



**ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ ΠΕΛΟΠΟΝΝΗΣΟΥ**

**ΣΧΟΛΗ ΜΗΧΑΝΙΚΩΝ**

**ΤΜΗΜΑ ΗΛΕΚΤΡΟΛΟΓΩΝ ΜΗΧΑΝΙΚΩΝ ΚΑΙ ΜΗΧΑΝΙΚΩΝ**

**ΥΠΟΛΟΓΙΣΤΩΝ**

**ΠΤΥΧΙΑΚΗ ΕΡΓΑΣΙΑ**

**ΗΛΕΚΤΡΟΛΟΓΙΚΗ ΜΕΛΕΤΗ ΔΗΜΑΡΧΕΙΟΥ**

**ΒΥΡΛΟΣ ΔΗΜΗΤΡΙΟΣ ΑΜ: 7074**

**ΜΑΡΣΗΣ ΕΥΑΓΓΕΛΟΣ ΑΜ:7553**

**ΕΠΙΒΛΕΠΩΝ ΚΑΘΗΓΗΤΗΣ: ΣΧΟΙΝΑΣ ΝΙΚΟΛΑΟΣ**

**ΠΑΤΡΑ 2022**

## ΠΕΡΙΛΗΨΗ

Αντικείμενο της παρούσας πτυχιακής εργασίας είναι ηλεκτρολογική μελέτη ενός δημαρχείου. Στο πρώτο κεφάλαιο αναλύονται οι διαφορές μεταξύ μιας οικιακής ηλεκτρολογικής εγκατάστασης και μιας εγκατάστασης μεγαλύτερης κλίμακας, σε κτήρια δηλαδή κοινής ωφέλειας. Ακολουθεί το δεύτερο κεφάλαιο, όπου παρουσιάζονται η δομή και η λειτουργία ενός υποσταθμού και στο τρίτο κεφάλαιο περιγράφονται αναλυτικά τα είδη των μετασχηματιστών που χρησιμοποιούνται στους υποσταθμούς. Στο τέταρτο κεφάλαιο αναλύεται η λειτουργία ενός συστήματος αδιάλειπτης λειτουργίας και στο πέμπτο κεφάλαιο παρουσιάζεται η λειτουργία και τα χαρακτηριστικά ενός ηλεκτροπαραγωγού ζεύγους, συστήματα που χρησιμοποιούνται σε μεγάλες εμπορικές εγκαταστάσεις. Κατόπιν, στο έκτο κεφάλαιο αναλύονται τα πεδία μέσης και χαμηλής τάσης που χρησιμοποιούνται και στην εν λόγω εγκατάσταση όπως εξάλλου προκύπτει από την ηλεκτρολογική μελέτη που πραγματοποιείται στο έβδομο και τελευταίο κεφάλαιο.

## ΠΙΝΑΚΑΣ ΠΕΡΙΕΧΟΜΕΝΩΝ

ΠΕΡΙΛΗΨΗ .....	I
ΠΙΝΑΚΑΣ ΠΕΡΙΕΧΟΜΕΝΩΝ .....	II
ΠΙΝΑΚΑΣ ΕΙΚΟΝΩΝ.....	VI
ΠΙΝΑΚΑΣ ΔΙΑΓΡΑΜΜΑΤΩΝ .....	VIII
ΠΙΝΑΚΑΣ ΠΙΝΑΚΩΝ.....	VIII
<b>1 ΚΕΦΑΛΑΙΟ 1 – ΕΙΣΑΓΩΓΗ<sup>[1]</sup></b> .....	<b>1</b>
1.1 Οικιακή ηλεκτρική καλωδίωση.....	1
<b>2 ΚΕΦΑΛΑΙΟ 2 - ΗΛΕΚΤΡΙΚΟΣ ΥΠΟΣΤΑΘΜΟΣ ΕΞΟΠΛΙΣΜΟΣ, ΤΥΠΟΙ, ΕΞΑΡΤΗΜΑΤΑ ΚΑΙ ΛΕΙΤΟΥΡΓΙΕΣ</b> .....	<b>5</b>
2.1 Λειτουργία του υποσταθμού <sup>[2]</sup> .....	5
2.2 Τύποι Υποσταθμού <sup>[2]</sup> .....	6
2.3 Λειτουργίες Υποσταθμού <sup>[2]</sup> .....	9
2.4 Εξοπλισμός Υποσταθμού / Εξαρτήματα .....	9
<b>3 ΚΕΦΑΛΑΙΟ 3 - ΜΕΤΑΣΧΗΜΑΤΙΣΤΕΣ</b> .....	<b>12</b>
3.1 Μετασχηματιστές ισχύος <sup>[3]</sup> .....	12
3.2 Μετασχηματιστές τύπου πυρήνα και τύπου κελύφους <sup>[4]</sup> .....	13
3.2.1 Μετασχηματιστής τύπου πυρήνα.....	13
3.2.2 Μετασχηματιστής τύπου κελύφους.....	15
3.3 Εφαρμογή Μετασχηματιστών τύπου πυρήνα και τύπου κελύφους	17
3.3.1 Μετασχηματιστής πυρήνα στην Υψηλή Τάση (Υ.Τ) και τύπου μανδύα στην Χαμηλή Τάση (Χ.Τ) .....	17
3.4 Μετασχηματιστής ισχύος και μετασχηματιστής διανομής <sup>[5]</sup> .....	19
3.4.1 Απώλειες Σιδήρου και Απώλειες Χαλκού .....	20
3.4.2 Μέγιστη Αποδοτικότητα .....	21
3.4.3 Σύγκριση μετασχηματιστή ισχύος κα μετασχηματιστή διανομής.. .....	22
3.4.3.1 Μετασχηματιστής ισχύος .....	22
3.4.3.2 Μετασχηματιστής διανομής.....	23
3.5 Τριφασικός μετασχηματιστής – Βασικές αρχές και μέθοδοι σύνδεσης <sup>[6]</sup> .....	24
3.5.1 Δύο Τρόποι Σύνδεσης Τριφασικού Μετασχηματιστή .....	24
3.5.1.1 Συστοιχία τριών μονοφασικών μετασχηματιστών .....	25

3.6	Τριφασικός μετασχηματιστής.....	27
3.6.1	Συνδέσεις Τριφασικού Μετασχηματιστή.....	29
<b>4</b>	<b>ΚΕΦΑΛΑΙΟ 4 – ΣΥΣΤΗΜΑ ΑΔΙΑΔΕΙΠΤΗΣ ΛΕΙΤΟΥΡΓΙΑΣ (UPS)<sup>[7]</sup></b> .....	<b>30</b>
4.1	Γενικά χαρακτηριστικά .....	30
4.2	Βασικά μέρη ενός συστήματος UPS .....	31
4.3	Τύποι στατικών συστημάτων UPS .....	31
4.3.1	Παθητική κατάσταση αναμονής.....	32
4.3.1.1	Κανονική Λειτουργία .....	32
4.3.1.2	Λειτουργία εφεδρικής μπαταρίας.....	32
4.3.1.3	Περιορισμοί.....	33
4.3.2	Διαδραστική λειτουργία γραμμής.....	34
4.3.2.1	Κανονική Λειτουργία .....	35
4.3.2.2	Λειτουργία εφεδρικής μπαταρίας.....	35
4.3.2.3	Λειτουργία παράκαμψης .....	35
4.3.2.4	Εφαρμογή και Περιορισμός .....	35
4.3.3	Λειτουργία διπλής μετατροπής (On-line).....	36
4.3.3.1	Κανονική Λειτουργία .....	<b>Σφάλμα! Δεν έχει οριστεί σελιδοδείκτης.</b>
4.3.3.2	Λειτουργία εφεδρικής μπαταρίας .....	<b>Σφάλμα! Δεν έχει οριστεί σελιδοδείκτης.</b>
4.3.3.3	Λειτουργία παράκαμψης .....	<b>Σφάλμα! Δεν έχει οριστεί σελιδοδείκτης.</b>
<b>5</b>	<b>ΚΕΦΑΛΑΙΟ 5 ΗΛΕΚΤΡΟΠΑΡΑΓΩΓΟ ΖΕΥΓΟΣ<sup>[8]</sup></b> .....	<b>36</b>
5.1	Αρχή λειτουργίας γεννήτριας.....	37
5.2	Κύρια εξαρτήματα μιας γεννήτριας.....	38
5.2.1	Κινητήρας.....	39
5.2.2	Εναλλάκτης .....	40
5.2.3	Σύστημα καυσίμων.....	42
5.2.4	Ρυθμιστής τάσης .....	43
5.2.5	Σύστημα ψύξης και εξατμίσσης .....	45
5.2.6	Σύστημα λίπανσης .....	46
5.2.7	Φορτιστής μπαταρίας.....	47
5.2.8	Πίνακας Ελέγχου.....	47
5.3	Κύρια συναρμολόγηση/Πλαίσιο.....	48

5.4	Ενδεικτικές οδηγίες για τον σχεδιασμό του χώρου εγκατάστασης των ηλεκτροπαραγωγών ζευγών <sup>[9]</sup> .....	49
5.4.1	Αερισμός χώρου εγκατάστασης .....	49
5.4.2	Σύστημα απαγωγής καυσαερίων .....	49
5.4.3	Έδραση των ηλεκτροπαραγωγών ζευγών.....	50
5.5	Σύνδεση των ηλεκτροπαραγωγών ζευγών.....	52
5.6	Ενδεικτικές οδηγίες/έλεγχοι για την αδιάλειπτη λειτουργία των ηλεκτροπαραγωγών ζευγών.....	52
5.6.1	Ορθή λειτουργία των Ηλεκτροπαραγωγών ζευγών .....	52
5.6.2	Προτεινόμενοι έλεγχοι κατά τη λειτουργία των ηλεκτροπαραγωγών ζευγών .....	52
5.7	Συστοιχία συσσωρευτών (μπαταρίες) .....	53
5.8	Καύσιμο .....	53
<b>6</b>	<b>ΚΕΦΑΛΙΟ 6 - ΠΕΔΙΑ ΜΕΣΗΣ ΚΑΙ ΧΑΜΗΛΗΣ ΤΑΣΗΣ<sup>[10]</sup>.....</b>	<b>55</b>
6.1	Η λειτουργία ενός πεδίου Μ.Τ. και Χ.Τ. ....	55
6.2	Διακόπτης κυκλώματος .....	56
6.2.1	Βασικά χαρακτηριστικά του διακόπτη .....	57
6.2.1.1	Πλήρης αξιοπιστία.....	58
6.2.1.2	Απόλυτα βέβαιη διάκριση .....	58
6.2.1.3	Γρήγορη λειτουργία.....	58
6.2.1.4	Πρόβλεψη για χειροκίνητο έλεγχο.....	58
6.3	Ταξινόμηση διακοπών .....	58
6.3.1	Διακόπτης χαμηλής τάσης.....	59
6.3.2	Διακόπτης Μέσης Τάσης.....	61
6.3.3	Διακόπτης υψηλής τάσης.....	61
6.4	Διακόπτης εσωτερικού και εξωτερικού χώρου.....	62
6.4.1	Εσωτερικός διακόπτης.....	62
6.5	Εξοπλισμός διακοπών .....	63
6.5.1	Διακόπτες .....	63
6.5.2	Ασφάλειες .....	64
6.5.3	Διακόπτες Κυκλώματος.....	64
6.5.4	Προστατευτικά Ρελέ.....	65
6.5.5	Μετασχηματιστές οργάνων .....	65
6.5.6	Αναστολείς υπερτάσεων .....	66
6.5.7	Αυτόματη επαναφορά και τμηματοποιητές .....	66
6.5.8	8. Διακόπτες αποσύνδεσης / απομόνωσης .....	67

<b>7</b>	<b>ΚΕΦΑΛΑΙΟ 7 – Η ΜΕΛΕΤΗ ΤΗΣ ΕΓΚΑΤΑΣΤΑΣΗΣ .....</b>	<b>68</b>
7.1	Περιγραφή της εγκατάστασης .....	68
7.2	Ομαδοποίηση των φορτίων της εγκατάστασης.....	68
7.2.1	Υπολογισμός οροφωπινάκων και γενικού πίνακα .....	80
7.2.1.1	Γενικός πίνακας υπογείου .....	80
7.2.1.2	Γενικός πίνακας ισογείου .....	81
7.2.1.3	Γενικός πίνακας Α ορόφου.....	81
7.2.1.4	Γενικός πίνακας Β ορόφου.....	81
7.2.1.5	Γενικός πίνακας Γ ορόφου .....	82
7.2.1.6	Γενικός Πίνακας εγκατάστασης .....	82
7.3	Υπολογισμός Παροχής .....	83
<b>8</b>	<b>ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ .....</b>	<b>84</b>

## ΠΙΝΑΚΑΣ ΕΙΚΟΝΩΝ

Εικόνα 1-1	Διαδικασία τοποθέτησης οικιακής ηλεκτρολογικής εγκατάστασης [ <a href="https://fusionelectrics.co.uk/commercial-electrical-wiring-and-how-it-compares-to-residential/">https://fusionelectrics.co.uk/commercial-electrical-wiring-and-how-it-compares-to-residential/</a> ] .....	1
Εικόνα 1-2	Συναρμολόγηση ηλεκτρολογικού πίνακα σε μεγάλο κτήριο κοινής ωφέλειας [ <a href="https://fusionelectrics.co.uk/commercial-electrical-wiring-and-how-it-compares-to-residential/">https://fusionelectrics.co.uk/commercial-electrical-wiring-and-how-it-compares-to-residential/</a> ] .....	2
Εικόνα 2-1	Υποσταθμός μεταφοράς και διανομής [ <a href="https://studyelectrical.com/2019/04/electrical-substation-equipment-types-components-functions.html">https://studyelectrical.com/2019/04/electrical-substation-equipment-types-components-functions.html</a> ].....	7
Εικόνα 2-2	Υποσταθμός με μόνωση αέρα [ <a href="https://studyelectrical.com/2019/04/electrical-substation-equipment-types-components-functions.html">https://studyelectrical.com/2019/04/electrical-substation-equipment-types-components-functions.html</a> ].....	11
Εικόνα 3-1	Τριφασικός Μετασχηματιστής σε Υποσταθμό [ <a href="https://studyelectrical.com/2019/04/electrical-substation-equipment-types-components-functions.html">https://studyelectrical.com/2019/04/electrical-substation-equipment-types-components-functions.html</a> ].....	12
Εικόνα 3-2	Τρεις μονοφασικοί μετασχηματιστές σε συστοιχία [ <a href="https://studyelectrical.com/2019/04/electrical-substation-equipment-types-components-functions.html">https://studyelectrical.com/2019/04/electrical-substation-equipment-types-components-functions.html</a> ].....	13
Εικόνα 3-3	Μετασχηματιστής τύπου πυρήνα [ <a href="https://studyelectrical.com/2017/11/core-type-and-shell-type-transformers-comparison-application.html">https://studyelectrical.com/2017/11/core-type-and-shell-type-transformers-comparison-application.html</a> ].....	14
Εικόνα 3-4	Τρόπος περιέλιξης τυλιγμάτων μετασχηματιστών [ <a href="https://studyelectrical.com/2017/11/core-type-and-shell-type-transformers-comparison-application.html">https://studyelectrical.com/2017/11/core-type-and-shell-type-transformers-comparison-application.html</a> ].....	14
Εικόνα 3-5	Διατάξεις πυρήνα μετασχηματιστή [ <a href="https://studyelectrical.com/2017/11/core-type-and-shell-type-transformers-comparison-application.html">https://studyelectrical.com/2017/11/core-type-and-shell-type-transformers-comparison-application.html</a> ].....	15
Εικόνα 3-6	Μετασχηματιστής τύπου κελύφους [ <a href="https://studyelectrical.com/2017/11/core-type-and-shell-type-transformers-comparison-application.html">https://studyelectrical.com/2017/11/core-type-and-shell-type-transformers-comparison-application.html</a> ].....	16
Εικόνα 3-7	Μετασχηματιστής διανομής (αριστερά) και μετασχηματιστής ισχύος (δεξιά) [ <a href="https://studyelectrical.com/2014/05/difference-between-power-transformer.html">https://studyelectrical.com/2014/05/difference-between-power-transformer.html</a> ] .....	19
Εικόνα 3-8	Τριφασική Συστοιχία μονοφασικών Μετασχηματιστών [ <a href="https://studyelectrical.com/2019/11/three-phase-transformer.html">https://studyelectrical.com/2019/11/three-phase-transformer.html</a> ] ...	25

