

**ΑΚΑΔΗΜΙΑ ΕΜΠΟΡΙΚΟΥ ΝΑΥΤΙΚΟΥ
ΜΑΚΕΔΟΝΙΑΣ
ΣΧΟΛΗ ΜΗΧΑΝΙΚΩΝ**

ΠΤΥΧΙΑΚΗ ΕΡΓΑΣΙΑ

**ΘΕΜΑ : Η ΠΑΡΑΓΩΓΗ ΚΑΙ Η ΔΙΑΝΟΜΗ ΗΛΕΚΤΡΙΚΗΣ
ΕΝΕΡΓΕΙΑΣ ΣΤΟ ΠΛΟΙΟ**

ΣΠΟΥΔΑΣΤΡΙΑ : ΚΕΡΑΜΥΔΑ ΓΕΩΡΓΙΑ

ΕΠΙΒΛΕΠΩΝ

ΚΑΘΗΓΗΤΗΣ : ΓΕΡΑΣΗ ΚΩΝΣΤΑΝΤΙΝΑ

ΝΕΑ ΜΗΧΑΝΙΩΝΑ 2012

**ΑΚΑΔΗΜΙΑ ΕΜΠΟΡΙΚΟΥ ΝΑΥΤΙΚΟΥ
ΜΑΚΕΔΟΝΙΑΣ
ΣΧΟΛΗ ΜΗΧΑΝΙΚΩΝ**

ΠΤΥΧΙΑΚΗ ΕΡΓΑΣΙΑ

**ΘΕΜΑ : Η ΠΑΡΑΓΩΓΗ ΚΑΙ Η ΔΙΑΝΟΜΗ ΗΛΕΚΤΡΙΚΗΣ
ΕΝΕΡΓΕΙΑΣ ΣΤΟ ΠΛΟΙΟ**

ΣΠΟΥΔΑΣΤΗΣ : ΚΕΡΑΜΥΔΑ ΓΕΩΡΓΙΑ

ΑΜ : [4301]

ΗΜΕΡΟΜΗΝΙΑ ΠΑΡΑΔΟΣΗΣ :

Βεβαιώνεται η ολοκλήρωση της παραπάνω πτυχιακής εργασίας

Η καθηγήτρια: Γεράση Κωνσταντίνα

Περίληψη

Η πτυχιακή αναφέρεται στον τρόπο της παραγόμενης ενέργειας και την κατασκευή του έτσι ώστε να διανέμεται σωστά στο δίκτυο του πλοίου. Στο πρώτο κεφάλαιο περιγράφονται πώς είναι μια σύγχρονη γεννήτρια, κατασκευαστικά τι δομή έχει και πώς έχουν κατανεμηθεί οι απώλειες μέσα σε αυτήν. Επιπλέον μας δείχνει με φωτογραφίες το πώς είναι μια σύγχρονη γεννήτρια εσωτερικά και το πραγματικό μέγεθος μιας σύγχρονης γεννήτριας. Επίσης αναφέρεται και στο καθαρισμό που μπορεί να γίνει στην σύγχρονη γεννήτρια και συγκεκριμένα στους τρόπους και στις τεχνικές που χρησιμοποιούνται για τον καθαρισμό τους. Τέλος το τελευταίο υποκεφάλαιο περιγράφεται αναλυτικά αναφέρεται και με σχεδιάγραμμα ο παραλληλισμός δύο γεννητριών σε πλοίο.

Στο δεύτερο κεφάλαιο περιγράφεται η διανομή ηλεκτρικής ενέργειας στο πλοίο. Επιπλέον στο δεύτερο υποκεφάλαιο υπάρχει ένα ηλεκτρονικό σχέδιο ενός πλοίου το οποίο περιγράφεται αναλυτικά.

Abstract

The thesis refers to the generation of electrical power and its distribution through the vessel. In the first chapter there is a description of a modern generator structure and the losses during its operation. In addition, pictures of the internal structure of a modern generator are illustrated as well as an actual size modern generator. Also there are details concerning the correct cleaning procedures of a modern generator. Finally, in the last chapter there is a detailed description of the design of a set of two generators and of the connected in parallel.

The second chapter refers to the distribution of electrical power on the ship. Additionally, there is a detailed description of a design of the electrical systems of a modern vessel.

Πρόλογος

Γεγονός είναι ότι στις μέρες μας η τεχνολογία έχει αναπτυχθεί ραγδαία και έχει βοηθήσει και την ναυτιλία γενικότερα. Στα πλοία πλέον έχουν εγκατασταθεί σύγχρονα συστήματα για την ευκολία της εργασίας. Μια από τις καινούριες τεχνολογίες στα πλοία είναι οι σύγχρονες γεννήτριες των πλοίων. Οι σύγχρονες γεννήτριες είναι το Α και το Ω ενός πλοίου γιατί από εκεί ξεκινάνε όλα. Αν και ακόμη η λειτουργία τους είναι θορυβώδης, οι κατασκευαστές προσπαθούν να τις κάνουν πιο αθόρυβες με τα νέα συστήματα που υπάρχουν. Έτσι οδεύουμε σε μια νέα γενιά πιο αποδοτικών και αθόρυβων γεννητριών. Τέλος, παρόλο που οι σύγχρονες γεννήτριες μπορούν και μας προσφέρουν το μέγιστο των ικανοτήτων τους, έχουν αρκετές απώλειες.

Κεφάλαιο 1

ΣΥΓΧΡΟΝΕΣ ΓΕΝΝΗΤΡΙΕΣ ΕΝΑΛΛΑΣΣΟΜΕΝΟΥ ΡΕΥΜΑΤΟΣ

Η **γεννήτρια** ή **ηλεκτρογεννήτρια**, (generator), είναι μηχανή που βασίζεται πάνω στους νόμους της ηλεκτροφυσικής και ιδιαίτερα του φαινομένου της ηλεκτρομαγνητικής επαγωγής που ανακάλυψε ο διάσημος άγγλος φυσικός Μιχαήλ Φαραντέυ, το 1831, και που αφορά την ενέργεια και τη μετατροπή της από τη μια μορφή σε μια άλλη.

Συγκεκριμένα η γεννήτρια μετατρέπει τη μηχανική ενέργεια σε ηλεκτρική, σύμφωνα με φαινόμενο της φυσικής κατά το οποίο εάν ένα πηνίο περιστραφεί μέσα σ' ένα μαγνητικό πεδίο, τότε στις άκρες του πηνίου παράγεται ηλεκτρική τάση.

Η γεννήτρια αποτελείται από δύο μέρη: το ακίνητο μέρος της που λέγεται στάτορας ή επαγωγέας ή πόλοι της μηχανής, στο οποίο υπάρχουν πηνία και το κινητό μέρος της που λέγεται επαγωγίμο ή ρότορας (εκ του αγγλικού rotor), στο οποίο υπάρχουν μαγνήτες (μόνιμοι γνωστή και απλούστερη ηλεκτρογεννήτρια είναι το γνωστό «δυναμό» των ποδηλάτων. Αυτή είναι η παλιά κατασκευή. Σήμερα στον στάτη έχουμε τα πηνία που παράγεται η τάση και στον δρομέα τους μαγνήτες. Σε αυτές τις κατασκευές ο βαθμός απόδοση αγγίζει το 98% σε σχέση με το βαθμό απόδοσης των μηχανών επαγωγής. Η ονομαστική τάση λειτουργίας στις εγκαταστάσεις μέσης και μεγάλης ισχύος είναι 3,3-6,6 KV. Ανεξαρτήτως τρόπου δημιουργίας του μαγνητικού πεδίου, το αποτέλεσμα είναι το ίδιο καθώς και στις δύο περιπτώσεις παράγεται ένα ηλεκτρομαγνητικό πεδίο σταθερής τιμής που στρέφεται στο χώρο με την ταχύτητα του δρομέα.

Οι σύγχρονες γεννήτριες παράγουν εναλλασσόμενο ρεύμα με συχνότητα ανάλογη της ταχύτητας περιστροφής της μηχανής ,ενώ η διέγερσή τους τροφοδοτείται με συνεχές ρεύμα.

1.1 ΔΟΜΗ ΣΥΓΧΡΟΝΗΣ ΓΕΝΝΗΤΡΙΑΣ

Απαραίτητη προϋπόθεση για να μπορέσει να λειτουργήσει μια σύγχρονη γεννήτρια είναι η τροφοδοσία του τυλίγματος του δρομέα της σε συνεχές ρεύμα. Αυτό το ρεύμα δημιουργεί μαγνητικό πεδίο στο εσωτερικό της γεννήτριας καθώς ο δρομέας κινείται περιστροφικά από μια εξωτερική κίνηση(π.χ. από μια Μ.Ε.Κ μηχανές εσωτερικής καύσεως), το στρεφόμενο μαγνητικό πεδίο παράγει τριφασική τάση στα τυλίγματα του στάτη, η οποία εμφανίζεται στην έξοδο της μηχανής. Ο δρομέας μιας σύγχρονης γεννήτριας μπορεί να θεωρηθεί σαν ένας μεγάλος ηλεκτρομαγνήτης τόσο στην περίπτωση που η γεννήτρια είναι *εκτύπων πόλων* ,όσο και όταν διαθέτει *κυλινδρικό δρομέα*. Ο δρομέας των σύγχρονων γεννητριών κατασκευάζεται από δυναμοελάσματα με σκοπό τη μείωση των απωλειών . Οι απώλειες αυτές είναι τριών(3) ειδών.

♦ ΑΠΩΛΕΙΕΣ ΠΥΡΗΝΑ

Οι απώλειες πυρήνα είναι οι απώλειες υστέρησης και δινορρευμάτων στα μεταλλικά μέρη που εμφανίζονται στον κινητήρα.

- ❖ *Υστέρηση (hysteresis)*: είναι η εξάρτηση των τιμών της μαγνητικής ροής καθώς και η απόκλιση της ροής από την αρχική διαδρομή.

♦ ΜΗΧΑΝΙΚΕΣ ΑΠΩΛΕΙΕΣ

Οι μηχανικές απώλειες σε μια μηχανή εναλλασσόμενου ρεύματος είναι αυτές που σχετίζονται με τα μηχανικά φαινόμενα. Αυτές είναι: η *τριβή (friction)* και ο *εξαερισμός (windage)*.

Οι απώλειες τριβής είναι απώλειες που δημιουργούνται από την τριβή των τριβέων (bearings) στη μηχανή.

Οι απώλειες εξαερισμού δημιουργούνται από την τριβή μεταξύ των κινούμενων μερών της μηχανής και του αέρα στο εσωτερικό του κινητήρα.

♦ ΚΑΤΑΝΕΜΗΜΕΝΕΣ ΑΠΩΛΕΙΕΣ

Είναι όλες οι άλλες απώλειες που υπάρχουν. Δεν έχουν την δική τους κατηγορία απωλειών. Αυτές οι απώλειες υποθέτουμε πως είναι περίπου το 1% του πλήρους φορτίου.

1.2 ΠΕΡΙΓΡΑΦΗ ΚΑΤΑΣΚΕΥΗΣ

Υπάρχουν δύο (2) τύποι κατασκευής τις σύγχρονες γεννήτριες:

- A) ΕΝΑΛΛΑΚΤΗΡΕΣ ΕΣΩΤΕΡΙΚΟΥ ΠΟΛΟΥ Η' ΠΕΡΙΣΤΕΦΟΜΕΝΩΝ ΠΟΛΩΝ (ΣΤΡΟΒΙΛΟΕΝΑΛΛΑΚΤΗΡΕΣ) ΚΑΙ
- B) ΕΝΑΛΛΑΚΤΗΣ ΕΞΩΤΕΡΙΚΟΥ ΠΟΛΟΥ

1) ΑΚΙΝΗΤΟ ΜΕΡΟΣ –ΣΤΑΤΗΣ (STATOR)

Είναι ένας σιδερένιος πυρήνας από ελάσματα κολλημένα μονωμένα (για να μην υπερθερμαθούν). Τα ελάσματα έχουν εγκοπές στην περιφέρεια τους και όταν ενωθούν σχηματίζουν αυλάκια όπου τοποθετείται το τύλιγμα στο οποίο παράγεται η τάση. Το τύλιγμα έχει τρεις(3) φάσεις οι οποίες είναι τοποθετημένες με τέτοιο τρόπο ώστε να απέχουν 120° μοίρες μεταξύ τους και να συνδέονται κατά αστέρα (Y). Το τύλιγμα αυτό ονομάζεται και οπλισμός της μηχανής.



Εικόνα 1.1: Στάτης

2) ΣΤΡΕΦΟΜΕΝΟ ΜΕΡΟΣ –ΔΡΟΜΕΑΣ Η΄ ΡΟΤΟΡΑΣ (ROTOR)

Υπάρχουν δύο (2) τύποι δρομέα.

