

ΤΕΙ ΠΕΙΡΑΙΑ
ΣΧΟΛΗ ΤΕΧΝΟΛΟΓΙΚΩΝ ΕΦΑΡΜΟΓΩΝ
ΤΜΗΜΑ ΗΛΕΚΤΡΟΛΟΓΩΝ ΜΗΧΑΝΙΚΩΝ Τ.Ε.

ΠΤΥΧΙΑΚΗ ΕΡΓΑΣΙΑ

**«Εφαρμογές Ηλεκτροπαραγωγών
Ζευγών»**

ΔΕΝΔΡΑΛΙΔΗΣ ΒΛΑΔΙΜΗΡΟΣ (Α.Μ.: 26878)

Επιβλέπων:

Δρ. Σταύρος Καμινάρης, Επίκουρος Καθηγητής

Αιγάλεω, Ιούνιος 2014

Περιεχόμενα

| | |
|--|----|
| Ευχαριστίες | iv |
| ΠΕΡΙΛΗΨΗ | 1 |
| ΕΙΣΑΓΩΓΗ | 2 |
| ΚΕΦΑΛΑΙΟ 1 ^ο - ΓΕΝΝΗΤΡΙΑ | 4 |
| 1.1. Γενικά | 4 |
| 1.2. Σύστημα ελέγχου τάσης..... | 8 |
| 1.3. Αρχή λειτουργίας γεννήτριας και αυτόματου ρυθμιστή τάσης | 9 |
| 1.4. Επιλογή γεννήτριας..... | 10 |
| 1.5. Ηλεκτρικό φορτίο..... | 10 |
| 1.6. Φορτία εκκίνησης | 11 |
| 1.7. Θερμοκρασία περιβάλλοντος | 12 |
| 1.8. Υψόμετρο | 12 |
| ΚΕΦΑΛΑΙΟ 2 ^ο - ΚΙΝΗΤΗΡΑΣ | 14 |
| 2.1. Γενικά | 14 |
| 2.2. Συστήματα Κινητήρα..... | 15 |
| ΚΕΦΑΛΑΙΟ 3 ^ο – ΛΕΙΤΟΥΡΓΙΑ & ΣΥΝΤΗΡΗΣΗ Η/Ζ | 18 |
| 3.1. Πίνακας Ελέγχου, Αυτοματισμού και Μεταγωγής Ισχύος..... | 18 |
| 3.2. Βάση Στήριξης | 22 |
| 3.3. Ισχύς και φόρτιση Η/Ζ..... | 22 |
| 3.4. Τρόποι Λειτουργίας Η/Ζ..... | 23 |
| 3.5. Συντήρηση Η/Ζ..... | 23 |
| ΚΕΦΑΛΑΙΟ 4 ^ο – ΗΛΕΚΤΡΙΚΟΙ ΣΥΣΣΩΡΕΥΤΕΣ | 25 |
| 4.1. Αρχή Λειτουργίας και Είδη Συσσωρευτών..... | 25 |
| 4.2. Σχεδιαστική δομή και αρχή λειτουργίας συσσωρευτών | 25 |
| 4.3. Τύποι συσσωρευτών | 26 |
| 4.4. Χαρακτηριστικά Μεγέθη των Συσσωρευτών..... | 27 |
| 4.5. Διαστασιολόγηση Συσσωρευτών..... | 30 |
| ΚΕΦΑΛΑΙΟ 5 ^ο – ΣΧΕΔΙΑΣΜΟΣ ΣΥΣΤΗΜΑΤΟΣ Η/Ζ ΓΙΑ ΚΑΤΟΙΚΙΑ | 32 |
| 5.1. Εισαγωγή..... | 32 |
| 5.2. Σχεδιασμός του Συστήματος –Γενικά Στοιχεία | 32 |

| | |
|---|----|
| 5.3. Διαστασιολόγηση Μπαταριών..... | 40 |
| 5.4. Διαστασιολόγηση Η/Ζ..... | 43 |
| ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ | 49 |
| ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ - 1 | 50 |
| ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ - 2 | 51 |
| Εγκατάσταση Εφεδρικού Ηλεκτροπαραγωγού ζεύγους..... | 51 |

ΕΥΧΑΡΙΣΤΙΕΣ

Θα ήθελα να ευχαριστήσω ιδιαίτερα τον υπεύθυνο Επίκουρο Καθηγητή της πτυχιακής εργασίας αυτής κ.Καμινάρη για τις συμβουλές και την καθοδήγησή του κατά τη διάρκεια της εκπόνησής της. Επίσης θα ήθελα να ευχαριστήσω τους γονείς μου για την αμέριστη συμπαράστασή τους .

Ιδιαίτερες ευχαριστίες και στον Υπεύθυνο της εταιρίας Ηλεκτροτεχνική Α.Τ.Ε.Β.Ε. Ηλεκτρολογο/Μηχανικό Κ. Γεώργιο Κοϊμτζίδη για την ευκαιρία που μου έδωσε να εργαστώ και να αποκομήσω πολύτιμες εμπειρίες στα Δωλιστήρια Ελευσίνας.

ΠΕΡΙΛΗΨΗ

Η παρούσα πτυχιακή εργασία πραγματεύεται το θέμα του ηλεκτροπαραγωγού ζεύγους. Τα βασικά μέρη του ηλεκτροπαραγωγού ζεύγους είναι η γεννήτρια, ο κινητήρας, ο πίνακας ελέγχου και μεταγωγής αλλά και η βάση στήριξης. Στο πλαίσιο αυτό θα διερευνηθεί αναλυτικότερα η έννοια του ηλεκτροπαραγωγού ζεύγους αλλά και των βασικών μερών της, όπως επίσης και οι λειτουργίες αυτών.

Στο κεφάλαιο 1 παρατίθενται μία γενική εικόνα γύρω από τις γεννήτριες τα γενικά στοιχεία τους, η αρχή λειτουργίας τους με ποιά κριτήρια γίνεται η επιλογή της και σε ποιές θερμοκρασίες περιβάλλοντος και υψόμετρο λειτουργεί.

Στο κεφάλαιο 2 παρατίθενται η περιγραφή του κινητήρα τα μέρη απο τα οποία αποτελείται καθώς επίσης και τα συστήματα που περιλαμβάνει. Μας δίνεται και μια εικόνα για το πώς επιλέγουμε κινητήρα.

Στο κεφάλαιο 3 παρατίθενται οι αρχές λειτουργίας των H/Z, τα μέρη απο τα οποία αποτελείται και πώς συνδέονται μεταξύ τους, ο τρόπος λειτουργίας τους καθώς επίσης και πώς γίνεται η συντήρηση.

Στο κεφάλαιο 4 παρατίθενται τα είδη συσσωρευτών που μπορούμε να χρησιμοποιήσουμε η αρχή λειτουργίας τους καθώς επίσης και πως γίνεται η διαστασιολόγηση τους.

Στο κεφάλαιο 5 παρατίθενται μια μελέτη για μια κατοικία και πως θα μπορούσαμε να κανουμε εφαρμογή των H/Z ωστε να εχουμε αυτονομια. Αποτελει μια πλήρη μελέτη για το τι H/Z θα επιλέξουμε, τι συσσωρευτές και κοστος αυτών.

Τέλος στο παράρτημα δίνεται το μονογραμμικό διάγραμμα του συστήματος μπαταριών και H/Z όπως φαίνεται στην Εικόνα 5.2.

Λέξεις κλειδιά: ηλεκτροπαραγωγό ζεύγος, εφεδρική παροχή, πίνακας ελέγχου και μεταγωγής, σύγχρονες γεννήτριες εναλλασσόμενου ρεύματος.

ΕΙΣΑΓΩΓΗ

Οι καταναλωτές ηλεκτρικής ενέργειας χρησιμοποιούν συνήθως το δίκτυο μιας εταιρείας παραγωγής και διανομής ηλεκτρικής ενέργειας (π.χ. ΔΕΗ) ως κύρια πηγή για την τροφοδότηση της εγκατάστασής τους. Η εταιρεία αυτή προσφέρει μονοφασικό και τριφασικό εναλλασσόμενο ρεύμα σε ημιτονοειδή μορφή με τις παρακάτω ονομαστικές τιμές τάσης και συχνότητας:

- Συχνότητα : **50 Hz**
- Ενεργό τιμή τάσης : **φασική 230 / πολική 400 V**

Η τάση και η συχνότητα δεν πρέπει να αποκλίνουν από τις ονομαστικές τους τιμές πέρα από τα όρια που καθορίζονται από τους κανονισμούς (ελληνικούς, ευρωπαϊκούς), επειδή τότε οι ηλεκτρικές και ηλεκτρονικές συσκευές δε λειτουργούν σωστά ή ακόμη μπορεί και να προκληθεί βλάβη σε αυτές. Επίσης, είναι σημαντικό η προσφερόμενη ηλεκτρική ενέργεια από το δίκτυο μιας εταιρείας (π.χ. ΔΕΗ) να είναι συνεχής, επειδή διαφορετικά προκύπτουν τα παρακάτω προβλήματα:

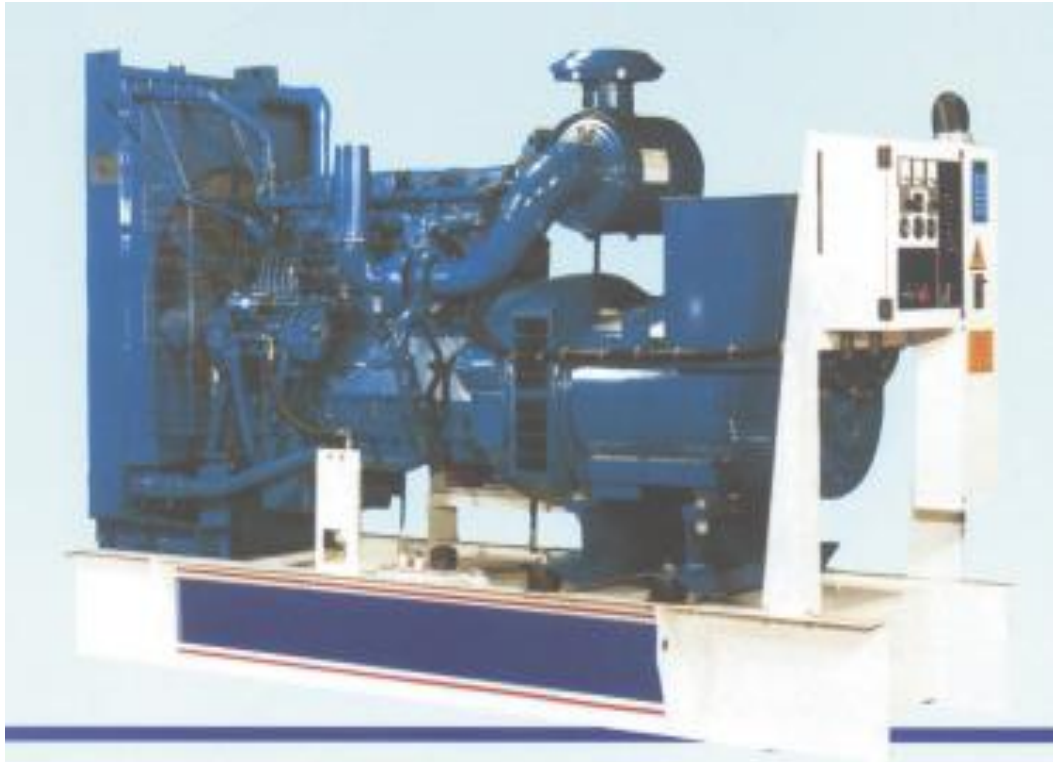
- Βλάβες σε συσκευές (π.χ. λόγω συχνών διακοπών),
- Κίνδυνος για την υγεία των ανθρώπων (π.χ. λόγω διακοπής τροφοδοσίας του εξοπλισμού χειρουργείων),
- Καταστροφή αγαθών (π.χ. λόγω διακοπής λειτουργίας ψυγείων),
- Διακοπή παραγωγής εργοστασίου,
- Πρόβλημα στην ασφαλή διακίνηση ανθρώπων και προϊόντων (π.χ. λόγω έλλειψης φωτισμού, διακοπής λειτουργίας ανελκυστήρων).

Οι εταιρείες παραγωγής και διανομής ηλεκτρικής ενέργειας, για τις αιτίες που τις περισσότερες φορές δεν εξαρτώνται από αυτές, όπως φυσικά φαινόμενα (κεραυνοί, άνεμος, βροχή), πρόσκρουση αυτοκινήτων σε κολόνες κ.λπ., δεν μπορούν να εξασφαλίσουν πάντοτε την κατάλληλη τάση και συχνότητα καθώς και τη συνεχή παροχή του εναλλασσόμενου ρεύματος. Για να περιορισθούν ή να μηδενισθούν τα προβλήματα που οφείλονται σε ακατάλληλη τάση, συχνότητα και σε διακοπές της κύριας πηγής ηλεκτρικής ενέργειας, χρησιμοποιούνται ανεξάρτητες πηγές, όπως το **Ηλεκτροπαραγωγό Ζεύγος (H/Z)**.

Το ηλεκτροπαραγωγό ζεύγος είναι ανεξάρτητη πηγή ηλεκτρικής ενέργειας (μονάδα παραγωγής ηλεκτρικής ενέργειας), η οποία χρησιμοποιείται:

- Ως εφεδρική πηγή στις εγκαταστάσεις που χρησιμοποιούν ως κύρια πηγή το δίκτυο μιας εταιρείας (π.χ. ΔΕΗ) και τροφοδοτεί μέρος ή ολόκληρη την ηλεκτρική εγκατάσταση κτιρίου, όταν η τάση ή / και η συχνότητα γίνουν ακατάλληλες ή διακοπεί η παροχή από την κύρια πηγή,

- Ως κύρια πηγή ηλεκτρικής ενέργειας στις εγκαταστάσεις όπου δεν φθάνει το δίκτυο της εταιρείας διανομής και
- Σε ειδικές περιπτώσεις, παράλληλα με το δίκτυο της εταιρείας διανομής, για να καλύψει την αιχμή του φορτίου της ηλεκτρικής εγκατάστασης



Εικόνα 1: Ηλεκτροπαραγωγό ζεύγος

Τα βασικά μέρη του ηλεκτροπαραγωγού ζεύγους είναι:

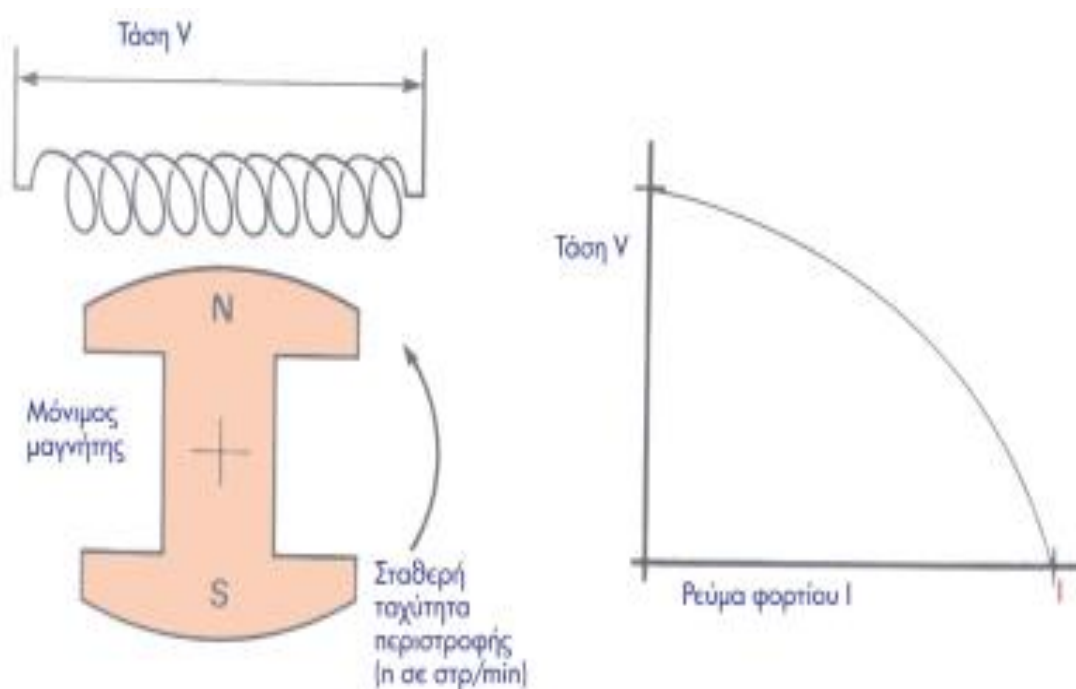
- Η γεννήτρια,
- Ο κινητήρας (κινητήρια μηχανή),
- Ο πίνακας ελέγχου και μεταγωγής και
- Η βάση στήριξης.

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 1ο - ΓΕΝΝΗΤΡΙΑ

1.1. Γενικά

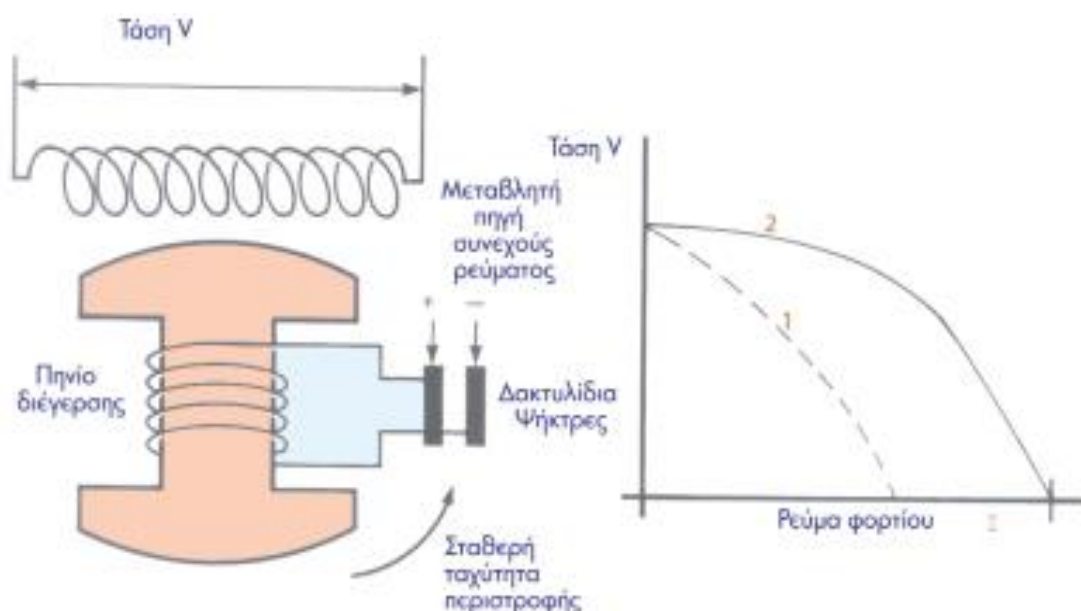
Στα Η/Ζ χρησιμοποιούνται σύγχρονες γεννήτριες εναλλασσόμενου ρεύματος, οι οποίες μετατρέπουν τη μηχανική ενέργεια του κινητήρα σε ηλεκτρική.