Εικόνα 3-9	Τριφασικός	μετασχηματιστής	
[ <a href="https://studyelectrical.com/2019/11/three-phase-transformer.html">https://studyelectrical.com/2019/11/three-phase-transformer.html</a> ]	...		28
Εικόνα 4-1	Συνδεσμολογία	παθητικής	κατάστασης
[ <a href="https://www.electricalengineeringtoolbox.com/2017/07/how-ups-uninterruptible-power-supply.html">https://www.electricalengineeringtoolbox.com/2017/07/how-ups-uninterruptible-power-supply.html</a> ]	.....		33
Εικόνα 4-2	Συνδεσμολογία	διαδραστικής	λειτουργίας
[ <a href="https://www.electricalengineeringtoolbox.com/2017/07/how-ups-uninterruptible-power-supply.html">https://www.electricalengineeringtoolbox.com/2017/07/how-ups-uninterruptible-power-supply.html</a> ]	.....		34
Εικόνα 4-3	UPS	σε	λειτουργία
[ <a href="https://www.electricalengineeringtoolbox.com/2017/07/how-ups-uninterruptible-power-supply.html">https://www.electricalengineeringtoolbox.com/2017/07/how-ups-uninterruptible-power-supply.html</a> ]	.....		36
Εικόνα 5-1	Ηλεκτροπαραγωγό	ζεύγος	
[ <a href="https://www.generatorsource.com/How_Generators_Work.aspx">https://www.generatorsource.com/How_Generators_Work.aspx</a> ]	.....		37
Εικόνα 5-2	Κινητήρας	ηλεκτροπαραγωγού	ζεύγους
[ <a href="https://www.generatorsource.com/How_Generators_Work.aspx">https://www.generatorsource.com/How_Generators_Work.aspx</a> ]	.....		40
Εικόνα 5-3	Δεξαμενή	καυσίμου	
[ <a href="https://www.generatorsource.com/How_Generators_Work.aspx">https://www.generatorsource.com/How_Generators_Work.aspx</a> ]	.....		42
Εικόνα 5-4	Μονάδα	ψύξης	και
[ <a href="https://www.generatorsource.com/How_Generators_Work.aspx">https://www.generatorsource.com/How_Generators_Work.aspx</a> ]	.....		46
Εικόνα 5-5	Πίνακας	ελέγχου	H/Z
[ <a href="https://www.generatorsource.com/How_Generators_Work.aspx">https://www.generatorsource.com/How_Generators_Work.aspx</a> ]	.....		48
Εικόνα 5-6	Διάγραμμα	συστήματος	απαγωγής
[ <a href="https://www.eltrekka.gr/proointa-catepillar/genitries/%CE%BF%CE%B4%CE%B7%CE%B3%CE%AF%CE%B5%CF%82-%CE%B5%CE%B3%CE%BA%CE%B1%CF%84%CE%AC%CF%83%CF%84%CE%B1%CF%83%CE%B7%CF%82-%CE%BA%CE%B1%CE%B9-%CE%BB%CE%B5%CE%B9%CF%84%CE%BF%CF%85%CF%81%CE%B3%CE%AF%CE%B1%CF%82-%CF%80%CF%81%CE%BF%CF%82-%CF%84%CE%BF%CF%85%CF%82-%CF%80%CE%B5%CE%BB%CE%AC%CF%84%CE%B5%CF%82">https://www.eltrekka.gr/proointa-catepillar/genitries/%CE%BF%CE%B4%CE%B7%CE%B3%CE%AF%CE%B5%CF%82-%CE%B5%CE%B3%CE%BA%CE%B1%CF%84%CE%AC%CF%83%CF%84%CE%B1%CF%83%CE%B7%CF%82-%CE%BA%CE%B1%CE%B9-%CE%BB%CE%B5%CE%B9%CF%84%CE%BF%CF%85%CF%81%CE%B3%CE%AF%CE%B1%CF%82-%CF%80%CF%81%CE%BF%CF%82-%CF%84%CE%BF%CF%85%CF%82-%CF%80%CE%B5%CE%BB%CE%AC%CF%84%CE%B5%CF%82</a> ]	....	49	
Εικόνα 5-7	Τυπική	εγκατάσταση	συστήματος
[ <a href="https://www.eltrekka.gr/proointa-catepillar/genitries/%CE%BF%CE%B4%CE%B7%CE%B3%CE%AF%CE%B5%CF%82-%CE%B5%CE%B3%CE%BA%CE%B1%CF%84%CE%AC%CF%83%CF%84%CE%B1%CF%83%CE%B7%CF%82-%CE%BA%CE%B1%CE%B9-%CE%BB%CE%B5%CE%B9%CF%84%CE%BF%CF%85%CF%81%CE%B3%CE%AF%CE%B1%CF%82-%CF%80%CF%81%CE%BF%CF%82-%CF%84%CE%BF%CF%85%CF%82-%CF%80%CE%B5%CE%BB%CE%AC%CF%84%CE%B5%CF%82">https://www.eltrekka.gr/proointa-catepillar/genitries/%CE%BF%CE%B4%CE%B7%CE%B3%CE%AF%CE%B5%CF%82-%CE%B5%CE%B3%CE%BA%CE%B1%CF%84%CE%AC%CF%83%CF%84%CE%B1%CF%83%CE%B7%CF%82-%CE%BA%CE%B1%CE%B9-%CE%BB%CE%B5%CE%B9%CF%84%CE%BF%CF%85%CF%81%CE%B3%CE%AF%CE%B1%CF%82-%CF%80%CF%81%CE%BF%CF%82-%CF%84%CE%BF%CF%85%CF%82-%CF%80%CE%B5%CE%BB%CE%AC%CF%84%CE%B5%CF%82</a> ]	.....	49	



%CF%84%CE%BF%CF%85%CF%82- %CF%80%CE%B5%CE%BB%CE%AC%CF%84%CE%B5%CF%82] ....	50
Εικόνα 5-8 Αντικραδασμική βάση [https://www.eltrekka.gr/proointa-catepillar/genitries/%CE%BF%CE%B4%CE%B7%CE%B3%CE%AF%CE%B5%CF%82%CE%B5%CE%B3%CE%BA%CE%B1%CF%84%CE%AC%CF%83%CF%84%CE%B1%CF%83%CE%B7%CF%82-%CE%BA%CE%B1%CE%B9-%CE%BB%CE%B5%CE%B9%CF%84%CE%BF%CF%85%CF%81%CE%B3%CE%AF%CE%B1%CF%82-%CF%80%CF%81%CE%BF%CF%82-%CF%84%CE%BF%CF%85%CF%82-%CF%80%CE%B5%CE%BB%CE%AC%CF%84%CE%B5%CF%82] ....	51
Εικόνα 6-1 Πεδία Μ.Τ. [https://studyelectrical.com/2015/07/what-is-switchgear-features-components-hv-mv-lv.html].....	55
Εικόνα 6-2 Συμβατικό Δίκτυο Διανομής Χαμηλής Τάσης (https://studyelectrical.com/2017/11/low-voltage-switchgear.html).....	60
Εικόνα 6-3 Διακόπτης διακοπής αέρα [https://studyelectrical.com/2015/07/what-is-switchgear-features-components-hv-mv-lv.html].....	64
Εικόνα 6-4 Ηλεκτρικές Ασφάλειες [https://studyelectrical.com/2015/07/what-is-switchgear-features-components-hv-mv-lv.html]	64

## ΠΙΝΑΚΑΣ ΔΙΑΓΡΑΜΜΑΤΩΝ

Διάγραμμα 2-1 Τύποι Υποσταθμού [https://studyelectrical.com/2019/04/electrical-substation-equipment-types-components-functions.html].....	7
Διάγραμμα 3-1 Τριφασικός μετασχηματιστής συνδεδεμένος με αστέρα – τρίγωνο [https://studyelectrical.com/2019/11/three-phase-transformer.html]26	26
Διάγραμμα 3-2 Διάγραμμα συνδεσμολογίας αστέρα – τριγώνου [https://studyelectrical.com/2019/11/three-phase-transformer.html] ...	26

## ΠΙΝΑΚΑΣ ΠΙΝΑΚΩΝ

Πίνακας 3-1 Σύγκριση μετασχηματιστών τύπου πυρήνα & κελύφους.	16
Πίνακας 7-1 Τιμές συντηκτικών ασφαλειών με τις αντίστοιχες τιμές διατομών <sup>[11]</sup>	80

Πίνακας 7-2	Παροχές ΔΕΗ.....	83
-------------	------------------	----

## ΚΕΦΑΛΑΙΟ 1 – ΕΙΣΑΓΩΓΗ<sup>[1]</sup>

Η ηλεκτρική εγκατάσταση σε κτήρια κοινής ωφέλειας παρουσιάζει διαφορές σε σχέση με την οικιακή εγκατάσταση. Εκτός από το μέγεθος της εγκατεστημένης ισχύος που στην περίπτωση των πρώτων μπορεί να επιβάλει και εγκατάσταση υποσταθμού, υπάρχουν και πρακτικοί παράγοντες που οδηγούν σε διαφοροποιήσεις

### 1.1 Οικιακή ηλεκτρική καλωδίωση



**Εικόνα 1-1 Διαδικασία τοποθέτησης οικιακής ηλεκτρολογικής εγκατάστασης**  
[<https://fusionelectrics.co.uk/commercial-electrical-wiring-and-how-it-compares-to-residential/>]

- Αλυσίδα εντολών σε οικιακή ηλεκτρική εγκατάσταση  
Υπάρχουν λίγοι άνθρωποι στην αλυσίδα συνεννόησης όταν πρόκειται για την καλωδίωση ενός σπιτιού. Ο ιδιοκτήτης του σπιτιού ή ο επιβλέπων μηχανικός, επικοινωνεί με έναν ηλεκτρολόγο, εξηγεί την κατάσταση και εκείνος κάνει τη δουλειά. Είναι ουσιαστικά μια απλή αλυσίδα δύο ατόμων.
- Ηλεκτρικό φορτίο σε οικιακή ηλεκτρική εγκατάσταση  
Τα ηλεκτρικά φορτία των οικιακών εγκαταστάσεων είναι απλά, όπως λαμπτήρες, πλυντήρια, ψυγεία κτλ. Δεν υπάρχουν βαριά μηχανήματα, ασυνήθιστες απαιτήσεις τάσης ή πολύπλοκα ηλεκτρικά συστήματα. Αυτό κάνει τη διαφορά στον τρόπο με τον οποίο οι μηχανικοί σχεδιάζουν ένα σύστημα.

- **Μονοφασικό ρεύμα**  
Σχεδόν όλα τα σπίτια και οι ιδιωτικές κατοικίες χρησιμοποιούν μονοφασικό ρεύμα (230V). Η μονοφασική ισχύς χρησιμοποιείται σε χώρους που δεν απαιτούν πολλή ενέργεια.
- Τα καλώδια σε ένα μονοφασικό σύστημα ισχύος χρειάζεται μόνο να έχουν τρία καλώδια για την τροφοδοσία των κυκλωμάτων. Τα καλώδια αποτελούνται από ένα ενεργό αγωγό, ένα ουδέτερο αγωγό και ένα καλώδιο γείωσης. Το καλώδιο γείωσης είναι για προστασία καλωδίων και κυκλωμάτων.
- Μια μονοφασική ηλεκτρική εγκατάσταση σε ένα οικιακό ακίνητο είναι γενικά 35A ή 63A.

#### Εμπορική ηλεκτρική καλωδίωση



Εικόνα 1-2 Συναρμολόγηση ηλεκτρολογικού πίνακα σε μεγάλο κτήριο κοινής ωφέλειας  
[\[https://fusionelectrics.co.uk/commercial-electrical-wiring-and-how-it-compares-to-residential/\]](https://fusionelectrics.co.uk/commercial-electrical-wiring-and-how-it-compares-to-residential/)

- Αλυσίδα εντολών στην επαγγελματική ηλεκτρική εγκατάσταση  
Σε αντίθεση με τα οικιακά ηλεκτρικά, ο εμπορικός σχεδιασμός ηλεκτρικών εγκαταστάσεων περνάει από πολλούς περισσότερους ανθρώπους. Κατά το σχεδιασμό ενός εμπορικού

κτιρίου, πιθανότατα θα εμπλέκεται ένας αρχιτέκτονας, για παράδειγμα. Θα υπάρχουν επίσης κατασκευαστές που θα διασφαλίζουν ότι τηρούνται σωστά οι οικοδομικοί κανονισμοί και ούτω καθεξής. Εν ολίγοις, υπάρχουν περισσότερα βήματα - και περισσότεροι άνθρωποι - που εμπλέκονται στην εμπορική ηλεκτρική εγκατάσταση. Ο ηλεκτρολόγος μηχανικός θα πρέπει να επικοινωνεί και να συνεργάζεται με όλη την αλυσίδα.