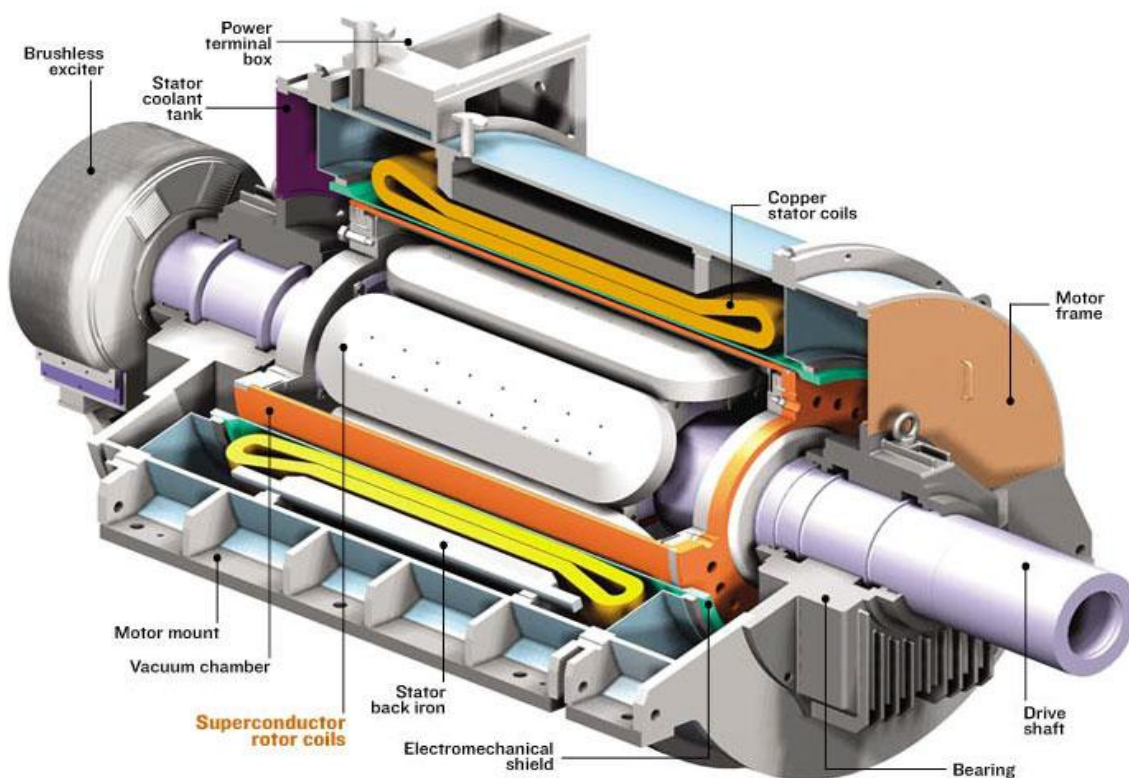
A) Με προεξέχοντες (ορατούς, έκτυπους) πόλους.

Οι πόλοι μιας γεννήτριας εκτύπων πόλων, διακρίνονται στην επιφάνεια του δρομέα. Οι γεννήτριες εκτύπων πόλων συνήθως διαθέτουν πάνω από τέσσερις (4) πόλους. Αυτοί οι πόλοι είναι σιδερένια κομμάτια (από ελάσματα κολλημένα-μονωμένα) στερεωμένα πάνω στο δρομέα και ο κάθε πόλος έχει τύλιγμα . Έτσι όλα τα τυλίγματα συνδέονται σε σειρά και δημιουργούν έτσι ένα ενιαίο τύλιγμα με δύο(2) άκρα το οποίο τροφοδοτείτε με συνεχές ρεύμα. Αυτή είναι η διέγερση της μηχανής.

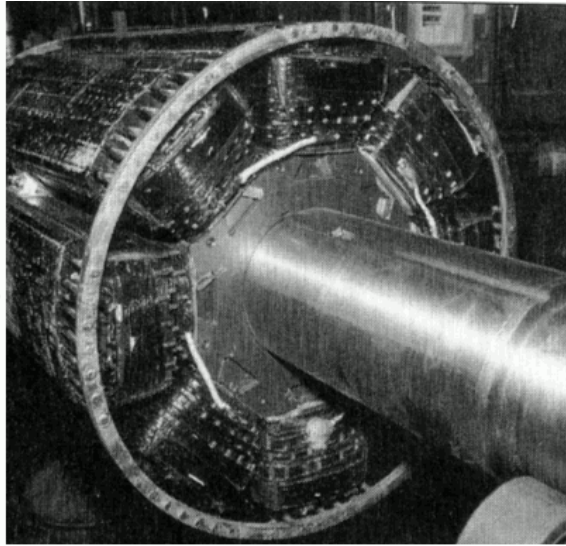
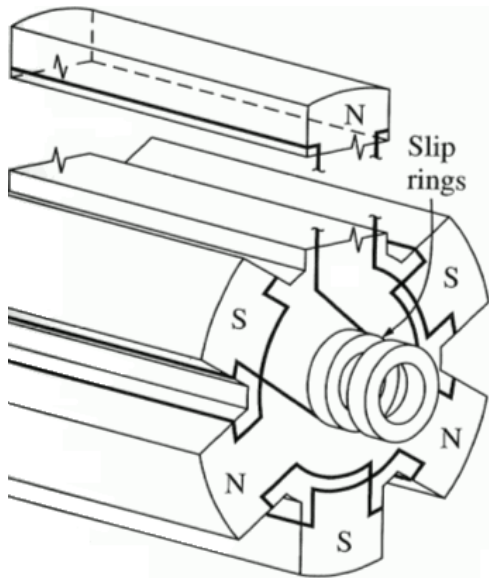
B) κυλινδρικός δρομέας :οι πόλοι βρίσκονται στο ίδιο επίπεδο με την υπόλοιπη επιφάνεια του.

Δρομείς με κυλινδρικό δρομέα έχουν συνήθως οι γεννήτριες δύο ή τεσσάρων πόλων.

Τομή μιας σύγχρονης μηχανής μεγάλης ισχύος. Φαίνεται η δομή των εκτύπων πόλων και η διεγέρτρια που βρίσκεται πάνω στον άξονα της μηχανής.



Εικόνα 1.2: Δρομέας (Ρότορας)



(A)

(B)

Εικόνα 1.3(A): Δρομέας έκτυπων πόλων σύγχρονης γεννήτριας έξι πόλων

Εικόνα 1.3(B): Φωτογραφία του δρομέα σύγχρονης γεννήτριας οκτώ πόλων, όπου φαίνεται η περιέλιξη κάθε πόλου

Επειδή το τυλίγμα του δρομέα στις σύγχρονες γεννήτριες πρέπει να τροφοδοτείται με συνεχές ρεύμα, αλλά ο δρομέας περιστρέφεται, πρέπει να βρεθεί κάποιος ειδικός τρόπος τροφοδοσίας του τυλίγματος. Οι πιο γνωστές τεχνικές τροφοδοσίας του δρομέα είναι δύο:

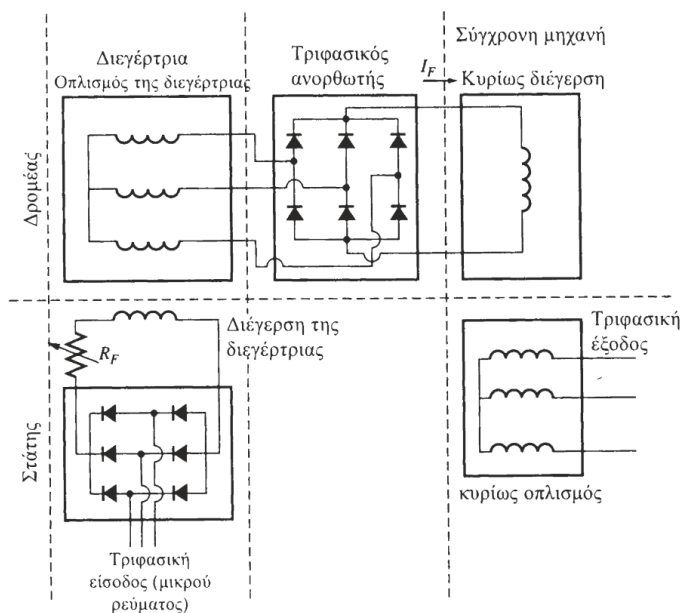
- 1) Με εξωτερική πηγή συνεχούς ρεύματος όμως ο δρομέας πρέπει να ενισχυθεί με ψήκτρες (brushes) και δακτυλίδια (slip rings).
- 2) Με ειδική πηγή συνεχούς ρεύματος τοποθετημένη πάνω στον άξονα της γεννήτριας.

Στην πρώτη περίπτωση τα μεταλλικά δακτυλίδια της σύγχρονης γεννήτριας σκεπάζουν όλη την περίμετρο του άξονα και μονώνονται ηλεκτρικά με αυτόν. Το ένα άκρο του τυλίγματος του δρομέα συνδέεται στο πρώτο δακτυλίδι και το άλλο άκρο στο δεύτερο δακτυλίδι. Επίσης οι ψήκτρες τοποθετούνται με τέτοιο τρόπο, ώστε να εφάπτονται η κάθε μια στον κάθε δακτυλίδι. Με αυτό τον τρόπο εξασφαλίζεται η σύνδεση του θετικού άκρου της πηγής στην μια ψήκτρα και του αρνητικού στην επόμενη ψήκτρα, ώστε να πραγματοποιηθεί η συνεχής τροφοδότηση του δρομέα.

Επιπλέον όμως, η χρήση δακτυλιδιών και ψηκτρών για την τροφοδότηση του δρομέα της γεννήτριας με συνεχές ρεύμα παρουσιάζει δυο βασικά μειονεκτήματα. Το πρώτο μειονέκτημα είναι αναγκαία η συνεχής αντικατάσταση των ψηκτρών, για λόγους φθοράς και τριβής. Το δεύτερο και σημαντικό μειονέκτημα είναι η πτώση τάσης στις ψήκτρες όπου μπορούν να προκαλέσουν μεγάλες απώλειες ισχύος, κυρίως όταν τα ρεύματα που διαρρέουν έχουν υπερβολική ένταση.

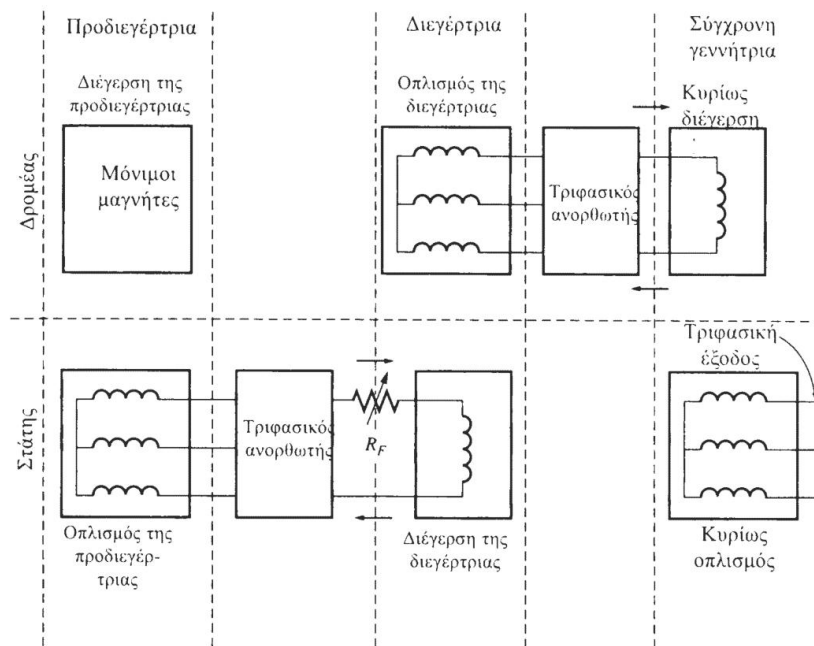
Παρόλα τα μειονεκτήματα που έχει χρησιμοποιείται κατά κόρον σε σύγχρονες γεννήτριες μικρής ισχύος, διότι η χρήση άλλων μεθόδων είναι αρκετά πιο δαπανηρή.

Στην δεύτερη περίπτωση η σύγχρονες γεννήτριες είναι μεγαλύτερης ισχύος και χρησιμοποιούν διεγέρτριες μηχανές χωρίς ψήκτρες (brushless exciters) επάνω στον άξονα του δρομέα με συνεχές ρεύμα. Οι διεγέρτριες μηχανές είναι μικρές γεννήτριες εναλλασσόμενου ρεύματος των οποίων το κύκλωμα διέγερσης τροφοδοτείται από το στάτη της κύριας μηχανής, ενώ το κύκλωμα οπλισμού τους τοποθετείται πάνω στον δρομέα. Η τριφασική έξοδος της διεγέρτριας ανορθώνεται από ένα τριφασικό ανορθωτή, το οποίο υπάρχει πάνω στον άξονα της μηχανής όπου και το συνεχές ρεύμα εξόδου του ανορθωτή έχει πορεία προς το τύλιγμα διέγερσης της κύριας μηχανής. Η μέθοδος αυτή έχει την ικανότητα αυτή να ελέγχει το ρεύμα διέγερσης της σύγχρονης γεννήτριας αλλάζοντας απλά το συνεχές ρεύμα διέγερσης της διεγέρτριας, που υπάρχει πάνω στο στάτη, το οποίο έχει μικρότερη τιμή. Επειδή εδώ δεν εμπλέκονται μηχανικά μέρη στην διαδικασία τροφοδοσίας της διέγερσης της γεννήτριας τα μειονεκτήματα από την άλλη μέθοδο έχουν ξεπεραστεί. Η διαδικασία τροφοδότησης του δρομέα έχει την δυνατότητα να γίνει τελείως ανεξάρτητη από της εξωτερικές πηγές εισάγοντας στο σύστημα μια προ-διεγέρτρια μηχανή (pilot exciter). Αυτό είναι μια μικρή γεννήτρια εναλλασσόμενου ρεύματος όπου ο δρομέας διαθέτει μόνιμους μαγνήτες όπου και τοποθετείται στον άξονα της σύγχρονης γεννήτριας. Αυτή η προ-διεγέρτρια παράγει τριφασική τάση με την οποία ανορθώνεται και τροφοδοτεί τη διέγερση της διεγέρτριας, έτσι με τη σειρά της τροφοδοτεί το δρομέα της σύγχρονης γεννήτριας. Επομένως η γεννήτρια δεν έχει πια ανάγκη από καμία εξωτερική πηγή τροφοδοσίας.



Κύκλωμα διέγερσης χωρίς ψήκτρες. Το τριφασικό ρεύμα μικρής έντασης, αφού ανορθωθεί, τροφοδοτεί τη διέγερση της διεγέρτριας που βρίσκεται πάνω στο δρομέα της κύριας γεννήτριας. Κατόπιν, η έξοδος της διεγέρτριας ανορθώνεται και τροφοδοτεί το κύκλωμα διέγερσης της γεννήτριας.