Η πιο απλή μορφή γεννήτριας φαίνεται στο Σχήμα 1 και αποτελείται από έναν αγωγό σε μορφή πηνίου (επαγωγικό τύλιγμα ή τύλιγμα τύμπανου) και ένα μαγνήτη (διέγερση), ο οποίος περιστρέφεται με σταθερή ταχύτητα. Στον αγωγό, λόγω του φαινομένου της επαγωγής, παράγεται ηλεκτρεγερτική δύναμη (τάση). Εάν στον αγωγό δεν είναι συνδεδεμένο φορτίο, η τάση παραμένει σταθερή, επειδή η ένταση του μαγνητικού πεδίου παραμένει σταθερή. Εάν εφαρμόσουμε φορτίο στον αγωγό, το ρεύμα που ρέει σε αυτό προκαλεί πτώση της τάσης, όπως φαίνεται και στην καμπύλη ρεύματος φορτίου – τάσης γεννήτριας που ονομάζεται **χαρακτηριστική φορτίου της γεννήτριας** (Σχήμα 1.)



Σχήμα 1: Γεννήτρια με διέγερση μόνιμου μαγνήτη και η χαρακτηριστική φορτίου της

Για να διατηρηθεί σταθερή η τάση της γεννήτριας, πρέπει για κάθε μεταβολή (αύξηση ή μείωση) του φορτίου να μεταβάλλεται αντίστοιχα και η ένταση του μαγνητικού πεδίου. Για να μπορούμε να μεταβάλουμε το μαγνητικό πεδίο, αντί για μόνιμο μαγνήτη χρησιμοποιούμε ηλεκτρομαγνήτη, δηλαδή πηνίο στο οποίο ρέει συνεχές ηλεκτρικό ρεύμα (Σχήμα 2). Το πηνίο αυτό ονομάζεται πηνίο διέγερσης ή τύλιγμα πεδίου. Μεταβάλλοντας την ένταση του ρεύματος που ρέει στο πηνίο διέγερσης, μεταβάλλεται και η ένταση του μαγνητικού πεδίου και με τον τρόπο αυτό διατηρούμε σταθερή την τάση (Σχήμα 2 καμπύλη 2), ενώ με σταθερή ένταση του πεδίου έχουμε την καμπύλη 1. Επομένως, για τη σταθεροποίηση της τάσης, χρειάζεται εξωτερική μεταβλητή πηγή συνεχούς ρεύματος.



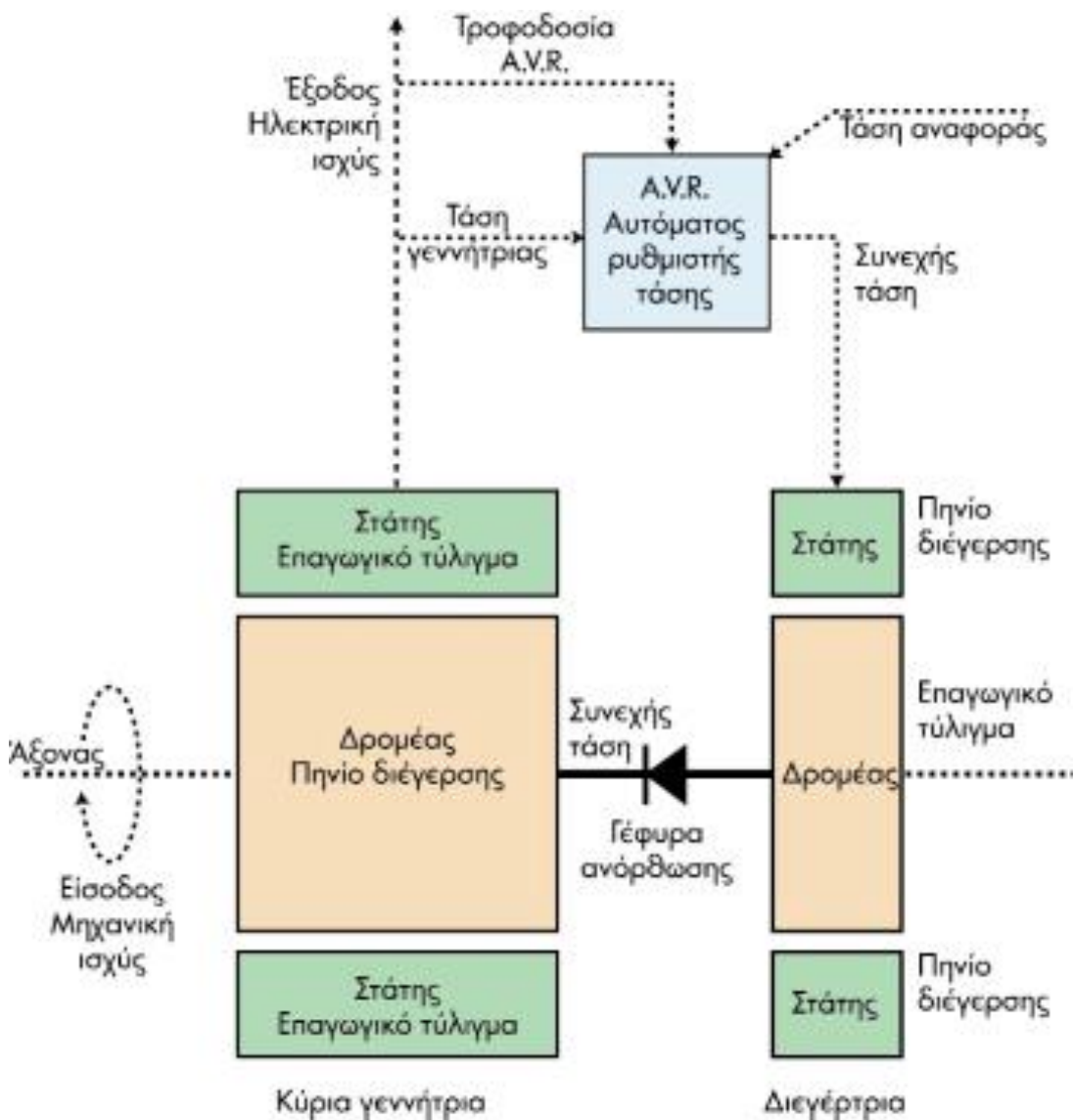
Σχήμα 2: Γεννήτρια με πηνίο διέγερσης και οι χαρακτηριστικές φορτίου με σταθερή ένταση πεδίου (1) και με μεταβολή της έντασης πεδίου (2), για να διατηρήσουμε σταθερή την τάση της γεννήτριας.

Για να μπορεί να τροφοδοτηθεί το περιστρεφόμενο πηνίο διέγερσης από την ακίνητη εξωτερική πηγή συνεχούς ρεύματος, χρησιμοποιούνται δακτυλίδια και ψήκτρες. Τα άκρα του πηνίου συνδέονται σε δακτυλίδια, στα οποία ολισθαίνουν οι ψήκτρες που είναι συνδεδεμένες στους πόλους της πηγής συνεχούς ρεύματος και με τον τρόπο αυτό γίνεται δυνατή η τροφοδότηση του πηνίου διέγερσης. Η χρήση δακτυλιδιών και ψηκτρών παρουσιάζει τα παρακάτω μειονεκτήματα:

- Απαιτείται συχνή αντικατάσταση των ψηκτρών λόγω φθοράς από τριβή.
- Προκαλούν μεγάλη πτώση τάσης, ιδιαίτερα όταν το συνεχές ρεύμα έχει μεγάλη ένταση.

Λόγω των μειονεκτημάτων των ψηκτρών, σύγχρονες γεννήτριες με ψήκτρες κατασκευάζονται μόνο για μικρή ισχύ.

Για την αποφυγή των ψηκτρών στους εναλλακτήρες, χρησιμοποιείται μία δεύτερη γεννήτρια εναλλασσόμενου ρεύματος, η οποία τροφοδοτεί τη διέγερση της κύριας γεννήτριας. Η γεννήτρια αυτή ονομάζεται διεγέρτρια, είναι μικρής ισχύος και ο δρομέας της τοποθετείται στον ίδιο άξονα με αυτόν της κύριας γεννήτριας.

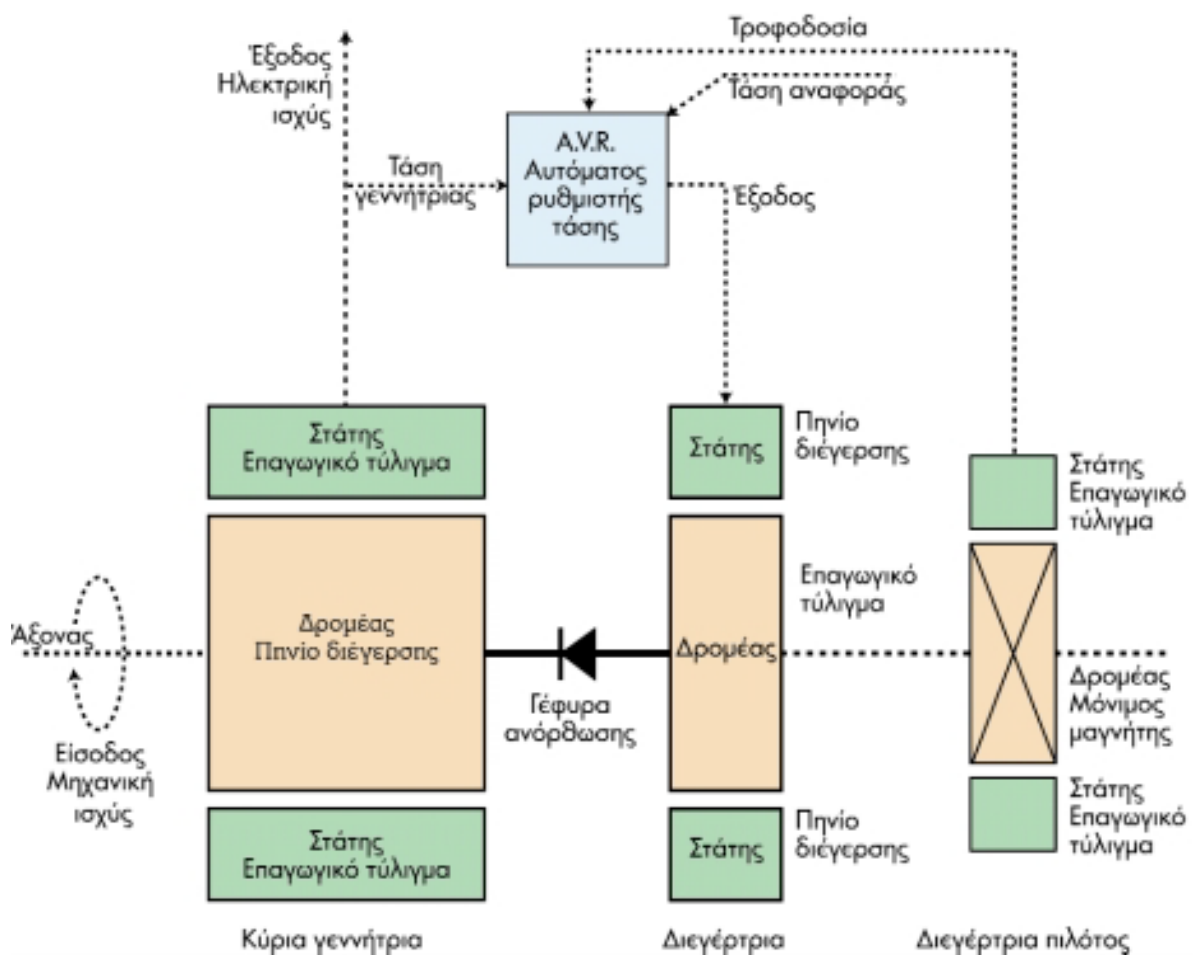


Σχήμα 3: Γεννήτρια αυτοδιεγερόμενη

Το τύλιγμα πεδίου της διεγέρτριας βρίσκεται στο στάτη ενώ το τύλιγμα τύμπανου (επαγωγικό τύλιγμα) στο δρομέα. Επίσης, μεταξύ του επαγωγικού τυλίγματος της διεγέρτριας και του τυλίγματος πεδίου της κύριας γεννήτριας παρεμβάλλεται ανορθωτική γέφυρα, η οποία μετατρέπει το εναλλασσόμενο ρεύμα σε συνεχές.

Η τροφοδοσία του τυλίγματος πεδίου της διεγέρτριας γίνεται:

- Από την κύρια γεννήτρια, οπότε χαρακτηρίζεται ως αυτοδιεγειρόμενη (Σχήμα 3).
- Από ανεξάρτητη γεννήτρια εναλλασσόμενου ρεύματος με διέγερση από μόνιμους μαγνήτες που βρίσκονται στο δρομέα (Σχήμα 4). Η γεννήτρια αυτή ονομάζεται διεγέρτρια πιλότος και ο δρομέας της βρίσκεται στον ίδιο άξονα με αυτόν της κύριας γεννήτριας. Στην περίπτωση αυτή, η κύρια γεννήτρια χαρακτηρίζεται ως γεννήτρια με ανεξάρτητη διέγερση.



Σχήμα 4: Γεννήτρια με ανεξάρτητη διέγερση

Οι γεννήτριες των οποίων το τύλιγμα πεδίου περιστρέφεται, δηλαδή βρίσκεται στο δρομέα, χαρακτηρίζεται ως γεννήτριες περιστρεφόμενου πεδίου (rotating field) ή εσωτερικών πόλων, π.χ. η γεννήτρια του Σχήματος 2. Ενώ, οι γεννήτριες των οποίων το τύλιγμα τύμπανου (επαγωγικό τύλιγμα) περιστρέφεται, δηλαδή βρίσκεται στο δρομέα, χαρακτηρίζονται ως γεννήτριες περιστρεφόμενου επαγωγικού τυλίγματος (rotating armature) ή εξωτερικών πόλων π.χ. η γεννήτρια η οποία χρησιμοποιείται ως διεγέρτρια στο Σχήμα 3.

Στα Η/Ζ χρησιμοποιούνται κυρίως γεννήτριες περιστρεφόμενου πεδίου, χωρίς ψήκτρες, αυτοδιεγερόμενες.

Σχέση ταχύτητας περιστροφής δρομέα και ηλεκτρικής συχνότητας

Οι γεννήτριες ονομάζονται σύγχρονες, επειδή η ταχύτητα περιστροφής του δρομέα (η σε στρ/min) και η ηλεκτρική συχνότητα (η συχνότητα της τάσης f) βρίσκονται σε συγχρονισμό, δηλαδή μεταξύ τους υπάρχει η παρακάτω σταθερή σχέση:

$$f = Np/120 \text{ Hz}$$

Όπου P: ο αριθμός των πόλων του μαγνητικού πεδίου.

Φυσικά, ο αριθμός των μαγνητικών πόλων έχει καθοριστεί από τον κατασκευαστή της γεννήτριας και δεν αλλάζει. Επομένως, για να αλλάξει η συχνότητα, πρέπει να αλλάξει η ταχύτητα περιστροφής του δρομέα, δηλαδή του κινητήρα.

1.2. Σύστημα ελέγχου τάσης

Η τάση της γεννήτριας εξαρτάται από:

- Τον αριθμό των σπειρών του επαγωγικού τυλίγματος
- Τη ταχύτητα περιστροφής του δρομέα και
- Την ένταση του μαγνητικού πεδίου.

Ο αριθμός των σπειρών του επαγωγικού τυλίγματος έχει καθοριστεί από τον κατασκευαστή της γεννήτριας και δε μεταβάλλεται. Η ταχύτητα περιστροφής του δρομέα διατηρείται σταθερή, για να έχουμε την κατάλληλα συχνότητα (50 Hz). Επομένως, μπορούμε να μεταβάλουμε μόνο την ένταση του μαγνητικού πεδίου, για να διατηρήσουμε σταθερή τη τάση της γεννήτριας. Η ένταση του μαγνητικού πεδίου

της συνεχούς τάσης μπορεί να γίνει χειροκίνητα ή αυτόματα. Για να γίνει αυτόματα, πρέπει η γεννήτρια να είναι εξοπλισμένη με αυτόματο ρυθμιστή τάσης (A.V.R).

Ο αυτόματος ρυθμιστής τάσης είναι σύστημα αυτοματισμού βρόχου, το οποίο διατηρεί σταθερή τη τάση της γεννήτριας για οποιαδήποτε μεταβολή του ηλεκτρικού φορτίου και της ταχύτητας του δρομέα ελέγχοντας την ένταση του μαγνητικού πεδίου.

Το σύστημα αυτό μετρά συνεχώς τη τάση της γεννήτριας και τη συγκρίνει με τη τάση αναφοράς που έχει θέσει ο χρήστης και, αν διαφέρουν, ρυθμίζει την ένταση του μαγνητικού πεδίου, ώστε η τάση εξόδου να γίνει ίδια με την τάση αναφοράς. Επειδή ο αυτόματος ρυθμιστής είναι σύστημα κλειστού βρόχου, κάθε αλλαγή της τάσης της γεννήτριας, που οφείλεται σε αλλαγή του φορτίου ή της ταχύτητας του δρομέα, αντισταθμίζεται αυτόματα, δηλαδή η τάση της γεννήτριας επαναφέρεται στην αρχική της τιμή, που είναι ίση με τη τιμή της τάσης αναφοράς.

Οι αυτόματοι ρυθμιστές τάσης που χρησιμοποιούνται σήμερα είναι ηλεκτρονικοί και διατηρούν την τάση σταθερή, με απόκλιση ± 0.5 έως ± 2 από την τάση αναφοράς (π.χ. 230.400 V), εκτός από τις περιπτώσεις που έχουμε επιβολή ή αφαίρεση σημαντικών φορτίων, οπότε υπάρχει μεγαλύτερη στιγμιαία απόκλιση.

