

Τεχνολογικό Εκπαιδευτικό Ίδρυμα
Τ.Ε.Ι. ΠΕΙΡΑΙΑ

Εφαρμογές Ηλεκτροπαραγωγών Ζευγών

ΠΤΥΧΙΑΚΗ ΕΡΓΑΣΙΑ Του ΒΛΑΔΙΜΗΡΟΥ ΔΕΝΔΡΑΛΙΔΗ

Επιβλέπων : Δρ Σταύρος Καμινάρης, Επίκουρος καθηγητής ΤΕΙ ΠΕΙΡΑΙΑ

Περιεχόμενα Πτυχιακής

- ❖ Εισαγωγή
- ❖ Γεννητρια
- ❖ Κινητήρας
- ❖ Λειτουργία & Συντήρηση Η/Ζ
- ❖ Ηλεκτρικοί Συσσωρευτες
- ❖ Σχεδιασμος Συστηματος Η/Ζ για κατοικια

Εισαγωγή

Τα βασικά μέρη του
ηλεκτροπαραγωγού
ζεύγους

Η γεννήτρια

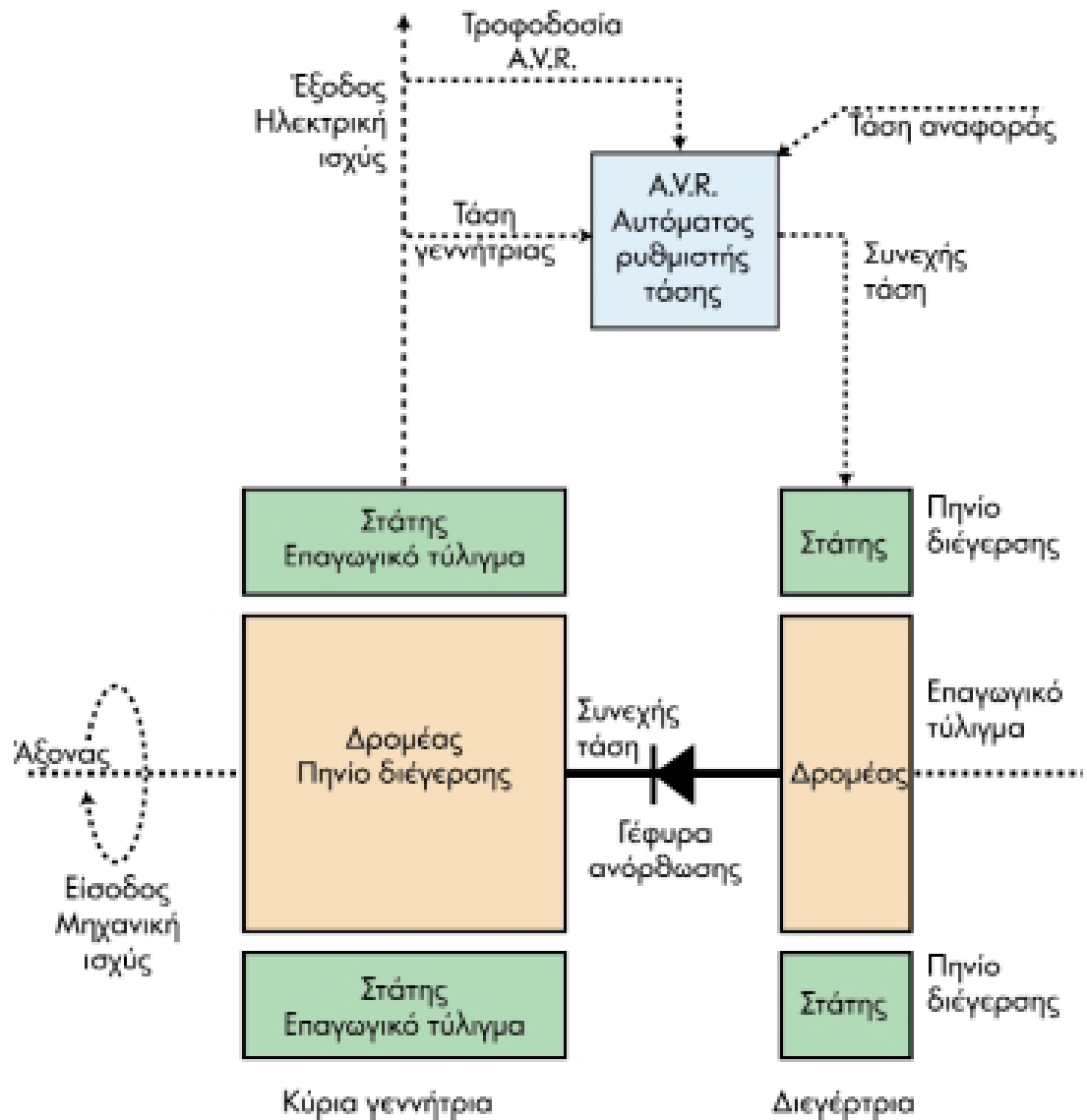
Ο κινητήρας
(κινητήρια
μηχανή)