Σχήμα 1.1: Κύκλωμα διέγερσης χωρίς Ψήκτρες.



Διάγραμμα της διαδικασίας διέγερσης χωρίς ψήκτρες με τη βοήθεια μιας προ-διεγέρτριας. Οι μόνιμοι μαγνήτες της προ-διεγέρτριας παράγουν το ρεύμα διέγερσης της κύριας διεγέρτριας κι αυτή με τη σειρά της το ρεύμα διέγερσης της κύριας γεννήτριας.

Σχήμα 1.2 Διαδικασία διέγερσης χωρίς ψήκτρες με τη βοήθεια μιας προ-διεγέρτριας..

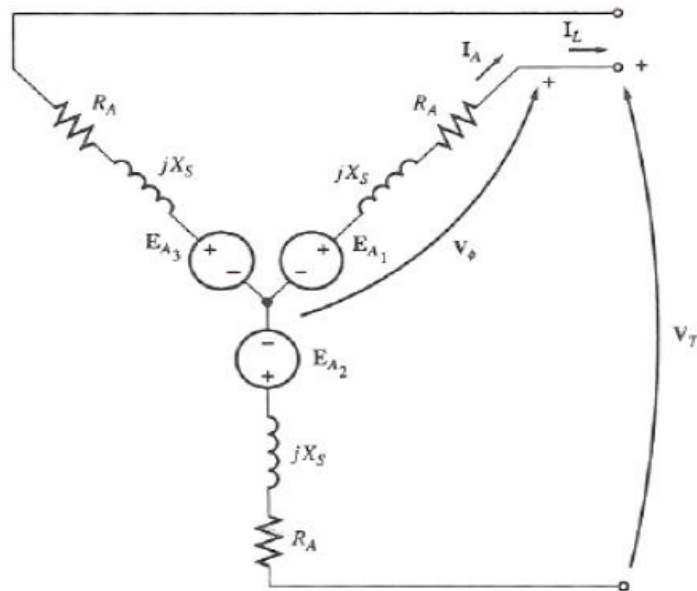
1.3 ΑΡΧΗ ΛΕΙΤΟΥΡΓΙΑΣ ΓΕΝΝΗΤΡΙΑΣ.

Οι μηχανές εναλλασσόμενου ρεύματος είναι γεννήτριες που μετατρέπουν τη μηχανική ενέργεια σε ηλεκτρική. Το στρεφόμενο μαγνητικό πεδίο δημιουργεί τάση εξ επαγωγής πάνω στους αγωγούς.

- Δημιουργούμε μία σταθερή κυλινδρική κατασκευή, με κατάλληλα διατεταγμένους αγωγούς (τύλιγματα), τα οποία δημιουργούν τρία διαφορετικά κυκλώματα (τριφασικό τύλιγμα): στάτης γραμματοσειρές.
- Στο εσωτερικό του στάτη τοποθετούμε έναν κυλινδρικό άξονα που έχει δυνατότητα περιστροφής (δρομέας). Στο δρομέα τοποθετούμε επίσης κατάλληλα διατεταγμένους αγωγούς που δημιουργούν ένα κύκλωμα (τύλιγμα).
- Τροφοδοτούμε το τύλιγμα του δρομέα με συνεχές ρεύμα, οπότε γύρω του αναπτύσσεται συνεχές μαγνητικό πεδίο.
- Χρησιμοποιούμε μια πηγή μηχανικής ενέργειας για να περιστρέψουμε το δρομέα. Με τον τρόπο αυτό δημιουργούμε γύρω του ένα περιστρεφόμενο μαγνητικό πεδίο.
- Το περιστρεφόμενο μαγνητικό πεδίο του δρομέα επάγει ένα τριφασικό σύστημα τάσεων στο τριφασικό τύλιγμα του στάτη.

1.4 ΣΥΝΔΕΣΗ ΤΩΝ ΤΡΙΩΝ ΦΑΣΕΩΝ ΤΟΥ ΣΤΑΤΗ.

Επιπλέον, άξιο αναφοράς είναι και ο τρόπος που συνδέονται οι τρεις φάσεις του στάτη. Στην περίπτωση αυτή που είναι συνδεδεμένες σε αστέρα ισχύει:



Σχήμα: 1.4 Σύνδεση κατά αστέρα των τυλιγμάτων του στάτη της αξονικής γεννήτριας.

Σε αυτήν την περίπτωση η σχέση που συνδέει την πολική τάση V_T με τη φασική τάση V_ϕ του παραπάνω σχήματος είναι:

$$V_\phi = \frac{V_T}{\sqrt{3}}$$

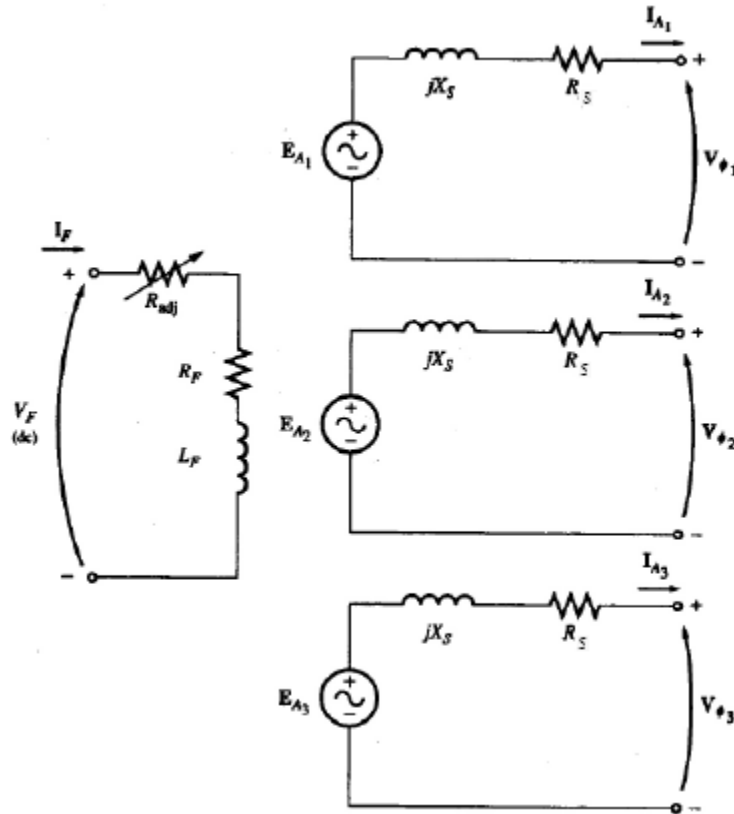
Ενώ η σχέση που συνδέει το ρεύμα γραμμικής και φασικής είναι:

$$I_\phi = I_L$$

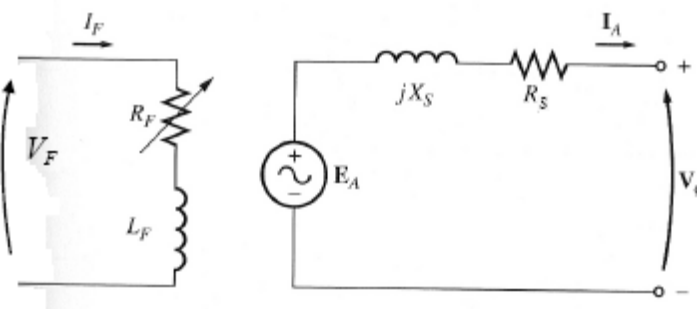
1.5 ΚΥΚΛΩΜΑΤΙΚΟ ΙΣΟΔΥΝΑΜΟ ΣΥΓΧΡΟΝΗΣ ΓΕΝΝΗΤΡΙΑΣ.

Η λειτουργία της σε επίπεδο κυκλωμάτων δίνεται στο παρακάτω σχήμα:

Από το παραπάνω κύκλωμα η βασική σχέση που διέπει μια σύγχρονη γεννήτρια είναι:



Σχήμα:1.5 Πλήρες κυκλωματικό ισοδύναμο σύγχρονης γεννήτριας.



Σχήμα: 1.6 Ανά φάση κυκλωματικό ισοδύναμο σύγχρονης γεννήτριας.

Από το παραπάνω κύκλωμα η βασική σχέση που διέπει μια σύγχρονη γεννήτρια είναι:

$$V_{\phi} = E_A - jX_s I_A - R_s I_A$$

και

$$X_s = X + X_A$$

Όπου

X: η αντίδραση του οπλισμού.

X_A: η αυτεπαγωγή των τυλιγμάτων του στάτη.

Να σημειωθεί ότι αντίδραση οπλισμού ονομάζεται το φαινόμενο όπου το τύλιγμα του στάτη παραμορφώνει την τάση στα άκρα της γεννήτριας. Αυτό συμβαίνει όταν στα άκρα της μηχανής συνδεθεί κάποιο φορτίο, οπότε εμφανίζεται ρεύμα στους αγωγούς του στάτη το οποίο με τη σειρά του παράγει ένα νέο πεδίο στο εσωτερικό της μηχανής. Το νέο πεδίο του στάτη επηρεάζει το μαγνητικό πεδίο που ήταν από πριν διαμορφωμένο στη μηχανή, αλλά και την τάση στα άκρα της κάθε φάσης.

Η επαγόμενη ΗΕΔ στο στάτη E_A παράγεται από το μαγνητικό πεδίο του δρομέα B_r και η μέγιστη τιμή συμπίπτει με τη διεύθυνση του B_r . Όταν δεν υπάρχει συνδεδεμένο φορτίο στο στάτη, το ρεύμα του στάτη είναι μηδενικό και η E_A είναι ίση με τη V_{ϕ} στα άκρα της αντίστοιχης φάσης. Αν τώρα η γεννήτρια συνδεθεί με ένα επαγωγικό φορτίο, τότε η μέγιστη τιμή της τάσης προπορεύεται της μέγιστης τιμής του ρεύματος. Στην αντίθετη περίπτωση, αν δηλαδή η γεννήτρια συνδεθεί με χωρητικό φορτίο, τότε η μέγιστη τιμή της τάσης θα καθυστερεί της μέγιστης τιμής του ρεύματος.

Με την σύνδεση φορτίου όμως έχουμε ροή ρεύματος στα τυλίγματα του στάτη και δημιουργία μαγνητικού πεδίου με επαγωγή B_{stat} στο εσωτερικό του. Το νέο αυτό πεδίο παράγει στα άκρα της κάθε φάσης του στάτη την τάση E_{stat} . Έτσι, η συνολική ΗΕΔ στα άκρα του τυλίγματος μιας φάσης του στάτη είναι το άθροισμα της E_A και της E_{stat} που παράγεται λόγω της αντίδρασης οπλισμού:

$$V_{\phi} = E_A + E_{stat}$$

Η μαγνητική επαγωγή του ολικού μαγνητικού πεδίου στο διάκενο είναι ίση με το άθροισμα των πεδίων του στάτη και του δρομέα:

$$B_{\Delta IAKENO} = B_r + B_{stat}$$

Άρα λοιπόν οι λόγοι που η E_A και V_ϕ διαφέρουν είναι συνοπτικά:

- 1) Η παραμόρφωση του μαγνητικού πεδίου στο διάκενο της μηχανής που προκαλείται από το ρεύμα του στάτη (αντίδραση οπλισμού).
- 2) Οι αυτεπαγωγές των αγωγών του στάτη.
- 3) Οι αντιστάσεις των αγωγών του στάτη.
- 4) Το σχήμα των έκτυπων πόλων του δρομέα.

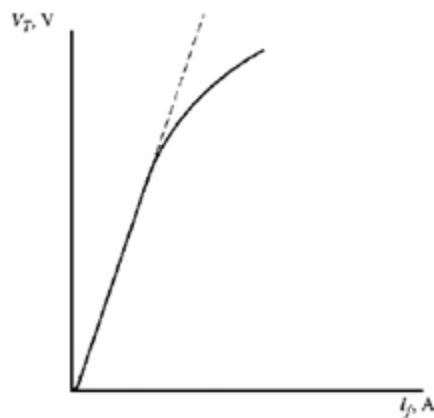
1.6 ΧΑΡΑΚΤΗΡΙΣΤΙΚΕΣ ΚΑΜΠΥΛΕΣ ΣΥΓΧΡΟΝΗΣ ΓΕΝΝΗΤΡΙΑΣ.

Ιδιαίτερη έμφαση πρέπει να δοθεί στους παράγοντες που επηρεάζουν τη λειτουργία μίας σύγχρονης γεννήτριας. Αυτοί είναι:

1. Η σχέση μεταξύ της επαγόμενης ΗΕΔ στο στάτη E_A και του ρεύματος διέγερσης του δρομέα I_f και
2. Η σύγχρονη αντίδραση X_s

1.6.1 ΧΑΡΑΚΤΗΡΙΣΤΙΚΗ ΑΝΟΙΧΤΟΥ ΤΥΠΟΥ..

Οι παρακάτω γραφική παραστάσεις βοηθούν στην κατανόηση αυτών των παραγόντων. Η πρώτη είναι γνωστή ως χαρακτηριστική ανοικτού κυκλώματος της γεννήτριας:



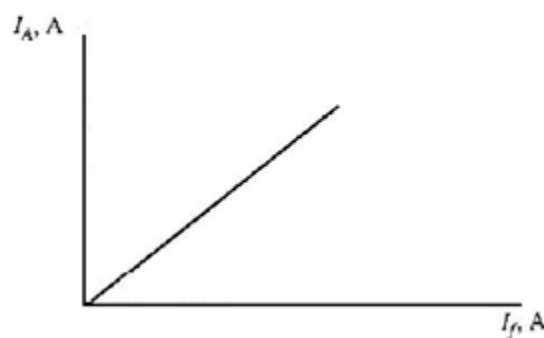
Σχήμα: 1.7 Χαρακτηριστική ανοικτού κυκλώματος της σύγχρονης γεννήτριας.