1.3. Αρχή λειτουργίας γεννήτριας και αυτόματου ρυθμιστή τάσης

Θα εξεταστεί αναλυτικά η συνδυασμένη λειτουργία της γεννήτριας και του συστήματος ελέγχου, στην περίπτωση που η γεννήτρια είναι περιστρεφόμενου πεδίου, χωρίς ψήκτες και αυτοδιεγερόμενη Σχήμα 3. Κατά την εκκίνηση του κινητήρα που περιστρέφει το δρομέα της κύριας γεννήτριας και της διεγέρτριας, η τάση η οποία εφαρμόζεται στο πηνίο διέγερσης τόσο της κύριας όσο και της διεγέρτριας είναι μηδενική. Αυτό συμβαίνει επειδή η τάση της κύριας γεννήτριας, από την οποία τροφοδοτούνται έμμεσα, είναι αρχικά μηδενική. Τα πηνία διέγερσης είναι τυλιγμένα γύρω από μαγνητικό υλικό, στο οποίο υπάρχει μικρή ποσότητα μαγνητισμού, ο λεγόμενος παραμένων μαγνητισμός. Λόγω του παραμένοντος μαγνητισμού, όταν ο δρομέας φθάσει στην ονομαστική του ταχύτητα, επάγεται στο επαγωγικό τύλιγμα της κύριας γεννήτριας τάση, που φυσικά είναι πολύ χαμηλή. Ο ρυθμιστής τάσης, που μετράει συνεχώς την τάση αναφοράς (π.χ. 230/400 V), αντιλαμβάνεται ότι είναι χαμηλή σε σχέση με την τάση αναφοράς και επομένως πρέπει να αυξηθεί. Στη συνέχεια, ο αυτόματος ρυθμιστής ανορθώνει την τάση αυτή και την εφαρμόζει στο πηνίο διέγερσης της διεγέρτριας. Με τον τρόπο αυτό αυξάνεται η ένταση του πεδίου της διεγέρτριας, με αποτέλεσμα την αύξηση της τάσης στο επαγωγικό τύλιγμα της διεγέρτριας. Η τάση της διεγέρτριας που προέκυψε ανορθώνεται από τη γέφυρα ανόρθωσης και εφαρμόζεται στην διέγερση της κύριας γεννήτριας. Με τον τρόπο αυτό, αυξάνεται η ένταση του μαγνητικού πεδίου της κύριας γεννήτριας, με αποτέλεσμα την αύξηση της τάσης της στο επαγωγικό τύλιγμα.

Προσοχή! Η τροφοδοσία του πηνίου διέγερσης πρέπει να γίνει με τη σωστή πολικότητα, επειδή διαφορετικά αντί να αυξηθεί η ένταση του μαγνητικού πεδίου, θα μηδενισθεί, με αποτέλεσμα να μην υπάρχει τάση στην έξοδο της γεννήτριας. Η διαδικασία αυτή επαναλαμβάνεται μέχρι η τάση της γεννήτριας να γίνει ίδια με την τάση αναφοράς (ονομαστική τάση) ή να διαφέρει πολύ λίγο (π.χ. 0,5%).

1.4 Επιλογή γεννήτριας

Για να επιλέξουμε γεννήτρια από τους καταλόγους των κατασκευαστών, πρέπει να καθοριστούν τα τεχνικά χαρακτηριστικά της:

- ❖ Συχνότητα. Στα ευρωπαϊκά δίκτυα είναι 50 Hz.
- ❖ Τάση. Μπορεί να είναι χαμηλή από 110 έως 660V, ή μέση από 2400 έως 4160V.
- ❖ Αριθμός φάσεων. Π.χ. μία (1) ή τρεις (3).
- ❖ Ισχύς. Είναι το πιο κρίσιμο χαρακτηριστικό για την επιλογή της γεννήτριας.

Η ισχύς της γεννήτριας εξαρτάται από:

- Το ηλεκτρικό φορτίο που προβλέπεται να τροφοδοτήσει,
- Τα φορτία εκκίνησης,
- Τη θερμοκρασία του περιβάλλοντος και
- Το υψόμετρο από τη θάλασσα, όπου θα εγκατασταθεί το Η/Ζ.

1.5 Ηλεκτρικό φορτίο

Το ηλεκτρικό φορτίο αποτελείται από ένα σύνολο επιμέρους ηλεκτρικών φορτίων. Επομένως, για να υπολογίσουμε την ισχύ του, προσθέτουμε την ισχύ των επιμέρους φορτίων. Για να καλυφθεί μελλοντική αύξηση του φορτίου, η ισχύς που υπολογίσθηκε προσαυξάνεται κατά 15 έως 20%.

Χρησιμοποιώντας την ισχύ αυτή, επιλέγεται η γεννήτρια με ίδια ή λίγο μεγαλύτερη ισχύ από τον κατάλογο των τυποποιημένων γεννητριών των κατασκευαστών. Στους

καταλόγους αναφέρεται συνήθως η φαινόμενη ισχύς ($P\phi$), από την οποία προκύπτει η πραγματική ισχύς (P) της γεννήτριας, αν χρησιμοποιήσουμε συντελεστή ισχύος 0,8 επαγωγικό, δηλαδή:

$$P = 0,8 \times P\phi$$

1.6. Φορτία εκκίνησης

Η απαίτηση ισχύος των ηλεκτρικών κινητήρων κατά την εκκίνηση είναι πολύ μεγαλύτερη από την απαίτηση σε κανονική λειτουργία και εξαρτάται σημαντικά από τον τρόπο εκκίνησης:

- Όταν η εκκίνηση γίνεται με αυτόματο διακόπτη αστέρα – τριγώνου, το ρεύμα εκκίνησης είναι συνήθως έως και 3 φορές μεγαλύτερο από το ονομαστικό και επομένως η φαινόμενη ισχύς που απαιτείται είναι και αυτή έως και 3 φορές μεγαλύτερη, με σταθερή τάση.
- Όταν έχουμε απευθείας εκκίνηση, το ρεύμα εκκίνησης είναι έως και 8 φορές μεγαλύτερο από το ονομαστικό και επομένως η φαινόμενη ισχύς που απαιτείται είναι και αυτή έως 8 φορές μεγαλύτερη από την ονομαστική, με σταθερή τάση.

Κατά την εκκίνηση, για παράδειγμα ενός επαγωγικού κινητήρα κλωβού, το πραγματικό μέγεθος του ρεύματος εκκίνησης εξαρτάται από τον τύπο των ράβδων του κλωβού, την ονομαστική ιπποδύναμη και την εφαρμοζόμενη τάση. Ο τύπος των ράβδων του κλωβού αναφέρεται πάνω στην ετικέτα χαρακτηριστικών του κινητήρα με κωδική ονομασία (γράμμα του λατινικού αλφαβήτου π.χ. A, B, C, D κ.λπ). Με κατάλληλο πίνακα, υπολογίζεται το ρεύμα εκκίνησης των κινητήρων κλωβού, όταν είναι γνωστή η εφαρμοζόμενη τάση, η ιπποδύναμη και η κωδική ονομασία των ραβδών.

Επομένως, όταν το ηλεκτρικό φορτίο της γεννήτριας περιέχει και ηλεκτρικούς κινητήρες, τότε στον υπολογισμό της ισχύος του πρέπει να λαμβάνεται υπόψη και η επιπλέον ισχύς που απαιτείται κατά την εκκίνησή τους.

1.7. Θερμοκρασία περιβάλλοντος

Θερμοκρασία περιβάλλοντος είναι η θερμοκρασία του αέρα στο χώρο που βρίσκεται το Η/Ζ. Ο σχεδιασμός της γεννήτριας γίνεται για θερμοκρασία περιβάλλοντος 40 °C, για να αποφύγουμε υπερθέρμανση της γεννήτριας, η ισχύς της πρέπει να μειωθεί. Για την αλλαγή της ισχύς δίνονται από τους κατασκευαστές οι συντελεστές μείωσης της ισχύος. (Πίνακας 1).

Πίνακας 1: Συντελεστές μείωσης ισχύος

| Θερμοκρασία περιβάλλοντος (°C) | Συντελεστής |
|--------------------------------|-------------|
| 45 | 0,97 |
| 50 | 0,94 |
| 55 | 0,91 |
| 60 | 0,88 |

Υπερθέρμανση έχουμε όταν ξεπεράσουμε τη μέγιστη επιτρεπόμενη θερμοκρασία των τυλιγμάτων (τύμπανου, πεδίου), που καθορίζεται από την κατηγορία μόνωσης (Πίνακας 2) και έχει ως αποτέλεσμα να περιορίζει τη διάρκεια ζωής της μόνωσης. Η συνήθης διάρκεια ζωής της μόνωσης είναι 100.000 ώρες συνεχούς λειτουργίας στη μέγιστη επιτρεπόμενη θερμοκρασία. Οι κατηγορίες μόνωσης που χρησιμοποιούνται στις γεννήτριες των Η/Ζ είναι η F και η H.

Πίνακας 2: Κατηγορίες μόνωσης

| Κατηγορίες μόνωσης | A | E | B | F | H |
|---|----|----|----|-----|-----|
| Μέγιστη επιτρεπόμενη αύξηση της θερμοκρασίας, για θερμοκρασία περιβάλλοντος 40 °C και κανονική διάρκεια ζωής. | 60 | 75 | 80 | 105 | 125 |

1.8. Υψόμετρο

Για υψόμετρο πάνω από 1000 μέτρα από την επιφάνεια της θάλασσας, λόγω της μείωσης της πυκνότητας του αέρα και επομένως της μικρότερης μεταφοράς θερμότητας από τον αέρα, για να αποφύγουμε υπερθέρμανση της γεννήτριας, η ισχύς της πρέπει να μειωθεί. Για την αλλαγή της ισχύος χρησιμοποιούνται οι παρακάτω συντελεστές για τα αντίστοιχα υψόμετρα:

Πίνακας 3: Συντελεστής μείωσης ισχύος

| Υψόμετρο | Συντελεστής |
|-----------------|--------------------|
| 1500 | 0,97 |
| 2000 | 0,94 |
| 2500 | 0,91 |

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 2^ο - ΚΙΝΗΤΗΡΑΣ

2.1. Γενικά

Οι κινητήρες που χρησιμοποιούνται στα Η/Ζ είναι μηχανές εσωτερικής καύσης, ειδικά κατασκευασμένες για τα Η/Ζ. Στις μηχανές αυτές, η καύση του καυσίμου γίνεται σε περιορισμένο χώρο και τα αέρια προϊόντα της καύσης χρησιμοποιούνται άμεσα για την παραγωγή μηχανικής ισχύος. Ανάλογα με το είδος του καυσίμου που χρησιμοποιούν, οι κινητήρες διακρίνονται σε :

- ❖ Πετρελαίου (ντίζελ – diesel)
- ❖ Βενζίνης
- ❖ Αερίου

Κινητήρες πετρελαίου (ντίζελ)

Είναι παλινδρομικές μηχανές εσωτερικής καύσης στις οποίες η ανάφλεξη του καυσίμου γίνεται με συμπίεση στο εσωτερικό του συστήματος εμβόλου – κυλίνδρου. Διακρίνονται σε δίχρονους ή τετράχρονους, ανάλογα με το αν ο κύκλος καύσης πραγματοποιείται σε δύο ή τέσσερις χρόνους. Κοστίζουν περισσότερο και έχουν μεγαλύτερο βάρος από τους αντίστοιχους κινητήρες βενζίνης και αερίου. Πλεονεκτούν σε στιβαρότητα και αξιοπιστία και διαθέτουν μεγάλη διάρκεια ζωής. Έχουν μικρό λειτουργικό κόστος και είναι μικρότεροι σε σχέση με τους κινητήρες που χρησιμοποιούν ως καύσιμο βενζίνη ή αέριο. Τα ηλεκτροπαραγωγά ζεύγη με κινητήρα πετρελαίου κατασκευάζονται για ισχύ από 2,5 kW έως μερικά MW.

Κινητήρες βενζίνης

Είναι παλινδρομικές μηχανές εσωτερικής καύσης οι οποίες χρησιμοποιούν ως καύσιμο τη βενζίνη και η ανάφλεξη γίνεται με σπινθήρα. Κοστίζουν λιγότερο σε σχέση με τους κινητήρες ντίζελ και διαθέτουν γρήγορη εκκίνηση. Όμως, έχουν σοβαρά μειονεκτήματα, όπως:

- Μεγάλο λειτουργικό κόστος
- Μικρό χρόνο αποθήκευσης καυσίμου και
- Μικρό μέσο χρόνο συντήρησης.

Τα ηλεκτροπαραγωγά ζεύγη με κινητήρα βενζίνης κατασκευάζονται για ισχύ μέχρι 100 kW.

Κινητήρες αερίου

Είναι παλινδρομικές μηχανές εσωτερικής καύσης στις οποίες η ανάφλεξη του καυσίμου γίνεται με σπινθήρα. Διαθέτουν μεγάλη διάρκεια ζωής και απαιτούν μικρή συντήρηση, λόγω της χρήσης του φυσικού αερίου, που είναι καθαρό καύσιμο. Προσφέρουν γρήγορη εκκίνηση μετά από μακριά περίοδο διακοπής λειτουργίας. Κοστίζουν το ίδιο με τους αντίστοιχους κινητήρες βενζίνης. Κατασκευάζονται συνήθως για ισχύ μέχρι 600 kW.

2.2. Συστήματα Κινητήρα

Ο κινητήρας είναι εξοπλισμένος με τα παρακάτω συστήματα:

- Σύστημα εκκίνησης
- Σύστημα ψύξης
- Σύστημα λίπανσης
- Σύστημα ρύθμισης ταχύτητας

Σύστημα εκκίνησης κινητήρα

Είναι το σύστημα που περιστρέφει το στροφαλοφόρο άξονα του κινητήρα μέχρι να φθάσει στον κατάλληλο αριθμό στροφών, για να μπορέσει ο κινητήρας να τεθεί σε λειτουργία. Ανάλογα με τον τρόπο λειτουργίας τους, διακρίνουμε δύο συστήματα εκκίνησης: το **ηλεκτρικό** και το **υδραυλικό**.

Το υδραυλικό σύστημα χρησιμοποιείται σε πολύ μεγάλης ισχύος μονάδες Η/Ζ, όπου η εκκίνηση με το ηλεκτρικό σύστημα είναι αδύνατη. Το ηλεκτρικό σύστημα εκκίνησης είναι παρόμοιο με το σύστημα εκκίνησης των αυτοκινήτων, δηλαδή τα βασικά μέρη του είναι ο κινητήρας συνεχούς ρεύματος (μίζα) και οι συσσωρευτές (μπαταρίες) που το τροφοδοτούν. Διατίθενται για τάση 12 ή 24 V DC και χρησιμοποιούν μπαταρίες μολύβδου. Στην πράξη, η αντιστοιχία μπαταριών που προσφέρεται μαζί με Η/Ζ επαρκεί συνήθως για 5 έως 7 συνεχόμενες προσπάθειες εκκίνησης του κινητήρα. Οι μπαταρίες φορτίζονται από τη γεννήτρια, όταν το Η/Ζ λειτουργεί, και από ξεχωριστό αυτόματο φορτιστή κατάλληλο για συντηρητική φόρτιση, ο οποίος τροφοδοτείται από το δίκτυο της ΔΕΗ, όταν η γεννήτρια δε λειτουργεί.

| |
|--|
| Η κυριότερη αιτία που δεν ξεκινούν τα Η/Ζ είναι οι αφόρτιστες μπαταρίες |
|--|

Σύστημα ψύξης

Οι μηχανές εσωτερικές καύσης ψύχονται με αέρα (αερόψυκτες) ή με νερό (υδρόψυκτες). Οι κινητήρες πετρελαίου που χρησιμοποιούνται κυρίως στα Η/Ζ διατίθενται με σύστημα ψύξης κλειστού κυκλώματος βεβιασμένης κυκλοφορίας νερού. Το σύστημα αυτό αποτελείται από την αντλία, το ψυγείο και τον ανεμιστήρα. Η αντλία κυκλοφορεί το νερό από τη μηχανή, όπου παραλαμβάνει θερμότητα, στο ψυγείο όπου αποδίδει θερμότητα στον αέρα και ξανά πίσω στη μηχανή, για να επαναληφθεί ο κύκλος.

Ρυθμιστής ταχύτητας (κυβερνήτης)

Όταν προστίθεται ή αφαιρείται ηλεκτρικό φορτίο από το Η/Ζ, τότε η ταχύτητα του κινητήρα μειώνεται ή αυξάνεται αντίστοιχα. Η μεταβολή της ταχύτητας του κινητήρα έχει ως συνέπεια τη μεταβολή της ηλεκτρικής συχνότητας. Η συχνότητα όμως πρέπει να διατηρείται σταθερή, διαφορετικά οι ηλεκτρικές συσκευές δε λειτουργούν σωστά. Για να διατηρηθεί σταθερή η ταχύτητα, ο κινητήρας εξοπλίζεται με ρυθμιστή ταχύτητας (κυβερνήτη). Ο ρυθμιστής ταχύτητας είναι σύστημα αυτοματισμού που παρακολουθεί και ελέγχει αυτόματα την ταχύτητα του κινητήρα, με σκοπό να τη διατηρήσει σταθερή. Όταν προστίθεται ή αφαιρείται φορτίο, η ταχύτητα και η συχνότητα βυθίζονται ή ανυψώνονται στιγμιαία για 1 έως 3 sec, πριν ο ρυθμιστής ταχύτητας τις σταθεροποιήσει.

Διακρίνουμε δύο τρόπους λειτουργίας των ρυθμιστών ταχύτητας: **με πτώση** (droop) ταχύτητας και **ισόχρονη** (isochronous).

Η πτώση της ταχύτητας (speed droop ή speed regulation) Πτ σε ποσοστό % δίδεται από την παρακάτω σχέση:

$$\text{Πτ} = [(n_0 - n_N) \times 100] / n_N \%$$

(Όπου n_0 η ταχύτητα του κινητήρα χωρίς φορτίο και n_N με πλήρες φορτίο).

Στην ισόχρονη λειτουργία, οι ρυθμιστές ταχύτητας διατηρούν τη ταχύτητα σταθερή για κάθε φορτίο (από μηδέν έως το πλήρες φορτίο), δηλαδή η πτώση ταχύτητας είναι μηδέν.

Στη λειτουργία με πτώση, οι ρυθμιστές ταχύτητας επιτρέπουν πτώση της ταχύτητας συνήθως 3 έως 4% (π.χ. εάν η ταχύτητα χωρίς φορτίο είναι 1545 στρ/min και η συχνότητα 51,5 Hz, με πτώση 3% στο πλήρες φορτίο η ταχύτητα πέφτει στις 1500 στρ/min). Επίσης, σταθερό φορτίο η ηλεκτρική συχνότητα μεταβάλλεται ελαφρά προς τα πάνω και προς τα κάτω. Σε ισόχρονη λειτουργία, η μεταβολή αυτή δεν υπερβαίνει το $\pm 0,25\%$, σύμφωνα με τους διεθνείς κανονισμούς.

Η επιλογή λειτουργίας του κυβερνήτη με πτώση ταχύτητας ή ισόχρονη εξαρτάται από τις απαιτήσεις της ηλεκτρικής εγκατάστασης στην οποία θα χρησιμοποιηθεί το Η/Ζ.

Σε εγκαταστάσεις όπου υπάρχουν ηλεκτρονικοί υπολογιστές, συστήματα τηλεπικοινωνίας ή συστήματα τηλεοπτικής εκπομπής, απαιτείται ισόχρονη λειτουργία του κυβερνήτη, δηλαδή συχνότητα 50 Hz με διακύμανση +, _ 0,25%.

