος της βιομηχανικής εγκατάστασης .

β) Τα στοιχεία του τριφασικού πυκνωτή που πρέπει να εγκατασταθεί για να βελτιωθεί ο συντελεστής ισχύος της εγκατάστασης σε 0,90 .

γ) Ποιος ο καταλληλότερος τρόπος σύνδεσης του τριφασικού πυκνωτή στην εγκατάσταση αυτή ;

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
|  Pout |  Pηλ |  S |
|  15kW |  21.428,57W |  28.571,42VA |
|  9,5kW |  11.875,00W |  14.843,75VA |
|  6,5kW |  8.666,66W |  12.380,94VA |
|  4,5kW |  4.500,00W |  11.250,00VA |

Pηλ1=$\frac{Ρout1}{n1}$=$\frac{15000}{0,7}$=21.428,57W S1=$\frac{Ρηλ1}{cosφ1}$=$\frac{21428,57}{0,75}$=28.571,43VA

Pηλ2=$\frac{Ρout2}{n2}$=$\frac{9500}{0,8}$=11.875,00W S2=$\frac{Ρηλ2}{cosφ2}$=$\frac{11875}{0,80}$=14.843,75VA

Pηλ3=$\frac{Ρout3}{n3}$=$\frac{6500}{0,75}$=8.666,66W S3=$\frac{Ρηλ3}{cosφ3}$=$\frac{8666,66}{0,70}$=12.380,95VA

Pηλ4=$\frac{Ρout4}{n4}$=$\frac{4500}{1}$=4.500,00W S4=$\frac{Ρηλ4}{cosφ4}$=$\frac{4500}{0,40}$=11.250,00VA

tanφ1=$\frac{\sqrt{1-(0,75)^{2}}}{0,75}$=$\frac{\sqrt{1-0,5625}}{0,75}$=$\frac{\sqrt{0,4375}}{0,75}$=$\frac{0,66}{0,75}$=0,88

tanφ2=$\frac{\sqrt{1-(0,80)^{2}}}{0,80}$=$\frac{\sqrt{1-0,64}}{0,80}$=$\frac{\sqrt{0,36}}{0,80}$=$\frac{0,60}{0,80}$=0,75

tanφ3=$\frac{\sqrt{1-(0,70)^{2}}}{0,70}$=$\frac{\sqrt{1-0,49}}{0,70}$=$\frac{\sqrt{0,51}}{0,70}$=$\frac{0,71}{0,70}$=1,020

tanφ4=$\frac{\sqrt{1-(0,40)^{2}}}{0,40}$=$\frac{\sqrt{1-0,16}}{0,40}$=$\frac{\sqrt{0,84}}{0,40}$=$\frac{0,91}{0,40}$=2,29

Q1=Pηλ1xtanφ1=(0,88) x (21.428,57) =18.857,1416VAR

Q2=Pηλ2xtanφ2=(0,75) x (11.875,00) = 8.906,25VAR

Q3=Pηλ3xtanφ3=(1,020) x (8.666,66) = 8.839,9932VAR

Q4=Pηλ4xtanφ4=(2,29) x (4.500,00) = 8.015VAR

tanφm=$\frac{(18857,1416+8906,25+8839,9932+8015)}{(21428,57+11875+8666,66+4500)}$=$\frac{44618,3848}{46470,23}$=0,96

φm=$tan^{-1}(0,96)$=43,83ο

cosφm=cos 43,83=0,72

β) cosφm = 0,72 σε cosφ=0,90

Qc = Ρηλ x (tanφm – tanφ)