- Προσβασιμότητα σε επαγγελματικές ηλεκτρικές εγκαταστάσεις  
Στο σπίτι, οι περισσότερες καλωδιώσεις είναι κρυμμένες – μόνο πρίζες, διακόπτες και ο ηλεκτρικός πίνακας είναι προσβάσιμος. Η ηλεκτρική καλωδίωση σε ένα μεγάλο κτήριο πρέπει να είναι εύκολα προσβάσιμη για συντήρηση, επισκευή και απενεργοποίηση. Αυτό σημαίνει διαφορετικό σχεδιασμό της εγκατάστασης. Οι εργολάβοι πρέπει να λάβουν υπόψη αυτές τις πρόσθετες απαιτήσεις για να εξασφαλίσουν την ασφάλεια οποιουδήποτε στο χώρο, καθώς εκτίθενται περισσότερες καλωδιώσεις.
- Ηλεκτρικό φορτίο σε επαγγελματικές ηλεκτρικές εγκαταστάσεις  
Στα εμπορικά ή επαγγελματικά ή κτήρια κοινής ωφέλειας, υπάρχουν περισσότερες απαιτήσεις για ενέργεια από ό,τι σε μια οικιακή εγκατάσταση. Διαφορετικοί τύποι μηχανημάτων έχουν διαφορετικές λειτουργίες – για παράδειγμα χρησιμοποιούνται κινητήρες, στοιχεία ψύξης και συναγερμοί. Αυτά τα συστήματα χρησιμοποιούν περισσότερη ισχύ, πράγμα που σημαίνει, ότι για άλλη μια φορά, πρέπει να υπάρχει διαφορά στον σχεδιασμό του συστήματος
- Τριφασικό ρεύμα  
Οι επαγγελματικές ηλεκτρικές εγκαταστάσεις χρησιμοποιούν γενικά τριφασική ισχύ αντί για μονοφασική. Με απλά λόγια, αυτό σημαίνει ότι τα καλώδια έχουν τέσσερις ή πέντε αγωγούς αντί για μόνο δύο. Αποτελείται από τρία ηλεκτροφόρα καλώδια, ένα ουδέτερο καλώδιο και ένα καλώδιο γείωσης. Αυτό σημαίνει ότι μπορεί να διανεμηθεί περισσότερο ρεύμα σε

κυκλώματα που παρέχουν αρκετή ισχύ για τη λειτουργία μηχανημάτων και εξοπλισμού στο εργοστάσιο ή στο χώρο εργασίας που το απαιτούν. Η παροχή ενέργειας σε ένα τριφασικό σύστημα ηλεκτρικής ενέργειας είναι ένα ισορροπημένο σύστημα και πολύ πιο αποδοτικό από ότι στα μονοφασικά.

## ΚΕΦΑΛΑΙΟ 2 - ΗΛΕΚΤΡΙΚΟΣ ΥΠΟΣΤΑΘΜΟΣ ΕΞΟΠΛΙΣΜΟΣ, ΤΥΠΟΙ, ΕΞΑΡΤΗΜΑΤΑ ΚΑΙ ΛΕΙΤΟΥΡΓΙΕΣ

Ένας ηλεκτρικός υποσταθμός είναι αναπόσπαστο μέρος ενός συστήματος παραγωγής, μεταφοράς και διανομής. Ένας υποσταθμός μπορεί να διακόψει ή να δημιουργήσει ηλεκτρικό κύκλωμα, να αλλάξει την τάση, τη συχνότητα ή άλλα χαρακτηριστικά της ηλεκτρικής ενέργειας που ρέει στο κύκλωμα. Σε αυτό το κεφάλαιο περιγράφονται οι διαφορετικοί τύποι υποσταθμών, οι λειτουργίες τους και ο εξοπλισμός που χρησιμοποιείται σε αυτούς.

### 2.1 Λειτουργία του υποσταθμού<sup>[2]</sup>

Ο υποσταθμός είναι μια εγκατάσταση που διασυνδέει στοιχεία ενός συστήματος ηλεκτρικής ενέργειας. Αυτά τα στοιχεία μπορεί να περιλαμβάνουν γεννήτριες, γραμμές μεταφοράς, γραμμές διανομής, ακόμη και γειτονικά συστήματα κοινής ωφέλειας.

Ανάλογα με το μέγεθος και την πολυπλοκότητα ενός συγκεκριμένου συστήματος κοινής ωφέλειας, τα δίκτυα μεταφοράς και/ή διανομής μπορεί να περιλαμβάνουν περισσότερα από ένα επίπεδα τάσης.

Για παράδειγμα, το δίκτυο μεταφοράς μιας εταιρείας κοινής ωφέλειας μπορεί να περιλαμβάνει γραμμές μεταφοράς 150 kV και 400 kV, ενώ το δίκτυο διανομής μπορεί να περιλαμβάνει γραμμές διανομής 20 kV και 15 kV. Ο υποσταθμός παρέχει τη διασύνδεση των κυκλωμάτων μετάδοσης και τη μετατροπή μεταξύ του δικτύου διαφορετικών τάσεων.

Ο υποσταθμός συνδέεται με το δίκτυο μέσω εναέριων γραμμών. Σε ορισμένες περιπτώσεις, μπορεί να μην είναι δυνατή η απευθείας σύνδεση με τον υποσταθμό μέσω της εναέριας γραμμής και πρέπει να ληφθεί υπόψη η είσοδος του υπόγειου καλωδίου

Οι Ηλεκτρικοί Υποσταθμοί έχουν την εξής αποστολή:

- Μετασχηματισμός τάσης (ανύψωση ή υποβιβασμός)
- Σύνδεση χωριστών γραμμών μεταφοράς και διανομής σε σύστημα για αύξηση της απόδοσης και αξιοπιστίας της παροχής ρεύματος.
- Τμηματοποίηση του συστήματος ισχύος για αύξηση της αξιοπιστίας και της λειτουργικής ευελιξίας του.

Οι διαφορετικές διαμορφώσεις του υποσταθμού χαρακτηρίζονται από τις διαρρυθμίσεις των ζυγών τους και γενικά, οποιοσδήποτε αριθμός κυκλωμάτων μπορεί να παρέχεται με την επανάληψη του σχεδίου .

## **2.2 Τύποι Υποσταθμού<sup>[2]</sup>**

Υπάρχουν πολλά είδη υποσταθμών εναλλασσόμενου ρεύματος. Ταξινομούνται σε διαφορετικούς τύπους με βάση διάφορα κριτήρια.

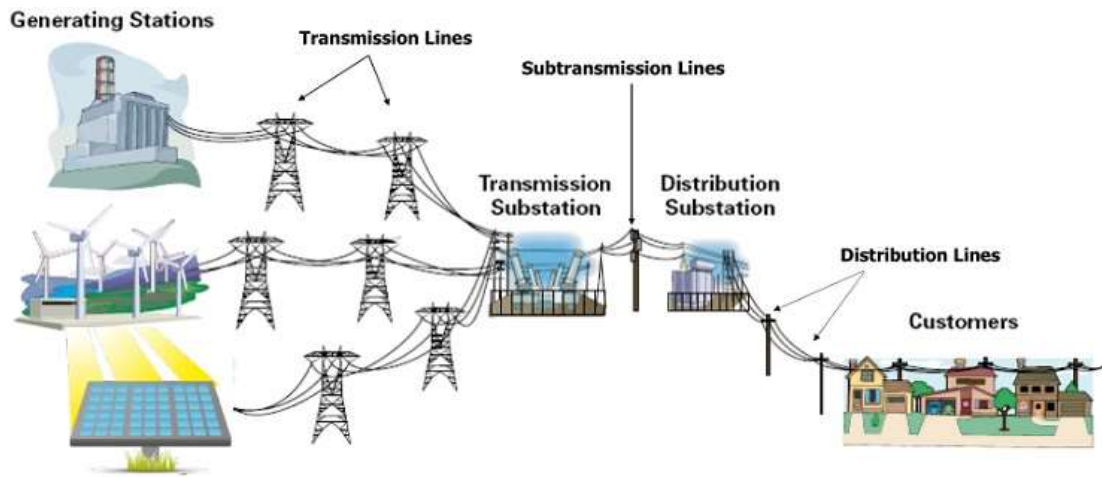
Με βάση την κατασκευή και την εγκατάσταση του εξοπλισμού διανομής, οι ηλεκτρικοί υποσταθμοί είναι δύο τύπων.

- Υποσταθμός Διακοπών με μόνωση αέρα (Ανοιχτός Τερματικός Υποσταθμός)
- Υποσταθμός διακοπών με μόνωση αερίου (Υποσταθμός με μεταλλική επένδυση)

Με βάση την τάση μετάδοσης και τη λειτουργία, ο ηλεκτρικός υποσταθμός ταξινομείται σε τρεις τύπους.

- Υποσταθμός Μεταφοράς
- Υποσταθμός Υπομεταφοράς
- Υποσταθμός Διανομής

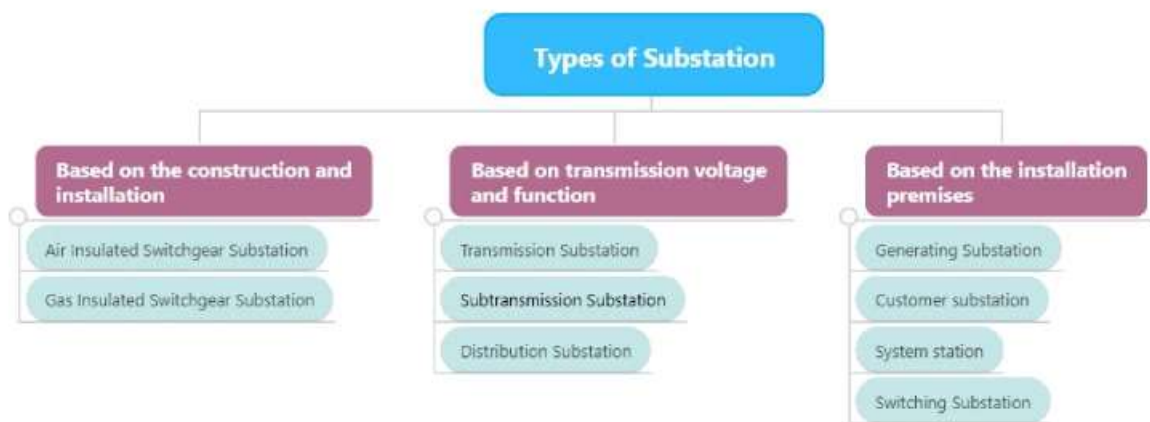




Εικόνα 2-1 Υποσταθμός μεταφοράς και διανομής  
[\[https://studyelectrical.com/2019/04/electrical-substation-equipment-types-components-functions.html\]](https://studyelectrical.com/2019/04/electrical-substation-equipment-types-components-functions.html)

Επιπλέον, με βάση τις εγκαταστάσεις εγκατάστασης υπάρχουν πέντε κύριοι τύποι υποσταθμών.

- Υποσταθμός παραγωγής
- Υποσταθμός πελατών
- Σταθμός συστήματος
- Σταθμός Διανομής
- Υποσταθμός μεταγωγής



Διάγραμμα 2-1 Τύποι Υποσταθμού  
[\[https://studyelectrical.com/2019/04/electrical-substation-equipment-types-components-functions.html\]](https://studyelectrical.com/2019/04/electrical-substation-equipment-types-components-functions.html)

Οι υποσταθμοί σταθμών παραγωγής μετατρέπουν την τάση παραγωγής σε τάση δικτύου μεταφοράς.

Οι υποσταθμοί μεταγωγής μεταφοράς, διασυνδέουν τμήματα του δικτύου μεταφοράς του συστήματος κοινής ωφέλειας, αλλά δεν περιλαμβάνουν μετασχηματισμό μεταξύ των επιπέδων τάσης.

Οι υποσταθμοί μετάδοσης υποβιβασμού ή ανύψωσης διασυνδέουν τμήματα του δικτύου μεταφοράς του συστήματος κοινής ωφέλειας και περιλαμβάνουν μετασχηματισμό μεταξύ των επιπέδων τάσης του δικτύου μεταφοράς.

Οι υποσταθμοί διανομής μπορούν ή όχι να διασυνδέουν τμήματα του δικτύου μεταφοράς του συστήματος κοινής ωφέλειας, να περιλαμβάνουν μετασχηματισμό μεταξύ των επιπέδων τάσης δικτύου μεταφοράς και δικτύου διανομής και τμήματα διασύνδεσης του δικτύου διανομής του συστήματος κοινής ωφέλειας.

Οι υποσταθμοί διανομής διασυνδέουν τμήματα του δικτύου διανομής του συστήματος κοινής ωφέλειας και μπορεί να περιλαμβάνουν μετασχηματισμό μεταξύ των επιπέδων τάσης διανομής.

Οι διασυνδέσεις DC γίνονται με έναν από τους δύο εξειδικευμένους τύπους υποσταθμών. Αυτές οι διασυνδέσεις συνεχούς ρεύματος δεν είναι κοινές και έχουν πολύ υψηλότερο κόστος κεφαλαίου από συγκρίσιμες διασυνδέσεις εναλλασσόμενου ρεύματος.

Ο πρώτος τύπος, σταθμοί μετατροπής εναλλασσόμενου ρεύματος ή συνεχούς ρεύματος, διασυνδέει το δίκτυο μεταφοράς εναλλασσόμενου ρεύματος ενός συστήματος κοινής ωφέλειας με μια γραμμή ή δίκτυο μεταφοράς συνεχούς ρεύματος. Η γραμμή ή το δίκτυο συνεχούς ρεύματος συνδέεται με έναν (ή περισσότερους) άλλους σταθμούς μετατροπής.

Ο δεύτερος τύπος, οι σταθμοί μετατροπής ac/dc/ac (back-to-back), διασυνδέουν το δίκτυο μεταφοράς εναλλασσόμενου ρεύματος ενός συστήματος κοινής ωφέλειας με το δίκτυο μετάδοσης εναλλασσόμενου

ρεύματος ενός άλλου συστήματος κοινής ωφέλειας. Στην πραγματικότητα, πρόκειται για δύο σταθμούς μετατροπής στην ίδια τοποθεσία με τη γραμμή μετάδοσης συνεχούς ρεύματος μέσα στο κτίριο του μετατροπέα.

### **2.3 Λειτουργίες Υποσταθμού<sup>[2]</sup>**

Ένας υποσταθμός διαδραματίζει σημαντικό ρόλο στο ηλεκτρικό σύστημα. Οι λειτουργίες ενός υποσταθμού μπορεί να περιλαμβάνουν ένα ή περισσότερα από τα ακόλουθα:

- Απομόνωση ενός ελαττωματικού στοιχείου από το υπόλοιπο σύστημα κοινής ωφέλειας.
- Αποσύνδεση ενός στοιχείου από το υπόλοιπο σύστημα κοινής ωφέλειας για συντήρηση ή επισκευή.
- Αλλαγή ή μετατροπή των επίπεδων τάσης από ένα μέρος του συστήματος κοινής ωφέλειας σε άλλο.
- Έλεγχος της ροής ισχύος στο σύστημα κοινής ωφέλειας με εναλλαγή στοιχείων εντός ή εκτός του συστήματος κοινής ωφέλειας.
- Παροχή πηγών έργου ισχύος για διόρθωση συντελεστή ισχύος ή έλεγχο τάσης
- Παροχή δεδομένων σχετικά με τις παραμέτρους του συστήματος (τάση, ροή ρεύματος, ροή ισχύος) για χρήση στη λειτουργία του συστήματος κοινής ωφέλειας.