Ο πίνακας
ελέγχου και
μεταγωγής

Η βάση
στήριξης

Γεννητριά – Γενικά Στοιχεία

- Σχήμα : Γεννήτριά αυτοδιεγειρόμενη



1) ΓΕΝΝΗΤΡΙΑ – ΓΕΝΙΚΑ ΣΤΟΙΧΕΙΑ

- Στα Η/Ζ χρησιμοποιούνται κυρίως γεννήτριες περιστρεφόμενου πεδίου, χωρίς ψήκτρες, αυτοδιεγχειρόμενες

- Σύστημα ελέγχου τάσης

Η τάση εξαρτάται από :

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

- Επιλογή γεννήτριας

- ❖ Τεχνικά Χαρακτηριστικά (Συχνότητα, Αριθμος Φάσεων, Τάση, Ισχύς)
- ❖ Ισχύς (Ηλ. Φορτίο , Φορτίο Εκκίνησης, Θερμοκρασία Περιβάλλοντος, Υψόμετρο)

2) ΚΙΝΗΤΗΡΑΣ- ΓΕΝΙΚΑ ΣΤΟΙΧΕΙΑ

- Οι κινητήρες που χρησιμοποιούνται στα Η/Ζ είναι μηχανές εσωτερικής καύσης και διακρίνονται σε :
 - ❖ Πετρελαίου (ντίζελ – diesel)
 - ❖ Βενζίνης
 - ❖ Αερίου
- Ο κινητήρας είναι εξοπλισμένος με τα παρακάτω συστήματα:
 - ❖ Σύστημα εκκίνησης
 - ❖ Σύστημα ψύξης
 - ❖ Σύστημα λίπανσης
 - ❖ Σύστημα ρύθμισης ταχύτητας

Κινητήρες πετρελαίου (ντίζελ)

Καύσιμο : Πετρέλαιο

Ισχύς : 2.5KW – Μερικά MW

ΠΛΕΟΝΕΚΤΗΜΑΤΑ

- ❖ Στιβαρότητα
- ❖ Αξιοπιστία
- ❖ Μεγάλη διάρκεια ζωής
- ❖ Χαμηλό λειτουργικό κόστος
- ❖ Μικρο μέγεθος

ΜΕΙΟΝΕΚΤΗΜΑΤΑ

- ❖ Μεγάλο κόστος αγοράς
- ❖ Βαρος

Κινητήρες βενζίνης

Καύσιμο : Βενζίνη

Ισχύς : Εως 100KW

ΠΛΕΟΝΕΚΤΗΜΑΤΑ

- ❖ Μικρό κόστος αγοράς
- ❖ Γρήγορη Εκκίνηση

ΜΕΙΟΝΕΚΤΗΜΑΤΑ

- ❖ Μεγάλο λειτουργικό κόστος
- ❖ Μικρό χρόνο αποθήκευσης καυσίμου
- ❖ Μικρό μέσο χρόνο συντήρησης

Κινητήρες αερίου

Καύσιμο : Αέριο

Ισχύς : Εως 600KW

- ❖ Μικρό κόστος αγοράς
- ❖ Γρήγορη Εκκίνηση
- ❖ Μικρη Συντηρηση
- ❖ Μεγάλη διάρκεια ζωής

3) ΛΕΙΤΟΥΡΓΙΑ & ΣΥΝΤΗΡΗΣΗ Η/Ζ

- 1) Πίνακας Ελέγχου, Αυτοματισμού και Μεταγωγής Ισχύος
- 2) Βάση Στήριξης
- 3) Ισχύς και φόρτιση Η/Ζ
- 4) Τρόποι Λειτουργίας Η/Ζ
- 5) Συντήρηση Η/Ζ