Ανάλογα με τον τρόπο κατασκευής τους, οι ρυθμιστές ταχύτητας διακρίνονται σε μηχανικούς και ηλεκτρονικούς. Οι μηχανικοί ρυθμιστές χρησιμοποιούνται για λειτουργία με πτώση ενώ οι ηλεκτρονικοί και για πτώση και για ισόχρονη.

Επιλογή κινητήρα

Η μηχανική ισχύς που παράγει ο κινητήρας αποδίδεται μέσω του άξονα στη γεννήτρια και το μεγαλύτερο μέρος της μετατρέπεται σε ηλεκτρική ισχύ που χρησιμοποιείται για τη τροφοδότηση του ηλεκτρικού φορτίου, ενώ το υπόλοιπο καλύπτει τις απώλειες της γεννήτριας. Επομένως, εάν γνωρίζουμε την ισχύ (P σε Kw) της γεννήτριας του H/Z και το βαθμό απόδοσής της, τότε μπορούμε να υπολογίσουμε την ισχύ (N σε Kw) του κινητήρα από την παρακάτω σχέση:

$$N = P/n \text{ σε kW}$$

Γνωρίζοντας τη μηχανική ισχύ του κινητήρα, επιλέγουμε από τους καταλόγους των κατασκευαστών τον κινητήρα που έχει ίδια ή λίγο μεγαλύτερη ισχύ.

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 3^ο – ΛΕΙΤΟΥΡΓΙΑ & ΣΥΝΤΗΡΗΣΗ Η/Ζ

3.1. Πίνακας Ελέγχου, Αυτοματισμού και Μεταγωγής Ισχύος

Ο πίνακας έχει μορφή ερμαρίου (ντουλαπιού), κατασκευάζεται από χαλυβδόφυλλα, διαθέτει πόρτα επιθεώρησης και περιέχει τα όργανα, τις συσκευές και τις διατάξεις που είναι απαραίτητα για την προστασία και για τη χειροκίνητη ή αυτόματη λειτουργία του Η/Ζ.

Στην πόρτα του πίνακα τοποθετούνται:

Όργανα παρακολούθησης της λειτουργίας του Η/Ζ, όπως:

- Συχνόμετρο 47 – 53 Hz,
- Αμπερόμετρα, ένα για κάθε φάση,
- Βολτόμετρο 0 – 500 V,
- Επιλογικός διακόπτης (μεταγωγέας) βολτομέτρου, ο οποίος είναι συνήθως 6 θέσεων.
- Ωρόμετρο για τη μέτρηση των ωρών λειτουργίας του κινητήρα, οι οποίες είναι απαραίτητες για τη συντήρησή του,
- Θερμόμετρο, το οποίο μετράει τη θερμοκρασία του νερού ψύξης,
- Μανόμετρο λαδιού, το οποίο μετράει την πίεση του λαδιού και
- Βολτόμετρο για τη μέτρηση της τάσης της αντιστοιχίας των συσσωρευτών.

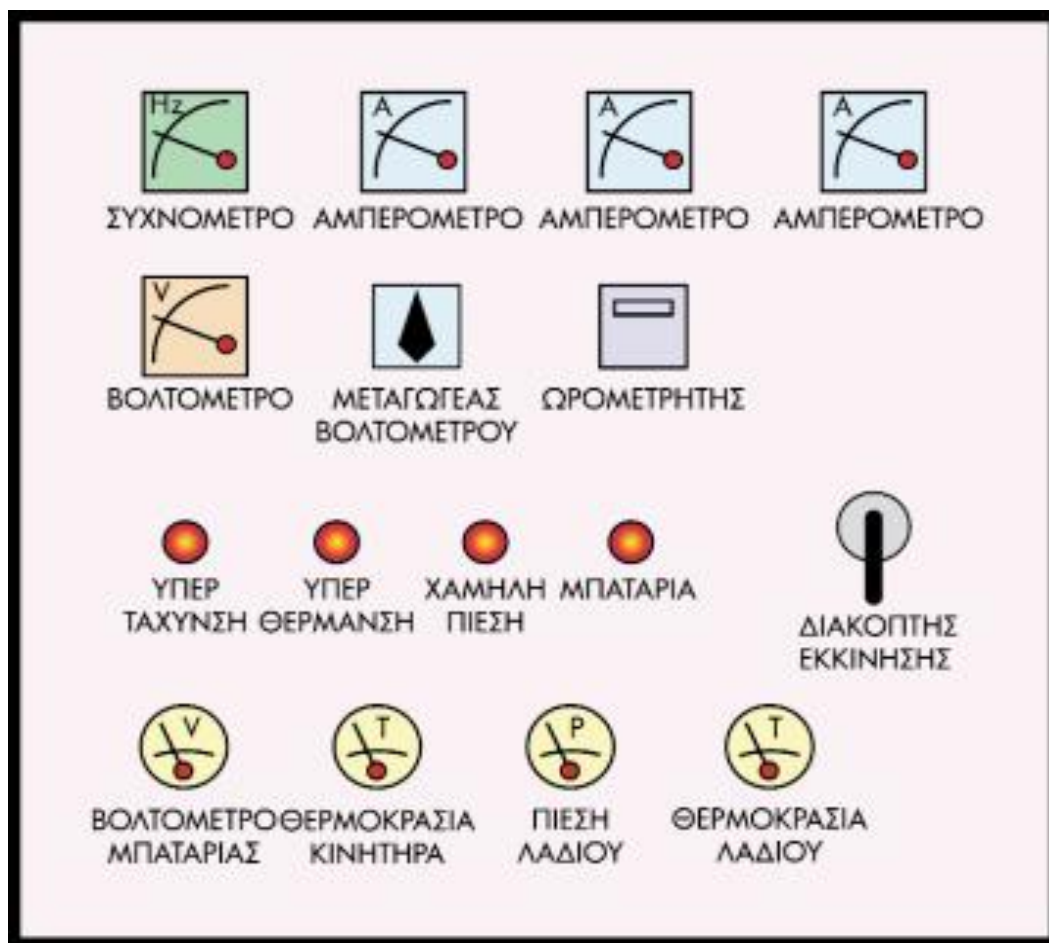
Ενδεικτικές λυχνίες, όπως:

- Τροφοδοσίας του ηλεκτρικού φορτίου από τη γεννήτρια,
- Χαμηλής πίεσης λαδιού του κινητήρα,
- Υψηλής θερμοκρασίας νερού του συστήματος ψύξης του κινητήρα,
- Υπερτάχυνσης του κινητήρα, μόνο όταν ο κινητήρας είναι εξοπλισμένος με ηλεκτρονικό ρυθμιστή ταχύτητας,
- Διαθεσιμότητας τάσης Η/Ζ, μία για κάθε φάση,
- Λειτουργίας προθέρμανσης,
- Αποτυχίας εκκίνησης,
- Τάση δικτύου εκτός ορίων (+, -10 της ονομαστικής) και
- Τάση γεννήτριας εκτός ορίων (+, -10 της ονομαστικής).

Κουμπιά (μπουτόν) και διακόπτες χειρισμού για αυτόματη ή χειροκίνητη λειτουργία του Η/Ζ, όπως:

- Επιλογικό διακόπτη 3 ή 4 θέσεων για τις παρακάτω λειτουργίες του Η/Ζ,
 - Αυτόματη,

- Χειροκίνητη και
- Εκτός (OFF)
- Μπουτόν εκκίνησης H/Z,
- Μπουτόν παύσης H/Z,
- Μπουτόν στάσης κινδύνου (emergency stop),
- Μπουτόν παύσης σειρήνας και
- Μπουτόν ελέγχου λειτουργίας ενδεικτικών λυχνιών



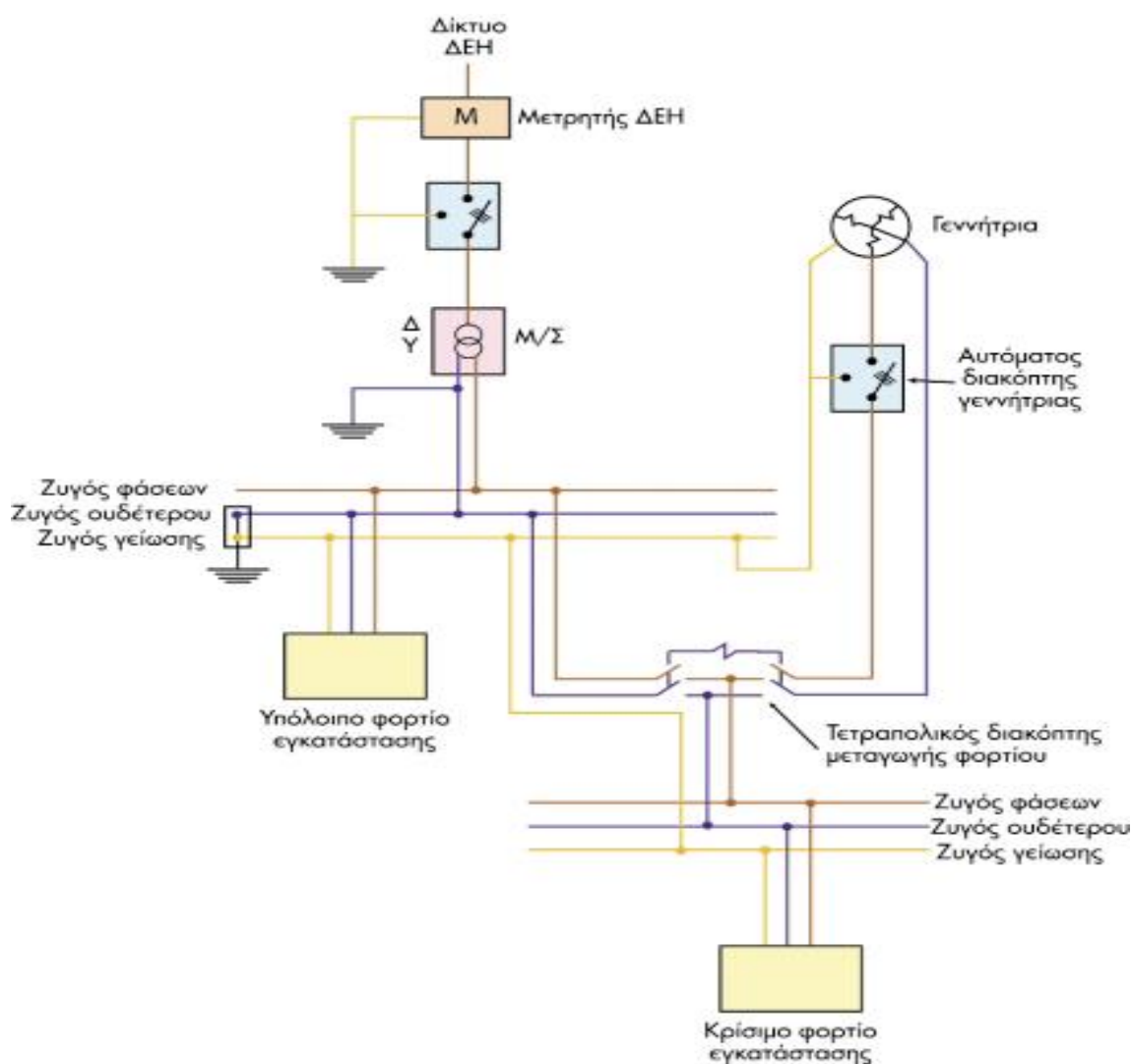
Εικόνα 2: Εξωτερική όψη πίνακα χειροκίνητης λειτουργίας

Στο εσωτερικό του πίνακα υπάρχουν:

- Το σύστημα προστασίας της γεννήτριας από υπερφόρτιση και βραχυκύκλωμα. Χρησιμοποιείται συνήθως αυτόματος τριπολικός διακόπτης (Circuit Breaker),

ο οποίος διαθέτει θερμικό στοιχείο για προστασία από υπερφόρτιση και ηλεκτρομαγνητικό στοιχείο για προστασία από βραχυκυκλώματα.

- Τα συστήματα προστασίας του κινητήρα από:
 - ❖ Υπερτάχυνση. Όταν συμβεί υπερτάχυνση στον κινητήρα, το σύστημα αυτό διακόπτει τη λειτουργία του Η/Ζ και ενεργοποιεί την ενδεικτική λυχνία υπερτάχυνσης και τη σειρήνα.



Σχήμα 5: Κύκλωμα ισχύος – μεταγωγής φορτίου

- ❖ Χαμηλή πίεση λαδιού. Όταν η πίεση του λαδιού είναι χαμηλή, το σύστημα αυτό διακόπτει τη λειτουργία του Η/Ζ και ενεργοποιεί την ενδεικτική λυχνία λαδιού και τη σειρήνα.
- ❖ Υψηλή θερμοκρασία νερού του συστήματος ψύξης του κινητήρα. Όταν η θερμοκρασία λαδιού είναι υψηλή, το σύστημα αυτό διακόπτει

τη λειτουργία του Η/Ζ και ενεργοποιεί την ενδεικτική λυχνία υπερτάχυνσης και τη σειράνα.

- Κύκλωμα αυτοματισμού που αποτελείται από:
 - Ηλεκτρονόμους των βοηθητικών κυκλωμάτων,
 - Τα ρυθμιζόμενα χρονικά για την εκκίνηση και το σταμάτημα του Η/Ζ και
 - Τις ασφάλειες των βοηθητικών κυκλωμάτων.
- Φορτιστή 12 ή 24 V DC για συντηρητική φορτιστή των συσσωρευτών από το δίκτυο.
- Μετασχηματιστές (έντασης) ρεύματος, ένας για κάθε αμπερόμετρο.
- Κύκλωμα ισχύος στο οποίο περιέχεται ο μεταγωγικός διακόπτης, που αποτελείται από δύο αυτόματους ισχύος με μηχανική και ηλεκτρική μανδάλωση για τον αποκλεισμό της τροφοδότησης του φορτίου ταυτόχρονα από το δίκτυο της ΔΕΗ και από το Η/Ζ. Οι αυτόματοι ισχύος είναι τετραπολικοί, δηλαδή διακόπτουν τις τρεις φάσεις και τον ουδέτερο και ο ένας τη γραμμή του δικτύου της ΔΕΗ ενώ ο άλλος τη γραμμή της γεννήτριας.

3.2. Βάση Στήριξης

Το σώμα του κινητήρα και της γεννήτριας συνδέονται σταθερά μεταξύ τους. Επίσης, για τη μεταφορά της κίνησης, ο στροφαλοφόρος άξονας του κινητήρα συνδέεται μέσω πολύφυλλου μεταλλικού συνδέσμου με τον άξονα του ρότορα της γεννήτριας.

Το συνδεδεμένο ζεύγος κινητήρα – γεννήτριας τοποθετείται σε μεταλλική βάση. Η βάση έχει μορφή πλαισίου, φέρει πλαστικά αντικραδασμικά στηρίγματα, για να μην μεταφέρονται οι κραδασμοί στο κτίριο, και διαθέτει υποδοχές για την ανύψωση και μεταφορά του ηλεκτροπαραγωγού ζεύγους. Οι σύγχρονες βάσεις κατασκευάζονται από διπλό πλαίσιο και μεταξύ των πλαισίων τοποθετούνται τα αντικραδασμικά στηρίγματα.

3.3 Ισχύς και φόρτιση H/Z

Η ισχύς που αναφέρεται στα τεχνικά φυλλάδια των κατασκευαστών H/Z συνοδεύεται και με χαρακτηρισμό ο οποίος καθορίζει τον τρόπο και το χρόνο φόρτισης του H/Z, σύμφωνα με το διεθνή κανονισμό ISO 3046. Διακρίνουμε τους παρακάτω χαρακτηρισμούς ισχύος:

- **Εφεδρική (Standby Power).** Το ζεύγος με κύρια ισχύ είναι κατασκευασμένο για 200 ώρες λειτουργίας το χρόνο, δεν πρέπει να λειτουργεί για περισσότερες από 25 ώρες το χρόνο στο 100% της ισχύος του και πρέπει να χρησιμοποιείται μόνο ως εφεδρική πηγή.
- **Κύρια (Prime Power).** Το ζεύγος με κύρια ισχύ είναι κατασκευασμένο για συνεχή λειτουργία με μεταβαλλόμενο φορτίο, δεν πρέπει να λειτουργεί με το 100% της ισχύος του για περισσότερες από 500 ώρες το χρόνο, μπορεί να υπερφορτίζεται κατά 10% για 1 ώρα ανά 12 ώρες λειτουργίας και οι συνολικές ώρες υπερφόρτισης το χρόνο δεν πρέπει να ξεπερνούν τις 25.

Επομένως, εάν το H/Z με κύρια ισχύ πρόκειται να χρησιμοποιηθεί ως κύρια μονάδα παραγωγής ηλεκτρικής ενέργειας για συνεχή λειτουργία επί 24 ώρες την ημέρα (Continuous Base Load), δεν πρέπει να φορτίζεται στο 100% της ισχύος, αλλά σε μικρότερη (90% ή 80%), ανάλογα με τις δυνατότητες του κινητήρα.

3.4 Τρόποι Λειτουργίας Η/Ζ

Στα Η/Ζ διακρίνουμε δύο τρόπους λειτουργίας:

- **Χειροκίνητη**

Στη χειροκίνητη λειτουργία, η εκκίνηση του Η/Ζ και η μεταγωγή του φορτίου από την κύρια πηγή (δίκτυο της ΔΕΗ) στο Η/Ζ γίνεται από τον υπεύθυνο τεχνικό με κατάλληλο χειρισμό. Η μεταγωγή του ηλεκτρικού φορτίου γίνεται αφού ο τεχνικός διαπιστώσει από τα όργανα ότι η τάση και η συχνότητα της γεννήτριας έχουν σταθεροποιηθεί και είναι οι σωστές.

- **Αυτόματη**

Στην αυτόματη λειτουργία, μετά την αποτυχία του δικτύου (διακοπή ή ακαταλληλότητα τάσης), τίθεται αυτόματα σε λειτουργία το Η/Ζ με χρονική καθυστέρηση μερικών δευτερολέπτων. Η καθυστέρηση αυτή προβλέπεται για την αποφυγή άσκοπων εκκινήσεων του Η/Ζ, που οφείλονται σε διακοπές μικρής διάρκειας της κύριας πηγής. Σε περίπτωση αποτυχίας της πρώτης αυτόματης εκκίνησης του Η/Ζ, προβλέπονται συνήθως άλλες δύο αυτόματες προσπάθειες εκκίνησης. Μετά την εκκίνηση του Η/Ζ, γίνεται μεταγωγή του ηλεκτρικού φορτίου από την κύρια πηγή στη γεννήτρια. Η μεταγωγή του φορτίου δε γίνεται άμεσα, αλλά μετά από την επίτευξη της σωστής τάσης στη γεννήτρια. Όταν η τάση στην κύρια πηγή (δίκτυο της ΔΕΗ) αποκατασταθεί, η μεταγωγή του φορτίου στο δίκτυο της κύριας πηγής γίνεται με χρονική καθυστέρηση συνήθως 60 sec. Μετά από τη μεταγωγή του φορτίου στο δίκτυο της κύριας πηγής, το Η/Ζ συνεχίζεται να λειτουργεί για μερικά λεπτά, για να ψυχθεί ο κινητήρας.