Σε αυτήν την περίπτωση, δεν υπάρχει κάποιο φορτίο συνδεδεμένο στη γεννήτρια. Επομένως, η γεννήτρια περιστρέφεται με ονομαστική ταχύτητα και η τερματική τάση της γεννήτριας V_ϕ είναι ίση με την ΗΕΔ που έχει επαχθεί στο στάτη εφόσον το ρεύμα του στάτη είναι μηδενικό. Η τάση που επάγεται στο στάτη οφείλεται αποκλειστικά στο μαγνητικό πεδίο του δρομέα B_r .

Καθώς το ρεύμα διεγέρσεως του δρομέα αυξάνεται, αυξάνει με τη σειρά του και το μαγνητικό πεδίο του δρομέα B_r μέχρι να φτάσει σε μία τιμή κορεσμού του υλικού. Αυτός είναι και ο λόγος που από ένα σημείο και μετά δεν υφίσταται γραμμική εξάρτηση του ρεύματος διέγερσης του δρομέα I_f με την επαγόμενη ΗΕΔ στο στάτη E_A

1.6.2 ΧΑΡΑΚΤΗΡΙΣΤΙΚΗ ΒΡΑΧΥΚΥΚΛΩΣΕΩΣ.

Η δεύτερη γραφική παράσταση είναι γνωστή ως χαρακτηριστική βραχυκυκλώσεως.



Σχήμα1.8: Χαρακτηριστική βραχυκυκλώσεως της σύγχρονης γεννήτριας.

Σε αυτή την περίπτωση μηδενίζεται η τερματική τάση της γεννήτριας (βραχυκυκλώνονται τα άκρα των φάσεων παρεμβάλλοντας αμπερόμετρα). Οπότε θα ισχύει:

$$I_A = \frac{E_A}{R_A + jX_s}$$

Με το μέτρο του ρεύματος του οπλισμού να ισούται με:

$$I_A = \frac{\sqrt{R_A^2}}{X_s^2}$$

$$V_\phi = E_A + E_{stat} \Rightarrow 0 = E_A + E_{stat} \Rightarrow E_A = -E_{stat}$$

Έτσι, λοιπόν τα μαγνητικά πεδία του στάτη και του δρομέα αλληλοεξουδετερώνονται, εφόσον και οι τάσεις των δύο πεδίων αλληλοεξουδετερώνονται, με αποτέλεσμα το άθροισμα τους (το συνολικό πεδίο) να είναι πολύ μικρό. Συνεπώς, ποτέ δεν υπάρχουν υψηλά επίπεδα μαγνητικής επαγωγής άρα και κορεσμού, και η εξεταζόμενη μεταβολή παραμένει γραμμική.

Η σύγχρονη αντίδραση X_s του στάτη θα δίνεται σε αυτήν την περίπτωση από τη σχέση:

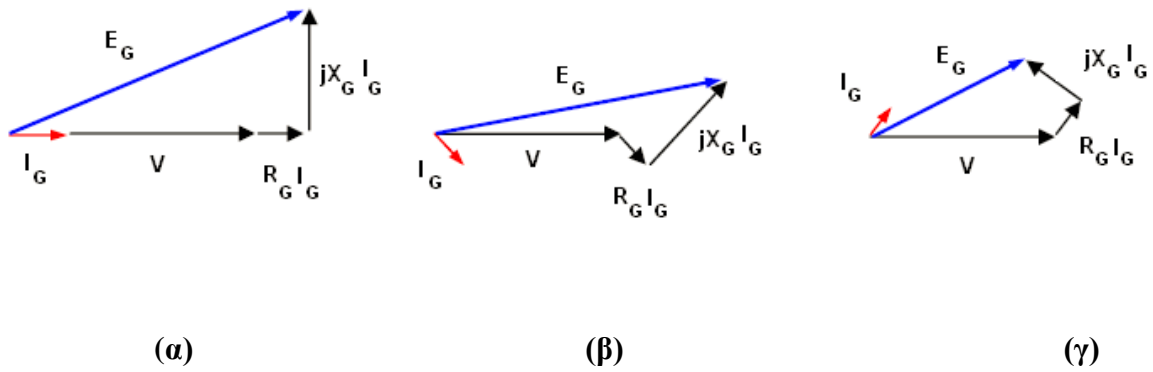
$$X_s = \frac{E_A}{I_A}$$

1.7 ΧΑΡΑΚΤΗΡΙΣΤΙΚΕΣ ΛΕΙΤΟΥΡΓΙΑΣ ΣΥΓΧΡΟΝΗΣ ΜΗΧΑΝΗΣ

Με εφαρμογή του νόμου τάσεων Kirchhoff (NTK) στο κύκλωμα προκύπτουν οι σχέσεις τάσης-ρεύματος της σύγχρονης γεννήτριας

$$\tilde{E}_G = \tilde{V}_G + (R_G + jx_G)\tilde{I}_G$$

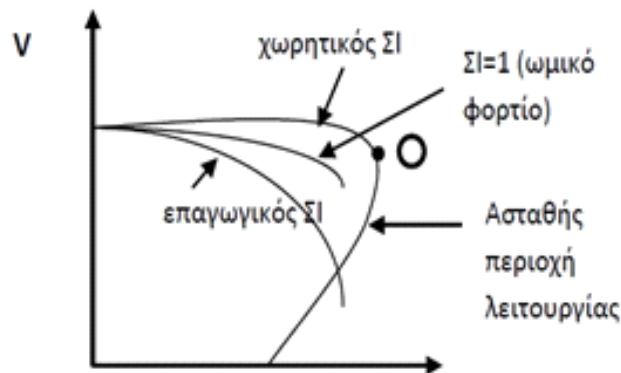
Η εξίσωση απεικονίζει διανυσματικά στο διανυσματικό διάγραμμα για τις περιπτώσεις λειτουργίας με επαγωγικό συντελεστή ισχύος (η τάση ακροδεκτών προηγείται του ρεύματος του στάτη), με χωρητικό και με συντελεστή ισχύος που ισούται με την μονάδα $\cos\phi=1$ (ωμικό φορτίο).



Σχήμα 1.9 Διανυσματικό διάγραμμα τάσεων σύγχρονης γεννήτριας με:

(α) Ωμικό φορτίο, (β) Επαγωγικό φορτίο, (γ) Χωρητικό φορτίο.

Εξάλλου, στο παρακάτω σχήμα παρατίθενται οι χαρακτηριστικές $V-I_G$ (τάσης-ρεύματος του στάτη) σύγχρονης γεννήτριας για διαφορετικούς συντελεστές ισχύος. Παρατηρείται ότι αυξάνοντας το ρεύμα του στάτη η τάση ακροδεκτών πέφτει σε ωμική και επαγωγική φόρτιση. Μάλιστα στην περίπτωση της επαγωγικής φόρτισης, η πτώση τάσης είναι συγκριτικά μεγαλύτερη. Αντιθέτως, στην περίπτωση του χωρητικού φορτίου η τάση ακροδεκτών έχει αυξητικές τάσεις. Ωστόσο, από το σημείο <<O>> και μετά, ο μηχανισμός πτώσης τάσης καθίσταται ασταθής και επέρχεται κατάρρευση τάσης, καθώς πλέον με μειωμένο ρεύμα του στάτη μειώνεται η τάση. Συμπεραίνεται επομένως, ότι η λειτουργία της σύγχρονης γεννήτριας σε αυτήν την περιοχή πρέπει να αποφεύγεται.



Σχήμα 1.10 Χαρακτηριστική $V-I_G$ (τάσης- ρεύματος τυμπάνου) σύγχρονης γεννήτριας.

Στο Σχήμα 1.7, δίνεται η χαρακτηριστική καμπύλη που συσχετίζει την τάση ακροδεκτών με το ρεύμα διέγερσης. Παρατηρώντας ειδικά τη χαρακτηριστική κενής λειτουργίας, παρατηρείται ότι το φαινόμενο κορεσμού του μαγνητικού κυκλώματος της μηχανής αντανακλάται στη σχέση αυτή, καθώς από κάποιο σημείο (το αποκαλούμενο «γόνατο», ή «σημείο θλάσης» της χαρακτηριστικής)

και μετά, όσο και να αυξηθεί το ρεύμα διέγερσης, η τάση ακροδεκτών της μηχανής διατηρείται πρακτικά αμετάβλητη. Ωστόσο, η περιοχή έως το γόνατο είναι κατά προσέγγιση γραμμική, η οποία προσεγγίζεται από την *γραμμή διακένου*, δηλ. τη γραμμική χαρακτηριστική καμπύλη που συνδέει την αρχή των αξόνων με το γόνατο.



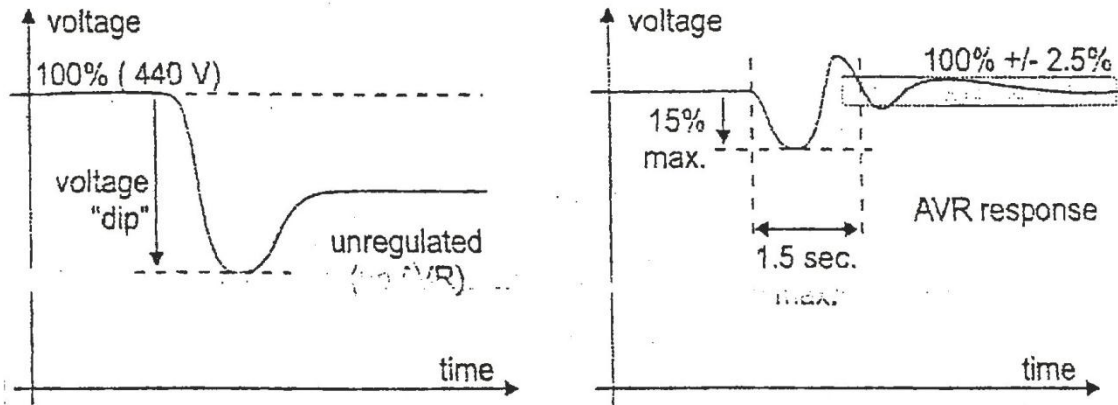
Σχήμα 1.11 Χαρακτηριστική V-I_f σύγχρονης μηχανής.

1.8 ΑΥΤΟΜΑΤΗ ΣΤΑΘΕΡΟΠΟΙΗΣΗ ΤΑΣΗ ΕΞΟΔΟΥ ΤΡΙΦΑΣΙΚΟΥ ΕΝΑΛΛΑΚΤΗΡΑ

Η ξαφνική αύξηση της έντασης ρεύματος που απορροφά το φορτίο (π.χ. της εκκίνησης ηλεκτρικής κινητήρων), προκαλεί αλλαγή στην τάση εξόδου του τριφασικού εναλλακτήρα που τροφοδοτεί το συγκεκριμένο δίκτυο. Αυτό συμβαίνει επειδή μεγαλώνει η πτώση τάσης στα τυλίγματα στο εσωτερικό της μηχανής και το φαινόμενο αυτό χαρακτηρίζεται σαν << βύθιση τάσης>> δικτύου. Ένα κύκλωμα διέγερσης του εναλλακτήρα χωρίς δυνατότητα μεταβολής του ρεύματος που το διαρρέει, έτσι ώστε να διορθώνει τις αυξομειώσεις της τάσης εξόδου που προκύπτουν διαρκώς με την αυξομείωση του φορτίου, δεν θα ήταν ρεαλιστικό.

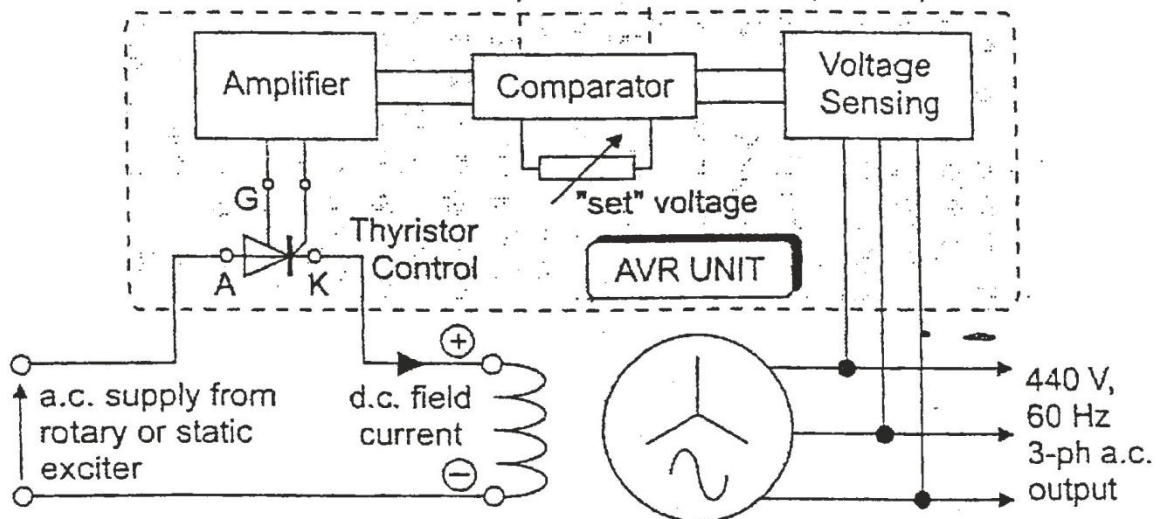
Ο αυτόματος σταθεροποιητής τάσης (AVR), ελέγχει την τάση εξόδου του εναλλακτήρα, έτσι ώστε να κυμαίνεται σε τιμή $\pm 2,5\%$ (το μέγιστο) της ονομαστικής της τιμής. Παροδικές βυθίσεις τάσης φτάνουν συνήθως μέχρι 15% για μία ξαφνική αύξηση του φορτίου, με επαναφορά στην ονομαστική τιμή μέσα σε 1,5 δευτερόλεπτα.