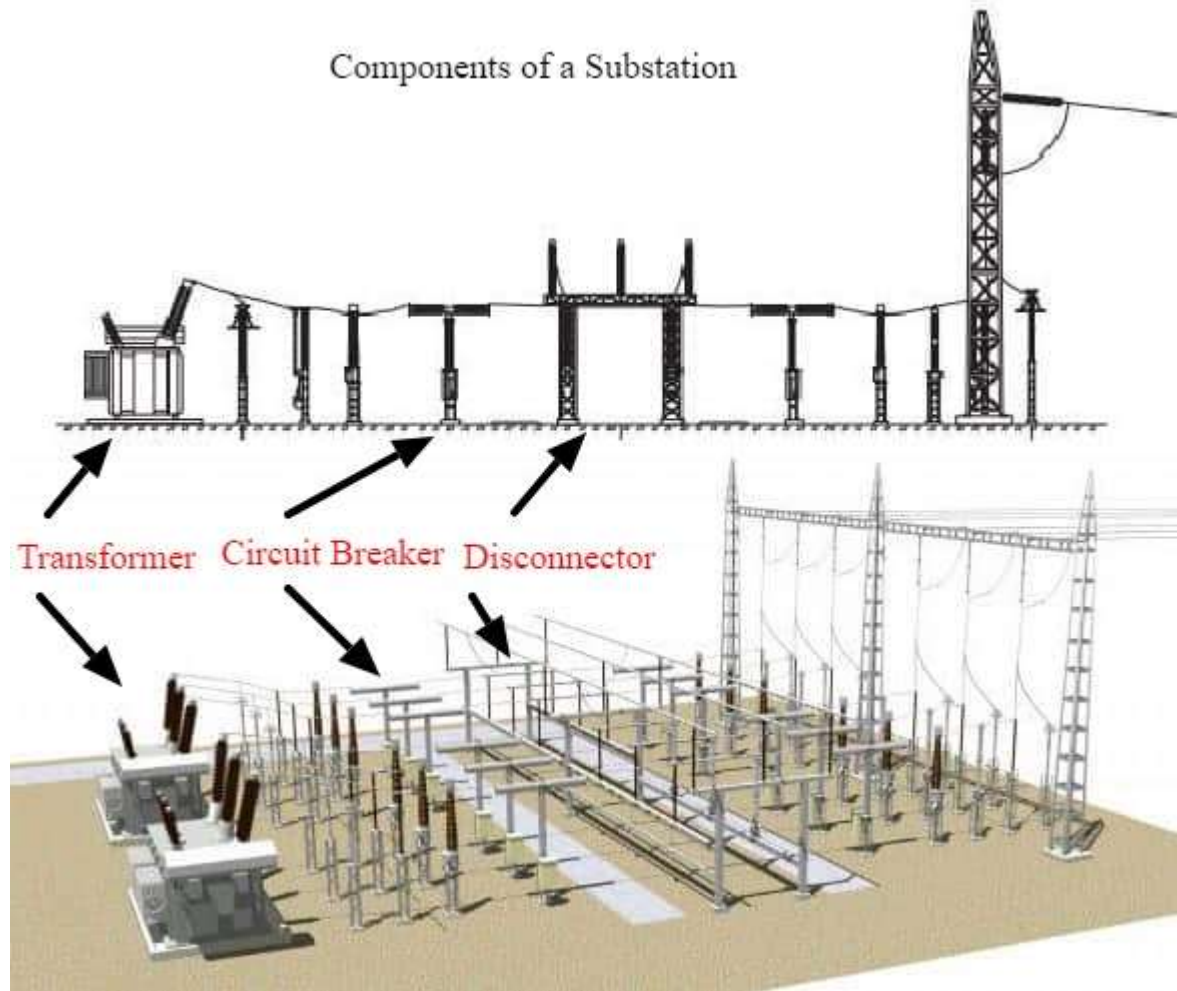
### **2.4 Εξοπλισμός Υποσταθμού / Εξαρτήματα**

Ένας ηλεκτρικός υποσταθμός περιέχει πολλούς τύπους εξοπλισμού. Ο υποσταθμός περιλαμβάνει γενικά τον ακόλουθο εξοπλισμό:

- Μετασχηματιστές ισχύος
- Διακόπτες Κυκλώματος
- Αλεξικέραυνο
- Διακόπτες κυκλωμάτων

- Αποσύνδεση διακόπτη / απομόνωσης
- Διακόπτες γείωσης
- Μετασχηματιστής ρεύματος
- Πιθανός μετασχηματιστής
- Ουδέτερη αντίσταση γείωσης
- Ασφάλειες Υψηλής Τάσης
- Διακόπτης με μεταλλική επένδυση
- Αντιστάσεις Shunt
- Επαγωγέας περιορισμού ρεύματος ή αντιδραστήρας πυρήνα αέρα
- Κυματοπαγίδες
- Μετασχηματιστής τάσης πυκνωτή ζεύξης (Capacitor Voltage Transformer (CVT or CCVT)
- Οικίσκος Ελέγχου
- Πίνακας Ελέγχου
- Ρελέ προστασίας υποσταθμού
- Εποπτικός Έλεγχος
- Απομακρυσμένη τερματική μονάδα
- Ψηφιακή συσκευή εγγραφής σφαλμάτων
- Τράπεζα πυκνωτών
- Ρυθμιστής τάσης
- Εξοπλισμός μεταφοράς ηλεκτρικού ρεύματος
- Εξοπλισμός μικροκυμάτων
- Μπαταρίες

## Components of a Substation



Transformer Circuit Breaker Disconnectors

Εικόνα 2-2 Υποσταθμός με μόνωση αέρα

[<https://studyelectrical.com/2019/04/electrical-substation-equipment-types-components-functions.html>]

## ΚΕΦΑΛΑΙΟ 3 - ΜΕΤΑΣΧΗΜΑΤΙΣΤΕΣ

### 3.1 Μετασχηματιστές ισχύος<sup>[3]</sup>

Οι μετασχηματιστές ισχύος είναι ο πιο σημαντικός εξοπλισμός σε έναν ηλεκτρικό υποσταθμό. Διαφέρουν από τους μετασχηματιστές διανομής. Εκτελούν διαφορετικές λειτουργίες. Μετασχηματίζουν την τάση από το ένα επίπεδο στο άλλο, ρυθμίζοντας έτσι τα επίπεδα τάσης. Επίσης χρησιμοποιούνται για έλεγχο της ροής των ενεργών κιλοβολτ-αμπέρ στο σύστημα ισχύος.

Οι περισσότεροι υποσταθμοί διαθέτουν τριφασικούς μετασχηματιστές. Ορισμένοι υποσταθμοί μπορεί να έχουν τρεις μονοφασικούς μετασχηματιστές παράλληλα.



Εικόνα 3-1 Τριφασικός Μετασχηματιστής σε Υποσταθμό  
[<https://studyelectrical.com/2019/04/electrical-substation-equipment-types-components-functions.html>]

Συχνά, ένας τέταρτος μονοφασικός μετασχηματιστής βρίσκεται στον υποσταθμό για να χρησιμοποιηθεί ως εφεδρικός. Εάν ένας από τους μετασχηματιστές που είναι συνδεδεμένοι στη συστοιχία αστοχεί, ο εφεδρικός ενεργοποιείται για να επιταχυνθεί η αποκατάσταση της ηλεκτρικής υπηρεσίας.



Εικόνα 3-2 Τρεις μονοφασικοί μετασχηματιστές σε συστοιχία  
[<https://studyelectrical.com/2019/04/electrical-substation-equipment-types-components-functions.html>]

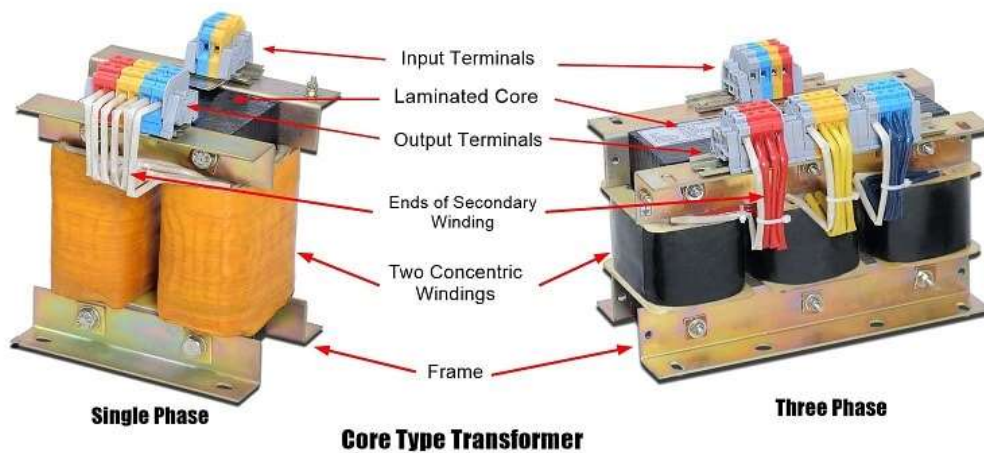
### 3.2 Μετασχηματιστές τύπου πυρήνα και τύπου κελύφους<sup>[4]</sup>

Ανάλογα με τον τύπο κατασκευής που χρησιμοποιείται, οι μετασχηματιστές ταξινομούνται σε δύο κατηγορίες.

- Μετασχηματιστής τύπου πυρήνα
- Μετασχηματιστής τύπου κελύφους

#### 3.2.1 Μετασχηματιστής τύπου πυρήνα

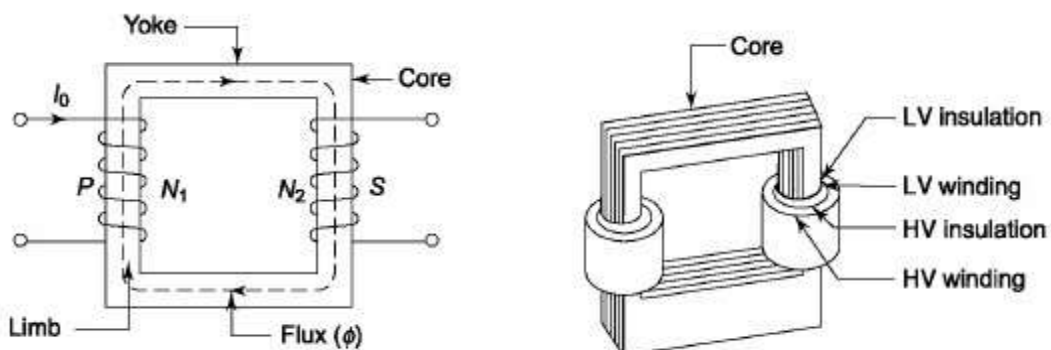
Στην κατασκευή τύπου πυρήνα, όπως φαίνεται στο σχήμα, τα πηνία τυλίγονται γύρω από τα δύο σκέλη ενός ορθογώνιου μαγνητικού πυρήνα.



Εικόνα 3-3 Μετασχηματιστής τύπου πυρήνα  
[\[https://studyelectrical.com/2017/11/core-type-and-shell-type-transformers-comparison-application.html\]](https://studyelectrical.com/2017/11/core-type-and-shell-type-transformers-comparison-application.html)

Κάθε σκέλος φέρει το μισό του πρωτεύοντος τυλίγματος και το μισό του δευτερεύοντος τυλίγματος, έτσι ώστε να μειωθεί η αντίσταση διαρροής στο ελάχιστο δυνατό.

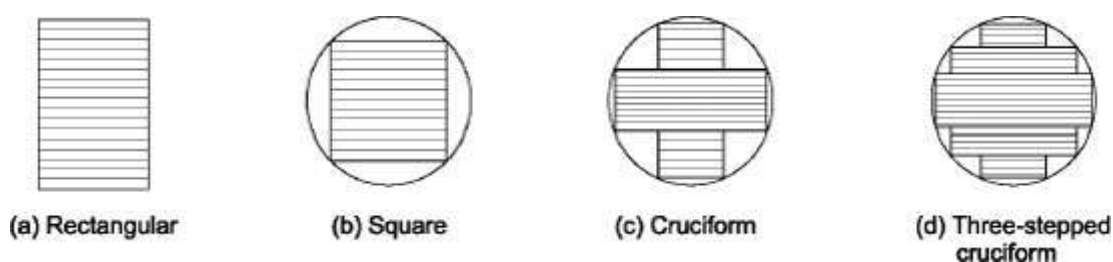
Η περιέλιξη LV (χαμηλής τάσης) τυλίγεται στο εσωτερικό πιο κοντά στον πυρήνα, ενώ η περιέλιξη HV (υψηλής τάσης) τυλίγεται πάνω από την περιέλιξη LV μακριά από τον πυρήνα προκειμένου να μειωθεί η ποσότητα των απαιτούμενων υλικών μόνωσης.



Εικόνα 3-4 Τρόπος περιέλιξης τυλιγμάτων μετασχηματιστών  
[\[https://studyelectrical.com/2017/11/core-type-and-shell-type-transformers-comparison-application.html\]](https://studyelectrical.com/2017/11/core-type-and-shell-type-transformers-comparison-application.html)



Οι μικροί μετασχηματιστές μπορεί να έχουν πυρήνες ορθογώνιας ή τετράγωνης διατομής με ορθογώνια ή κυκλικά πηνία αλλά είναι σπάταλος σε περίπτωση μετασχηματιστών μεγάλης χωρητικότητας. Στην περίπτωση μετασχηματιστών μεγάλου μεγέθους χρησιμοποιείται σταυροειδής πυρήνας με βαθμιδωτό σταυρό με κυκλικά κυλινδρικά πηνία, όπως φαίνεται στο παρακάτω σχήμα. Ο σταυροειδής πυρήνας χρησιμοποιεί ελασματοποιήσεις διαφορετικών μεγεθών. Αν και το κόστος κατασκευής ενός τέτοιου σταυροειδούς πυρήνα είναι πολύ μεγαλύτερο, αλλά τα κυκλικά πηνία που χρησιμοποιούνται τυλίγονται ευκολότερα και παρέχουν μεγαλύτερη μηχανική αντοχή, ειδικά όταν συμβαίνει βραχυκύκλωμα.



Εικόνα 3-5 Διατάξεις πυρήνα μετασχηματιστή  
[<https://studyelectrical.com/2017/11/core-type-and-shell-type-transformers-comparison-application.html>]

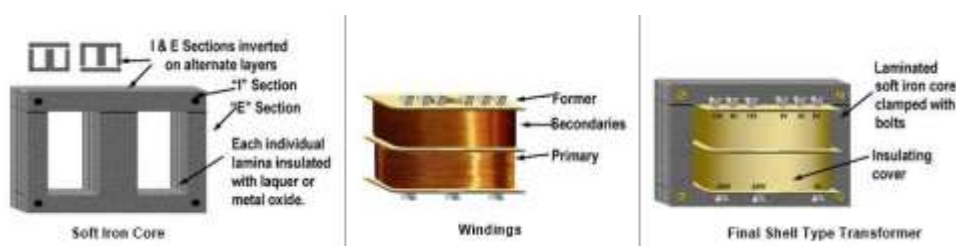
Άλλα πλεονεκτήματα της χρήσης σταυροειδούς πυρήνα είναι ο υψηλός συντελεστής χώρου και το μειωμένο μέσο μήκος στροφών με αποτέλεσμα τη μειωμένη απώλεια χαλκού.