3.5. Συντήρηση Η/Ζ

Η συντήρηση είναι απαραίτητη προϋπόθεση για τη διατήρηση του Η/Ζ σε άριστες συνθήκες λειτουργίας. Επίσης, με τη συντήρηση προλαμβάνουμε τη δημιουργία βλαβών. Για τη δημιουργία προγράμματος προληπτικής συντήρησης, πρέπει να λαμβάνεται υπόψη:

- ❖ Το εγχειρίδιο συντήρησης του κατασκευαστή της κινητήριας μηχανής,
- ❖ Το εγχειρίδιο συντήρησης του κατασκευαστή της γεννήτριας και
- ❖ Η χρήση του Η/Ζ ως κύριας ή εφεδρικής πηγής, που καθορίζει το χρόνο λειτουργίας του.

Παρακάτω, δίνεται ενδεικτική συντήρηση του Η/Ζ.

Κάθε ημέρα ή κάθε 8 ώρες λειτουργίας:

- Έλεγχος μπαταριών
- Έλεγχος στάθμης λαδιού
- Έλεγχος κολάρων
- Έλεγχος ψυγείου
- Έλεγχος στάθμης καυσίμου
- Έλεγχος πίεσης λαδιού
- Έλεγχος καλωδιώσεων
- Έλεγχος οργάνων
- Έλεγχος στάθμης νερού

Κάθε 6 μήνες ή κάθε 200 ώρες λειτουργίας:

- Αλλαγή φίλτρου λαδιού
- Αλλαγή λαδιού
- Αλλαγή φίλτρων πετρελαίου

Κάθε 12 μήνες ή κάθε 400 ώρες λειτουργίας:

- Έλεγχος μιάντων
- Αλλαγή φίλτρου αέρα
- Έλεγχος αντικραδασμικών στηριγμάτων βάσης.

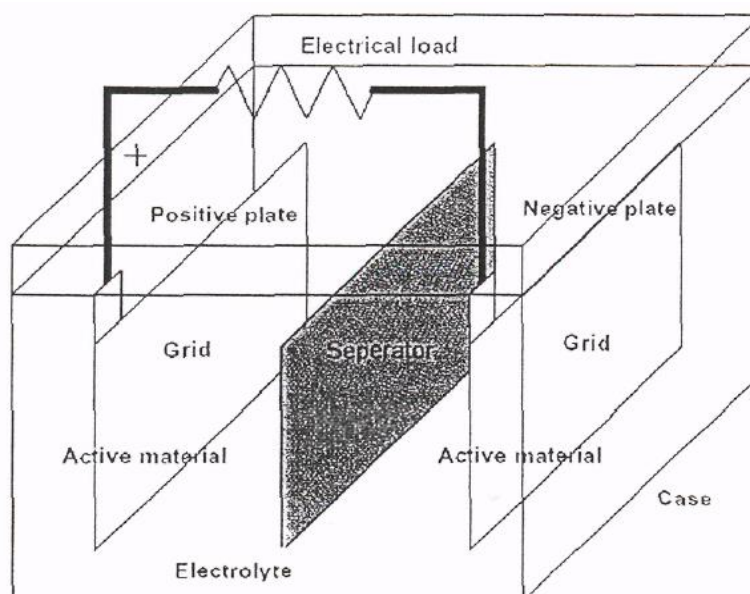
ΚΕΦΑΛΑΙΟ 4ο - ΗΛΕΚΤΡΙΚΟΙ ΣΥΣΣΩΡΕΥΤΕΣ

4.1. Αρχή Λειτουργίας και Είδη Συσσωρευτών

Οι ηλεκτρικοί συσσωρευτές είναι **μετατροπείς χημικής ενέργειας σε ηλεκτρική** και έχουν δε τη δυνατότητα να εκτελούν αυτή τη μετατροπή και προς την αντίθετη κατεύθυνση παρέχοντας με άμεσο τρόπο τη δυνατότητα συσσώρευσης ηλεκτρικής ενέργειας.

4.2. Σχεδιαστική δομή και αρχή λειτουργίας συσσωρευτών

Αν και η διαδικασία κατασκευής των συσσωρευτών ποικίλει από κατασκευαστή σε κατασκευαστή, ορισμένα χαρακτηριστικά είναι κοινά σε όλες σχεδόν τις μπαταρίες.



Σχήμα 6.:Κυψελίδα συσσωρευτή

Δομική μονάδα του συσσωρευτή είναι η κυψελίδα cell (Σχ. 6.)

Η κυψελίδα συνίσταται από μία θετική και μία αρνητική πλάκα που είναι βυθισμένες σε ένα διάλυμα ηλεκτρολύτη και περικλείονται σε ένα δοχείο.

Ενεργό Υλικό (Active Material): Το ενεργό υλικό είναι ένας συνδυασμός υλικών τα οποία από τη θετική και την αρνητική πλάκα, είναι οι βασικοί συντελεστές της ηλεκτροχημικής αντίδρασης μέσα στην κυψελίδα. Η ποσότητα του ενεργού υλικού σε μία μπαταρία είναι ανάλογη της χωρητικότητας της. Σε μία τυπική μπαταρία μολύβδου, όπως είναι και η περίπτωση της μπαταρίας που χρησιμοποιούμε, το ενεργό

υλικό είναι συνδυασμός διοξειδίου του μολύβδου (PbO_2) στη θετική πλάκα με μεταλλικό πορώδη μολύβδο (Pb) στην αρνητική, που αντιδρούν σε διάλυμα θειικού οξέος (H_2SO_4) κατά τη λειτουργία της μπαταρίας.

Ηλεκτρολύτης: Ο ηλεκτρολύτης είναι το αγωγίμο μέσο που επιτρέπει τη ροή ηλεκτρικού ρεύματος μέσω της ιοντικής ανταλλαγής ή της ανταλλαγής ηλεκτρονίων, επάνω στις πλάκες της κυψελίδας. Σε περιπτώσεις που ο ηλεκτρολύτης είναι υγρό διάλυμα, συχνά, απαιτείται η αναπλήρωση νερού λόγω του φαινομένου της εξαέρωσης.

Πλέγμα (Grid): Σε μία μπαταρία μολύβδου, το πλέγμα συνήθως είναι ένα πλαίσιο από κράμα μολύβδου το οποίο υποστηρίζει το ενεργό υλικό επάνω στις πλάκες και είναι αγωγός ηλεκτρικού ρεύματος. Υλικά κράματος όπως το αντιμόνιο (Sb) ή το ασβέστιο (Ca) συχνά χρησιμοποιούνται για να αυξήσουν τη μηχανική αντοχή των πλακών και έχουν χαρακτηριστική επίδραση στις επιδόσεις της μπαταρίας.

Πλάκες (Plates): Οι πλάκες, που συνίστανται από το πλέγμα και από το ενεργό υλικό, είναι το βασικό στοιχείο της μπαταρίας και αναφέρονται ως ηλεκτρόδια. Γενικά, υπάρχει ένα πλήθος αρνητικών και θετικών πλακών, συνδεδεμένων παράλληλα, μέσα σε μία κυψελίδα.

Διαχωριστής (Separator): Ο διαχωριστής είναι ένα πορώδες απομονωτικό μέσο μεταξύ των πλακών της μπαταρίας που εμποδίζει την αγωγή επαφή μεταξύ θετικού και αρνητικού ηλεκτροδίου.

Πόλοι ή Τερματικοί Πόλοι (Terminal Poles): Οι πόλοι είναι οι εξωτερικές θετικές ή αρνητικές, ηλεκτρικές συνδέσεις της μπαταρίας. Ένα φορτίο ή ένα φωτοβολταϊκό σύστημα συνδέεται με τη μπαταρία μέσω των πόλων.

Ο τύπος των συσσωρευτών μπορεί να αναφέρεται ως Μολύβδου-Οξειδίου (lead-acid ή απλά Pb), Νικελίου-Καδμίου ($Ni-Cd$), Αργύρου-Ψευδαργύρου κτλ, ανάλογα με το υλικό κατασκευής των ηλεκτροδίων τους. Σε όποιον τύπο και αν ανήκουν οι συσσωρευτές, ο μηχανισμός της λειτουργίας τους στηρίζεται σε μία αντιστρεπτή ηλεκτροχημική διαδικασία.

4.3. Τύποι συσσωρευτών

Γνωστοί τύποι **συσσωρευτών μολύβδου** είναι: οι συσσωρευτές μολύβδου-αντιμονίου ($Pb-Sb$), οι συσσωρευτές μολύβδου-ασβεστίου ($Pb-Ca$) οι οποίοι χωρίζονται σε υγρού καταλύτη με ανοικτή ή με σφραγισμένη βαλβίδα εξαέρωσης, οι υβριδικοί συσσωρευτές μολύβδου-αντιμονίου / μολύβδου-ασβεστίου, οι μολύβδου με δεσμευμένο καταλύτη που μπορεί να είναι gelled ή absorbed glass material (AGM).

Για εφαρμογές φωτοβολταϊκών συστημάτων κατάλληλοι είναι οι συσσωρευτές που έχουν τη δυνατότητα να υποστούν βαθιά εκφόρτιση χωρίς να αλλοιώνεται η χωρητικότητά τους και να μειώνεται η διάρκεια ζωής. Αναλόγως του φορτίου,

άλλοτε είναι απαραίτητη η δυνατότητα παροχής εντόνου ρεύματος για μικρά χρονικά διαστήματα και άλλοτε η παροχή μίας κανονικής τιμής ρεύματος για μεγάλα χρονικά διαστήματα.

Ιδιαίτερα για **αυτόνομα φωτοβολταϊκά συστήματα**, όπου δεν υπάρχει εναλλακτική λύση παροχής ηλεκτρικής ενέργειας και όπου οι μεταβολές της ηλιοφάνειας μπορούν να είναι έντονες και μακρόχρονες, απαραίτητοι είναι οι συσσωρευτές που έχουν μεγάλη χωρητικότητα, μπορούν να υποστούν βαθιά εκφόρτιση και συχνά απαιτείται μία καλή σχέση κόστους και διάρκειας ζωής. Για ένα τέτοιο σύστημα, καλή επιλογή θα αποτελούσε ένας **συσσωρευτής μολύβδου-αντιμονίου (Pb-Sd)**. Αυτοί είναι συσσωρευτές με εξαιρετικά χαρακτηριστικά, όσο αφορά τις δυνατότητες βαθιάς εκφόρτισης και υψηλού ρυθμού εκφόρτισης. Έχουν, επίσης, μεγάλη διάρκεια ζωής και υφίστανται μικρή διάχυση των ενεργών υλικών τους. **Μειονέκτημα τους είναι ο μεγάλος βαθμός αυτοεκφόρτισης** που υφίστανται και που οδηγεί στην ανάγκη να υπερφορτίζονται με αποτέλεσμα τη μεγάλη απώλεια υγρών που εξαρτάται και από τις θερμοκρασίες λειτουργίας.

Καλή επιλογή για αυτόνομα φωτοβολταϊκά συστήματα είναι οι **συσσωρευτές μολύβδου δεσμευμένου ηλεκτρολύτη**, λόγω της **στεγανότητας** τους και της ευκολίας μετακίνησης που παρουσιάζουν. Έχουν **βαλβίδα εξαέρωσης**, που ανοίγει σε ορισμένη πίεση όταν υπερφορτιστούν, για να απελευθερωθούν τα αέρια που δημιουργήθηκαν όμως, δεν υπάρχει δυνατότητα αναπλήρωσης του ηλεκτρολύτη. Το γεγονός ότι δεν έχουν απαιτήσεις συντήρησης (ούτε και δυνατότητα), σε συνδυασμό με την ευκολία στη μετακίνηση, τις καθιστά ιδανικές για συστήματα σε απομακρυσμένα ή δυσπρόσιτα μέρη. Εκτός από το πρόβλημα της υπερφόρτισης, **η απώλεια ηλεκτρολύτη μπορεί να επιταχυνθεί λόγω της υψηλής θερμοκρασίας** και καθώς δεν υπάρχει η δυνατότητα της αναπλήρωσης του, ειδικά μέτρα πρέπει να ληφθούν. Είναι δυνατόν να γίνει θερμοκρασιακή αντιστάθμιση και ρύθμιση ακριβείας ώστε να αποφεύγεται η υπερφόρτιση και η υπερβολική εκφόρτιση και μέσω του περιορισμού του φορτίου να αποφευχθεί ο μεγάλος ρυθμός εκφόρτισης. Οι συσσωρευτές μολύβδου δεσμευμένου ηλεκτρολύτη δεν αντιμετωπίζουν τόσο μεγάλο πρόβλημα μείωσης χωρητικότητας σε ψυχρότερο περιβάλλον όσο αυτοί του υγρού ηλεκτρολύτη, παρέχονται σε δύο τύπους (gelled electrolyte, AGM) και πάνω από τα μισά απομακρυσμένα μικρά φωτοβολταϊκά συστήματα τους χρησιμοποιούν.

4.4. Χαρακτηριστικά Μεγέθη των Συσσωρευτών

Χωρητικότητα

Η ποσότητα της ηλεκτρικής ενέργειας που μπορεί να αποθηκευτεί σε ένα συσσωρευτή ή που μπορεί να αποδοθεί από αυτόν, είναι η χωρητικότητα C του συσσωρευτή. Η χωρητικότητα συνήθως καθορίζεται για ένα συγκεκριμένο ρυθμό εκφόρτισης ή περίοδο εκφόρτισης.

Η μονάδα έκφρασης της χωρητικότητας του συσσωρευτή είναι το Amber-hour (Ah) και ο ρυθμός εκφόρτισης εκφράζεται ως το κλάσμα της χωρητικότητας C προς τη διάρκεια της περιόδου εκφόρτισης σε ώρες (π.χ. εκφόρτιση σε 120 ώρες ισοδυναμεί με ρυθμό εκφόρτισης C/120). Η μονάδα του ρυθμού εκφόρτισης είναι το Amber. Έτσι, μία μπαταρία με χωρητικότητα C—375 Ah ορισμένη σε ρυθμό εκφόρτισης C/120, δηλαδή 375A, μπορεί να αποδίδει 375A για χρονικό διάστημα 120 ωρών. Μερικές φορές η χωρητικότητα σε αποθηκευμένη ενέργεια του συσσωρευτή, εκφράζεται σε Kilowatt-hour (KWh) και υπολογίζεται προσεγγιστικά πολλαπλασιάζοντας τη χωρητικότητα σε Ah με την ονομαστική τάση του συσσωρευτή και διαιρώντας με 1000. Για παράδειγμα, συσσωρευτής 12V, 100Ah, έχει χωρητικότητα σε αποθηκευμένη ενέργεια $12 \cdot 100 / 1000 = 1.2 \text{KWh}$. Ο υπολογισμός της απαιτούμενης χωρητικότητας, είναι ένας καθοριστικός παράγοντας στην επιλογή του αριθμού των κυψελίδων και του τύπου του συσσωρευτή. Δεδομένου του μέγιστου ρεύματος που μπορεί ένα φορτίο να καταναλώσει και του χρονικού διαστήματος που το φορτίο μπορεί να εξαρτάται αποκλειστικά από τον συσσωρευτή (δηλαδή την αυτονομία του), η χωρητικότητα που απαιτείται πρέπει να είναι ορισμένη για ρυθμό εκφόρτισης τουλάχιστον ίσο με το μέγιστο ρεύμα κατανάλωσης ή για χρόνο εκφόρτισης τουλάχιστον ίσο με τον χρόνο που το φορτίο θα καταναλώνει αποκλειστικά από τον συσσωρευτή.

Άλλο μέτρο της χωρητικότητας του συσσωρευτή είναι η κατάσταση φόρτισης (state of charge ή SOC), που ορίζεται σαν το ποσό της αποθηκευμένης ενέργειας και εκφράζεται ως το ποσοστό της ενέργειας ενός πλήρως φορτισμένου συσσωρευτή. Έτσι, ένας συσσωρευτής του οποίου τα $\frac{3}{4}$ της ενέργειας του έχουν αφαιρεθεί, δηλαδή έχει εκφορτιστεί κατά 75%, λέγεται ότι βρίσκεται στο 25% SOC.

Εκφόρτιση και επιτρεπόμενο βάθος εκφόρτισης.

Το **επιτρεπόμενο βάθος εκφόρτισης (depth of discharge ή DOD)** είναι το μέγιστο ποσοστό της χωρητικότητας το οποίο μπορεί να αποδοθεί από τη μπαταρία. Συνήθως καταδεικνύεται από την τάση αποκοπής ή τάση βάθους εκφόρτισης και από τον ρυθμό εκφόρτισης. Στα τυπικά φωτοβολταϊκά συστήματα, προβλέπεται μία τάση αποκοπής του φορτίου από τη συσκευή του ρυθμιστή φόρτισης συσσωρευτών και έτσι καθορίζεται το επιτρεπόμενο βάθος εκφόρτισης για δεδομένο ρυθμό εκφόρτισης. Οι τιμές του επιτρεπόμενου DOD μπορούν να είναι από 80% έως και 15% της χωρητικότητας ανάλογα με τον τύπο της μπαταρίας.

Όπως αναφέρθηκε στην προηγούμενη παράγραφο, κατά την εκφόρτιση της μπαταρίας μειώνεται η πυκνότητα του διαλύματος του ηλεκτρολύτη, δηλαδή μειώνεται το ειδικό του βάρος. Το φαινόμενο της μείωσης του ειδικού βάρους του ηλεκτρολύτη πρέπει να λαμβάνεται σοβαρά υπόψη για λειτουργία του συσσωρευτή σε θερμοκρασίες που πλησιάζουν τη θερμοκρασία στερεοποίησης του νερού (0°C). Σε έναν πλήρως φορτισμένο συσσωρευτή μολύβδου, η συγκέντρωση ηλεκτρολύτη

στο διάλυμα είναι περίπου 35% κατά βάρος και το σημείο στερεοποίησης του διαλύματος είναι πολύ χαμηλό (περίπου -60°C). Καθώς ο συσσωρευτής εκφορτίζεται, το διάλυμα του ηλεκτρολύτη αραιώνεται και το σημείο στερεοποίησης του διαλύματος πλησιάζει το σημείο στερεοποίησης του νερού (0°C). Υπάρχει λοιπόν το ενδεχόμενο της στερεοποίησης του με αποτέλεσμα τη διαστολή και την πιθανή διάρρηξη των τοιχωμάτων του δοχείου της κυψελίδας. Για να αποφευχθεί αυτή η εξέλιξη, το επιτρεπόμενο βάθος εκφόρτισης πρέπει να μειώνεται θέτοντας την τάση αποκοπής του φορτίου στην συσκευή ρυθμιστή φόρτισης σε κατάλληλο σημείο. Το αποτέλεσμα θα είναι ο συσσωρευτής να μην εκφορτίζεται πλήρως και η θερμοκρασία στερεοποίησης να διατηρείται χαμηλά. Το κόστος θα είναι η μείωση της αυτονομίας του συστήματος μπαταρίας-συσσωρευτή.