Απόκριση AVR Τριφασικού Εναλλακτήρα



Σχήμα 1.12 Απόκριση AVR Τριφασικού Εναλλακτήρα

Το AVR ανιχνεύει την τάση εξόδου της γεννήτριας και δρα μεταβάλλοντας το ρεύμα διέγερσης, έτσι ώστε η τάση εξόδου της γεννήτριας να διατηρείται σταθερή, όπως φαίνεται στο επόμενο σχήμα.



Σχήμα 1.13 Ανίχνευσή τις τάσης εξόδου της γεννήτριας.

Το κύκλωμα ελέγχου ενός AVR αποτελείται από μετασηματιστές, ανορθωτές, διόδους τρανζίστορ και θυρίστορ. Αυτό περιέχονται σε ολοκληρωμένα κυκλώματα τα οποία τοποθετούνται είτε στον πίνακα ελέγχου της γεννήτριας, είτε επάνω στην ίδια τη γεννήτρια.

Η μονάδα που ανιχνεύει την τάση εξόδου της γεννήτριας (Voltage Sensing) την υποβιβάζει, την ανορθώνει και την εξομαλύνει. Αυτό συγκρίνεται (Comparator) με ένα προκαθορισμένο συνεχές σήμα το οποίο παράγεται από κύκλωμα διόδων. Η διαφορά μεταξύ των δύο σημάτων ενισχύεται (Amplifier) και χρησιμεύει για την οδήγηση των θυρίστορ που ρυθμίζουν την τάση διέγερσης.

1.9 ΚΑΘΑΡΙΣΜΟΣ ΓΕΝΝΗΤΡΙΑΣ

Για τον καθαρισμό των γεννητριών χρησιμοποιείται ξηρός πάγος με σκοπό:

Την απομάκρυνση των αποθέσεων άνθρακα.

Την απομάκρυνση του γράσου και την συσσώρευση λαδιού.

Τον καθαρισμό των χαλκοδιαδρομών.

Τον καθαρισμό του πυρήνα του στάτη καθώς και του ίδιου του στάτη.

Τον καθαρισμό των δαχτυλιδιών.

Τον καθαρισμό των περιελίξεων και των καλυμμάτων.

Τα πλεονεκτήματα του ξηρού πάγου περιλαμβάνουν:

1. Το μεγαλύτερο πλεονέκτημα είναι η μεγάλη ταχύτητα καθαρισμού.
2. Μειωμένος χρόνος διακοπής λειτουργίας, που συνεπάγεται μεγαλύτερη παραγωγικότητα.
3. Η χρήση ξηρού πάγου εξασφαλίζει την πρόσβαση σε δυσπρόσιτα σημεία της γεννήτριας στα οποία δεν μπορεί να φτάσει το ανθρώπινο χέρι στα πλαίσια του κλασσικού καθαρισμού.
4. Ο ξηρός πάγος δεν «επιτίθεται» στα μέταλλα και δεν τα διαβρώνει.
5. Μειωμένη χρήση χημικών (μείωση του χημικού αποτυπώματος το οποίο ευθύνεται για ερεθισμούς του αναπνευστικού συστήματος, εξασφαλίζει αυξημένη ασφάλεια εργαζομένων από τον περιορισμό της έκθεσης σε δραστικές χημικές ουσίες, δεν επιβαρύνει την τρύπα του όζοντος).
6. Δεν υπάρχει χρόνος αναμονής-στεγνώματος μετά τον καθαρισμό.

Κατά τον καθαρισμό μιας γεννήτριας με ξηρό πάγο αφαιρούνται με επιτυχία ρύποι, όπως ο συσσωρευμένος άνθρακας, το πετρέλαιο, και άλλα ξένα σώματα. Αυτοί οι ρύποι μειώνουν την απόδοση των γεννητριών. Οι εναποθέσεις άνθρακα και πετρελαίου μειώνουν

την αποδοτικότητα και σε σοβαρές περιπτώσεις μπορούν να προκαλέσουν βραχυκυκλώματα ή και ηλεκτρικές πυρκαγιές.

Ο ξηρός πάγος είναι φιλικός προς το περιβάλλον, επειδή ουσιαστικά δεν δημιουργεί απόβλητα και δεν αφήνει υπολείμματα.

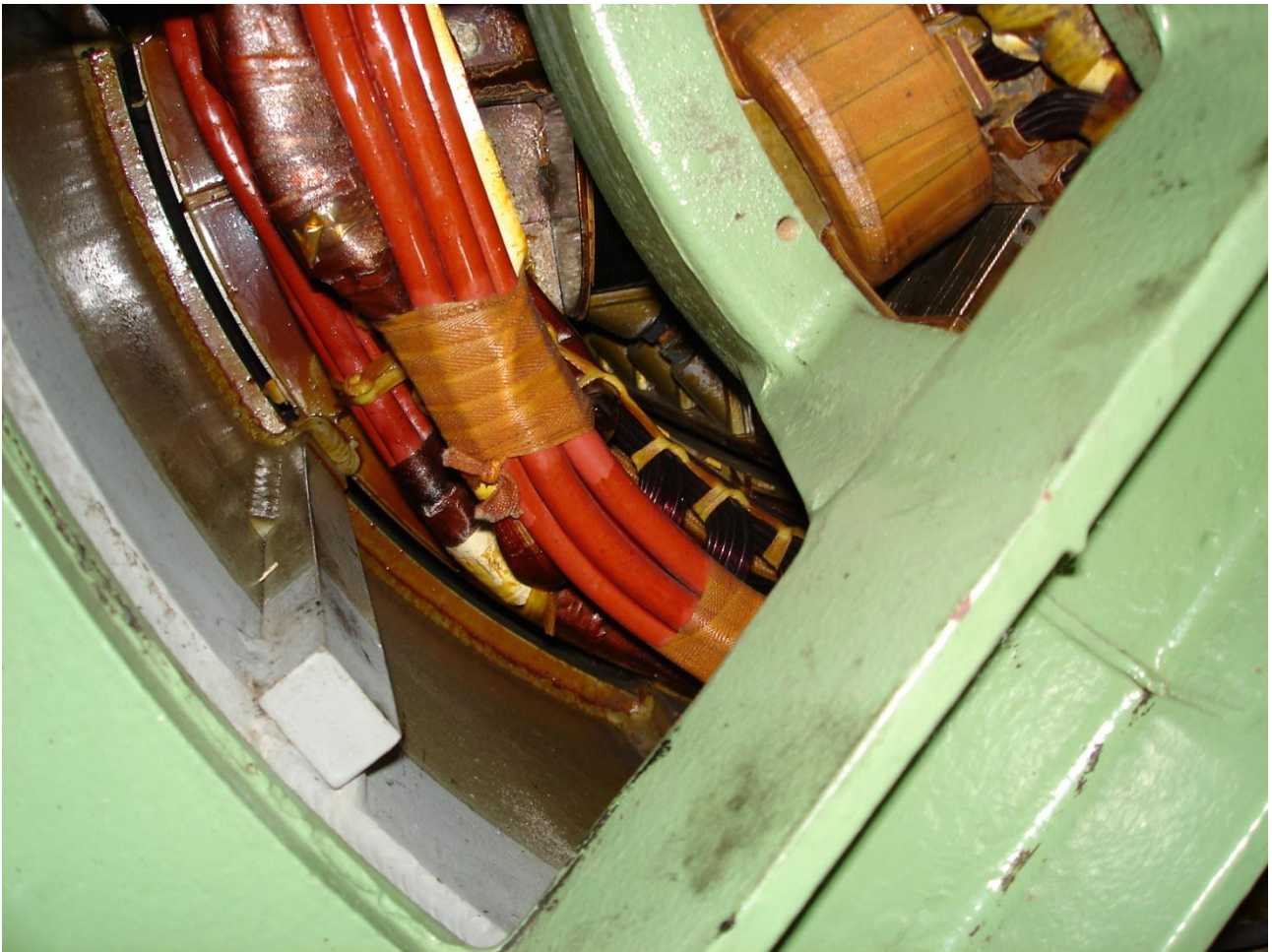
Άλλα μέσα καθαρισμού μέσω εκτόξευσης όπως υπολείμματα καλαμποκιού, φλοιοί ξηρών καρπών και κοχύλια μπορούν να παγιδευτούν στο εσωτερικό της γεννήτριας και να προκαλέσουν ανεπανόρθωτες βλάβες, ενώ ο ξηρός πάγος εξαχνώνεται κατά την επαφή.

Επιπλέον πλεονεκτεί σε σύγκριση με τον καθαρισμό ατμού διότι ο τελευταίος συνήθως απαιτεί χρόνο στεγνώματος από 24 έως 48 ώρες.

Ο καθαρισμός ξηρού πάγου συνιστάται κάθε 1 - 3 χρόνια, ανάλογα με το περιβάλλον.



Εικόνα 1.3: Γεννήτρια με εναποθέσεις άνθρακα



Εικόνα 1.4: Η ίδια γεννήτρια μετά από καθαρισμό με την μέθοδο ξηρού πάγου.

1.10 ΠΑΡΑΛΛΗΛΗΣΜΟΣ ΓΕΝΝΗΤΡΙΩΝ

Προκειμένου να εξυπηρετηθούν οι ανάγκες φορτίου ενός σύγχρονου πλοίου γίνεται συνδυασμός δυο η και περισσότερων γεννητριών με την μέθοδο του παραλληλισμού. Η παράλληλη λειτουργία των γεννητριών περιλαμβάνει:

1. Συγχρονισμό.
2. Την κατανομή του φορτίου.

Τα παραπάνω βήματα γίνονται συνήθως αυτόματα, αν και υπάρχει και η δυνατότητα χειροκίνητης ρύθμισης.

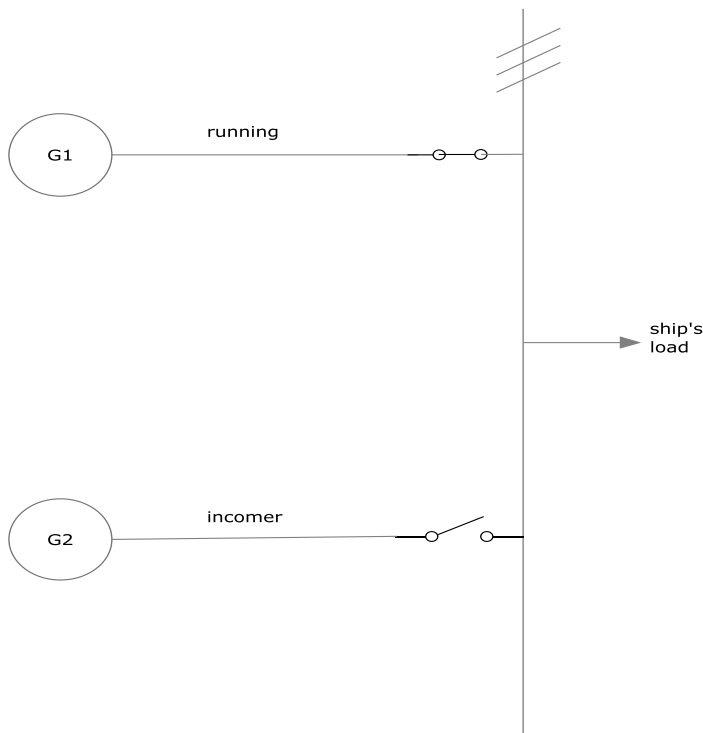
Συγχρονισμός γεννητριών

Για να συγχρονιστούν δυο γεννήτριες δεν πρέπει να υπάρχει διάφορα δυναμικού μεταξύ των τάσεων των φάσεων που πρόκειται να συνδεθούν. Για να το πετύχουμε αυτό θα πρέπει:

- A. Οι ενεργές τιμές των τάσεων των δυο γεννητριών να είναι ίσες.
- B. Οι συχνότητες τους να είναι ίσες.

Γ. Να μην υπάρχει διάφορα φάσης μεταξύ των τάσεων των φάσεων που θα συνδεθούν παράλληλα
Δ. Οι όμοιες φάσεις θα πρέπει να συνδέονται μεταξύ τους όταν κλείνει ο διακόπτης παραλληλισμού.