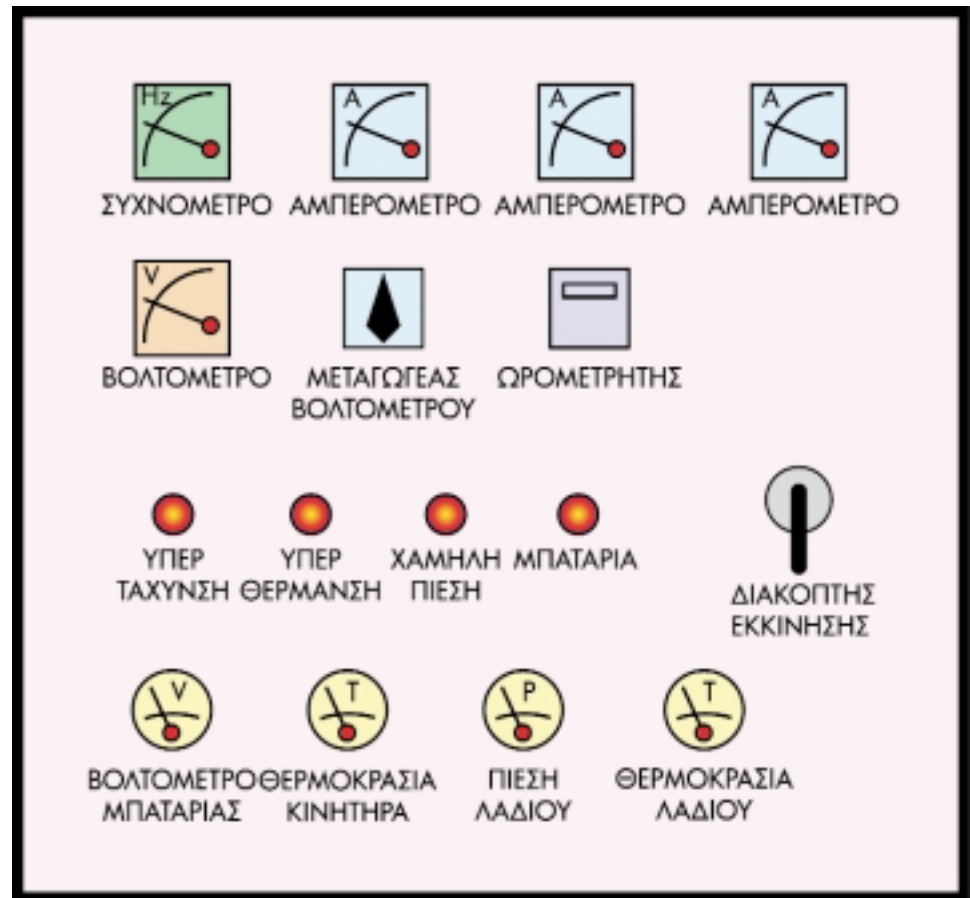
Πίνακας Ελέγχου, Αυτοματισμού και Μεταγωγής Ισχύος

Στην πόρτα του πίνακα τοποθετούνται:

- a) Όργανα παρακολούθησης της λειτουργίας του Η/Ζ (Συχνομετρο, Αμπερομετρο κ.τ.λ.)
- b) Ενδεικτικές λυχνίες (Αποτυχίας εκκίνησης, Υψηλής Θερμοκρασίας κ.τ.λ.)
- c) Κουμπιά (μπουτόν) και διακόπτες χειρισμού για αυτόματη ή χειροκίνητη λειτουργία του Η/Ζ (Μπουτόν εκκίνησης Η/Ζ, Μπουτόν παύσης Η/Ζ κ.τ.λ.)