Ρηλ=Ρηλ1+Ρηλ2+Ρηλ3+Ρηλ4=$21428,57+11875+8666,66+4500$=$46470,23$W

Qc = 46470,23 x (tanφm – tanφ)

tanφm=$\frac{\sqrt{1-cosφ1^{2}}}{cosφ1}$=$\frac{\sqrt{1-(0,72)^{2}}}{0,72}$=$\frac{\sqrt{1-0,5184}}{0,72}$=$\frac{\sqrt{0,4816}}{0,72}$=$\frac{0,694}{0,72}$= 0,96

tanφ=$\frac{\sqrt{1-cosφ^{2}}}{cosφ}$=$\frac{\sqrt{1-(0,90)^{2}}}{0,90}$=$\frac{\sqrt{1-0,81}}{0,90}$=$\frac{\sqrt{0,19}}{0,90}$=$\frac{0,43}{0,90}$=0,48

Άρα προκύπτει ότι:

Qc=$46470,23$W x (0,96 – 0,48) =$46470,23$Wx (0,48) = 22305,71VAR

C=$\frac{Qc}{2πfv^{2}}$=$\frac{22305,71}{\left(2\right)x\left(3,14\right)x\left(50\right)x(400)^{2}}$=$\frac{22305,71}{\left(2\right)x\left(3,14\right)x\left(50\right)x(160000)}$=$\frac{22305,71}{50.240.000}$=0,000444F=444μF

Απαιτείται ένας τριφασικός πυκνωτής ισχύος 22,50kVAR και χωρητικότητας 450μF ή τρείς μονοφασικοί πυκνωτές ισχύος 7,50kVAR ο καθένας και χωρητικότητας 150μF ο καθένας αν είναι σε συνδεσμολογία τριγώνου.

γ) Ο καταλληλότερος τρόπος σύνδεσης των πυκνωτών είναι με κεντρική αντιστάθμιση με ερμάριο δίπλα στον πίνακα τροφοδοσίας και με παράλληλη σύνδεση των πυκνωτών λόγω μικρότερης απαιτούμενης χωρητικότητας.

Έτσι αν επιλεγεί κατάλληλο ερμάριο 3 βαθμίδων θα πρέπει να περιλαμβάνει τους εξής τριφασικούς πυκνωτές : 7,50 kVAR , και 15 kVAR

 7,50 kVAR 15 kVAR

1η βαθμίδα 7,50 Χ

2η βαθμίδα 15,00 Χ

3η βαθμίδα 22,50 Χ Χ

Οι αντίστοιχες χωρητικότητες των πυκνωτών θα είναι επομένως

C=$\frac{Qc/3}{2πfVπ^{2}}$=$\frac{7.500/3}{\left(2\right)x\left(3,14\right)x\left(50\right)x(400)^{2}}$=$\frac{7.500/3}{\left(2\right)x\left(3,14\right)x\left(50\right)x(160000)}$=$\frac{7.500/3}{50.240.000}$= 50 μF

C=$\frac{Qc/3}{2πfVπ^{2}}$=$\frac{15.000/3}{\left(2\right)x\left(3,14\right)x\left(50\right)x(400)^{2}}$=$\frac{15.000/3}{\left(2\right)x\left(3,14\right)x\left(50\right)x(160000)}$=$\frac{15.000/3}{50.240.000}$= 100 μF

Απαιτούνται επομένως για το ερμάριο πυκνωτών:

τρείς μονοφασικοί πυκνωτές των 2,5 kVAR χωρητικότητας 50 μF ο καθένας

τρείς μονοφασικοί πυκνωτές των 5,0 kVAR χωρητικότητας 100 μF ο καθένας

Όλοι οι μονοφασικοί πυκνωτές θα πρέπει να έχουν συνδεσμολογία τριγώνου.