Έστω οι δυο γεννήτριες G1, G2 του παρακάτω σχήματος οι οποίες πρόκειται να παραλληλιστούν σύμφωνα με το παρακάτω σχήμα:



Σχήμα 1.14 Παραλληλισμός των δύο γεννητριών

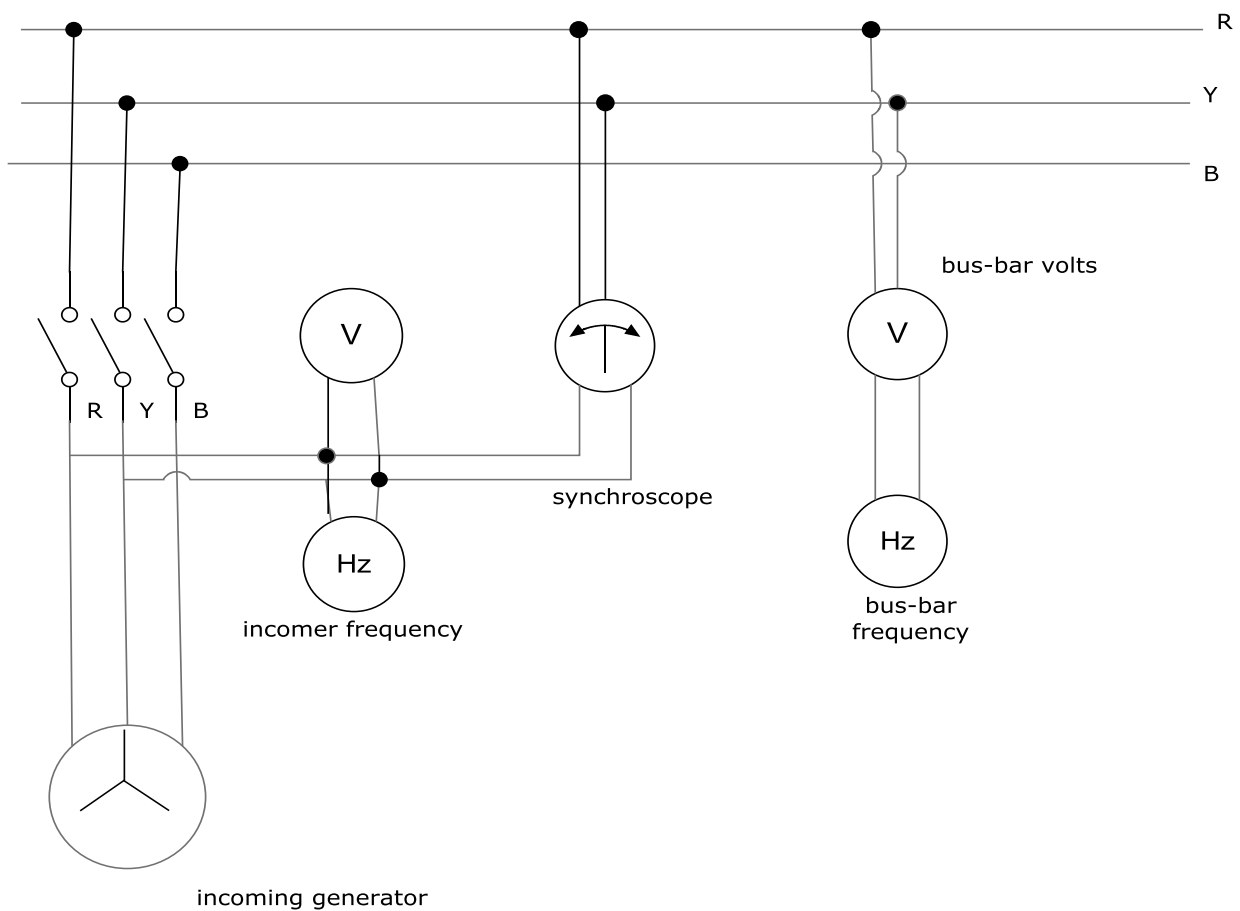
Εάν δεν πληρούνται όλες οι παραπάνω προϋποθέσεις τότε θα υπάρχει διαφορά δυναμικού μεταξύ των τάσεων των φάσεων που πρόκειται να συνδεθούν. Κλείνοντας τον διακόπτη που συνδέει την γεννήτρια G2 στο δίκτυο θα δημιουργηθεί ένα ρεύμα μεταξύ G1 και G2 λόγω της διαφοράς δυναμικού με φορά από την γεννήτρια την μεγαλύτερη στιγμιαία τάση προς την γεννήτρια με την μικρότερη στιγμιαία τάση. Το ρεύμα αυτό δημιουργεί ανεπιθύμητα φαινόμενα και συγκεκριμένα απότομες επιταχύνσεις της μιας γεννήτριας με ταυτόχρονες επιβραδύνσεις της άλλης σε μια προσπάθεια να συγχρονιστούν. Επειδή κατά την διαδικασία αυτή αναπτύσσονται δυνάμεις που μπορούν να καταστρέψουν τις γεννήτριες υπάρχουν προστατευτικά κυκλώματα που απαγορεύουν την σύνδεση της G2 εάν δεν τηρούνται οι προϋποθέσεις συγχρονισμού.

Η διαδικασία παραλληλισμού είναι η εξής:

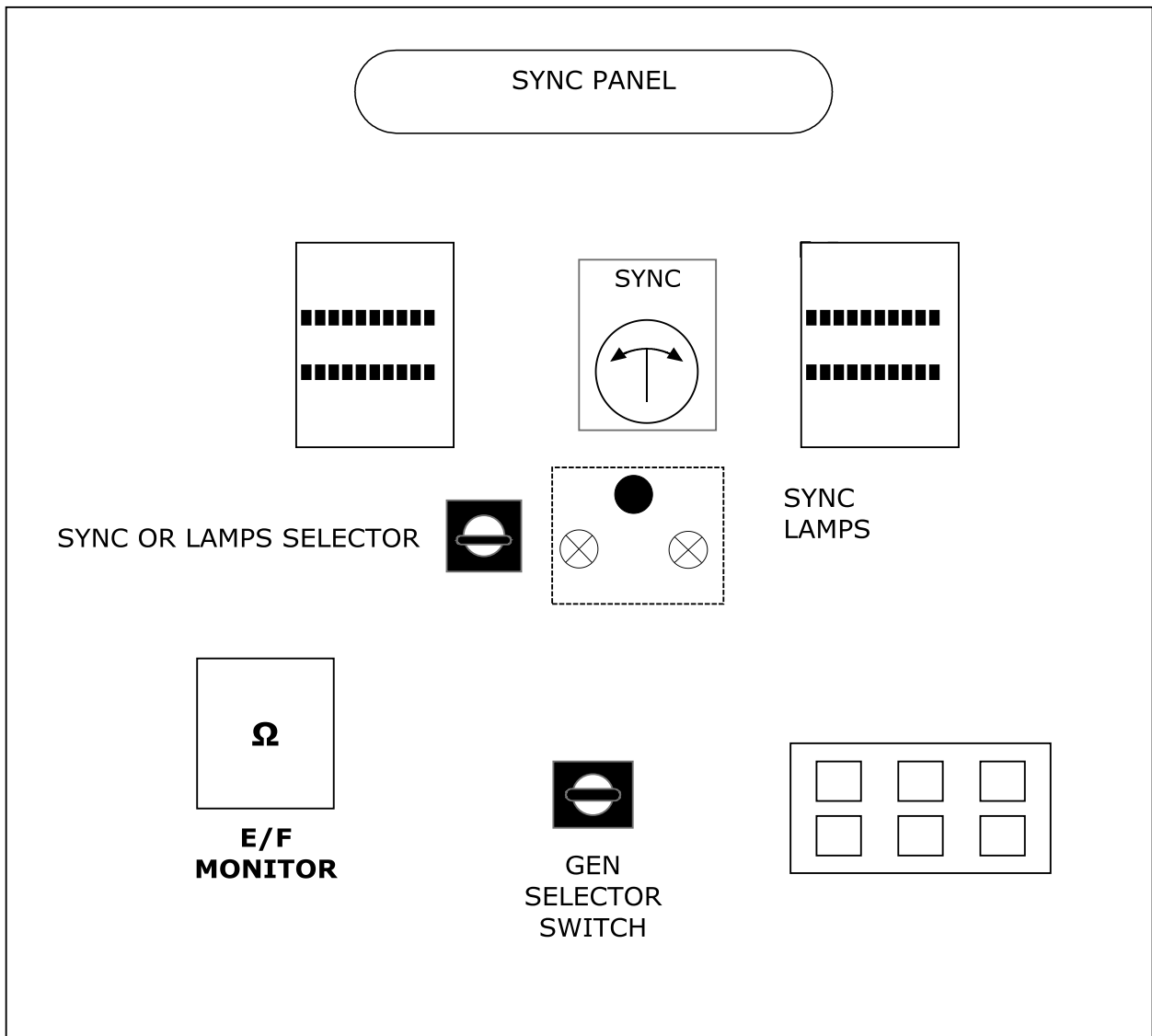
- 1) Η τάση της G2 ρυθμίζεται μέσω του AVR της έτσι ώστε να είναι ίση με την τάση της υπό λειτουργία με το φορτίο G1.
- 2) Η συχνότητα της G2 ρυθμίζεται έτσι ώστε να είναι περίπου ίση με την συχνότητα της G1 και συγκεκριμένα ελαφρά μεγαλύτερη από την συχνότητα της G1. Θεωρητικά οι δυο συχνότητες θα πρέπει να είναι ακριβώς ίδιες αλλά αυτό δεν είναι δυνατόν να επιτευχθεί αφού ρυθμίζονται από τα

Governors. Έτσι ρυθμίζουμε την συχνότητα της γεννήτριας που πρόκειται να εισαχθεί στο σύστημα λίγο πιο πάνω από την πρώτη γεννήτρια ώστε να εισαχθεί στο σύστημα σαν γεννήτρια και όχι σαν κινητήρας. Η σύνδεση των δυο γεννητριών πρέπει να γίνει τη στιγμή που οι κυματομορφές των τάσεων των αντίστοιχων φάσεων που θα συνδεθούν είναι η μια πάνω στην άλλη, δηλαδή είναι πλήρως συγχρονισμένες.

Τα παρακάτω σχήματα δείχνουν τα όργανα παραλληλισμού.



Σχήμα 1.15 Σχεδιάγραμμα σύνδεσης οργάνων παραλληλισμού.

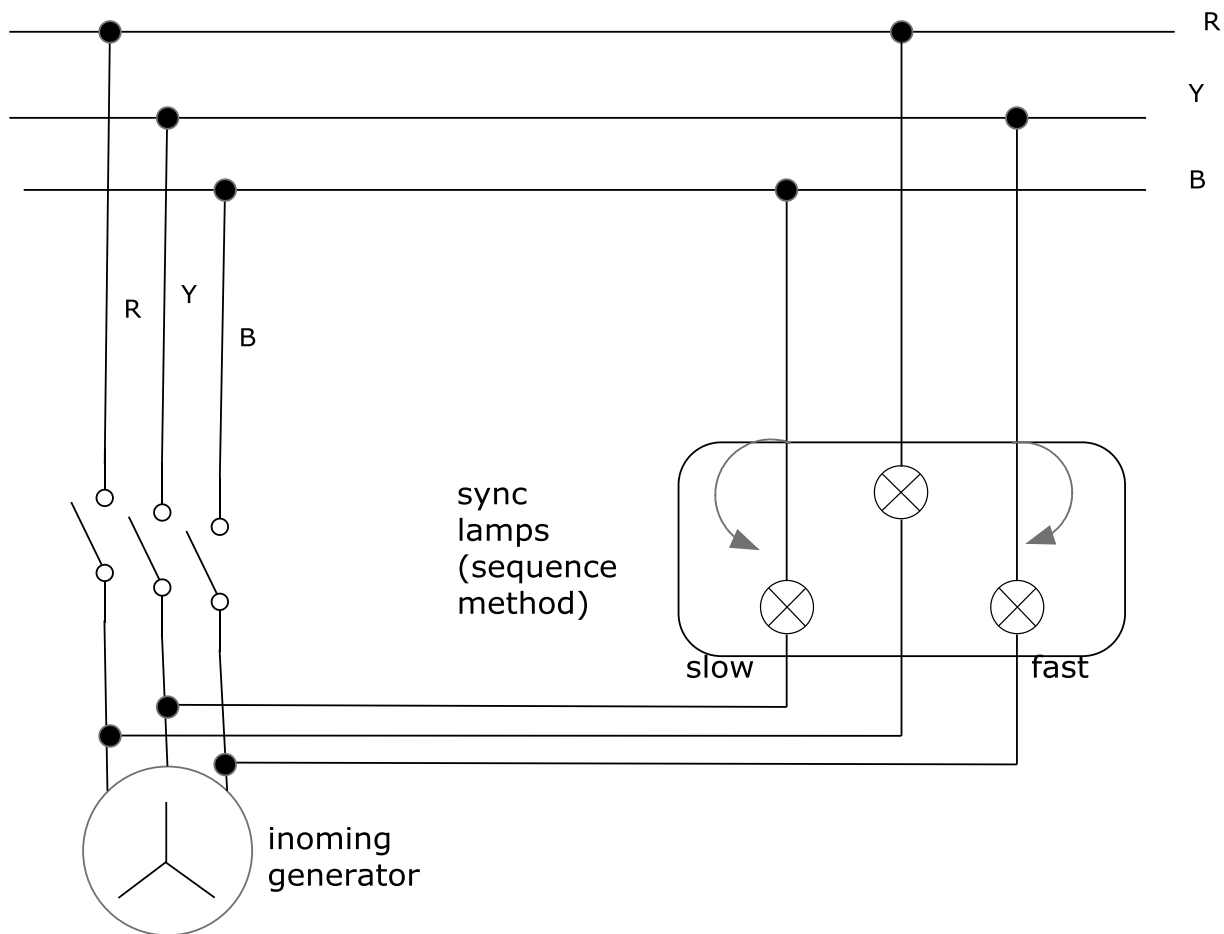


Σχήμα 1.16 Σχεδιάγραμμα σύνδεσης οργάνων παραλληλισμού.

Η διαφορά φάσης μεταξύ των τάσεων των φάσεων προς παραλληλισμό μπορεί να παρατηρηθεί στο συγχρονοσκόπιο ή στις λάμπες συγχρονισμού.

Η προς σύνδεση γεννήτρια συνδέεται έτσι ώστε ο δείκτης του συγχρονοσκοπίου να περιστρέφεται αργά με τη φορά του ρολογιού (περίπου μια περιστροφή ανά 4 δευτερόλεπτα). ο διακόπτης παραλληλισμού πρέπει να κλείσει όταν ο δείκτης του συγχρονομέτρου πλησιάσει στην θέση που αντιστοιχεί στο 12 ενός ρολογιού, καθώς εκείνη την στιγμή δεν υπάρχει διαφορά φάσης μεταξύ των τάσεων των δυο γεννητριών. Εάν τώρα ο διακόπτης κλείσει σε θέσεις του δείκτη του συγχρονοσκοπίου που αντιστοιχούν από το 12 παρά 5 μέχρι το 12 και 5, το σύστημα μπορεί να ανεχθεί τα περιορισμένα μεταβατικά φαινόμενα, αρκεί η περιστροφή του δείκτη να είναι αρκετά αργή.

Σαν εναλλακτική μέθοδος του συγχρονοσκοπίου μπορεί να χρησιμοποιηθεί ένα σετ από λάμπες, όπως φαίνεται στο παρακάτω σχήμα.



Σχήμα 1.17 Συγχρονοσκόπιο με σετ από λάμπες.