### 3.2.2 Μετασχηματιστής τύπου κελύφους

Στην κατασκευή τύπου κελύφους, τα πηνία τυλίγονται στο κεντρικό σκέλος ενός πυρήνα τριών άκρων. Ολόκληρη η ροή διέρχεται από το κεντρικό άκρο και χωρίζεται σε δύο μέρη πηγαίνοντας στα πλάγια άκρα, όπως φαίνεται στο σχήμα.

Κατά συνέπεια, το εμβαδόν διατομής (και επομένως το πλάτος) του κεντρικού άκρου είναι διπλάσιο από αυτό του καθενός από τα πλευρικά

άκρα. Σε μια τέτοια κατασκευή χρησιμοποιείται περιέλιξη τύπου σάντουιτς.



Εικόνα 3-6 Μετασχηματιστής τύπου κελύφους  
[\[https://studyelectrical.com/2017/11/core-type-and-shell-type-transformers-comparison-application.html\]](https://studyelectrical.com/2017/11/core-type-and-shell-type-transformers-comparison-application.html)

Πίνακας 3-1 Σύγκριση μετασχηματιστών τύπου πυρήνα & κελύφους

Τύπος πυρήνα	Τύπος κελύφους
Εύκολο στο σχεδιασμό και την κατασκευή.	Συγκριτικά πολύπλοκο
Έχει χαμηλή μηχανική αντοχή λόγω μη στήριξης των περιελίξεων	Υψηλή μηχανική αντοχή.
Η μείωση της αντίδρασης διαρροής δεν είναι εύκολα δυνατή.	Η μείωση της αντίδρασης διαρροής είναι πολύ δυνατή
Το συγκρότημα μπορεί εύκολα να αποσυναρμολογηθεί για εργασίες επισκευής.	Δεν μπορεί εύκολα να αποσυναρμολογηθεί για εργασίες επισκευής.
Καλύτερη απαγωγή θερμότητας από περιελίξεις.	Η θερμότητα δεν διαχέεται εύκολα από τις περιελίξεις αφού περιβάλλεται από πυρήνα.
Έχει μεγαλύτερο μέσο μήκος πυρήνα και μικρότερο μέσο μήκος περιστροφής πηνίου. Ως εκ τούτου,	Δεν είναι κατάλληλο για απαιτήσεις EHV (Extra High Voltage).

Τύπος πυρήνα	Τύπος κελύφους
ταιριάζει καλύτερα στις απαιτήσεις EHV (Έξτρα Υψηλή Τάση).	

### 3.3 Εφαρμογή Μετασχηματιστών τύπου πυρήνα και τύπου κελύφους

Στους μετασχηματιστές τύπου κελύφους το πλεονέκτημα αποκτάται μέσω του πυρήνα που χρησιμοποιείται για την προστασία των περιελίξεων από μηχανικές βλάβες.

Η κατασκευή τύπου κελύφους παρέχει καλύτερη υποστήριξη έναντι ηλεκτρομαγνητικών δυνάμεων μεταξύ των αγωγών μεταφοράς ρεύματος. Αυτές οι δυνάμεις είναι σημαντικού μεγέθους σε συνθήκες βραχυκυκλώματος.

Η κατασκευή τύπου κελύφους χρησιμοποιείται συνήθως για μικρούς μετασχηματιστές όπου μια τετράγωνη ή ορθογώνια διατομή πυρήνα είναι κατάλληλη για οικονομική εκτίμηση.

Η κατασκευή τύπου κελύφους χρειάζεται πιο εξειδικευμένες εγκαταστάσεις κατασκευής από τον πυρήνα, ενώ ο τελευταίος προσφέρει ένα πρόσθετο πλεονέκτημα ότι επιτρέπει την οπτική επιθεώρηση των πηνίων σε περίπτωση βλάβης και την ευκολία επισκευής του στο χώρο του υποσταθμού.

Για αυτούς τους λόγους, η παρούσα πρακτική είναι η χρήση μετασχηματιστών τύπου πυρήνα σε μεγάλες εγκαταστάσεις υψηλής τάσης.

#### 3.3.1 Μετασχηματιστής πυρήνα στην Υψηλή Τάση (Υ.Τ) και τύπου μανδύα στην Χαμηλή Τάση (Χ.Τ)

Οι μετασχηματιστές τύπου πυρήνα είναι δημοφιλείς σε εφαρμογές υψηλής τάσης όπως μετασχηματιστές διανομής, μετασχηματιστές ισχύος και προφανώς αυτόματοι μετασχηματιστές. Οι λόγοι είναι ότι η υψηλή τάση αντιστοιχεί σε υψηλή ροή. Έτσι, για να μειώσουμε την απώλεια σιδήρου πρέπει να χρησιμοποιήσουμε παχύτερο πυρήνα. Άρα ο τύπος πυρήνα είναι καλύτερη επιλογή. Σε υψηλή τάση χρειαζόμαστε βαριά μόνωση. Στην περιέλιξη τύπου πυρήνα, η τοποθέτηση μόνωσης είναι ευκολότερη. Στην πραγματικότητα, η περιέλιξη χαμηλής τάσης λειτουργεί ως μόνωση μεταξύ της περιέλιξης υψηλής τάσης και του πυρήνα. Όπου, οι μετασχηματιστές τύπου μανδύα είναι δημοφιλείς σε εφαρμογές χαμηλής τάσης, όπως μετασχηματιστές που χρησιμοποιούνται σε ηλεκτρονικά κυκλώματα και ηλεκτρονικοί μετατροπείς ισχύος κ.λπ.

Σε χαμηλή τάση, συγκριτικά χρειάζεται περισσότερος όγκος για τα χάλκινα τυλίγματα από αυτόν του πυρήνα σιδήρου. Έτσι τα ανοίγματα που κόβονται στα λαμιναρισμένα φύλλα πρέπει να έχουν μεγαλύτερη αναλογία σε σχέση με το συνολικό μέγεθος του μετασχηματιστή. Έτσι, ο ΜΣ κελύφους είναι καλύτερη επιλογή. Στον τύπο κελύφους δεν μας ενδιαφέρει πολύ η μόνωση και η μόνωση είναι λεπτή και ελαφριά. Έτσι μπορεί να τοποθετηθεί το τύλιγμα με οποιονδήποτε τρόπο.

### 3.4 Μετασχηματιστής ισχύος και μετασχηματιστής διανομής<sup>[5]</sup>



Εικόνα 3-7 Μετασχηματιστής διανομής (αριστερά) και μετασχηματιστής ισχύος (δεξιά)  
[<https://studelectrical.com/2014/05/difference-between-power-transformer.html>]

Ο μετασχηματιστής ισχύος και ο μετασχηματιστής διανομής αποτελούν σημαντικό μέρος ενός δικτύου διανομής ηλεκτρικής ενέργειας. Ταξινομούνται με βάση ορισμένα χαρακτηριστικά τους.

- Ένας μετασχηματιστής ισχύος χρησιμοποιείται σε δίκτυο μεταφοράς υψηλότερων τάσεων για την ανύψωση και τη μείωση της εφαρμογής (400 kV, 200 kV, 110 kV, 66 kV, 33 kV) και γενικά κατασκευάζονται για ισχύ πάνω από 200 MVA.
- Ο μετασχηματιστής διανομής χρησιμοποιείται για δίκτυα διανομής χαμηλότερης τάσης ως μέσο σύνδεσης τελικού χρήστη. (11 kV, 6,6 kV, 3,3 kV, 440 V, 230 V) και γενικά κατασκευάζονται για ισχύ λιγότερο από 200 MVA.
- Ο μετασχηματιστής ισχύος χρησιμοποιείται για το σκοπό μετάδοσης σε μεγάλο φορτίο σε υψηλότερη τάση μεγαλύτερη από 33 kV και απόδοση 100%. Είναι μεγάλος σε μέγεθος σε σύγκριση με τον μετασχηματιστή διανομής. Χρησιμοποιούνται σε σταθμό παραγωγής και υποσταθμό μεταφοράς με υψηλό επίπεδο μόνωσης.
- Ο μετασχηματιστής διανομής χρησιμοποιείται για τη διανομή ηλεκτρικής ενέργειας σε χαμηλή τάση κάτω από 33 kV για βιομηχανικούς σκοπούς και 400 V - 230 V για οικιακή χρήση.

Λειτουργεί με χαμηλή απόδοση στο 50-70% , έχει μικρό μέγεθος, είναι εύκολος στην εγκατάσταση, με χαμηλές μαγνητικές απώλειες και δεν είναι πάντα πλήρως φορτωμένος.

### **3.4.1 Απώλειες Σιδήρου και Απώλειες Χαλκού**

Οι μετασχηματιστές ισχύος χρησιμοποιούνται στο δίκτυο μεταφοράς ώστε να μην συνδέονται απευθείας με τους καταναλωτές, επομένως οι διακυμάνσεις του φορτίου είναι πολύ λιγότερες. Οι μετασχηματιστές ισχύος φορτίζονται πλήρως κατά τη διάρκεια του 24ώρου, έτσι οι απώλειες Cu & Fe γίνονται όλη την ημέρα. Το ειδικό βάρος δηλαδή (βάρος σιδήρου)/(βάρος χαλκού) είναι πολύ μικρότερο.

Τα μέσα φορτία είναι πιο κοντά στο πλήρες φορτίο και είναι σχεδιασμένα με τέτοιο τρόπο ώστε η μέγιστη απόδοση να επιτυγχάνεται σε συνθήκες πλήρους φορτίου. Αυτά είναι ανεξάρτητα από το χρόνο, επομένως στον υπολογισμό της απόδοσης αρκεί μόνο η βάση ισχύος.

Οι μετασχηματιστές διανομής χρησιμοποιούνται στο δίκτυο διανομής τόσο άμεσα συνδεδεμένοι με τον καταναλωτή, ώστε οι διακυμάνσεις του φορτίου να είναι πολύ υψηλές. Δεν φορτίζονται πλήρως ανά πάσα στιγμή, επομένως οι απώλειες σιδήρου πραγματοποιούνται 24 ώρες το 24ωρο και οι απώλειες χαλκού πραγματοποιούνται με βάση τον κύκλο φόρτισης.

Το ειδικό βάρος είναι μεγαλύτερο, δηλαδή (βάρος σιδήρου)/(βάρος χαλκού), τα μέσα φορτία είναι περίπου μόνο το 75% του πλήρους φορτίου και είναι σχεδιασμένα με τέτοιο τρόπο ώστε η μέγιστη απόδοση να προκύπτει στο 75% του πλήρους φορτίου.

Οι μετασχηματιστές ισχύος χρησιμοποιούνται για μετάδοση ως συσκευές αναβάθμισης έτσι ώστε η απώλεια  $I^2R$  να μπορεί να ελαχιστοποιηθεί για δεδομένη ροή ισχύος. Αυτοί οι μετασχηματιστές έχουν σχεδιαστεί για να χρησιμοποιούν τον πυρήνα στο μέγιστο και θα λειτουργούν πολύ κοντά

στο σημείο γονάτου της καμπύλης μαγνήτισης B-H (λίγο πάνω από την τιμή του σημείου γονάτου).

Αυτό μειώνει τη μάζα του πυρήνα σε τεράστιο βαθμό. Φυσικά, αυτοί οι μετασχηματιστές έχουν τις αντίστοιχες απώλειες σιδήρου και χαλκού στο φορτίο αιχμής (δηλ. το σημείο μέγιστης απόδοσης όπου ταιριάζουν και οι δύο απώλειες).

Οι μετασχηματιστές διανομής προφανώς δεν μπορούν να σχεδιαστούν έτσι. Ως εκ τούτου, η ολοήμερη αποτελεσματικότητα εμφανίζεται κατά τη σχεδίασή του. Εξαρτάται από τον τυπικό κύκλο φορτίου για τον οποίο πρέπει να τροφοδοτήσει. Οποσδήποτε, η σχεδίαση πυρήνα θα γίνει για να φροντίζει το φορτίο αιχμής και την αποδοτικότητα όλη την ημέρα. Είναι μια συμφωνία μεταξύ αυτών των δύο σημείων.

Ο μετασχηματιστής ισχύος, γενικά λειτουργεί με πλήρες φορτίο. Ως εκ τούτου, είναι σχεδιασμένο έτσι ώστε οι απώλειες χαλκού να είναι ελάχιστες. Ωστόσο, ένας μετασχηματιστής διανομής είναι πάντα συνδεδεμένος και λειτουργεί με φορτία μικρότερα από το πλήρες φορτίο για τις περισσότερες φορές. Ως εκ τούτου, έχει σχεδιαστεί έτσι ώστε οι απώλειες πυρήνα να είναι ελάχιστες. Στον μετασχηματιστή ισχύος, η πυκνότητα ροής είναι μεγαλύτερη από τον μετασχηματιστή διανομής.

### **3.4.2 Μέγιστη Αποδοτικότητα**

Η κύρια διαφορά μεταξύ του μετασχηματιστή ισχύος και διανομής είναι ότι ο μετασχηματιστής διανομής έχει σχεδιαστεί για μέγιστη απόδοση σε φορτίο 60% έως 70%, καθώς συνήθως δεν λειτουργεί με πλήρες φορτίο όλη την ώρα. Το φορτίο του εξαρτάται από τη ζήτηση ενέργειας. Ενώ ο μετασχηματιστής ισχύος έχει σχεδιαστεί για μέγιστη απόδοση σε φορτίο 100%, καθώς λειτουργεί πάντα με φορτίο 100% κοντά στο σταθμό παραγωγής.

Ο μετασχηματιστής διανομής χρησιμοποιείται στο επίπεδο διανομής όπου οι τάσεις τείνουν να είναι χαμηλότερες. Η δευτερεύουσα τάση είναι

σχεδόν πάντα η τάση που παρέχεται στον τελικό καταναλωτή. Λόγω των περιορισμών πτώσης τάσης, συνήθως δεν είναι δυνατή η παροχή αυτής της δευτερεύουσας τάσης σε μεγάλες αποστάσεις.

Ως αποτέλεσμα, τα περισσότερα συστήματα διανομής τείνουν να περιλαμβάνουν πολλές «συστάδες» φορτίων που τροφοδοτούνται από μετασχηματιστές διανομής, και αυτό, με τη σειρά του, σημαίνει ότι η θερμική βαθμολογία των μετασχηματιστών διανομής δεν χρειάζεται να είναι πολύ υψηλή για να υποστηρίξει τα φορτία που έχουν για να εξυπηρετήσει.