Στο εσωτερικό του πίνακα υπάρχουν:

- a) Το σύστημα προστασίας της γεννήτριας από υπερφόρτιση και βραχυκύκλωμα
- b) Τα συστήματα προστασίας του κινητήρα από : Υπερτάχυνση, Χαμηλή πίεση λαδιού κ.τ.λ.
- c) Κύκλωμα αυτοματισμού (ηλεκτρονομοι, ασφαλείες)
- d) Φορτιστή 12 ή 24 V DC για συντηρητική φορτιστή των συσσωρευτών από το δίκτυο.
- e) Μετασχηματιστές (έντασης) ρεύματος, ένας για κάθε αμπερόμετρο
- f) Κύκλωμα ισχύος στο οποίο περιέχεται ο μεταγωγικός διακόπτης



Εικόνα : Εξωτερική όψη πίνακα χειροκίνητης λειτουργίας

Βαση Στήριξης

Το ζεύγος κινητήρα – γεννήτριας τοποθετείται σε μεταλλική βάση. Η βάση έχει μορφή πλαισίου, φέρει πλαστικά αντικραδασμικά στηρίγματα και διαθέτει υποδοχές για την ανύψωση και μεταφορά του ηλεκτροπαραγωγού ζεύγους

Ισχύς και φόρτιση H/Z

Εφεδρική

200 Hours/Year
25 Hours/Year at 100%

Κύρια

500 Hours/Year at 100%
1H / 12h Overload 10%

Τρόποι Λειτουργίας H/Z

Χειροκίνητη

Αυτόματη

Συντηρηση - Ενδεικτική συντήρηση του H/Z

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 ιμάντων
- ❖ Αλλαγή φίλτρου αέρα
- ❖ Έλεγχος αντικραδασμικών στηριγμάτων βάσης

4) ΗΛΕΚΤΡΙΚΟΙ ΣΥΣΣΩΡΕΥΤΕΣ

- ❖ Σχεδιαστική δομή και αρχή λειτουργίας συσσωρευτών
- ❖ Χαρακτηριστικά Μεγέθη των Συσσωρευτών
- ❖ Διαστασιολόγηση Συσσωρευτών

Αρχή λειτουργίας 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

Σχεδιαστική δομή

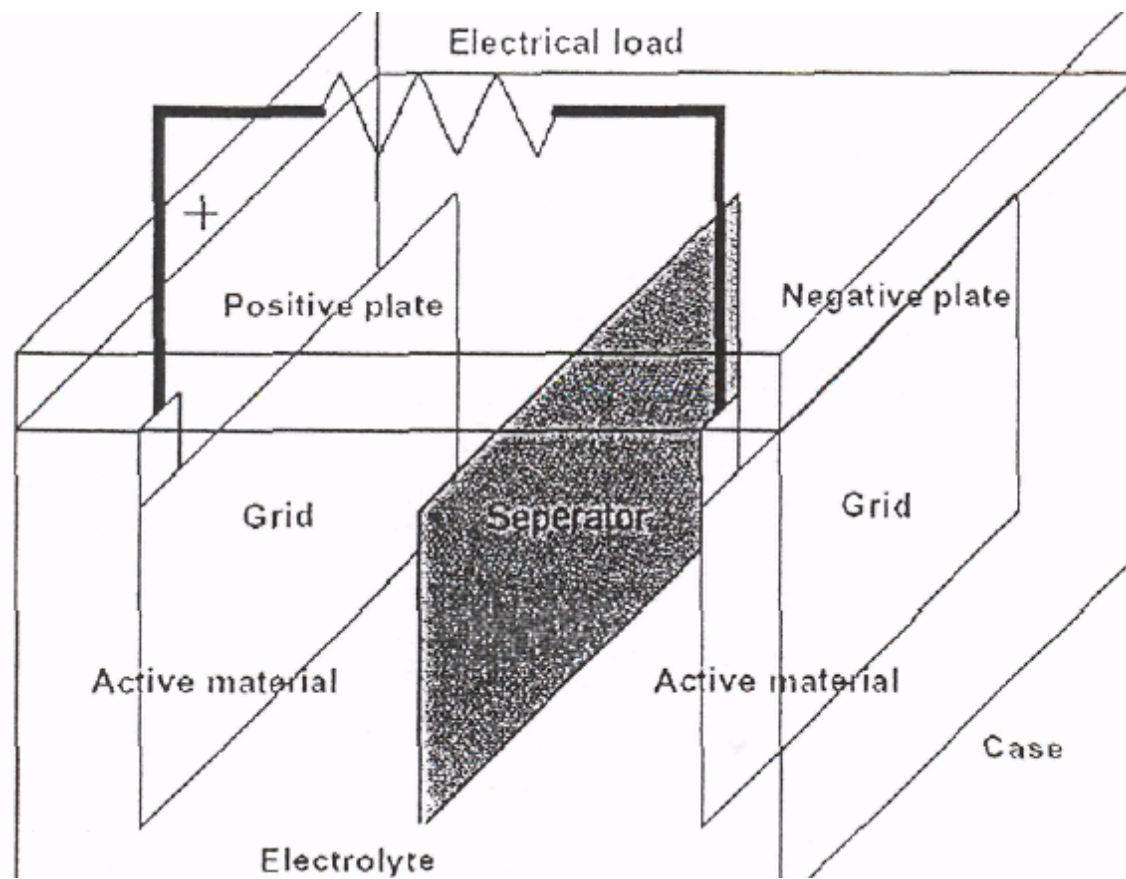
- Κυψελίδα cell
- Ενεργό Υλικό (Active Material)
- Ηλεκτρολύτης
- Πλέγμα (Grid)
- Πλάκες (Plates)
- Διαχωριστής (Separator)
- Πόλοι ή Τερματικοί Πόλοι (Terminal Poles):