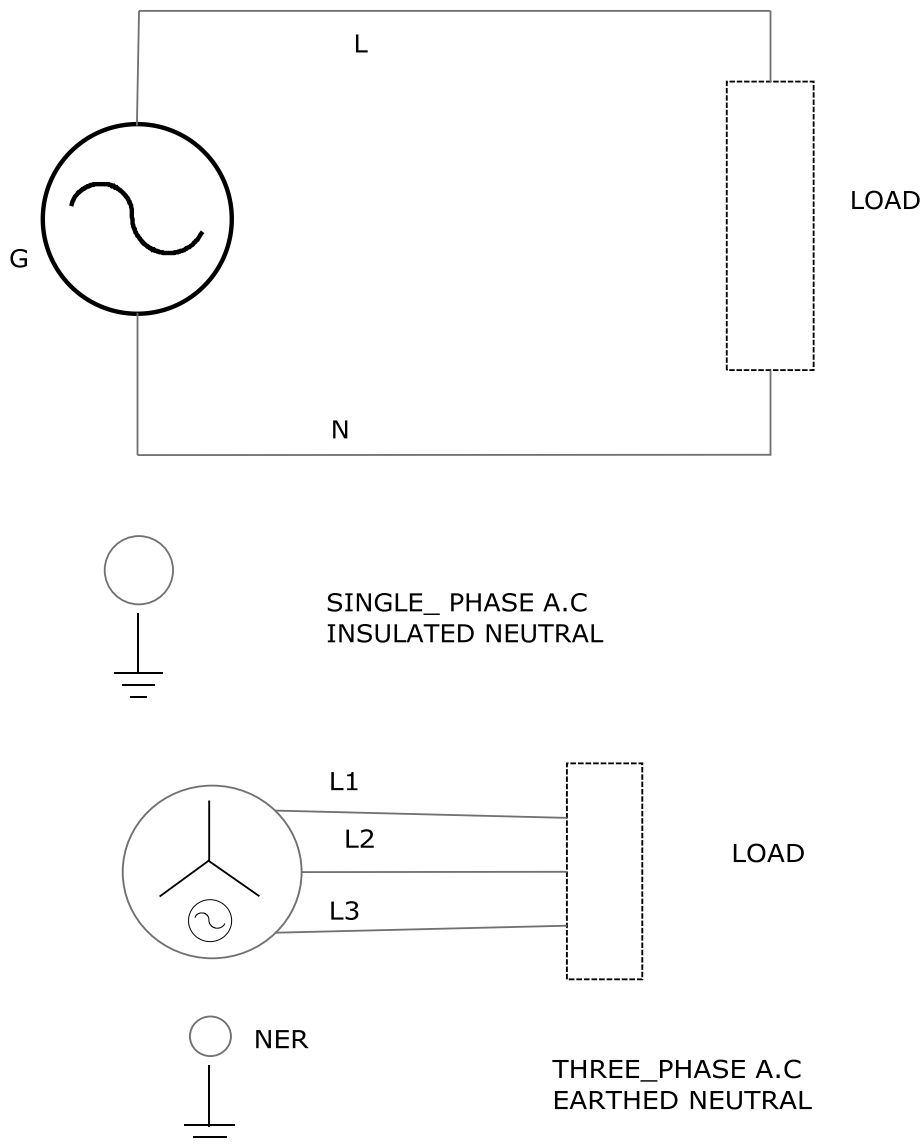
ΚΕΦΑΛΑΙΟ 2

ΗΛΕΚΤΡΙΚΗΣ ΕΝΕΡΓΕΙΑΣ ΣΤΑ ΠΛΟΙΑ

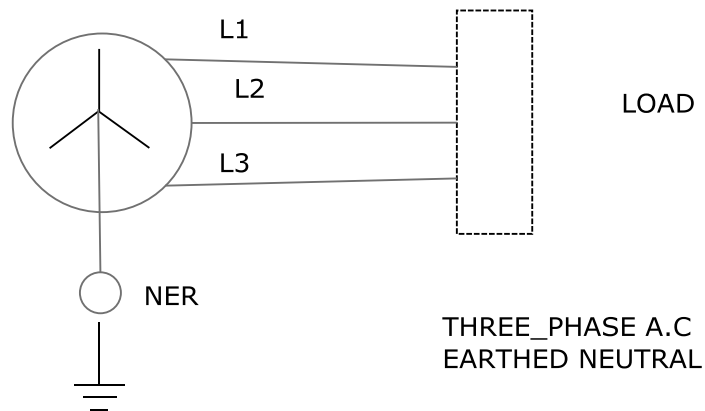
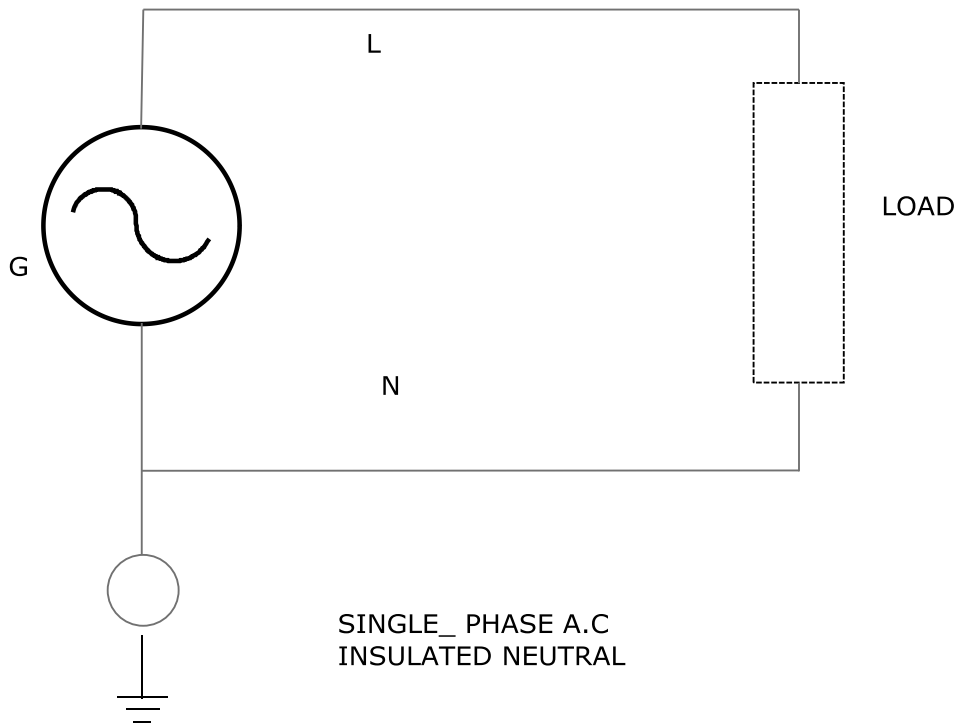
2.1 Η ΔΙΑΝΟΜΗ

Εγκαταστάσεις με γειωμένο ουδέτερο και μονωμένο ουδέτερο.

Σε αυτές τις εγκαταστάσεις με γειωμένο ουδέτερο αυτός ο ουδέτερος είναι συνδεδεμένος με τη γη (δηλαδή την χαλύβδινη κατασκευή του πλοίου). Στα συστήματα με μονωμένο ουδέτερο είναι στον αέρα δηλαδή ηλεκτρικά μονωμένος σε σχέση με τη γη.



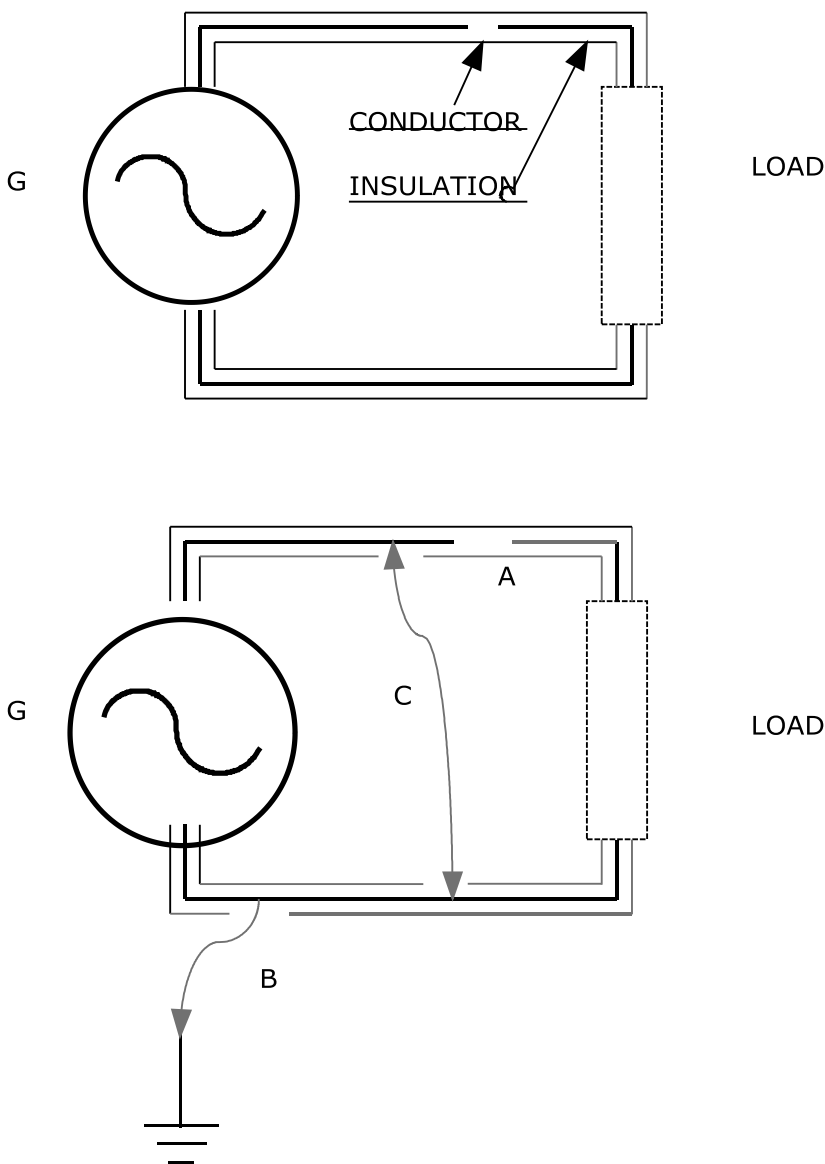
Σχήμα 2.1 Συστήματα διανομής με μονωμένο ουδέτερο.



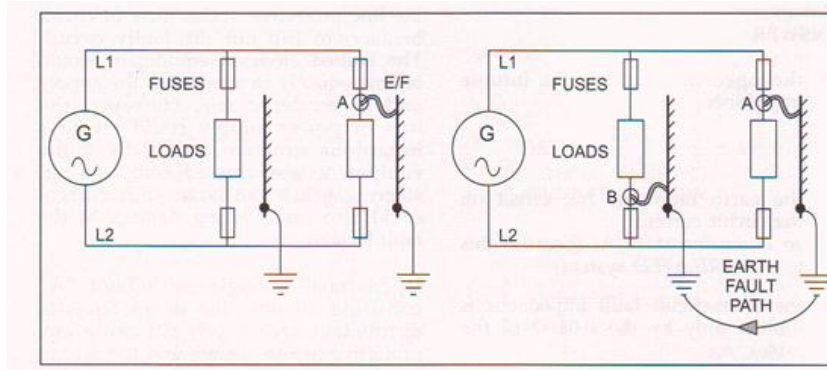
Σχήμα 2.2 Συστήματα διανομής με γειωμένο ουδέτερο.

Στις εγκαταστάσεις των 440Volt ουδέτερος είναι συνήθως στον αέρα, δηλαδή δεν γειώνεται. Αυτό όμως δεν μπορεί να εφαρμοστεί στην ξηρά γιατί ο ουδέτερος γειώνεται. Στα πλοία πρωταρχική σημασία έχει η διατήρηση της ηλεκτρικής τροφοδοσίας στα φορτία, ενώ στην ξηρά έχει σημασία η άμεση απομόνωση της συσκευής στην οποία έχει διαρροή προς τη γη. Επίσης σε πλοία με υψηλές τάσης όμως (>1000V) ο ουδέτερος γειώνεται μέσω μιας κατάλληλης αντίστασης γείωσης (NER: Neutral Ear thing Resistor).

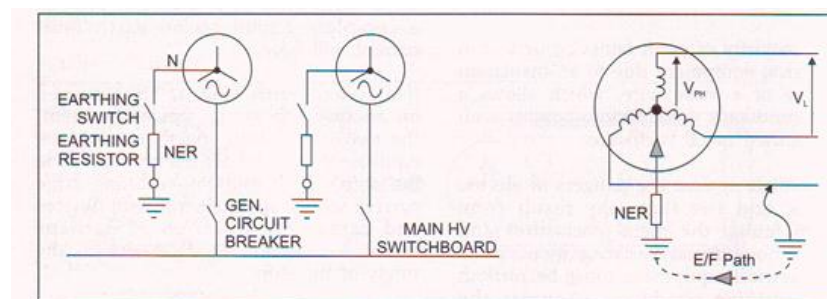
Στις εγκαταστάσεις με μονωμένο ουδέτερο, που είναι οι πιο συνηθισμένες στα πλοία, υπάρχουν τα εξής τρία βασικά σφάλματα που μπορούν να παρατηρηθούν σε ένα ηλεκτρικό κύκλωμα και δείχνεται στα επόμενα σχήματα.



Σχήμα 2.2 Είδη σφαλμάτων σε ηλεκτρικά κυκλώματα.



Σχήμα 2.3 Διπλή γείωση σε μονωμένο σύστημα.



Σχήμα 2.4. Ουδέτερη γείωση HV σύστημα.

A) Ανοικτό κύκλωμα : οφείλεται σε διακοπή κάποιου ενεργού αγωγού ,όπως στο σημείο A οπότε δεν έχουμε ροή ρεύματος στο κύκλωμα.