### **3.4.3 Σύγκριση μετασχηματιστή ισχύος και μετασχηματιστή διανομής**

#### **3.4.3.1 Μετασχηματιστής ισχύος**

- Οι μετασχηματιστές ισχύος περιλαμβάνουν όλους τους μετασχηματιστές μεγάλης ισχύος ( 250 kVA και άνω ) που χρησιμοποιούνται σε σταθμούς παραγωγής και υποσταθμούς για τη μετατροπή τάσης σε κάθε άκρο της γραμμής μεταφοράς ηλεκτρικής ενέργειας
- Μπορεί να είναι μονοφασικοί ή τριφασικοί. 3-αγωγοί συνδεδεμένοι σε Δ/Δ ή Δ/Υ και ονομαστική τάση 220/11 kV ή σε εύρος υψηλής τάσης.
- Τίθενται σε λειτουργία κατά τις ώρες πλήρους φορτίου και αποσυνδέονται κατά τις ώρες ελαφρού φορτίου, δηλαδή οι μετασχηματιστές ισχύος συνήθως λειτουργούν με περίπου πλήρες φορτίο .Αυτό είναι δυνατό επειδή είναι διατεταγμένοι σε συστοιχίες και μπορούν να συνδεθούν παράλληλα με άλλες μονάδες ή να αποσυνδεθούν.
- Οι μετασχηματιστές ισχύος έχουν σχεδιαστεί για να έχουν μέγιστη απόδοση σε ή σχεδόν πλήρες φορτίο (αναλογία απώλειας σιδήρου προς πλήρες φορτίο απώλειας χαλκού 1:1)
- Οι μετασχηματιστές ισχύος έχουν σχεδιαστεί για να έχουν σημαντικά μεγαλύτερη αντίσταση διαρροής από ότι επιτρέπεται



στους μετασχηματιστές διανομής. Αυτό οφείλεται στο γεγονός ότι στους μετασχηματιστές ισχύος η εγγενής ρύθμιση της τάσης δεν είναι τόσο σημαντική όσο η περιοριστική επίδραση ρεύματος της υψηλότερης αντίδρασης διαρροής.

- Η συνήθης πυκνότητα ροής των μετασχηματιστών ισχύος είναι από 1,5 T έως 1,7 T .
- Ποσοστό σύνθετης αντίστασης που κυμαίνεται από 6-18% .
- Διακύμανση που κυμαίνεται από 6-10% .
- Μπορεί να είναι ελαιόψυκτοι, εξαναγκασμένοι αερόψυκτοι ή εξαναγκασμένοι υδρόψυκτοι .

#### **3.4.3.2 Μετασχηματιστής διανομής**

- Οι μετασχηματιστές ισχύος έως 250 kVA , που χρησιμοποιούνται για τη μείωση της τάσης διανομής σε μια τυπική τάση υπηρεσίας είναι γνωστοί ως μετασχηματιστές διανομής.
- Διατηρούνται σε λειτουργία όλο το 24ωρο είτε μεταφέρουν οποιοδήποτε φορτίο είτε όχι.
- Σε τέτοιους μετασχηματιστές, η απώλεια σιδήρου συμβαίνει συνεχώς, αλλά η απώλεια χαλκού συμβαίνει μόνο όταν είναι φορτωμένοι .Επομένως, οι μετασχηματιστές διανομής θα πρέπει να σχεδιάζονται με απώλεια σιδήρου μικρότερη σε σύγκριση με την απώλεια χαλκού πλήρους φορτίου (ας πούμε για την αναλογία 1:3). Με άλλα λόγια, μπορούμε να πούμε ότι οι μετασχηματιστές διανομής έχουν σχεδιαστεί για καλή απόδοση όλη την ημέρα και όχι για υψηλότερη απόδοση σε πλήρες φορτίο.
- Οι μετασχηματιστές διανομής είναι συνήθως συνδεδεμένοι με τριφασικό 4 καλώδιο 11 kV/400 V Δ/Y .
- Ποσοστό σύνθετης αντίστασης μετασχηματιστών διανομής που κυμαίνεται από 4 – 5% .
- Η ρύθμιση της τάσης είναι 4-8% .
- Είναι κατασκευασμένα από χάλυβα ψυχρής έλασης με πυκνότητα ροής 1,7 T.

### **3.5 Τριφασικός μετασχηματιστής – Βασικές- αρχές και μέθοδοι σύνδεσης<sup>[6]</sup>**

Τριφασικοί μετασχηματιστές χρησιμοποιούνται σε τριφασικά κυκλώματα για να αυξάνουν και να μειώνουν την τάση ανάλογα με τις ανάγκες σε ένα σύστημα ισχύος.

Η ηλεκτρική ενέργεια παράγεται και μεταδίδεται χρησιμοποιώντας ένα τριφασικό σύστημα. Το τριφασικό σύστημα έχει σημαντικά πλεονεκτήματα σε σχέση με άλλα πολυφασικά συστήματα. Σε ένα τριφασικό κύκλωμα, η τάση αυξάνεται ή μειώνεται μέσω τριφασικών μετασχηματιστών.

Οι τριφασικοί μετασχηματιστές λειτουργούν ακριβώς όπως τρεις μονοφασικοί μετασχηματιστές. Αλλά ένας τριφασικός μετασχηματιστής καταλαμβάνει λιγότερο όγκο και ζυγίζει λιγότερο από τρεις μονοφασικούς μετασχηματιστές που έχουν σχεδιαστεί για τον ίδιο σκοπό.

Είναι μια συσκευή μετατροπής ηλεκτρομαγνητικής ενέργειας που δεν έχει κινούμενα μέρη και δύο (ή περισσότερες) περιελίξεις σταθερές μεταξύ τους, που προορίζονται να μεταφέρουν ηλεκτρική ενέργεια μεταξύ κυκλωμάτων ή συστημάτων μέσω ηλεκτρομαγνητικής επαγωγής.

#### **3.5.1 Δύο Τρόποι Σύνδεσης Τριφασικού Μετασχηματιστή**

Ένας τριφασικός μετασχηματιστής σε έναν ηλεκτρικό υποσταθμό μπορεί να κατασκευαστεί με δύο τρόπους

- Συνδέοντας κατάλληλα μια συστοιχία τριών μονοφασικών μετασχηματιστών
- Κατασκευάζοντας έναν τριφασικό μετασχηματιστή σε κοινή μαγνητική δομή.

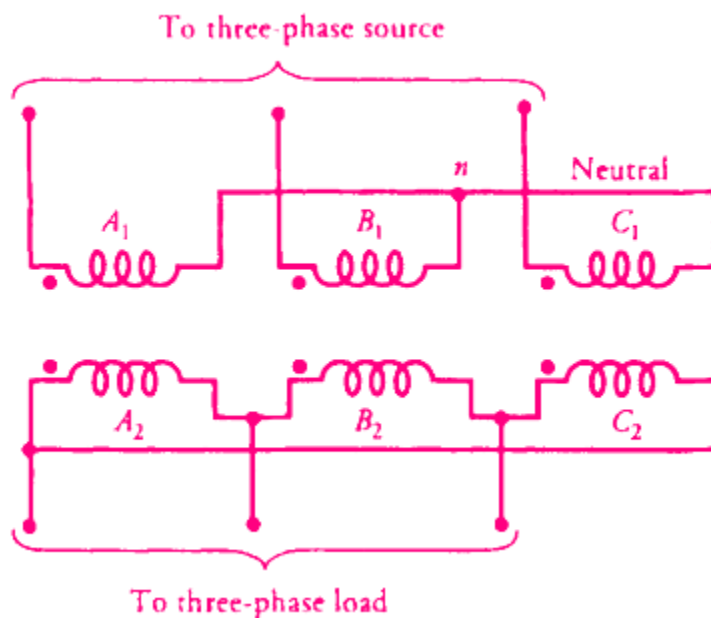
### 3.5.1.1 Συστοιχία τριών μονοφασικών μετασχηματιστών

Τρεις παρόμοιοι μονοφασικοί μετασχηματιστές μπορούν να συνδεθούν για να σχηματίσουν έναν τριφασικό μετασχηματιστή. Το πρωτεύον και το δευτερεύον τύλιγμα μπορούν να συνδεθούν σε διάταξη αστέρα (Y) ή Τριγώνου (D).



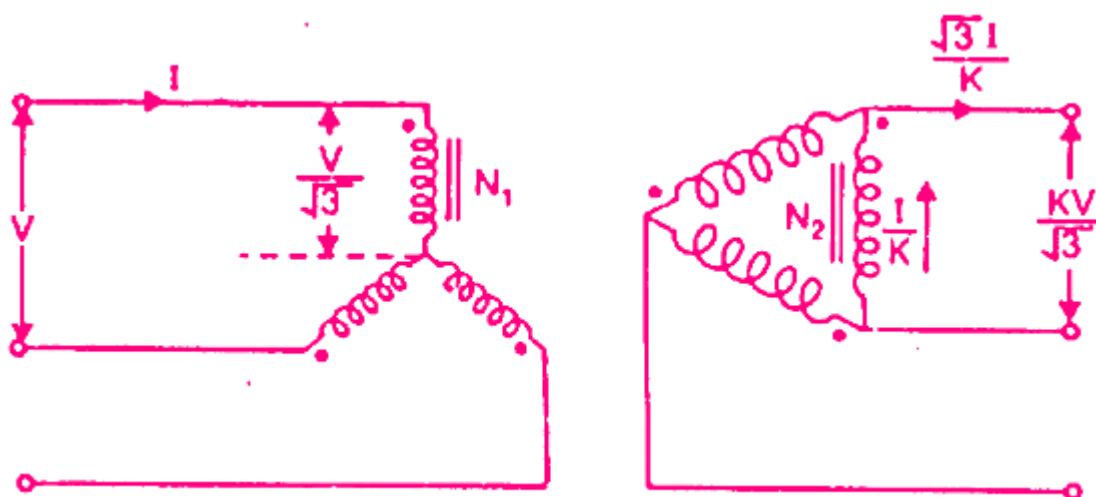
Εικόνα 3-8 Τριφασική Συστοιχία μονοφασικών Μετασχηματιστών  
[<https://studyelectrical.com/2019/11/three-phase-transformer.html>]

Για παράδειγμα, το παρακάτω σχήμα δείχνει μια σύνδεση YD ενός μετασχηματιστή τριών φάσεων. Οι πρωτεύουσες περιελίξεις συνδέονται σε αστέρα και οι δευτερεύουσες περιελίξεις συνδέονται σε τρίγωνο.



Διάγραμμα 3-1 Τριφασικός μετασχηματιστής συνδεδεμένος με αστέρα – τρίγωνο  
[\[https://studyelectrical.com/2019/11/three-phase-transformer.html\]](https://studyelectrical.com/2019/11/three-phase-transformer.html)

Ένας πιο κατανοητός τρόπος αυτής της συνδεσμολογίας φαίνεται παρακάτω.



Διάγραμμα 3-2 Διάγραμμα συνδεσμολογίας αστέρα – τρίγωνου  
[\[https://studyelectrical.com/2019/11/three-phase-transformer.html\]](https://studyelectrical.com/2019/11/three-phase-transformer.html)

Οι πρωτεύουσες και δευτερεύουσες περιελίξεις που φαίνονται παράλληλα μεταξύ τους ανήκουν στον ίδιο μονοφασικό μετασχηματιστή.

Ο λόγος της τάσης δευτερεύουσας φάσης προς την τάση πρωτεύουσας φάσης είναι ο λόγος μετασχηματισμού φάσης  $K$ .

Όπως αναφέρθηκε παραπάνω, οι συνδέσεις  $Y$  ή  $\Delta$  είναι δυνατές με μονοφασικούς μετασχηματιστές συνδεδεμένους σε συστοιχίες. Είναι εξαιρετικά σημαντικό οι μονοφασικοί μετασχηματιστές να επιλέγονται προσεκτικά όταν είναι συνδεδεμένοι μεταξύ τους, ειδικά όταν χρησιμοποιείται η σύνδεση  $\Delta$ . Η χρήση αταίριαστων μετασχηματιστών στη σύνδεση  $\Delta$  θα έχει ως αποτέλεσμα υπερβολικά ρεύματα κυκλοφορίας που θα υποβαθμίσουν σημαντικά την τάση ή θα προκαλέσουν υπερθέρμανση.

### **Πλεονεκτήματα**

Μπορεί να είναι αδύνατη ή μη πρακτική η κατασκευή ή η αποστολή ενός μετασχηματιστή τριών φάσεων με εξαιρετικά μεγάλη χωρητικότητα MVA. Μια συστοιχία τριών μονοφασικών μετασχηματιστών μπορεί τότε να είναι η λύση, αν και το συνολικό μέγεθος, το βάρος και το κόστος τριών μονοφασικών μετασχηματιστών πιθανότατα θα υπερβαίνει το μέγεθος, το βάρος και το κόστος ενός τριφασικού ΜΣ.

Ένα επιπλέον πλεονέκτημα της συστοιχίας είναι ότι μια βλάβη μιας μονοφασικής μονάδας θα είναι συνήθως λιγότερο δαπανηρή για την επισκευή από μια βλάβη σε έναν τριφασικό ΜΣ.

Μια ενδιαφέρουσα διαμόρφωση για μια συστοιχία τριών φάσεων είναι η ανοικτή σύνδεση τριγώνου που χρησιμοποιείται εκτενώς στα αγροτικά συστήματα διανομής. Η ανοικτή σύνδεση τριγώνου χρησιμοποιεί δύο μονοφασικούς μετασχηματιστές. Μια ανοικτή σύνδεση  $Y$ - $\Delta$  απαιτεί μόνο δύο φάσεις συν το ουδέτερο στην κύρια πλευρά της συστοιχίας προκειμένου να αναπτυχθεί μια τριφασική τάση στη δευτερεύουσα. Αυτό είναι μια προφανής εξοικονόμηση κόστους όταν η εγκατάσταση απέχει πολύ από ένα τριφασικό πρωτεύον κύκλωμα.

### **3.6 Τριφασικός μετασχηματιστής**

Στην προηγούμενη ενότητα, είδαμε μερικούς από τους τρόπους με τους οποίους μπορούν να συνδεθούν μονοφασικοί μετασχηματιστές σε τριφασικά και διφασικά συστήματα. Μερικές φορές είναι καλύτερο να κατασκευάζεται ένας τριφασικός μετασχηματιστής αντί να χρησιμοποιείται μια συστοιχία μονοφασικών μετασχηματιστών.

Αυτό συμβαίνει διότι, ένας μετασχηματιστής τριών φάσεων μπορεί συχνά να είναι πιο οικονομικός στην κατασκευή περικλείοντας έναν πυρήνα και μια δομή πηνίου μέσα σε μια δεξαμενή μετασχηματιστή αντί να χτίζει τρεις ξεχωριστές δομές και δεξαμενές πυρήνα και πηνίου. Ένας μετασχηματιστής τριών φάσεων μπορεί να κατασκευαστεί έχοντας τρεις πρωτεύουσες και τρεις δευτερεύουσες περιελίξεις σε ένα κοινό μαγνητικό κύκλωμα.