**E. ΜΕΤΑΣΧΗΜΑΤΙΣΤΕΣ :**

1. Από ποιους παράγοντες εξαρτώνται οι απαιτούμενες διατομές των ανοιγμάτων αερισμού ενός οικίσκου υποσταθμού μέσης τάσης;

Τα ανοίγματα αερισμού Α1 (κάτω άνοιγμα) και Α2 (επάνω άνοιγμα) υπολογίζονται από τις απώλειες χαλκού και τις απώλειες σιδήρου του μετασχηματιστή. Ο υπολογισμός αυτός μπορεί να γίνει προσεγγιστικά από τις σχέσεις:

 A2 = 0,19 (Pfe+Pcu) / H σε ($m^{2}$) και

 Α1 = 0,92 Α σε ($m^{2}$) όπου

 Η η απόσταση σε m από το μέσο περίπου του δοχείου του μετασχηματιστή μέχρι το άνοιγμα αερισμού Α2. ( σελ 138 σημειώσεων

1. Σε ποια μέρη χωρίζεται ο οικίσκος υποσταθμών μέσης τάσης και ποιες οι προδιαγραφές για τις πόρτες του κάθε χώρου ;

(σελ. 137 σημειώσεων) Οι χώροι που θα απαιτηθούν σε έναν υποσταθμό εξαρτώνται από το είδος της παροχής. Σε περίπτωση παροχής από συγκρότημα πινάκων της ΔΕΗ απαιτείται η διάθεση χώρου για τους πίνακες αυτούς, που να ανταποκρίνεται στις υποδείξεις της, σύμφωνα με ειδικό σχέδιο που δίνεται από την ΔΕΗ. Ενδεικτικά οι χώροι που απαιτούνται για την ηλεκτροδότηση ενός καταναλωτή μέσης τάσης είναι:

α) Χώρος υποσταθμού Μέσης Τάσης, όπου τοποθετούνται οι πίνακες της ΔΕΗ μέσης τάσης και η άφιξη του καλωδίου μέσης τάσης.

β) Χώρος Μετασχηματιστών Μέσης Τάσης, όπου τοποθετούνται οι μετασχηματιστές του Ιδιωτικού Υποσταθμού σε κατάλληλες αποστάσεις μεταξύ τους και χωρισμένοι με ειδικό μεταλλικό πλέγμα.

γ) Χώρος γενικού πίνακα Χαμηλής Τάσης, όπου τοποθετείται το ερμάριο του πίνακα χαμηλής τάσης

δ) Χώρος Ηλεκτροπαραγωγού Ζεύγους Η/Ζ, όπου τοποθετείται η διάταξη της εφεδρικής παροχής ενέργειας και ο κατάλληλος εξοπλισμός του, πίνακας αυτοματισμού, δεξαμενή πετρελαίου (η οποία ενδέχεται να τοποθετηθεί και σε ξεχωριστό χώρο ανάλογα με τις προδιαγραφές πυρασφαλείας)

Όλες οι πόρτες των χώρων είναι μεταλλικές και ανοίγουν προς τα έξω. Οι δαστάσεις πόρτας στους χώρους αυτούς πρέπει να είναι ύψος 2,2μ και να είναι δίφυλες με καθαρό άνοιγμα 1,80 μ ( τουλάχιστον 0,90 μ το κάθε φύλο) Επίσης πρέπει να διαθέτουν κατάλληλο αερισμό με περσίδες για στεγανότητα.

1. Ποιες είναι οι συνθήκες που πρέπει να λαμβάνονται υπόψη κατά τον παραλληλισμό των μετασχηματιστών;

Συνθήκες παραλληλισμού δύο μετασχηματιστών είναι: (σελ. 135 σημειώσεων)

α) ίδια τάση μεταφοράς Μ.Τ και Χ.Τ.

β) ίδια ομάδα συνδεσμολογίας τυλιγμάτων (αστέρα τριγώνου ο ένας, αστέρα-τριγώνου και ο δεύτερος)

γ) ίδια διαδοχή φάσεων

δ) την ίδια σχετική τάση βραχυκύκλωσης με +-10%.

ε) ανοχή στην ισχύ 1:3

1. Πώς ορίζεται η σχετική τάση βραχυκύκλωσης του μετασχηματιστή και τι αποτέλεσμα έχει ο παραλληλισμός δύο μετασχηματιστών με διαφορετική τιμή της σχετικής τάσης βραχυκύκλωσης; (σελ. 124 σημειώσεων)

 Η σχετική τάση βραχυκύκλωσης ορίζεται ως:

 u%=$\frac{Uβρ}{Uον}$x100% και είναι ένα αδιάστατο μέγεθος.