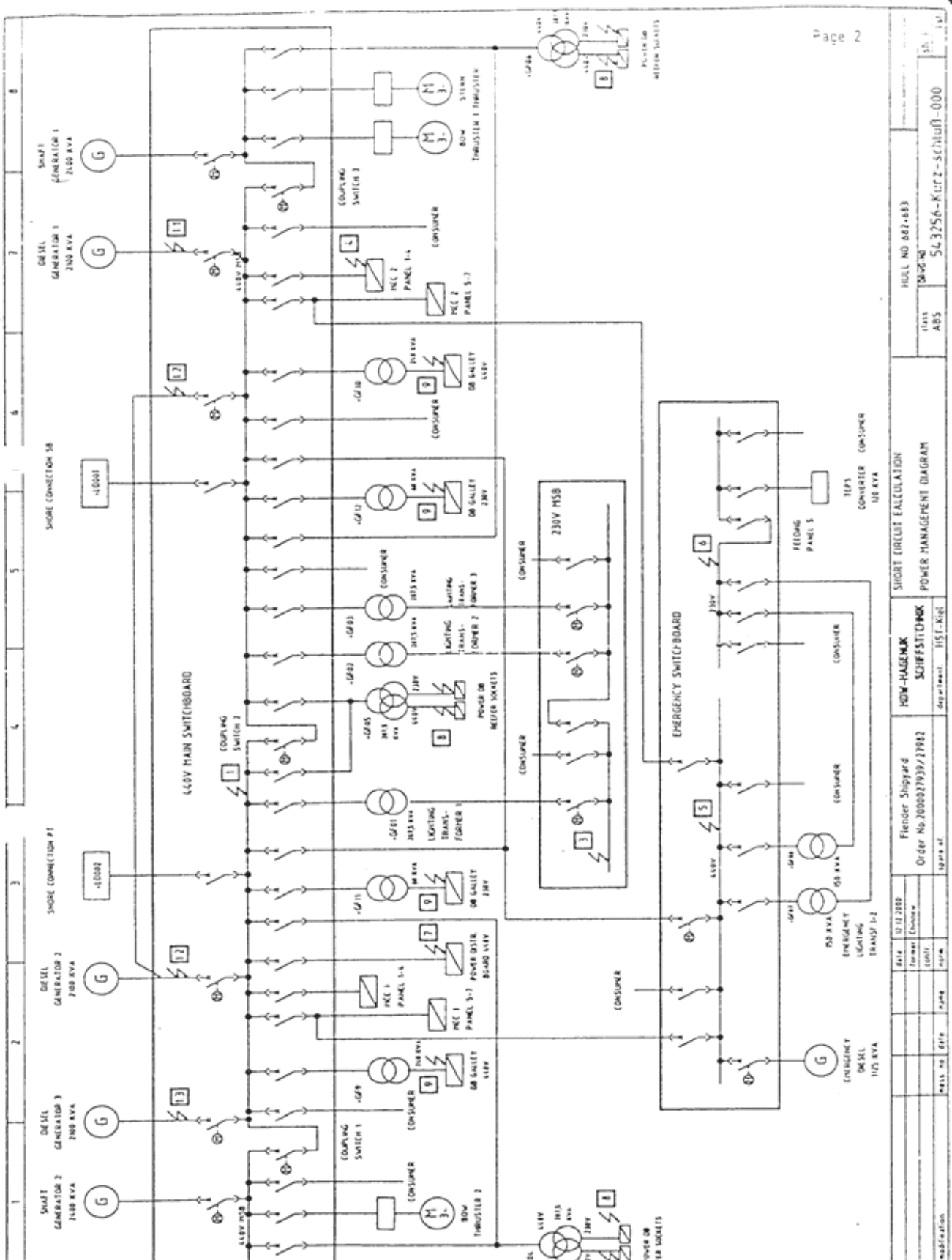
B)Γείωση κάποιου σημείου ενεργού αγωγού :οφείλεται σε καταστροφές της μόνωσης του σημείου αυτού, όπως στο σημείο B ,επιτρέποντας έτσι τον αγωγό να έρθει σε επαφή με τη γη ή με κάποιο γειωμένο μεταλλικό περίβλημα μηχανής ή συσκευής.

Γ)Βραχυκύκλωμα: δύο σημεία διαφορετικών αγωγών ,κανονικά μονωμένων μεταξύ τους, ενώνονται όπως στο C, οπότε έχουμε ένα μεγάλο ρεύμα δια μέσου του κυκλώματος που ορίζεται από την ολική αντίσταση του κυκλώματος βραχυκύκλωσης.

Ο μεγαλύτερος αριθμός των περιστατικών βραχυκυκλώματος ενεργών καλωδίων σε σχέση με τη γη οφείλεται σε σπάσιμο της μόνωσης σε συγκεκριμένα σημεία ή σε επαφή κάποιου ενεργού αγωγού με γειωμένη μεταλλική επιφάνεια. Για την προστασία του ανθρώπου από ηλεκτροπληξία ή πυρκαγιά ,τα μεταλλικά περιβλήματα των ηλεκτρικών και συσκευών πρέπει να είναι γειωμένο. Ο αγωγός γείωσης συνδέει το μεταλλικό περίβλημα με τη γη, έτσι ώστε να αποτρέπεται να έχουμε επικίνδυνη τάση σε αυτό . Με αυτό τον τρόπο η τάση όλων των περιβλημάτων παραμένει πάντα 0Volt.

2.2

ΠΕΡΙΓΡΑΦΗ ΔΙΑΓΡΑΜΜΑΤΟΣ ΗΛΕΚΤΡΙΚΗΣ ΕΝΕΡΓΕΙΑΣ ΣΤΟ ΠΛΟΙΟ



Σχήμα 2.5: Γενικό Διάγραμμα Διαχείρισης Ηλεκτρικής Ενέργειας

Σε αυτό το κεφάλαιο αναλύεται η διανομή ηλεκτρικής ενέργειας στα πλοία. Στο παρακάτω διάγραμμα δείχνεται η διαδρομή που κάνει το ρεύμα από τις γεννήτριες στο δίκτυο για την κατανομή του ρεύματος. Συγκεκριμένα αυτό το διάγραμμα βλέπουμε ότι για την παραγωγή τάσης χρειαζόμαστε 3 ανεξάρτητες ηλεκτρογεννήτριες (DIESEL GENERATOR) ισχύος 2100KVA η κάθε μια και επίσης δύο εξαρτημένες από τους άξονες των ελικών γεννητριών (SHAFT GENERATOR) ισχύος 2400KVA η κάθε μια.

Οι παραπάνω γεννήτριες του διαγράμματος τροφοδοτούν τον κύριο πίνακα διανομής με τάση 440Volt εναλλασσόμενο . Επιπλέον ο κύριος πίνακας διανομής μπορεί να τροφοδοτηθεί από την στεριά με δύο λήψεις ηλεκτρικής ενέργειας το οποίο ονομάζεται SHORE CONNECTION.

Ο κύριος πίνακας διανομής τροφοδοτεί τις παρακάτω καταναλώσεις:

- Τους κινητήρες των δύο προωρών βοηθητικών ελικών χειρισμών (BOW THRUSTER 1,2) και τον κινητήρα της πρυμναίας βοηθητικής έλικας χειρισμών (STERN THUSTER).
- Τροφοδοτεί μέσω 3 τριφασικών μετασχηματιστών από 440Volt σε 230Volt πρίζες για όλους τους χώρους του πλοίου.
- Τροφοδοτεί ακόμα μέσω 4 μονοφασικών μετασχηματιστών με τάση 440Volt συνεχές ρεύμα και 230Volt συνεχές ρεύμα διάφορες συσκευές της κουζίνας.
- Τροφοδοτεί επίσης μέσω 3 μονοφασικών όλους τους λαμπτήρες του πλοίου για το φωτισμό του σε όλους τους χώρους.
- Επιπλέον τροφοδοτεί δευτερεύοντες πίνακες διανομής που είναι τοποθετημένοι σε διάφορα σημεία του πλοίου και οι οποίοι τροφοδοτούν διάφορες καταναλώσεις.

Αυτοί οι πίνακες είναι οι παραπάνω:

- ◆ MCC1 PANEL 1-4
- ◆ MCC1 PANEL 5-7
- ◆ MCC2 PANEL 1-4 MCC2 PANEL 5-7
- Τέλος κινητήρες διαφόρων αντλιών ,ανεμιστήρων, συμπιεστών εγκαταστάσεων ψύξεως και κλιματισμού όπως επίσης και των μηχανημάτων πρόσδεσης του σκάφους είτε απευθείας είτε μέσω μετασχηματιστών .

Επιπλέον σε αυτό το διάγραμμα παρουσιάζεται όπως είναι φυσικό και η ηλεκτρογεννήτρια ανάγκης (EMERGENCY GENERATOR) η οποία τροφοδοτεί τον πίνακα διανομής ηλεκτρικής ενέργειας ανάγκης (EMERGENCY SWICHBOARD)ο οποίος τροφοδοτείται και μέσω κύριου πίνακα διανομής όταν είναι ανενεργής η γεννήτρια ανάγκης.

Αυτός ο πίνακας ανάγκης τροφοδοτεί διατάξεις και μηχανισμούς ασφαλείας του πλοίου σε περίπτωση όπου υπάρχουν έκτακτες ανάγκες όπως είναι ο φωτισμός ασφαλείας ,οι μηχανισμοί καθέλκυσης σωσιβίων βαρκών ,λέμβων και σχεδίων καθώς επίσης και τα απαραίτητα φώτα και όργανα ναυσιπλοΐα.

ΕΠΙΛΟΓΟΣ

Συμπερασματικά η τεχνολογία των σύγχρονων γεννητριών έχει εξελιχθεί αρκετά .Υπάρχουν όμως πολλά περιθώρια βελτίωσης στον τομέα της ηχορύπανσης ,των απωλειών και των αυτοματισμών.

Επίσης στον τομέα τον καθαρισμό των γεννητριών έχουν βελτιωθεί οι τεχνικές καθαρισμού, συμβάλλοντας έτσι στην μέγιστη απόδοση στον χρόνο. Επιπλέον στην διανομή της ηλεκτρικής ενέργειας έχουν βελτιωθεί οι εγκαταστάσεις έτσι ώστε να μην υπάρχουν περιπτώσεις άμεσης ή έμμεσης ηλεκτροπληξίας σε όλη την προέκταση του πλοίου. Οι μηχανισμοί προστασίας για τυχών βλάβες στο σύστημα τις ηλεκτρικής εγκατάστασης είναι αξιόπιστο και ασφαλές αλλά πάντα υπάρχουν πολλά περιθώρια βελτίωσης και σε αυτό των τομέα τις εγκαταστάσεως των ηλεκτρικών ρευμάτων στα πλοία.

Βιβλιογραφία

1. *Ηλεκτρικές Μηχανές AC-DC*, Stephen J. Charman, 3η έκδοση, Εκδόσεις Τζιόλα.
2. *Ηλεκτρολογικό σχέδιο* (I.B Καρατράσογλου).
3. *Ηλεκτρικές Μηχανές Μέρος Β (Μόνιμη κατάσταση)* (I.A Τεγόπουλος).
4. *Electric machinery fundamentals* (Stephen J. Charman).
5. *Principles of electric machine and power electronics* (P. C. Sen.).
6. *Practical Marine Engineering Knowledge* (Dennis .T. Hall)
7. Σημειώσεις επιβλέποντα καθηγητή.
8. *Διπλωματική Εργασία <<Υλοποίηση πειραματικών διατάξεων με σύγχρονες γεννήτριες εναλλασσόμενου ρεύματος μικρής κλίμακας>>* ΕΘΝΙΚΟ ΜΕΤΣΟΒΙΟ ΠΟΛΥΤΕΧΝΕΙΟ.(Σχολής Ναυπηγών μηχανολόγων μηχανικών, Τομέας ναυτικής μηχανολογίας)
9. *Διπλωματική Εργασία <<Σχέδιο και μελέτη μεταβατικής συμπεριφοράς αξονικής γεννήτριας πλοίου.>>* ΕΘΝΙΚΟ ΜΕΤΣΟΒΙΟ ΠΟΛΥΤΕΧΝΕΙΟ.(Σχολή ηλεκτρολόγων μηχανικών και μηχανικών υπολογιστών, Τομέας ηλεκτρικής ισχύος).

Περιεχόμενα

Περίληψη.....	3
Abstract	4
Πρόλογος.....	5
Κεφάλαιο 1: Σύγχρονες Γεννήτριες Εναλλασσόμενου ρεύματος	6
1.1 Δομή σύγχρονης γεννήτριας.	7
1.2 Περιγραφή κατασκευής	8
1.3 Αρχή λειτουργίας γεννήτριας	12
1.4 Σύνδεση των τριών φάσεων του στάτη	13
1.5 Κυκλωματικό ισοδύναμο σύγχρονης γεννήτριας.....	14
1.6 Χαρακτηριστικές καμπύλες σύγχρονη γεννήτριας	16
1.6.1 Χαρακτηριστική ανοικτού τύπου	16
1.6.2 Χαρακτηριστική βραχυκυκλώσεως	17
1.7 Χαρακτηριστικές λειτουργίας σύγχρονης μηχανής	18
1.8 Αυτόματος σταθεροποιητής τάσης εξόδου τριφασικού εναλλακτήρα.....	20
1.9 Καθαρισμός γεννήτριας	22
1.10 Παραλληλισμός γεννητριών.....	24
Κεφάλαιο 2: Διανομή Ηλεκτρικής Ενέργειας στο Πλοίο	29
2.1 Διανομή ηλεκτρικής ενέργειας στα πλοία.....	29
2.2 Περιγραφή διαγράμματος ηλεκτρικής ενέργειας στο πλοίο	33
Επίλογος - Συμπεράσματα.....	35
Βιβλιογραφία.....	36