Εικόνα 3-9 Τριφασικός μετασχηματιστής  
[<https://studyelectrical.com/2019/11/three-phase-transformer.html>]

### 3.6.1 Συνδέσεις Τριφασικού Μετασχηματιστή

Ένας τριφασικός μετασχηματιστής μπορεί να κατασκευαστεί συνδέοντας κατάλληλα μια συστοιχία τριών μονοφασικών μετασχηματιστών ή με έναν τριφασικό μετασχηματιστή. Οι πρωτεύουσες ή δευτερεύουσες περιελίξεις μπορούν να συνδεθούν είτε σε διάταξη αστέρα (Y) ή τριγώνου (D).

Και στις δύο περιπτώσεις, οι περιελίξεις μπορούν να συνδεθούν με τέσσερις διαφορετικές μεθόδους σύνδεσης.

- Σύνδεση Star – Star (YY) (Αστέρας – Αστέρας)
- Σύνδεση Star – Delta (Y-Δ) (Αστέρας – Τρίγωνο)
- Delta – Delta Connection (Δ-Δ) (Τρίγωνο – Τρίγωνο)
- Delta – Star Connection (Δ-Y) (Τρίγωνο – Αστέρας)

## ΚΕΦΑΛΑΙΟ 4 – ΣΥΣΤΗΜΑ ΑΔΙΑΛΕΙΠΤΗΣ ΛΕΙΤΟΥΡΓΙΑΣ (UPS)<sup>[7]</sup>

### 4.1 Γενικά χαρακτηριστικά

Το UPS σημαίνει Uninterruptible Power Supply. Ένα σύστημα UPS είναι μια αυτόνομη πηγή εναλλακτικής ισχύος που χρησιμοποιείται για την παροχή ευαίσθητων ηλεκτρονικών φορτίων όπως κέντρα υπολογιστών, τηλεφωνικά κέντρα και πολλά συστήματα ελέγχου και παρακολούθησης βιομηχανικών διεργασιών. Αυτές οι εφαρμογές απαιτούν ισχύ που είναι σε διαθεσιμότητα και καλής ποιότητας.

Μια λύση που δίνει το UPS για ευαίσθητα ηλεκτρικά φορτία χρησιμοποιείται για την παροχή μιας διεπαφής ισχύος μεταξύ του βοηθητικού δικτύου και των ευαίσθητων φορτίων, παρέχοντας τάση που είναι:

1. Απαλλαγμένη από όλες τις διαταραχές που υπάρχουν στην παροχή ρεύματος κοινής ωφέλειας και σε συμμόρφωση με τις αυστηρές ανοχές που απαιτούνται από τα φορτία.
2. Διατίθεται σε περίπτωση διακοπής ρεύματος, εντός καθορισμένων ορίων ανοχής

Τα συστήματα UPS ικανοποιούν τις απαιτήσεις των 1 και 2 παραπάνω όσον αφορά τη διαθεσιμότητα και την ποιότητα ισχύος:

- Τροφοδοσία φορτίων με τάση που διαμορφώνεται με αυστηρές ανοχές, με χρήση αντιστροφέα
- Παροχή αυτόνομης εναλλακτικής πηγής, με χρήση μπαταρίας
- Ενεργοποίηση για την αντικατάσταση της ηλεκτρικής ενέργειας χωρίς χρόνο μεταφοράς, δηλαδή χωρίς καμία διακοπή στην παροχή ρεύματος στο φορτίο, μέσω της χρήσης ενός στατικού διακόπτη.

Αυτά τα χαρακτηριστικά καθιστούν τις μονάδες UPS το ιδανικό τροφοδοτικό για όλες τις ευαίσθητες εφαρμογές, επειδή διασφαλίζουν



την ποιότητα και τη διαθεσιμότητα ισχύος, ανεξάρτητα από την κατάσταση της ηλεκτρικής ισχύος.

## **4.2 Βασικά μέρη ενός συστήματος UPS**

Ένα UPS περιλαμβάνει τα ακόλουθα κύρια εξαρτήματα:

1. Ανορθωτής/φορτιστής, που παράγει συνεχές ρεύμα για τη φόρτιση μιας μπαταρίας και την τροφοδοσία ενός μετατροπέα
2. Μετατροπέας, ο οποίος παράγει ποιοτική ηλεκτρική ισχύ χωρίς όλες τις διαταραχές ηλεκτρικής ενέργειας της κοινής ωφέλειας, ιδίως μικροδιακοπές που είναι εντός ανοχών συμβατών με τις απαιτήσεις των ευαίσθητων ηλεκτρονικών συσκευών.
3. Μπαταρία, η οποία παρέχει επαρκή εφεδρικό χρόνο για να διασφαλίσει την ασφάλεια της ζωής και της ιδιοκτησίας αντικαθιστώντας το βοηθητικό πρόγραμμα όπως απαιτείται
4. Στατικός διακόπτης, μια συσκευή με βάση ημιαγωγούς που μεταφέρει το φορτίο από το inverter στο ηλεκτρικό δίκτυο και πίσω, χωρίς καμία διακοπή στην παροχή ρεύματος

## **4.3 Τύποι στατικών συστημάτων UPS**

Οι τύποι στατικών UPS ορίζονται από το πρότυπο IEC 62040. Το πρότυπο διακρίνει τρεις τρόπους λειτουργίας για UPS που είναι:

1. Παθητική αναμονή (ονομάζεται επίσης εκτός σύνδεσης)
2. Διαδραστική γραμμή
3. Διπλή μετατροπή (ονομάζεται επίσης on-line)

Αυτοί οι ορισμοί αφορούν τη λειτουργία του UPS σε σχέση με την πηγή ισχύος, συμπεριλαμβανομένου του συστήματος διανομής του UPS. Το πρότυπο IEC 62040 ορίζει τους ακόλουθους όρους:

- Πρωτεύουσα ισχύς: ισχύς συνεχώς διαθέσιμη η οποία συνήθως παρέχεται από μια εταιρεία παροχής ηλεκτρικής ενέργειας κοινής ωφέλειας.

- Ισχύς αναμονής: Ισχύς που προορίζεται να αντικαταστήσει την κύρια ισχύ σε περίπτωση ξαφνικής διακοπής ρεύματος
- Τροφοδοσία παράκαμψης: τροφοδοσία ρεύματος μέσω της παράκαμψης

#### **4.3.1 Παθητική κατάσταση αναμονής**

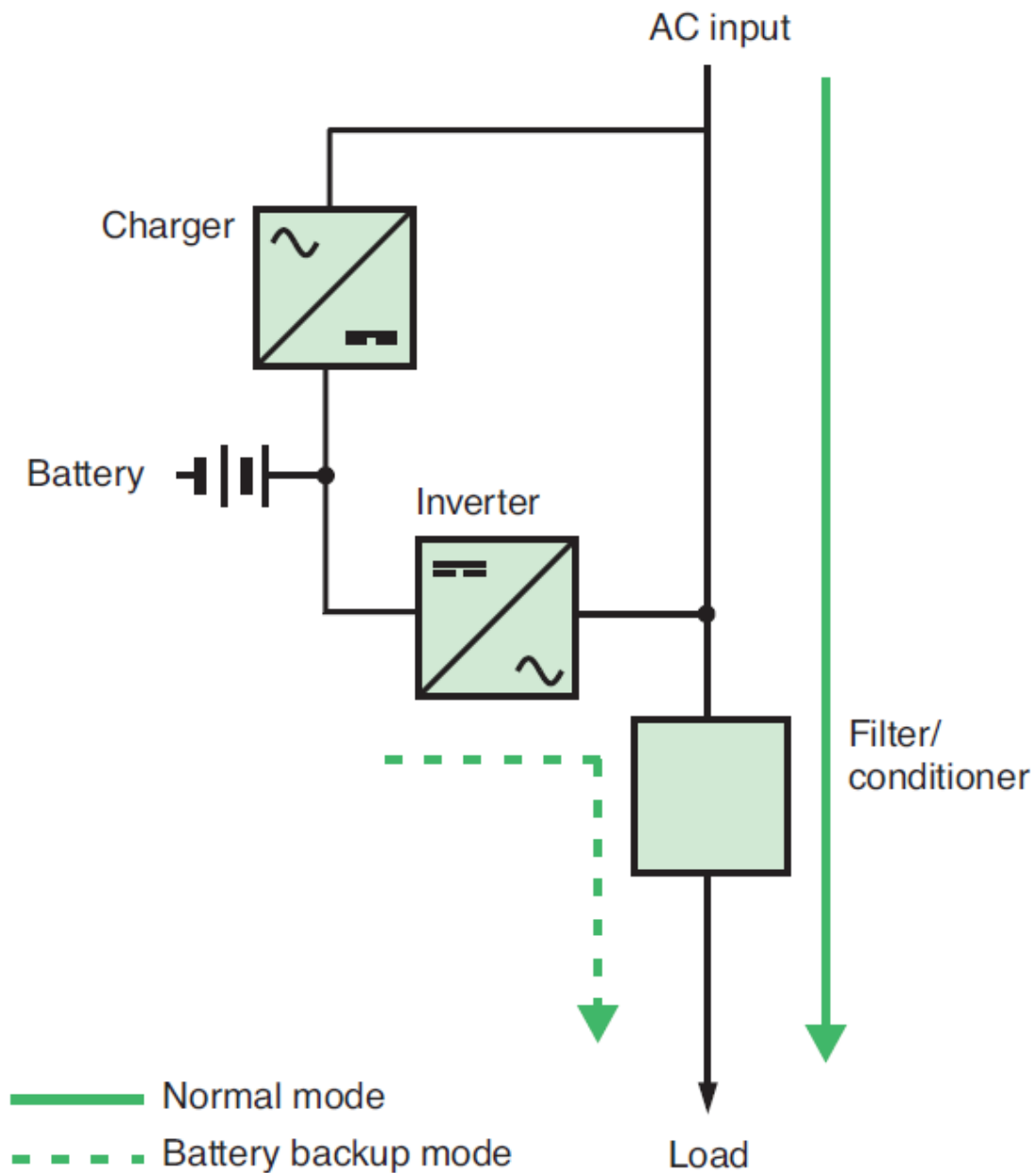
Ο μετατροπέας συνδέεται παράλληλα με την είσοδο AC σε κατάσταση αναμονής όπως φαίνεται παρακάτω στο Εικόνα 4-1

##### **4.3.1.1 Κανονική Λειτουργία**

Στην κανονική λειτουργία, το φορτίο τροφοδοτείται από την ηλεκτρική ενέργεια μέσω ενός φίλτρου που εξαλείφει ορισμένες διαταραχές και παρέχει κάποιο βαθμό ρύθμισης της τάσης (το IEC 62040 καθορίζει κάποια μορφή ρύθμισης ισχύος). Ο μετατροπέας λειτουργεί σε κατάσταση παθητικής αναμονής.

##### **4.3.1.2 Λειτουργία εφεδρικής μπαταρίας**

Στη λειτουργία εφεδρικής μπαταρίας, όταν η τάση εισόδου εναλλασσόμενου ρεύματος είναι εκτός των καθορισμένων ανοχών για το UPS ή η παροχή ρεύματος διακόπτεται, ο μετατροπέας και η μπαταρία παρεμβαίνουν για να εξασφαλίσουν συνεχή τροφοδοσία ρεύματος στο φορτίο μετά από πολύ σύντομη αλλαγή, λιγότερο από 10 ms . Το UPS συνεχίζει να λειτουργεί με ισχύ μπαταρίας μέχρι το τέλος του χρόνου εφεδρικής μπαταρίας ή η ισχύς του βοηθητικού προγράμματος επανέλθει στο κανονικό, γεγονός που προκαλεί μεταφορά του φορτίου πίσω στην είσοδο AC (κανονική λειτουργία).



Εικόνα 4-1 Συνδεσμολογία παθητικής κατάστασης αναμονής  
[\[https://www.electricalengineeringtoolbox.com/2017/07/how-ups-uninterruptible-power-supply.html\]](https://www.electricalengineeringtoolbox.com/2017/07/how-ups-uninterruptible-power-supply.html)

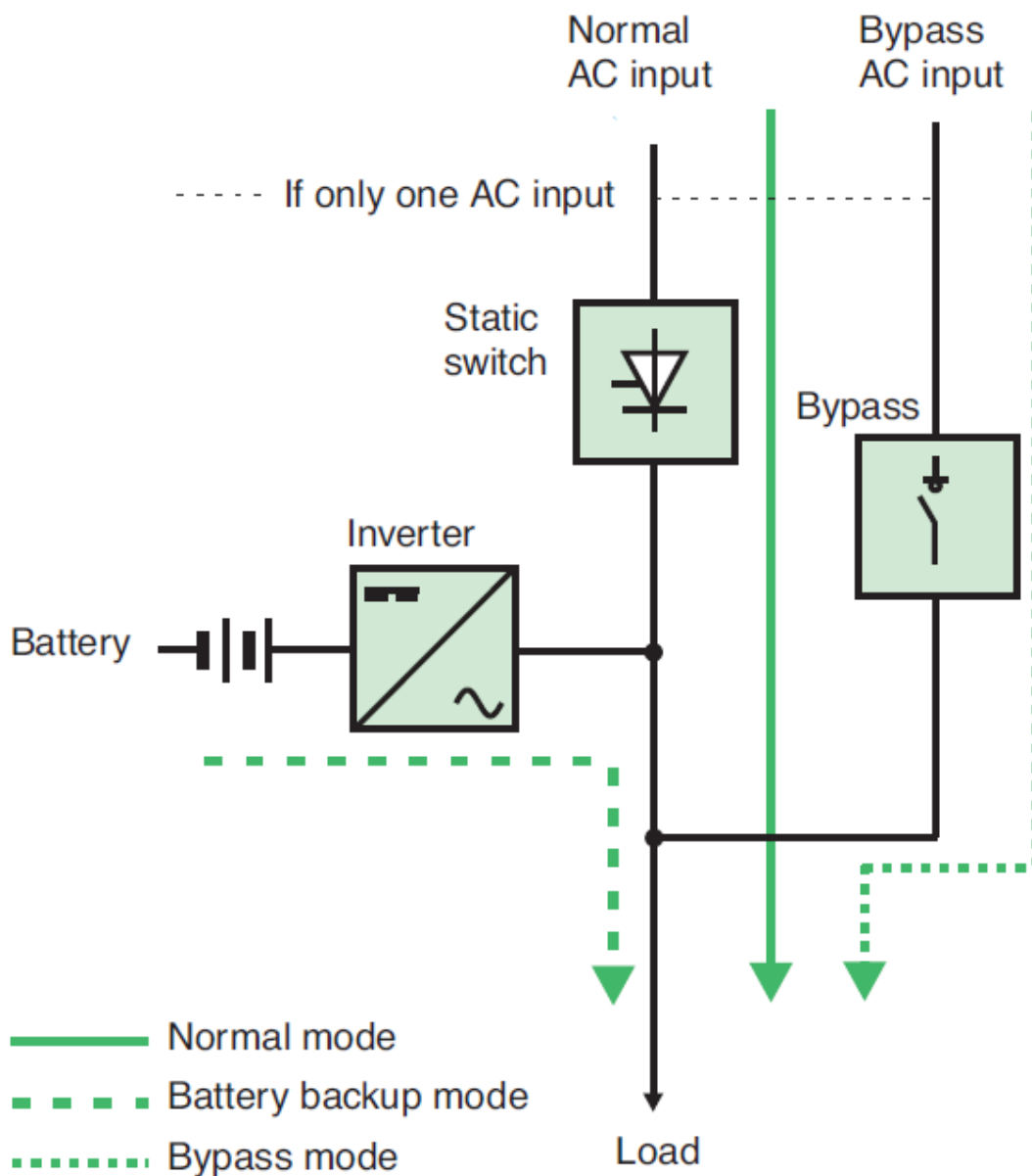
#### 4.3.1.3 Περιορισμοί

Αυτό το UPS λειτουργεί χωρίς πραγματικό στατικό διακόπτη, επομένως απαιτείται συγκεκριμένος χρόνος για τη μεταφορά του φορτίου στον μετατροπέα. Αυτός ο χρόνος είναι αποδεκτός για ορισμένες μεμονωμένες εφαρμογές, αλλά ασυμβίβαστο με την απόδοση που απαιτείται από πιο εξελιγμένα, ευαίσθητα συστήματα (μεγάλα κέντρα πληροφορικής,

τηλεφωνικά κέντρα κ.λπ.). Επιπλέον, η συχνότητα δεν ρυθμίζεται και δεν υπάρχει παράκαμψη.