Αυτοεκφόρτιση.

Η αυτοεκφόρτιση είναι η διαδικασία κατά την οποία ο συσσωρευτής υφίσταται μείωση του SOC (state of charge), χωρίς να είναι συνδεδεμένος με κάποια κατανάλωση. Τυπικό μέγεθος αυτοεκφόρτισης είναι η απώλεια του 0.7% του SOC ανά ημέρα και για τον λόγο αυτό, οι συσσωρευτές πρέπει να βρίσκονται σε συνθήκες συντηρητικής φόρτισης ακόμα και αν δεν υπάρχει κατανάλωση.

Φόρτιση.

Η φόρτιση του συσσωρευτή είναι η διαδικασία αποθήκευσης ηλεκτρικής ενέργειας με παροχή ηλεκτρικού ρεύματος προς τον συσσωρευτή. Οι μέθοδοι φόρτισης που εφαρμόζονται από τους ρυθμιστές φόρτισης στα φωτοβολταϊκά συστήματα, διαφέρουν γενικά από αυτές που εφαρμόζουν οι κατασκευαστές για να καθορίσουν τις επιδόσεις της μπαταρίας.

Για σωστή φόρτιση του συσσωρευτή ένα σωστό σημείο ισορροπίας πρέπει να αναζητείται μεταξύ της μέγιστης δυνατής φόρτισης και της τάσης εκλύσεως αερίων, αφού και οι δύο είναι παράγοντες που σχετίζονται με τη διάρκεια ζωής του συσσωρευτή. Άλλος παράγοντας που πρέπει να λαμβάνεται υπόψη για το επιδιωκόμενο SOC είναι η θερμοκρασία λειτουργίας του συσσωρευτή. Όσο αυξάνεται η θερμοκρασία αυξάνεται η χωρητικότητα του συσσωρευτή, μειώνεται όμως η τάση εκλύσεως αερίων. Έτσι, το μέγιστο SOC που μπορεί να επιτευχθεί σε δεδομένη θερμοκρασία, κατά κάποιο τρόπο φράσσεται από την τάση εκλύσεως αερίων.

Συντελεστής φόρτισης και απόδοση ισχύος.

Τα αμπερώρια (Ah) που είναι απαραίτητα για τη φόρτιση ενός συσσωρευτή και την αύξηση του SOC κατά ένα συγκεκριμένο ποσοστό είναι, κατά κανόνα, περισσότερα από τα Ah που αποδίδει όταν εκφορτιστεί κατά το ίδιο ποσοστό του SOC. Ο συντελεστής φόρτισης ορίζεται ως το κλάσμα της εισερχόμενης ποσότητας Ah προς την εξερχόμενη ποσότητα Ah, δηλαδή ισχύει:

$$\text{Συντελεστής Φόρτισης} = \frac{\text{Εισερχόμενη Ποσότητα (Ah)}}{\text{Εξερχόμενη Ποσότητα (Ah)}}$$

Αντίστοιχα, ο λόγος της ισχύος που δίνει ένας πλήρως φορτισμένος συντελεστής προς την ενέργεια που απαιτείται για να φορτιστεί πλήρως ονομάζεται απόδοση ισχύος:

$$\text{Απόδοση Ισχύος} = \frac{\text{Εξερχόμενη Ενέργεια (kW)}}{\text{Εισερχόμενη Ενέργεια (kW)}} \quad (3.4)$$

4.5. Διαστασιολόγηση Συσσωρευτών

Λαμβάνοντας υπόψη όλα τα παραπάνω καταλήγουμε σε ένα συσσωρευτή ονομαστικής χωρητικότητας C_N , όπου η αξιοποιήσιμη χωρητικότητα C δίνεται από τη σχέση:

$$C = C_N \times \beta$$

Όπου β είναι το βάθος εκφόρτισης του συσσωρευτή.

Η **μέγιστη Ηλεκτρική ενέργεια** που μπορεί να αποταμιευτεί και να ανακτηθεί σε κάθε κύκλο φόρτισης-εκφόρτισης είναι:

$$E = C \times V = C_N \times \beta \times V$$

Ο **συντελεστής απόδοσης των συσσωρευτών μολύβδου α** , δηλαδή ο λόγος της μέγιστης ποσότητας ενέργειας που ανακτάται προς την ενέργεια που είχε απορροφηθεί από τη φωτοβολταϊκή γεννήτρια είναι **περίπου 85%**. Επομένως αν η

ενέργεια που ζητάμε να δίνει ο συσσωρευτής είναι E τότε η **ονομαστική του χωρητικότητα** C_N είναι:

$$C_N = \frac{E_\Phi}{\beta \times V} = \frac{E}{\alpha \times \beta \times V}$$

Ως προς τη παρεχόμενη ισχύ βρίσκουμε ότι εάν ένας συσσωρευτής απαιτείται να τροφοδοτεί τη κατανάλωση με μέση ισχύ P επί μ μέρες τότε η **ενεργός χωρητικότητα** θα πρέπει να είναι:

$$C = \frac{24\mu \times P}{a \times V}$$

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 5ο – ΣΧΕΔΙΑΣΜΟΣ ΣΥΣΤΗΜΑΤΟΣ Η/Ζ ΓΙΑ ΚΑΤΟΙΚΙΑ

5.1. Εισαγωγή

Η κατοικία που μελετάμε έχει εμβαδόν 156 m² και αποτελείται από 3 υπνοδωμάτια, 1 μπάνιο, κουζίνα και σαλόνι.

5.2. Σχεδιασμός του Συστήματος -Γενικά Στοιχεία

Για να έχουμε ένα σωστό σχεδιασμό θα πρέπει καταρχήν να αποφανθούμε για το φορτίο και τη χρονική λειτουργία του συστήματος. Κατόπιν επιλέγεται ο τύπος του Η/Ζ και καθορίζεται και η χωρητικότητα των συσσωρευτών.

Χρονική περίοδος

Είναι φανερό ότι το σύστημα θα πρέπει να λειτουργεί αξιόπιστα **καθ' όλη τη διάρκεια του έτους**, θα πρέπει δηλαδή κάθε μέρα να καλύπτει το φορτίο.

Ηλεκτρικές Καταναλώσεις.

Στους πίνακες που ακολουθούν καταχωρήθηκαν τα στοιχεία **ημερήσιας κατανάλωσης κατά τη διάρκεια των χειμερινών και θερινών μηνών.**

Πίνακας 4: Πίνακας ημερήσιας κατανάλωσης κατά τους χειμερινούς μήνες.

| Περιγραφή φορτίου | Αριθμός συσκευών | Ισχύς (W) | Ώρες λειτουργίας (h) | Ημερήσια ηλεκτρική κατανάλωση (Wh) |
|-----------------------|------------------|-------------|----------------------|------------------------------------|
| Ψυγειοκαταψύκτης | 1 | 150 | 24 | 3600 *10% = 360 |
| Απορροφητήρας | 1 | 240 | 1 | 240 |
| Αναδευτήρας καφέ | 1 | 15 | 0,05 | 0,75 |
| πλέντερ moulinex | 1 | 200 | 0,036 | 7,2 |
| Τοστιέρα | 1 | 650 | 0,25 | 162,5 |
| Καφετιέρα | 1 | 700 | 0,33 | 231 |
| Πλυντήριο ρούχων | 1 | 1200 | 0,43 | 516 |
| Ατμοσίδερο | 1 | 2000 | 0,43 | 860 |
| Τηλεόραση LCD 32" | 1 | 80 | 4 | 320 |
| Στεγνωτήρας μαλλιών | 1 | 1800 | 0,25 | 450 |
| Laptop | 1 | 50 | 5 | 250 |
| Εκτυπωτής | 1 | 20 | 0,0024 | 0,048 |
| Στερεοφωνικό | 1 | 100 | 2 | 200 |
| Φωτισμός (εσωτερικός) | 2 | 15 | 6 | 180 |
| Φωτισμός (εσωτερικός) | 8 | 18 | 6 | 864 |
| Φωτισμός (εξωτερικός) | 3 | 60 | 3 | 540 |
| Σύνολο | | 7298 | | 5181,498 |

Πίνακας 5: Πίνακας ημερήσιας κατανάλωσης κατά τους θερινούς μήνες.

| Περιγραφή φορτίου | Αριθμός συσκευών | Ισχύς (W) | Ώρες λειτουργίας (h) | Ημερήσια ηλεκτρική κατανάλωση (Wh) |
|--------------------------|------------------|-------------|----------------------|------------------------------------|
| Ψυγείοκαταψύκτης | 1 | 150 | 24 | 3600*50% = 1800 |
| Απορροφητήρας | 1 | 240 | 1 | 240 |
| Αναδευτήρας καφέ | 1 | 15 | 0,05 | 0,75 |
| πλύντερ moulinex | 1 | 200 | 0,036 | 7,2 |
| Τοστιέρα | 1 | 650 | 0,25 | 162,5 |
| Πλυντήριο ρούχων | 1 | 1200 | 0,43 | 516 |
| Ατμοσίδηρο | 1 | 2000 | 0,43 | 860 |
| Ηλεκτρική σκούπα | 1 | 1400 | 0,14 | 196 |
| Τηλεόραση LCD 32" | 1 | 80 | 4 | 320 |
| Στεγνωτήρας μαλλιών | 1 | 1800 | 0,25 | 450 |
| Laptop | 1 | 50 | 8 | 400 |
| Εκτυπωτής | 1 | 20 | 0,0024 | 0,048 |
| Σtereοφωνικό | 1 | 100 | 3 | 300 |
| Φωτισμός (εσωτερικός) | 2 | 15 | 6 | 180 |
| Φωτισμός (εσωτερικός) | 8 | 18 | 6 | 864 |
| Φωτισμός (εξωτερικός) | 3 | 60 | 3 | 540 |
| Ανεμιστήρας | 3 | 60 | 3 | 540 |
| Κλιματιστικό (12000 Btu) | 2 | 1500 | 3 | 9000 |
| Σύνολο | | 9558 | | 16376,498 |

Σημείωση: Για τη διατήρηση της ψύξης το μηχάνημα θα λειτουργεί το 10% του χρόνου τους χειμερινούς μήνες και το 50% του θερινούς μήνες.

Οι εκτιμήσεις των παραπάνω ημερήσιων χειμερινών και θερινών καταναλώσεων αθροίζονται και βρίσκουμε ότι η **μέση ημερήσια ηλεκτρική κατανάλωση είναι 5,1 KWh τον χειμώνα και 16.3 KWh το καλοκαίρι.**

Στα ηλεκτροπαραγωγά ζεύγη, ο κινητήρας μπορεί να είναι είτε χειροκίνητο ή αυτόματο ξεκίνημα. Είναι διαθέσιμα μοντέλα με καύσιμα όπως βενζίνη, υγρό προπάνιο, αέριο, πετρέλαιο. Τα Η/Ζ είναι συνήθως μεγάλα σε μέγεθος και ως εκ τούτου εγκαθίστανται σε μόνιμη θέση (δεν είναι δηλαδή φορητά) και έχουν ως καύσιμο το diesel. Τα πλεονεκτήματα των Η/Ζ απαριθμούνται σε πιο αποδοτική χρήση των καυσίμων, μεγαλύτερες περιόδους συνεχούς λειτουργίας, χαμηλά επίπεδα θορύβου, και ταχύτερη εκκίνηση μετά από διακοπές ρεύματος. Το κύριο μειονέκτημα των γεννητριών με κινητήρα είναι το υψηλό αρχικό κόστος.

Οι γεννήτριες με μίζα έχουν κάποια πλεονεκτήματα, όπως χαμηλότερο αρχικό κόστος, λιγότερη συντήρηση, καθώς δεν υπάρχει η μία μηχανή, και η φορητότητα. Τα μειονεκτήματα αυτών των γεννητριών είναι η πιο θορυβώδης λειτουργία και η περιορισμένη ικανότητα παραγωγής. Αυτές οι γεννήτριες χρειάζονται επίσης αρκετά λεπτά για την εκκίνηση.

Οι γεννήτριες έχουν ταξινομηθεί από το ποσό της ηλεκτρικής ενέργειας που παράγουν σε κιλοβάτ (kW). Δύο ονομαστικές τιμές αναγράφονται στην πινακίδα της γεννήτριας. Ο μικρότερος αριθμός είναι η έξοδος ισχύος της γεννήτριας σε κανονική, συνεχή λειτουργία. Ο μεγαλύτερος αριθμός είναι η μέγιστη ισχύς που αποδίδεται συνήθως κατά την εκκίνηση. Αυτή είναι η ισχύς που παράγεται από τη γεννήτρια για βραχυπρόθεσμη υπερφόρτιση όπως όταν ξεκινά ένας κινητήρα.

Οι γεννήτριες πρέπει να παράγουν το ίδιο είδος ισχύος με την ίδια τάση και συχνότητα όπως στο δίκτυο. Οι τιμές τάσης και συχνότητας είναι συνήθως 120/240 Volt, 50 Hz εναλλασσόμενου ρεύματος (AC) . Αυτό το είδος του ηλεκτρικού συστήματος μπορεί να τροφοδοτήσει μονοφασικούς κινητήρες από 1/ 4 έως 10 ίππους (hp). Μεγαλύτεροι κινητήρες απαιτούν τριφασικό σύστημα.

Συστήματα πλήρους φορτίου

Ένα σύστημα για το πλήρες ηλεκτρικό φορτίο πρέπει να μπορεί να παρέχει ισχύ για το σύνολο της κατοικίας. Αυτόματη εκκίνηση συνιστάται για συστήματα πλήρους φορτίου για την αποφυγή διακοπών της παροχής ρεύματος. Το κύριο πλεονέκτημα των συστημάτων πλήρους φορτίου είναι ότι όλος ο εξοπλισμός μπορεί να ξεκινήσει ταυτόχρονα. Επιπλέον, η μεγαλύτερη ικανότητα παραγωγής ισχύος των συστημάτων πλήρους φορτίου επιτρέπει μεγαλύτερη ευελιξία στην προσθήκη εξοπλισμού.

Σύνδεση του συστήματος γεννήτριας

Ακατάλληλα συνδεδεμένες γεννήτριες μπορεί να δημιουργήσουν σοβαρούς κινδύνους για την ασφάλεια. Οι γεννήτριες πρέπει να συνδέονται με ένα σύστημα καλωδίωσης μέσω μιας συσκευής μεταφοράς που αποτρέπει την ενέργεια από την τροφοδοσία πίσω στη γραμμή παροχής. Συνήθως εγκαθίσταται ένας διπολικός διακόπτης ώστε να

αποφεύγονται οι αναδράσεις .

Οι γεννήτριες θα πρέπει να τοποθετούνται σε κατάλληλο ερμάριο ώστε να προστατεύονται από τις καιρικές συνθήκες και να πακτώνονται σε ειδική βάση από τσιμέντο. Θα πρέπει να παρέχεται επαρκής χώρος εισόδου και εξόδου του αέρα ώστε να εκτονώνεται η υπερβολική θερμότητα. Τα καυσαέρια θα πρέπει να οδηγούνται σε εξωτερικούς χώρους με ασφάλεια και μακριά από τις εισόδους της κατοικίας. Οι σωλήνες εξάτμισης πρέπει να είναι τουλάχιστον 6 ίντσες μακριά από εύφλεκτα υλικά

Οι γεννήτριες αυτόματης εκκίνησης θα πρέπει να ξεκινήσουν αυτόματα όταν η γίνει διακοπή της παροχής ρεύματος από το δίκτυο και να σταματήσουν όταν αποκατασταθεί η τροφοδοσία.

Το χρόνο αυτονομίας μίας μίας γεννήτριας εξαρτάται από το μέγεθος της δεξαμενής καυσίμου και το μέγεθος του φορτίου που συνδέεται στη γεννήτρια. Υψηλότερα φορτία απαιτούν περισσότερο καύσιμο. Η βενζίνη και το ντίζελ που χρησιμοποιείται ως καύσιμο χρησιμοποιούν ελαφρώς λιγότερα καύσιμα από ό, τι εκείνες που τροφοδοτούνται από LP - gas.

Συντήρηση

Οι γεννήτριες πρέπει να διατηρούνται καθαρές και σε καλή κατάσταση λειτουργίας , ώστε να είναι έτοιμες για άμεση χρήση. Η συσσώρευση σκόνης και βρωμιάς στον κινητήρα μπορεί να προκαλέσει την υπερθέρμανσή του όταν λειτουργεί. Για να διατηρούνται οι μηχανές σε καλή κατάσταση λειτουργίας, οι γεννήτριες θα πρέπει να λειτουργούν κάτω από τουλάχιστον το 50 τοις εκατό του φορτίου για σύντομα χρονικά διαστήματα όλο το χρόνο. Το καύσιμο θα πρέπει να αντικατασταθεί ή να καταναλωθεί κάθε δύο μήνες για να αποφεύγεται η συμπύκνωση υγρασίας μέσα στη δεξαμενή.

Παράδειγμα Υπολογισμού Απαιτούμενης Ισχύος

Wattage Calculator

Step 1

How will you use the generator, primarily?