Χαρακτηριστικά Μεγέθη των Συσσωρευτών

- Χωρητικότητα
- Εκφόρτιση και επιτρεπόμενο βάθος εκφόρτισης.
- Αυτοεκφόρτιση
- Φόρτιση
- Συντελεστής φόρτισης και απόδοση ισχύος

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

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



Σχήμα : Κυψελίδα συσσωρευτή

Διαστασιολόγηση Συσσωρευτών

C = Ενεργη Χωρητικότητα

C_N = Ονομαστική Χωρητικότητα

E = Μέγιστη Ηλεκτρική Ενέργεια

β = Βάθος Εκφόρτισης

α = Συντελεστής Απόδοσης
Συσσωρευτών Μολύβδου

$$C = C_N \times \beta$$

Αξιοποιησιμη Χωρητικοτητα

$$E = C \times V = C_N \times \beta \times V \quad (\text{Μεγιστη Ηλεκτρικη Ενεργεια})$$

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

Ονομαστική του
Χωρητικότητα **C_N**

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

Ενεργός
Χωρητικότητα

5) ΣΧΕΔΙΑΣΜΟΣ ΣΥΣΤΗΜΑΤΟΣ Η/Ζ ΓΙΑ ΚΑΤΟΙΚΙΑ


- ❖ Ηλεκτρικές Καταναλώσεις**
- ❖ Διαστασιολόγηση Μπαταριών**
- ❖ Διαστασιολόγηση Η/Ζ**
- ❖ Μονογραμμικό διάγραμμα του συστήματος μπαταριών και Η/Ζ**

Πίνακας 1 : Ημερήσια κατανάλωση 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
πλύντερ 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 2 : Ημερήσια κατανάλωση κατά τους Θερμούς μήνες

Περιγραφή φορτίου	Αριθμός συσκευών	Ισχύς (W)	Ώρες λειτουργίας (h)	Ημερήσια ηλεκτρική κατανάλωση (Wh)
Ψυγειοκαταψύκτης	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
Ατμοσίδερο	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
Στερεοφωνικό	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



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

Διαστασιολόγηση Μπαταριών

Εκτίμηση Τάσης Συστήματος

0-1 kWh

→ 12 V

1 - 4 kWh

→ 24 V

4 – και ανω kWh

→ 48 V

Χωρητικότητα μπαταριών

→ $5181,5\text{Wh}/48\text{V} = 108\text{Ah}$ (Χειμερινοί Μήνες)

→ $16376,5\text{Wh}/48\text{V} = 341\text{Ah}$ (Θερινοί Μήνες)

Μερες Αυτονομίας (2)

→ $2 * 341 = 682\text{Ah}$

Μπαταρίες βαθιάς εκφόρτισης αποφορτίζονται κατά 80%

→ $682\text{Ah} / 0,8 = 852,5\text{Ah}$

Απωλεις Αντιστροφεια 10%

→ $852,5\text{Ah} \times 10\% = 937\text{Ah}$

Θερμοκρασια (Αμελητητα)

Συμπερασμα : 24 Μπαταριες τυπου 1000Ah/2V (4800€ ΚΟΣΤΟΣ)

Διαστασιολόγηση H/Z

- ❖ 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.