 Συνήθως είναι της τάξης του (4%,6%,8%)

Ως τάση βραχυκύκλωσης ορίζεται η τάση που πρέπει να υπάρχει στο πρωτεύον του μετασχηματιστή με βραχυκυκλωμένο το δευτερεύον έτσι ώστε να ρέει το ονομαστικό ρεύμα.

Ένας μετασχηματιστής με μικρή τάση βραχυκύκλωσης έχει λιγότερες απώλειες λειτουργίας, μικρό όγκο και είναι ευαίσθητος σε βραχυκυκλώματα. Όταν δύο μετασχηματιστές βρίσκονται σε παράλληλη λειτουργία εκείνος με την μικρότερη σχετική τάση βραχυκύκλωσης έχει την τάση να υπερφορτίζεται.

(σελ. 136 σημειώσεων).

1. Ποια τα μέσα ελέγχου της μονωτικής ικανότητας του λαδιού κατά τη λειτουργία των μετασχηματιστών και πως λειτουργούν ;

Τα μέσα ελέγχου της μονωτικής ικανότητας του λαδιού είναι:

α) Ρελέ Buchholz

β) Θερμόμετρο

γ) Αφυγραντήρες

**Ρελέ Buchholz**

Σε ελαιόψυκτους μετασχηματιστές μπορούν να ανιχνεύσουν με τους ΗΝ Buchholz τα σφάλματα που οδηγούν σε ανάπτυξη αερίων ή σε έντονη ροή του λαδιού. Η ανίχνευση δεν διορθώνει προφανώς το σφάλμα, αλλά μας προειδοποιεί να αποσυνδέσουμε εγκαίρως τον ΜΣ, αλλιώς υπάρχει κίνδυνος μεγάλης ζημιάς. Δηλαδή, απόζευξη με ΗΝ Buchholz σημαίνει ότι ο ΜΣ πρέπει να σταματήσει τη λειτουργία του, να επιθεωρηθεί και ενδεχομένως να επισκευαστεί.

Ο ΗΝ Buchholz σύμφωνα με το (σχήμα 15.21 σελ.725 Βιβλίο) τοποθετείται σε σωλήνα μεταξύ δοχείου του ΜΣ και του δοχείου διαστολής. Έχει δύο διακόπτες άνωσης (φλοτερο-διακόπτες) 1 και 2 και ένα διακόπτη 4 που εργάζεται με μία πλάκα 3, κάθετη στην ροή του λαδιού. Αν σχηματιστούν φυσαλίδες ή έχουμε έλλειψη λαδιού, τότε κλείνει ο διακόπτης 1 και δίνει σήμανση Α1 (κινδύνου). Αν τα αέρια που εκλύονται είναι αρκετά, τότε γεμίζει αέρια ο ΗΝ και κλείνει ο διακόπτης 2 που δίνει σήμα Α2 (για αποσύνδεση). Έχουμε αποσύνδεση επίσης αν δημιουργηθεί έντονη ροή μετά από βραχυκύκλωμα ή μεγάλη εσωτερική βλάβη, οπότε πιέζεται η πλάκα 3 και κλείνει ο διακόπτης 4. Ο ΗΝ -Buchholz προστατεύει σε σφάλματα μόνωσης, βραχυκυκλώματα και σε διαρροή λαδιού. Συνήθως εφαρμόζεται μόνο σε σχετικά μεγάλους ΜΣ, π.χ. 630 kVA και άνω, για οικονομικούς λόγους. Χρειάζεται προσοχή σε σεισμόληπτες περιοχές να μπαίνουν ΗΝ που δεν διεγείρονται από σεισμούς.