Home

Includes:

- Home back up power
- Primary home power



Play

Includes:

- RV vehicle
- Camping
- Tailgating
- Outdoor events



Work

Includes:

- Construction/Contractor
- Rental fleet
- Farm/Agricultural



Next

Wattage Calculator

Step 2

What do you want to power?

| | Quantity |
|--|----------|
| <input checked="" type="checkbox"/> Refrigerator or Freezer (Energy Star) | 1 |
| <input type="checkbox"/> Microwave Oven 650 watts | 1 |
| <input checked="" type="checkbox"/> Incandescent Lights | 13 |
| <input checked="" type="checkbox"/> Furnace Fan, gas or fuel oil 1/8 Horsepower | 1 |
| <input checked="" type="checkbox"/> Television Flat Screen | 1 |
| <input checked="" type="checkbox"/> Coffee Maker | 1 |
| <input type="checkbox"/> Dishwasher (Cool Dry) | 1 |
| <input type="checkbox"/> Electric Fry Pan | 1 |
| <input type="checkbox"/> Electric Range (8-inch element) | 1 |
| <input type="checkbox"/> Automatic Washer | 1 |
| <input checked="" type="checkbox"/> Clothes Dryer (Electric) | 1 |
| <input checked="" type="checkbox"/> Radio | 1 |
| <input type="checkbox"/> Sump Pump 1/3 Horsepower | 1 |
| <input checked="" type="checkbox"/> Air Conditioner (10,000 BTU) | 1 |
| <input checked="" type="checkbox"/> Computer Laptop | 1 |
| <input type="checkbox"/> Monitor (LCD style) | 1 |
| <input checked="" type="checkbox"/> Printer | 1 |
| <input type="checkbox"/> Hot Water Heater | 1 |
| <input type="checkbox"/> Garage Door Opener | 1 |
| <input type="checkbox"/> DVD Player | 1 |

| Other Items | Wattage | |
|---------------------|---------|--|
| atmosidero | 2000 | |
| tostiera | 650 | |
| hlekttriki skoupa | 1400 | |
| stegnwtiras malliwn | 1800 | |
| | | |

Calculate Wattage

Determining the power required by an appliance

Wattage Calculator

Your Power Needs Are:

| Item | Qty | Starting Wattage | Running Wattage |
|---------------------------------------|-----|------------------|-----------------|
| Refrigerator or Freezer (Energy Star) | 1 | 1200 | 192 |
| Incandescent Lights | 13 | 780 | 780 |
| Furnace Fan, gas or fuel oil | 1 | 500 | 300 |
| Television | 1 | 120 | 120 |
| Coffee Maker | 1 | 600 | 600 |
| Clothes Dryer (Electric) | 1 | 6750 | 5400 |
| Radio | 1 | 200 | 200 |
| Air Conditioner (10,000 BTU) | 1 | 2200 | 1500 |
| Computer | 1 | 250 | 250 |
| Printer | 1 | 600 | 600 |
| atmosidero | 0 | 2000 | 2000 |
| tostiera | 0 | 650 | 650 |
| hlektрики skoupa | 0 | 1400 | 1400 |
| stegnwtiras malliwn | 0 | 1800 | 1800 |
| Total | | 19050 | 15792 |

Note: All wattages are estimates. Your application's exact wattage may vary.

[Change Selected Appliances](#)

Recommendations

You need a generator with the following capabilities:

Recommended wattage: 17142 [How is this calculated?](#)

Maximum wattage: 19050

Voltage: 120V/240V

5.3 Διαστασιολόγηση Μπαταριών

Η ηλεκτρική ενέργεια παρέχεται από τις μπαταρίες μέσω κατάλληλης διάταξης αντιστροφέα που μετατρέπει την DC ισχύ των μπαταριών σε AC, κατάλληλη για την τροφοδοσία των φορτίων που παρουσιάστηκαν στην παράγραφο 5.2.

Παλαιότερα αποτελούσε κοινή πρακτική η σύζευξη των επιμέρους πηγών και φορτίων του συστήματος στην DC πλευρά. Στη διαμόρφωση με DC σύζευξη, οι πηγές ενέργειας (H/Z) φορτίζουν τις μπαταρίες μέσω κατάλληλων ρυθμιστών. Στη συνέχεια η αποθηκευμένη ενέργεια των μπαταριών αντλείται για την άμεση τροφοδότηση φορτίων DC ή, μέσω αντιστροφέων, την κάλυψη των AC καταναλώσεων.

Η σύζευξη AC σε συστήματα τροφοδοσίας για δίκτυα απομακρυσμένων περιοχών αποτελεί την τεχνολογία του μέλλοντος, εφόσον παρουσιάζει σημαντικά πλεονεκτήματα. Η διαμόρφωση των συστημάτων με σύζευξη στην πλευρά AC περιλαμβάνει απλούς αντιστροφείς για την μετατροπή του ρεύματος που παράγεται από τις πηγές σε εναλλασσόμενο. Το δίκτυο AC διαμορφώνεται από τον αντιστροφέα μπαταριών, που αποτελεί κεντρικό μέρος του συστήματος. Ο εν λόγω αντιστροφέας διαχειρίζεται την φόρτιση και εκφόρτιση των μπαταριών. Η ενέργεια από τις πηγές κατευθύνεται προς τις μπαταρίες μέσω μετατροπής AC/DC στον κεντρικό αντιστροφέα.

Τα βασικά πλεονεκτήματα της σύζευξης AC είναι η επεκτασιμότητα και η ευκολία στη διαμόρφωση λόγω της χρήσης τυποποιημένου εξοπλισμού. Κάθε επιμέρους σύστημα (πηγές, φορτία, μπαταρίες) συνδέεται σε ένα δίκτυο AC. Η επέκταση του συστήματος όταν οι ενεργειακές ανάγκες αυξηθούν γίνεται εύκολα, σαν να εγκαθίσταται και να συνδέεται ένα νέο σύστημα στο δίκτυο. Η εκτίμηση των μελλοντικών ενεργειακών αναγκών είναι δύσκολη υπόθεση (ειδικά σε μεγάλα συστήματα) και συχνά οδηγεί σε υπέρ- ή υπό- διαστασιολόγηση. Κάθε πηγή συνδέεται στο δίκτυο AC και με αυτόν τον τρόπο διαμορφώνεται ένας μικρός σταθμός παραγωγής που επεκτείνεται εύκολα ανάλογα με τις ανάγκες.

Σε περίπτωση που τα φορτία ήταν μικρότερα θα μπορούσαμε να επιλέξουμε σχεδίαση με σύζευξη DC (που θα είχε και μικρότερο κόστος), αλλά σε περιπτώσεις σχεδιασμού συστημάτων πλήρους κατοικίας, κάτι τέτοιο είναι ασύμφορο και ως εκ τούτου επιλέγεται ο σχεδιασμός με σύζευξη AC.

Το βασικό βήμα μετά την εκτίμηση των ενεργειακών αναγκών της κατοικίας είναι η διαστασιολόγηση της συστοιχίας μπαταριών. Τα βήματα παρουσιάζονται ακολούθως:

Εκτίμηση της τάσης του συστήματος

Η τάση του συστήματος (δηλαδή η τάση εισόδου του αντιστροφές DC/AC) επιλέγεται ανάλογα με τις ενεργειακές απαιτήσεις του συστήματος. Συνήθως συστήματα με ημερήσιες ενεργειακές ανάγκες ως και 1kWh σχεδιάζονται με 12 V, συστήματα ως 3-4 kWh σχεδιάζονται με 24V και μεγαλύτερα συστήματα (όπως το σύστημα που μελετάμε) σχεδιάζονται με 48 V DC. Ένας από τους γενικούς κανόνες, είναι να μην ξεπερνά η συστοιχία μπαταριών μία τιμή ρεύματος εξόδου των 150A. Αυτό είναι επιθυμητό τόσο από πλευράς απωλειών του συστήματος όσο και από πλευράς επιλογής των λοιπών διατάξεων που έχουν όρια στο ρεύμα εισόδου.

Χωρητικότητα μπαταριών

Για το συγκεκριμένο σύστημα επιλέξαμε τάση 48V DC επομένως τα απαιτούμενα Ah από τη συστοιχία μπαταριών είναι $5181,5\text{Wh}/48\text{V} = 108\text{Ah}$ για τον χειμώνα και $16376,5\text{Wh}/48\text{V} = 341\text{Ah}$ για το καλοκαίρι. Για να καλύπτει το σύστημα τις ανάγκες όλο το χρόνο θα πρέπει να αποδίδει 341Ah.

Οι μέρες αυτονομίας, δηλαδή οι ημέρες που θα μπορούν οι μπαταρίες να καλύπτουν το φορτίο χωρίς να αποφορτιστούν πλήρως, επιλέγονται ανάλογα με το επιθυμητό αρχικό κόστος. Δεδομένου ότι θα υπάρχει το Η/Ζ που μπορεί να φορτίσει τις μπαταρίες σε περίπτωση αποφόρτισης, η επιλογή 2 ημερών αυτονομίας είναι μια συμφέρουσα λύση, από πλευράς περιορισμού του αρχικού κόστους των μπαταριών που είναι αρκετά μεγάλο.

Επομένως τα Ah που απαιτούνται για 2 ημέρες αυτονομίας είναι $2*341 = 682\text{Ah}$.

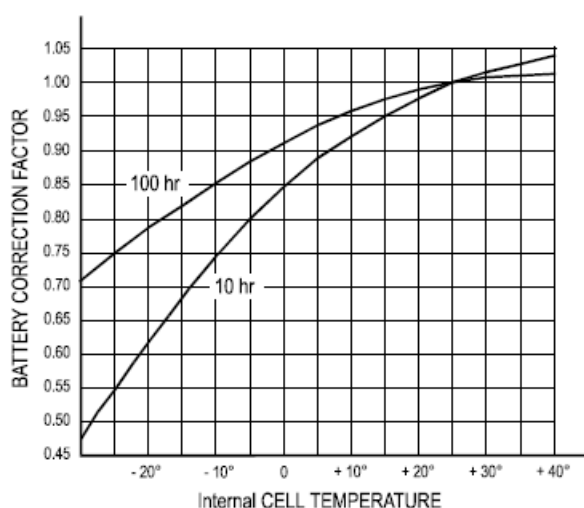
Επιλέγονται μπαταρίες βαθιάς εκφόρτισης και ως εκ τούτου σε κάθε ημερήσιο κύκλο μπορούν να αποφορτίζονται κατά 80% επομένως η συστοιχία μπαταριών θα πρέπει να έχει χωρητικότητα $682/0,8 = 852,5\text{Ah}$.

Επίσης, θα πρέπει να λάβουμε υπόψιν και τις απώλειες του αντιστροφέα, καθώς μέσω

αυτού θα τροφοδοτήσουμε τα AC φορτία. Θεωρούμε (ώστε να είμαστε από την ασφαλή πλευρά) απόδοση του αντιστροφέα 90%, άρα προκύπτει χωρητικότητα μπαταριών 937Ah.

Καθώς το σύστημα είναι οικιακό ο ρυθμός χρησιμοποίησης της ισχύος είναι μικρός, και ως εκ τούτου η χωρητικότητα των μπαταριών που τελικώς υπολογίστηκε στα **937Ah** και **48V DC** αναφέρεται σε ρυθμό εκφόρτισης C100.

Η χωρητικότητα της μπαταρίας επηρεάζεται από τη θερμοκρασία. Καθώς η θερμοκρασία πέφτει, η χωρητικότητα της μπαταρίας μειώνεται. Το γράφημα που ακολουθεί παρουσιάζει ένα συντελεστή διόρθωσης για λειτουργία σε χαμηλές θερμοκρασίες. Σημειώστε ότι ο συντελεστής διόρθωσης θερμοκρασίας είναι 1 στους 25 ° C, καθώς αυτή είναι η θερμοκρασία στην οποία καθορίζεται η χωρητικότητα της μπαταρίας.



Εικόνα 5.1 Συντελεστής διόρθωσης χωρητικότητας μπαταρίας με τη θερμοκρασία

Για το σύστημα που μελετάμε, θεωρούμε ότι θα προβλεφθεί κατάλληλος χώρος ώστε η θερμοκρασία να διατηρείται σε επίπεδα δωματίου καθ' όλες τις εποχές, οπότε αγνοούμε τον συντελεστή διόρθωσης βάσει θερμοκρασίας.

Μπαταρίες τύπου βαθιάς εκφόρτισης θα πρέπει να επιλεγούν για την απαιτούμενη τάση του συστήματος και την χωρητικότητα συνδεδεμένες εν σειρά στη συστοιχία μπαταριών. Παράλληλες σειρές μπαταριών δεν συνιστώνται. Σε περίπτωση που αυτό είναι απαραίτητο, σε κάθε σειρά πρέπει να εγκατασταθεί ξεχωριστή ασφάλεια.

Το εμπορικό κόστος των μπαταριών 1000Ah/2V είναι 200€, και για τη συγκεκριμένη συστοιχία μπαταριών θα χρειαστούμε 24 τέτοια στοιχεία, επομένως το συνολικό κόστος θα ανέλθει στα 4800€.

5.4 Διαστασιολόγηση Η/Ζ

Στα ηλεκτροπαραγωγά ζεύγη, ο κινητήρας μπορεί να είναι είτε χειροκίνητο ή αυτόματο ξεκίνημα. Είναι διαθέσιμα μοντέλα με καύσιμα όπως βενζίνη, υγρό προπάνιο, αέριο, πετρέλαιο. Τα Η/Ζ είναι συνήθως μεγάλα σε μέγεθος και ως εκ τούτου εγκαθίστανται σε μόνιμη θέση (δεν είναι δηλαδή φορητά) και έχουν ως καύσιμο το diesel. Τα πλεονεκτήματα των Η/Ζ απαριθμούνται σε πιο αποδοτική χρήση των καυσίμων, μεγαλύτερες περιόδους συνεχούς λειτουργίας, χαμηλά επίπεδα θορύβου, και ταχύτερη εκκίνηση μετά από διακοπές ρεύματος. Το κύριο μειονέκτημα των γεννητριών με κινητήρα είναι το υψηλό αρχικό κόστος.

Οι γεννήτριες με μίζα έχουν κάποια πλεονεκτήματα, όπως χαμηλότερο αρχικό κόστος, λιγότερη συντήρηση, καθώς δεν υπάρχει η μία μηχανή, και η φορητότητα. Τα μειονεκτήματα αυτών των γεννητριών είναι η πιο θορυβώδης λειτουργία και η περιορισμένη ικανότητα παραγωγής. Αυτές οι γεννήτριες χρειάζονται επίσης αρκετά λεπτά για την εκκίνηση.

Οι γεννήτριες έχουν ταξινομηθεί από το ποσό της ηλεκτρικής ενέργειας που παράγουν σε κιλοβάτ (kW). Δύο ονομαστικές τιμές αναγράφονται στην πινακίδα της γεννήτριας. Ο μικρότερος αριθμός είναι η έξοδος ισχύος της γεννήτριας σε κανονική, συνεχή λειτουργία. Ο μεγαλύτερος αριθμός είναι η μέγιστη ισχύς που αποδίδεται συνήθως κατά την εκκίνηση. Αυτή είναι η ισχύς που παράγεται από τη γεννήτρια για βραχυπρόθεσμη υπερφόρτιση όπως όταν ξεκινά ένας κινητήρα.

Οι γεννήτριες πρέπει να παράγουν το ίδιο είδος ισχύος με την ίδια τάση και συχνότητα όπως στο δίκτυο. Οι τιμές τάσης και συχνότητας είναι συνήθως 120/240 Volt, 50 Hz εναλλασσόμενου ρεύματος (AC) . Αυτό το είδος του ηλεκτρικού συστήματος μπορεί να τροφοδοτήσει μονοφασικούς κινητήρες από 1/ 4 έως 10 ίππους (hp). Μεγαλύτεροι κινητήρες απαιτούν τριφασικό σύστημα.

Συστήματα πλήρους φορτίου

Ένα σύστημα για το πλήρες ηλεκτρικό φορτίο πρέπει να μπορεί να παρέχει ισχύ για το σύνολο της κατοικίας. Αυτόματη εκκίνηση συνιστάται για συστήματα πλήρους φορτίου για την αποφυγή διακοπών της παροχής ρεύματος. Το κύριο πλεονέκτημα των συστημάτων πλήρους φορτίου είναι ότι όλος ο εξοπλισμός μπορεί να ξεκινήσει ταυτόχρονα. Επιπλέον, η μεγαλύτερη ικανότητα παραγωγής ισχύος των συστημάτων πλήρους φορτίου επιτρέπει μεγαλύτερη ευελιξία στην προσθήκη εξοπλισμού.

Σύνδεση του συστήματος γεννήτριας

Ακατάλληλα συνδεδεμένες γεννήτριες μπορεί να δημιουργήσουν σοβαρούς κινδύνους για την ασφάλεια. Οι γεννήτριες πρέπει να συνδέονται με ένα σύστημα καλωδίωσης μέσω μιας συσκευής μεταφοράς που αποτρέπει την ενέργεια από την τροφοδοσία πίσω στη γραμμή παροχής. Συνήθως εγκαθίσταται ένας διπολικός διακόπτης ώστε να αποφεύγονται οι αναδράσεις .

Οι γεννήτριες θα πρέπει να τοποθετούνται σε κατάλληλο ερμάριο ώστε να προστατεύονται από τις καιρικές συνθήκες και να πακτώνονται σε ειδική βάση από τσιμέντο. Θα πρέπει να παρέχεται επαρκής χώρος εισόδου και εξόδου του αέρα ώστε να εκτονώνεται η υπερβολική θερμότητα. Τα καυσαέρια θα πρέπει να οδηγούνται σε εξωτερικούς χώρους με ασφάλεια και μακριά από τις εισόδους της κατοικίας. Οι σωλήνες εξάτμισης πρέπει να είναι τουλάχιστον 6 ίντσες μακρυνάι από εύφλεκτα υλικά .

Οι γεννήτριες αυτόματης εκκίνησης θα πρέπει να ξεκινήσουν αυτόματα όταν η γίνει διακοπή της παροχής ρεύματος από το δίκτυο και να σταματήσουν όταν αποκατασταθεί η τροφοδοσία.

Το χρόνος αυτονομίας μίας μίας γεννήτριας εξαρτάται από το μέγεθος της δεξαμενής καυσίμου και το μέγεθος του φορτίου που συνδέεται στη γεννήτρια. Υψηλότερα φορτία απαιτούν περισσότερο καύσιμο. Η βενζίνη και το ντίζελ που χρησιμοποιείται ως καύσιμο χρησιμοποιούν ελαφρώς λιγότερα καύσιμα από ό, τι εκείνες που τροφοδοτούνται από LP - gas.

Συντήρηση

Οι γεννήτριες πρέπει να διατηρούνται καθαρές και σε καλή κατάσταση λειτουργίας, ώστε να είναι έτοιμες για άμεση χρήση. Η συσσώρευση σκόνης και βρωμιάς στον κινητήρα μπορεί να προκαλέσει την υπερθέρμανσή του όταν λειτουργεί. Για να διατηρούνται οι μηχανές σε καλή κατάσταση λειτουργίας, οι γεννήτριες θα πρέπει να λειτουργούν κάτω από τουλάχιστον το 50 τοις εκατό του φορτίου για σύντομα χρονικά διαστήματα όλο το χρόνο. Το καύσιμο θα πρέπει να αντικατασταθεί ή να καταναλωθεί κάθε δύο μήνες για να αποφεύγεται η συμπύκνωση υγρασίας μέσα στη δεξαμενή.

Υπολογισμός Απαιτούμενης Ισχύος

Για τη διαστασιολόγηση του H/Z θα πρέπει να λάβουμε υπόψιν ότι αυτό θα πρέπει να μπορεί να φορτίσει τις μπαταρίες παράλληλα τροφοδοτώντας κάποια μεγάλα φορτία της κατοικίας και ο ανορθωτής AC/DC που παρεμβάλλεται μεταξύ του H/Z και των μπαταριών έχει απώλειες (απόδοση 90%).