Περιγραφή φορτίου	Αριθμός συσκευών	Ισχύς (W)	Αρχική Ισχύς (W)
Ψυγείοκαταψύκτης	1	150	150
Απορροφητήρας	1	240	-
Αναδευτήρας καφέ	1	15	-
πλύντερ moulinex	1	200	200
Τοστιέρα	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	

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

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

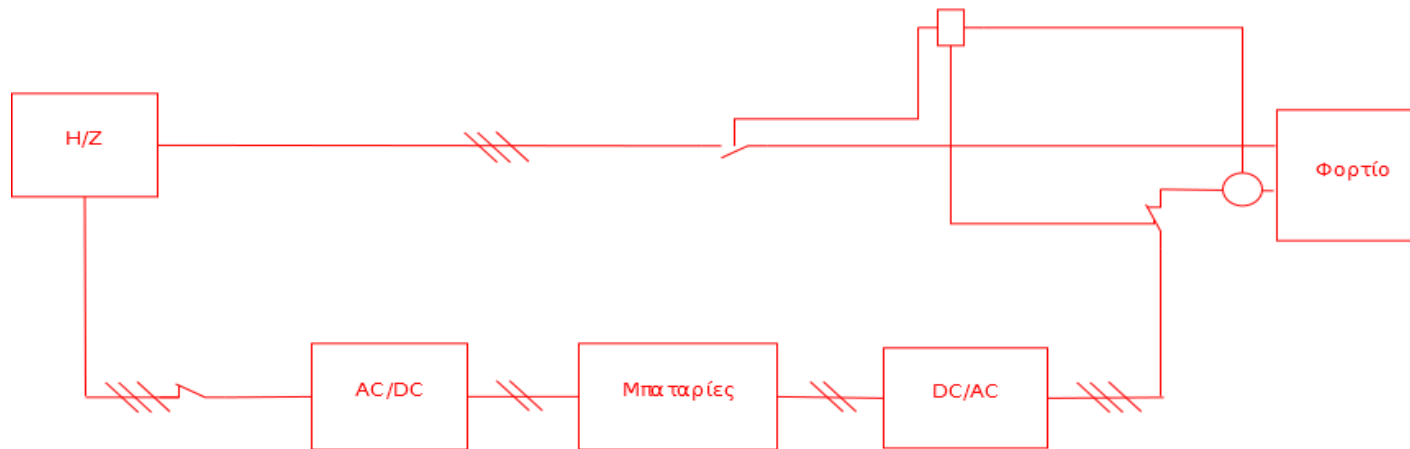
Επιλέγεται το Ηλεκτροπαραγωγό Ζεύγος :

Cummins 22KVA 50HZ 1500RPM/MIN, 380/400/415/440V 3PH

Τιμή Αγοράς : 8300€

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 weight:KG	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.	



Εικόνα 5.2 Μονογραμμικό διάγραμμα συστήματος

ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ - 1

ΝΟΜΟΘΕΤΙΚΟ ΠΛΑΙΣΙΟ ΓΙΑ ΗΛΕΚΤΡΟΠΑΡΑΓΩΓΑ ΖΕΥΓΗ

Για την Χορήγηση ή την Εξαίρεση από την Υποχρέωση Άδειας Παραγωγής

[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')

[Ν. 3468/2006 \(ΦΕΚ 129 Α'\)](#) Άρθρο 24 και Άρθρο 28 «Παραγωγή Ηλεκτρικής ενέργειας από Ανανεώσιμες Πηγές Ενέργειας και Συμπαγωγή Ηλεκτρισμού και θερμότητας Υψηλής Απόδοσης και λοιπές διατάξεις»

[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

[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')

[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

[Ν.2941/2001 \(ΦΕΚ 201 Α'\)](#) μόνο τα Άρθρα 2 και 8 «Απλοποίηση διαδικασιών ίδρυσης εταιρειών, αδειοδότησης Ανανεώσιμων Πηγών Ενέργειας και άλλες διατάξεις»

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»

[Π.Δ.92/1993 \(ΦΕΚ 38 Α'\)](#) §42: «Μεταβίβαση αρμοδιοτήτων για την εγκατάσταση και λειτουργία εφεδρικών Η/Ζ στις Νομαρχιακές Υπηρεσίες»

Εγκύκλιος αρ. Δ5/ΗΛ/Γ/Φ26/38/13330/20-7-2001 του Υπ.Αν. «Μεταβίβαση αρμοδιοτήτων στις Περιφέρειες»