**Θερμόμετρο**

Το θερμόμετρο αποτελείται από 2 επαφές και βασικός του ρόλος είναι η σωστή μέτρηση της θερμοκρασίας. Στην πρώτη επαφή δίνει ηχητικό ή οπτικό σήμα συναγερμού και στην δεύτερη επαφή αποσυνδέει το κύκλωμα από την τροφοδοσία.

**Αφυγραντήρας**

Ο αφυγραντήρας τοποθετείται επί του δοχείου διαστολής του μετασχηματιστή. Περιέχει υλικό (το siticagel), που απορροφά την υγρασία. Από το γυάλινο μέρος του δοχείου του αφυγραντήρα παρακολουθεί κανείς το χρώμα siticagel. Όταν το χρώμα είναι γαλάζιο, τότε έχει το υλικό αυτό την δυνατότητα απορρόφησης υγρασίας. Όταν το χρώμα γίνει κόκκινο, τότε το παραπάνω υλικό είναι κορεσμένο από υγρασία και πρέπει να υποβληθεί σε ξήρανση (3 εως 6 ώρες σε θερμοκρασία 140ο C το πολύ).

(σελ.115, 116 σημειώσεων).

1. Με ποιο τρόπο γίνεται η επιλογή των ασφαλειών και των διακοπτών ενός ιδιωτικού υποσταθμού Μ.Τ. και τι επίπτωση στην διακοπτική ισχύ έχει η μείωση του χρόνου απόκρισης.

**Επιλογή Διακοπτών**

Η επιλογή των διακοπτών γίνεται κυρίως με βάση τα ονομαστικά τους στοιχεία (ονομαστική τάση και ονομαστικό ρεύμα) και την αντοχή τους κατά το βραχυκύκλωμα (σελ. 132 σημειώσεων). Στην περίπτωση των διακοπτών ισχύος ενδιαφέρουν ιδιαίτερα το ρεύμα διακοπής Ιa = μ Ιsw σε kΑ (σχέση 10.4-1 σελ. 103 σημειώσεων) και η ισχύς διακοπής Pa = √3 UN Ia σε ΜVA (σχέση 10.4-2 σελ. 103). Όσο μικρότερος είναι ο χρόνος απόκρισης Δt τόσο μεγαλύτερο είναι το ρεύμα διακοπής Ia και η διακοπτική ισχύς Pa.

**Επιλογή Ασφαλειών**

Είναι ασφάλειες περιορισμού της έντασης, τύπου εκτόνωσης που αποσκοπούν στην προστασία από το ρεύμα βραχυκύκλωσης. Το ρεύμα και η ισχύς διακοπής δίνονται από τους τύπους (10.4-1 και 10.4-2) και είναι τυποποιημένες οι τιμές των ασφαλειών (6,10,15,22,25,35,40,63 και 100Α)

Για την επιλογή του ονομαστικού ρεύματος ΙNα των ασφαλειών σε ιδιωτικούς υποσταθμούς ισχύει ότι:

INα=(1,6 έως 2) ΙN

Οι ασφάλειες του δικτύου της πόλης επιλέγονται σε μεγαλύτερη ονομαστική τιμή Ιδ = 4ΙΝ

Εκτός από την παραπάνω προϋπόθεση, η επιλογή των ασφαλειών γίνεται με βάση δύο διαγράμματα.

α) το διάγραμμα Ια = f ( Is ) σχήμα 13.2.2-1, έτσι ώστε να προστατεύουν οι ασφάλειες από το κρουστικό ρεύμα βραχυκύκλωσης και

β) το διάγραμμα Ια = f (Δt) της ΔΕΗ, σύμφωνα με το οποίο ο χρόνος τήξης Δt των ασφαλειών του ιδιωτικού υποσταθμού πρέπι να βρίσκεται στην περιοχή κάτω της χαρακτηριστικής αυτής, όπως καθορίζεται στο σχήμα 13.2.2-1,β ως περιοχή ιδιωτικού υποσταθμού.

Σχετικά με την επιλογή ασφαλειών και την επιλογή διακοπτών βρίσκονται στις (σελ. 132 133 σημειώσεων) .