Το H/Z εκτός από τη φόρτιση των μπαταριών θα αναλαμβάνει να καλύψει την ισχύ εκκίνησης του μεγαλύτερου φορτίου που όπως φαίνεται από τον Πίνακα 6 είναι το κλιματιστικό. Δεν θα εκκινούνται πολλά φορτία μαζί, που έχουν αυξημένη ισχύ εκκίνησης, όπως η ηλεκτρική σκούπα και το πλυντήριο ρούχων. Αυτό, θα γίνεται εφικτό μέσω κατάλληλων ελεγκτών που δεν θα επιτρέπουν την ταυτόχρονη εκκίνηση του πλυντηρίου ρούχων και του κλιματιστικού.

Με βάση λοιπόν τα φορτία της κατοικίας το καλοκαίρι θα πρέπει να επιλέξουμε ένα H/Z που θα μπορεί να παράγει τουλάχιστον 9558 Watts συνολικά και 19308 Watts εκκίνησης.

Θεωρώντας συντελεστή ισχύος 0,8 προκύπτει ότι το κατάλληλο H/Z για την περίπτωση μας, θα έχει ισχύ 12kVA με εκκίνηση 24kVA.

Πίνακας 6. Τιμές ισχύος εκκίνησης των φορτίων της κατοικίας

| Περιγραφή φορτίου | Αριθμός συσκευών | Ισχύς (W) | Αρχική Ισχύς (W) |
|--------------------------|------------------|-------------|------------------|
| Ψυγειοκαταψύκτης | 1 | 150 | 150 |
| Απορροφητήρας | 1 | 240 | - |
| Αναδευτήρας καφέ | 1 | 15 | - |
| πλέντερ moulipex | 1 | 200 | 200 |
| Τοσπέρα | 1 | 650 | 650 |
| Πλυντήριο ρούχων | 1 | 1200 | 2300 |
| Ατμοσίδερο | 1 | 2000 | - |
| Ηλεκτρική σκούπα | 1 | 1400 | 2500 |
| Τηλεόραση LCD 32" | 1 | 80 | - |
| Στεγνωτήρας μαλλιών | 1 | 1800 | - |
| Laptop | 1 | 50 | - |
| Εκτυπωτής | 1 | 20 | - |
| Στερεοφωνικό | 1 | 100 | - |
| Φωτισμός (εσωτερικός) | 2 | 15 | - |
| Φωτισμός (εσωτερικός) | 8 | 18 | - |
| Φωτισμός (εξωτερικός) | 3 | 60 | - |
| Ανεμιστήρας | 3 | 60 | 150 |
| Κλιματιστικό (12000 Btu) | 2 | 1500 | 9750 |
| Σύνολο | | 9558 | |

Επιλέγεται το Ηλεκτροπαραγωγό Ζεύγος **Cummins** 22KVA 50HZ 1500RPM/MIN, 380/400/415/440V 3PH με τα εξής χαρακτηριστικά:

Place of Origin: Guangdong, China (Mainland)

Brand Name: Cummins

Model Number: 4B3.9-G1

Output Type: AC Three Phase

Speed: 1500RPM/1800RPM

Frequency: 50HZ/60HZ

Rated Power: 22 KVA

Rated Voltage: 380/400/415/440V

Rated Current: 40A

Alternator: Stamford,Chinpower

Stamford,Chinpower: Deepsea, Chinpower

Fuel: diesel ,method,Water cooled

Warranty: 1year or 1000 hours

Starter Motor: DC24V

Protection Grade: IP23

Insulation Grade: H

Certificate: CE/BV/ISO

Payment: 30%TT +70%TT or 70%LC

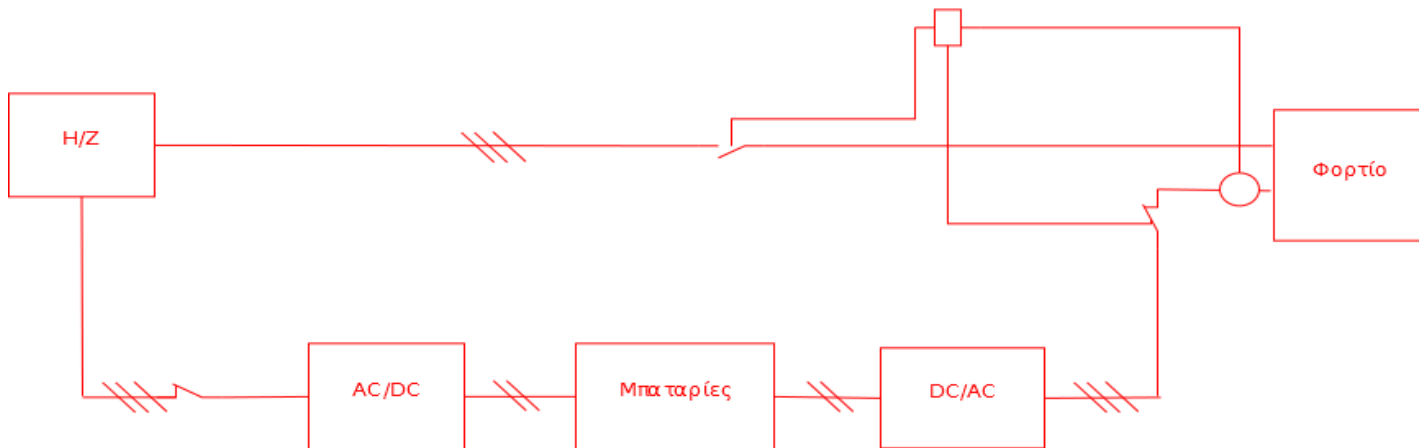
Discount price: 3% for 10pcs

Η τιμή του είναι 8300€ συμπεριλαμβανομένου του ΦΠΑ 23% (Πηγή <http://kidonakis.com>). Τα αναλυτικά τεχνικά χαρακτηριστικά παρουσιάζονται στον Πίνακα 7. Για την εκκίνηση του Η/Ζ θα χρειαστούν μπαταρίες (12V) οι οποίες περιλαμβάνονται στο σύστημα του Η/Ζ.

Πίνακας 7. Τεχνικά χαρακτηριστικά του Η/Ζ

| | |
|--|--|
| Gensets model | QD22C |
| Prime power | 18KW/22KVA |
| Standby power | 19KW/24KVA |
| Rated Voltage | 220/380V |
| Rated frequency(HZ) | 50HZ / 60HZ |
| Rated Speed | 1500rpm |
| Power Factor | 0.8(lagging) |
| Dimensions(mm) (L×W×H) | 1650x750x1446 |
| Genset Weight(kg) | 795 |
| 2. Specification of diesel engine | |
| Engine brand | CUMMINS |
| Engine model | 4B3.9-G1 |
| Number of Cylinders | 4 |
| Cylinder arrangement | Vertical in-line |
| Cycle | Four stroke |
| Aspiration | Turbocharged, Air / Air Cooling |
| Fuel System | Direct injection |
| Bore×Stroke (mm×mm) | 102 x 120 |
| Displacement (Liter) | 3.9 |
| Speed Governor | Electronic |
| Cooling System | Forced Water Cooling Cycle |
| Fuel Consumption at 100% Load (L/h) | 9.3 |
| Starting Method | DC24V electrical starting |
| 3. Specification of alternator | |
| Alternator brand | CHINPOWER |
| Alternator model | CP160C |
| Number of Phase | 3 |
| Number of Bearing | 1 |
| Protection Grade | IP23 |
| Altitude | ≤1000m |
| Exciter Type | Brushless ,Self-exciting, AVR automatic voltage regulating, 100% Copper winding wire |
| Insulation Class | H |
| Telephone Influence Factor (TIF) | ≤50 |
| THF | ≤2% |
| Voltage Regulation, Steady State | ≤±1% |
| Transient State Voltage | ≤-15%~+20% |
| Machine weightKG | 180 |
| 4. Specification of control Panel | |
| The control panel is AMF control panel, with the display of voltage, current, frequency, water temperature, oil pressure. The genset with low oil pressure, high water temperature, over speed, over load protection function. | |

Το μονογραμμικό διάγραμμα του συστήματος μπαταριών και Η/Ζ δίνεται στην Εικόνα 5.2.



Εικόνα 5.2 Μονογραμμικό διάγραμμα συστήματος

ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ

1. **Κάπος, Μιλτιάδης Μ.:** «Γειώσεις Και Αλεξικέραυνα» - Εκδόσεις Μιλτ. Κάπου Γ' έκδοση, (Αθήνα 1988)
2. **Κάπος, Μιλτιάδης Μ.:** «Ασφάλεια Ηλεκτρικών Εγκαταστάσεων» - Εκδόσεις Μιλτ. Κάπου (Αθήνα 1993)
3. **Κάπος, Μιλτιάδης Μ.:** «Υποσταθμοί Εσωτερικών Χώρων» - Εκδόσεις Μιλτ. Κάπου (Αθήνα 1991)
4. **Κάπος, Μιλτιάδης Μ.:** «Κανονισμοί Εσωτερικών Ηλεκτρικών Εγκαταστάσεων» Εκδόσεις Μιλτ. Κάπου (Αθήνα 1985)
5. **Κάπος, Μιλτιάδης Μ. :** «Θεμελιακές γειώσεις» Εκδόσεις Μιλτ. Κάπου (Αθήνα 2006)
6. **Χαμπερλέ, Ντ. Γκρέγκορ , Χαινζ, Ντ. Χαμπερλέ. :** «Ατζέντα ηλεκτρολόγου » Εκδόσεις Ευρωπαϊκές Τεχνολογικές Εκδόσεις (Αθήνα 1997)
7. **Ντοκόπουλος, Π. Πέτρος :** « Ηλεκτρικές Εγκαταστάσεις Καταναλωτών Μέσης Και Χαμηλής Τάσης» Εκδόσεις Ζήτη 2^η έκδοση, (Θεσσαλονίκη 1992).
8. **«Εγχειρίδιο Εφαρμογής Του Προτύπου ΕΛΟΤ HD384»** Εκδότης ΕΛΟΤ (Αθήνα 2004)
9. <http://www.petrogen.gr> - ΠΕΤΡΟΣ ΠΕΤΡΟΠΟΥΛΟΣ ΑΕΒΕ κατασκευάζει και διαθέτει αποκλειστικά Ηλεκτροπαραγωγά Ζεύγη ισχύος από 2 – 2200 KVA.
10. <http://www.eltrak.gr> - Στον κλάδο των ηλεκτροπαραγωγών ζευγών η ΕΛΤΡΑΚ CAT παρέχει πωλήσεις, ανταλλακτικά, συντηρήσεις και ενοικιάσεις γεννητριών Caterpillar

ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ - 1

ΝΟΜΟΘΕΤΙΚΟ ΠΛΑΙΣΙΟ ΓΙΑ ΗΛΕΚΤΡΟΠΑΡΑΓΩΓΑ ΖΕΥΓΗ

Για την Χορήγηση ή την Εξαίρεση από την Υποχρέωση Άδειας Παραγωγής

1. [Ν. 2773/99Ν.2773/1999 \(ΦΕΚ 286 Α'\)](#) «Απελευθέρωση της αγοράς ηλεκτρικής ενέργειας. Ρύθμιση θεμάτων ενεργειακής πολιτικής και λοιπές διατάξεις», όπως αυτός τροποποιήθηκε και συμπληρώθηκε με το Ν.2941/2001 (ΦΕΚ 201 Α') και Ν. 3468/2006 (ΦΕΚ 129 Α')
2. [Ν. 3468/2006 \(ΦΕΚ 129 Α'\)](#) Άρθρο 24 και Άρθρο 28 «Παραγωγή Ηλεκτρικής ενέργειας από Ανανεώσιμες Πηγές Ενέργειας και Συμπαραγωγή Ηλεκτρισμού και θερμότητας Υψηλής Απόδοσης και λοιπές διατάξεις»
3. [Υ.Α. Δ5-ΗΛ/Β/Φ1/οικ.17951/2000 \(ΦΕΚ1498 Β'\)](#) «Κανονισμός Αδειών Παραγωγής και Προμήθειας Ηλεκτρικής Ενέργειας. (Έκδοση 1)»

Για την χορήγηση Άδειας Εγκαταστάσεων και Λειτουργίας

4. [Ν.2244/1994 \(ΦΕΚ168 Α'\)](#) «Ρύθμιση θεμάτων ηλεκτροπαραγωγής από ανανεώσιμες πηγές ενέργειας και από συμβατικά καύσιμα και άλλες διατάξεις», όπως αυτός τροποποιήθηκε με το Ν.2773/1999 (ΦΕΚ 286 Α') και το Ν.3468/2006 (ΦΕΚ 129'Α')
5. [Κ.Υ.Α. Δ6/Φ1/οικ.8295/1995 \(ΦΕΚ385 Β'\)](#) Α.«Διαδικασίες και δικαιολογητικά που απαιτούνται για την έκδοση των αδειών εγκατάστασης και λειτουργίας σταθμών ηλεκτροπαραγωγής, τα καταβλητέα παράβολα καθώς και κάθε άλλη λεπτομέρεια» Β.«Καθορισμός γενικών τεχνικών και οικονομικών όρων των συμβάσεων μεταξύ παραγωγών και ΔΕΗ, λεπτομέρειες διαμόρφωσης των τιμολογίων καθώς και όροι διασύνδεσης»

Σχετική Νομοθεσία

6. [Ν.2941/2001 \(ΦΕΚ 201 Α'\)](#) μόνο τα Άρθρα 2 και 8 «Απλοποίηση διαδικασιών ίδρυσης εταιρειών, αδειοδότησης Ανανεώσιμων Πηγών Ενέργειας και άλλες διατάξεις»
7. Ερμηνευτική Εγκύκλιος Αρ. Πρ. Δ6/Φ1/16262/21-9-2001 του Υπ.Αν. «Ερμηνευτική εγκύκλιος άρθρου 2 Ν.2941/2001 για την απλοποίηση διαδικασιών αδειοδότησης έργων ηλεκτροπαραγωγής με χρήση ανανεώσιμων πηγών ενέργειας»
8. [Π.Δ.92/1993 \(ΦΕΚ 38 Α'\)](#) §42: «Μεταβίβαση αρμοδιοτήτων για την εγκατάσταση και λειτουργία εφεδρικών Η/Ζ στις Νομαρχιακές Υπηρεσίες»
9. Εγκύκλιος αρ. Δ5/ΗΛ/Γ/Φ26/38/13330/20-7-2001 του Υπ.Αν. «Μεταβίβαση αρμοδιοτήτων στις Περιφέρειες»

ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ - 2

Εγκατάσταση Εφεδρικού Ηλεκτροπαραγωγού ζεύγους

Βάσει της ισχύουσας νομοθεσίας για την αδειοδότηση των εφεδρικών Ηλεκτροπαραγωγών Ζευγών (H/Z) προβλέπονται τα ακόλουθα:

- Σύμφωνα με το Ν.2773/99 (άρθρο 10) και το Ν. 3468/06 (άρθρο 24 παράγραφος Γ), όλα τα εφεδρικά H/Z, ανεξαρτήτως ισχύος, απαλλάσσονται από την υποχρέωση λήψης άδειας παραγωγής, υποχρεούνται όμως στη λήψη εξαίρεσης από την άδεια παραγωγής, που εκδίδεται από τη Ρυθμιστική Αρχή Ενέργειας (ΡΑΕ).
- Με την Υπ. Απόφαση Δ5-ΗΛ/Γ/Φ.6/οικ.25131 (ΦΕΚ/Β'/2442/11.12.2009), όλα τα εφεδρικά H/Z απαλλάσσονται και από την έκδοση άδειας εγκατάστασης και λειτουργίας, υποχρεούνται όμως στη λήψη σχετικής εξαίρεσης από τις κατά τόπους Υπηρεσίες της διοικητικής Περιφέρειας. Μεταξύ των δικαιολογητικών που απαιτούνται για την έκδοση της εξαίρεσης αυτής είναι και η Πρόσθετη Συμφωνία για εφεδρική ηλεκτροπαραγωγή με τη ΔΕΔΔΗΕ Α.Ε.

Για την εγκατάσταση εφεδρικού H/Z τα δικαιολογητικά που απαιτείται να κατατεθούν στη ΔΕΔΔΗΕ Α.Ε. είναι τα ακόλουθα:

- Έγγραφο εξαίρεσης λήψης άδειας παραγωγής από τη ΡΑΕ (Ν.2773/99 άρθρο 10 και Ν. 3468/06 άρθρο 24 παράγραφος Γ).
- Υπεύθυνη Δήλωση Εγκαταστάτη ηλεκτρολόγου (ΥΔΕ), η οποία περιέχει τις αναγκαίες διατάξεις λειτουργίας του εφεδρικού H/Z (διακόπτης διπλής ενέργειας).

Αφού οι υπόψη διατάξεις ελεγχθούν από τη ΔΕΔΔΗΕ Α.Ε. και διαπιστωθεί ότι εξασφαλίζεται η μη παράλληλη λειτουργία του H/Z με το δίκτυο της ΔΕΗ Α.Ε., θα συντάσσεται η Πρόσθετη Συμφωνία παροχής ρεύματος, η οποία θα υπογράφεται σε δύο αντίτυπα (για τη ΔΕΔΔΗΕ Α.Ε. και τον αντισυμβαλλόμενο). Η υπόψη Πρόσθετη Συμφωνία θα προσκομίζεται από τον ενδιαφερόμενο στις κατά τόπους Υπηρεσίες της διοικητικής Περιφέρειας, για τη λήψη εξαίρεσης από την άδεια εγκατάστασης και λειτουργίας.

Σημειώνουμε ότι, όποτε διαπιστώνεται από τη ΔΕΔΔΗΕ Α.Ε. λειτουργία εφεδρικού Η/Ζ χωρίς να έχει τηρηθεί η προαναφερόμενη διαδικασία, δηλαδή χωρίς σύναψη Πρόσθετης Συμφωνίας, αποστέλλεται επιστολή στον πελάτη, με κοινοποίηση στην Υπηρεσία της διοικητικής Περιφέρειας. Με την υπόψη επιστολή ο πελάτης ενημερώνεται ότι εάν σε διάστημα 60 ημερολογιακών ημερών, από την ημερομηνία πρωτοκόλλου της επιστολής, δεν προσκομίσει στη ΔΕΔΔΗΕ ΑΕ έγγραφο εξαίρεσης από τη ΡΑΕ καθώς και την προβλεπόμενη, από το άρθρο 4 του Ν.4483/65, ΥΔΕ, προκειμένου να συναφθεί η Πρόσθετη Συμφωνία για την εφεδρική ηλεκτροπαραγωγή του, η ΔΕΔΔΗΕ Α.Ε. αμέσως μετά και χωρίς άλλη ειδοποίηση θα προβεί στη διακοπή της παροχής ρεύματος στο ακίνητό του.