#### 4.3.2 Διαδραστική λειτουργία γραμμής

Ο μετατροπέας συνδέεται παράλληλα με την είσοδο AC σε κατάσταση αναμονής, αλλά και φορτίζει την μπαταρία. Έτσι αλληλοεπιδρά με την πηγή εισόδου AC όπως φαίνεται παρακάτω:



Εικόνα 4-2 Συνδεσμολογία διαδραστικής λειτουργίας γραμμής  
[<https://www.electricalengineeringtoolbox.com/2017/07/how-ups-uninterruptible-power-supply.html>]

#### **4.3.2.1 Κανονική Λειτουργία**

Στην κανονική λειτουργία, το φορτίο τροφοδοτείται με προκαθορισμένη ισχύ μέσω παράλληλης σύνδεσης της εισόδου AC και του μετατροπέα. Ο μετατροπέας λειτουργεί για να παρέχει ρύθμιση τάσης εξόδου και/ή φόρτιση της μπαταρίας. Η συχνότητα εξόδου εξαρτάται από τη συχνότητα εισόδου AC.

#### **4.3.2.2 Λειτουργία εφεδρικής μπαταρίας**

Σε αυτόν τον τρόπο λειτουργίας, όταν η τάση εισόδου εναλλασσόμενου ρεύματος είναι εκτός των καθορισμένων ανοχών για το UPS ή όταν διακοπεί η παροχή ρεύματος, ο μετατροπέας και η μπαταρία παρεμβαίνουν για να εξασφαλίσουν συνεχή τροφοδοσία ρεύματος στο φορτίο μετά από μεταφορά χωρίς διακοπή χρησιμοποιώντας στατικό διακόπτη το οποίο επίσης αποσυνδέει την είσοδο AC για να αποτρέψει τη ροή ρεύματος από τον μετατροπέα. Το UPS συνεχίζει να λειτουργεί με ισχύ μπαταρίας μέχρι το τέλος του εφεδρικού χρόνου της μπαταρίας ή η ισχύς του βοηθητικού προγράμματος επανέλθει στο κανονικό, γεγονός που προκαλεί τη μεταφορά του φορτίου πίσω στην είσοδο AC (κανονική λειτουργία).

#### **4.3.2.3 Λειτουργία παράκαμψης**

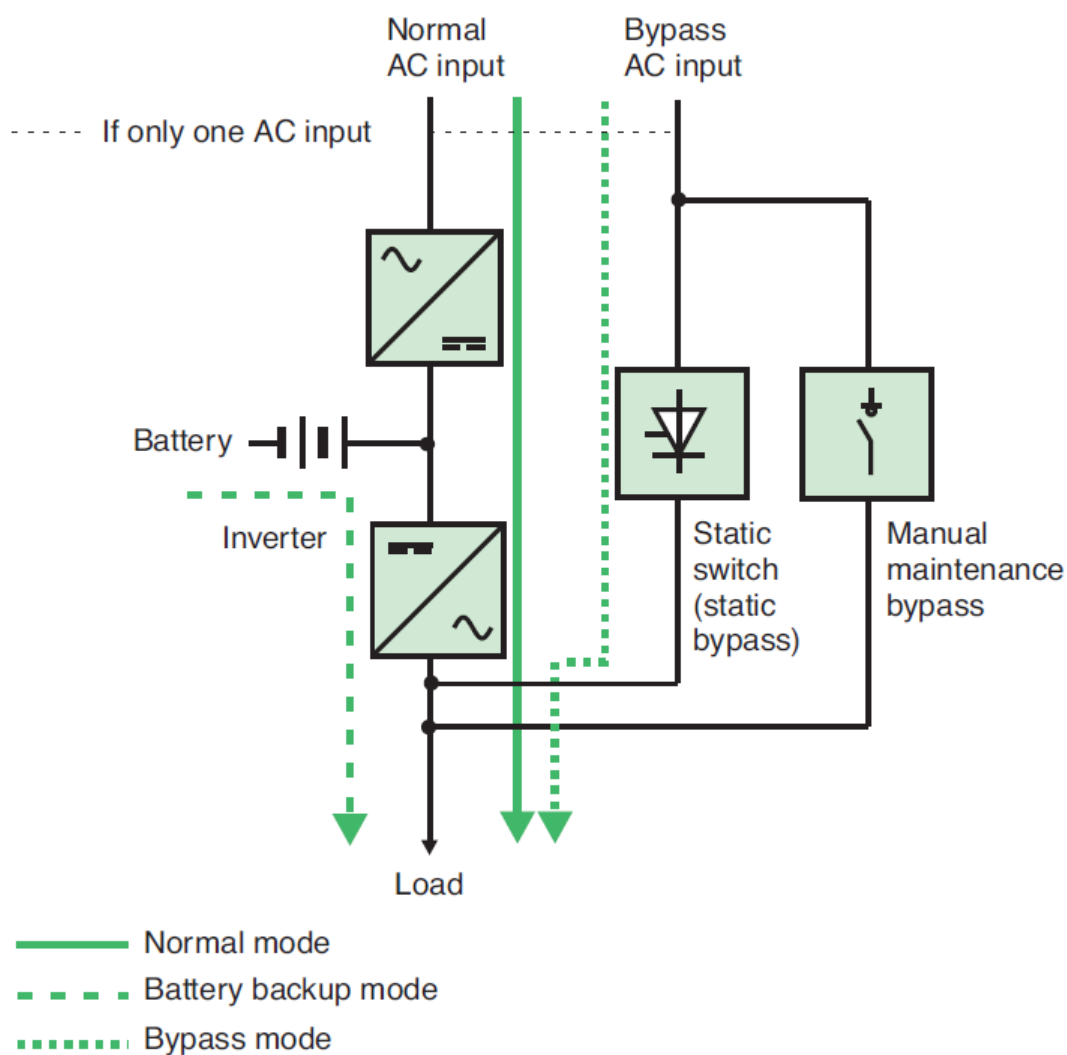
Αυτός ο τύπος UPS μπορεί να είναι εξοπλισμένος με παράκαμψη. Στη λειτουργία παράκαμψης, Εάν μια από τις λειτουργίες του UPS αποτύχει, το φορτίο μπορεί να μεταφερθεί στην είσοδο AC bypass (παρέχεται με τροφοδοτικό ή τροφοδοσία αναμονής, ανάλογα με την εγκατάσταση).

#### **4.3.2.4 Εφαρμογή και Περιορισμός**

Αυτή η διαμόρφωση UPS δεν είναι κατάλληλη για ρύθμιση ευαίσθητων φορτίων στο εύρος μέσης έως υψηλής ισχύος, επειδή η ρύθμιση συχνότητας δεν είναι δυνατή. Για το λόγο αυτό, χρησιμοποιείται σπάνια εκτός από τις χαμηλές τιμές ισχύος.

### 4.3.3 Λειτουργία διπλής μετατροπής (On-line).

Σε αυτόν τον τύπο UPS, ο μετατροπέας συνδέεται σε σειρά μεταξύ της εισόδου AC και της εφαρμογής όπως φαίνεται παρακάτω:



Εικόνα 4-3 UPS σε λειτουργία διπλής μετατροπής.

[<https://www.electricalengineeringtoolbox.com/2017/07/how-ups-uninterruptible-power-supply.html>]

## ΚΕΦΑΛΑΙΟ 5 ΗΛΕΚΤΡΟΠΑΡΑΓΩΓΟ ΖΕΥΓΟΣ<sup>[8]</sup>

Οι γεννήτριες είναι χρήσιμες συσκευές που παρέχουν ηλεκτρική ενέργεια κατά τη διάρκεια διακοπής ρεύματος και αποτρέπουν την ασυνέχεια των καθημερινών δραστηριοτήτων ή τη διακοπή των

επιχειρηματικών λειτουργιών. Οι γεννήτριες είναι διαθέσιμες σε διαφορετικές ηλεκτρικές και φυσικές διαμορφώσεις για χρήση σε διαφορετικές εφαρμογές. Στις επόμενες ενότητες, θα δούμε πώς λειτουργεί μια γεννήτρια, τα κύρια συστατικά μιας γεννήτριας και πώς μια γεννήτρια λειτουργεί ως δευτερεύουσα πηγή ηλεκτρικής ενέργειας σε οικιακές και βιομηχανικές εφαρμογές.



Εικόνα 5-1 Ηλεκτροπαραγωγό ζεύγος  
[[https://www.generatorsource.com/How\\_Generators\\_Work.aspx](https://www.generatorsource.com/How_Generators_Work.aspx)]

## 5.1 Αρχή λειτουργίας γεννήτριας

Μια ηλεκτρική γεννήτρια είναι μια συσκευή που μετατρέπει τη μηχανική ενέργεια που λαμβάνεται από μια εξωτερική πηγή σε ηλεκτρική ενέργεια ως έξοδο.

Είναι σημαντικό να κατανοηθεί ότι μια γεννήτρια δεν «δημιουργεί» στην πραγματικότητα ηλεκτρική ενέργεια. Αντίθετα, χρησιμοποιεί τη μηχανική ενέργεια που του παρέχεται για να εξαναγκάσει την κίνηση των ηλεκτρικών φορτίων που υπάρχουν στο σύρμα των περιελίξεων του μέσω ενός εξωτερικού ηλεκτρικού κυκλώματος. Αυτή η ροή ηλεκτρικών φορτίων αποτελεί το ηλεκτρικό ρεύμα εξόδου που παρέχεται από τη γεννήτρια. Αυτός ο μηχανισμός μπορεί να γίνει κατανοητός θεωρώντας ότι η γεννήτρια είναι ανάλογη με μια αντλία νερού, η οποία προκαλεί τη ροή του νερού αλλά στην πραγματικότητα δεν «δημιουργεί» το νερό που ρέει μέσα από αυτήν.

Η σύγχρονη γεννήτρια λειτουργεί με βάση την αρχή της ηλεκτρομαγνητικής επαγωγής που ανακαλύφθηκε από τον Michael Faraday το 1831-32. Ο Faraday ανακάλυψε ότι η παραπάνω ροή ηλεκτρικών φορτίων θα μπορούσε να προκληθεί μετακινώντας έναν ηλεκτρικό αγωγό, όπως ένα καλώδιο που περιέχει ηλεκτρικά φορτία, σε ένα μαγνητικό πεδίο. Αυτή η κίνηση δημιουργεί μια διαφορά τάσης μεταξύ των δύο άκρων του σύρματος ή του ηλεκτρικού αγωγού, που με τη σειρά του προκαλεί τη ροή των ηλεκτρικών φορτίων, δημιουργώντας έτσι ηλεκτρικό ρεύμα.

## **5.2 Κύρια εξαρτήματα μιας γεννήτριας**

Τα κύρια εξαρτήματα μιας ηλεκτρικής γεννήτριας μπορούν να ταξινομηθούν ευρέως ως εξής:

- Κινητήρας
- Εναλλάκτης
- Σύστημα καυσίμων
- Ρυθμιστής τάσης
- Συστήματα ψύξης και εξάτμισης
- Σύστημα λίπανσης
- Φορτιστής μπαταρίας
- Πίνακας Ελέγχου
- Κύρια συναρμολόγηση / Πλαίσιο

Μια περιγραφή των κύριων στοιχείων μιας γεννήτριας δίνεται παρακάτω.



### 5.2.1 Κινητήρας

Ο κινητήρας είναι η πηγή της εισερχόμενης μηχανικής ενέργειας στη γεννήτρια. Το μέγεθος του κινητήρα είναι ευθέως ανάλογο με τη μέγιστη ισχύ εξόδου που μπορεί να παρέχει η γεννήτρια. Υπάρχουν αρκετοί παράγοντες που πρέπει να λάβουμε υπόψη κατά την αξιολόγηση του κινητήρα της γεννήτριας. Θα πρέπει να συμβουλευτούμε τον κατασκευαστή του κινητήρα για να λάβουμε τις πλήρεις προδιαγραφές λειτουργίας του κινητήρα και τα προγράμματα συντήρησης.

(α) Τύπος χρησιμοποιούμενου καυσίμου – Οι κινητήρες γεννήτριας λειτουργούν με μια ποικιλία καυσίμων όπως ντίζελ, βενζίνη, προπάνιο (σε υγροποιημένη ή αέρια μορφή) ή φυσικό αέριο. Οι μικρότεροι κινητήρες συνήθως λειτουργούν με βενζίνη ενώ οι μεγαλύτεροι κινητήρες λειτουργούν με ντίζελ, υγρό προπάνιο, αέριο προπάνιο ή φυσικό αέριο. Ορισμένοι κινητήρες μπορούν επίσης να λειτουργήσουν με διπλή τροφοδοσία τόσο ντίζελ όσο και αερίου σε λειτουργία δύο καυσίμων.

(β) Κινητήρες βαλβίδας εναέριας κυκλοφορίας (OHV) έναντι κινητήρων χωρίς OHV – Οι κινητήρες OHV διαφέρουν από τους άλλους κινητήρες στο ότι οι βαλβίδες εισαγωγής και εξαγωγής του κινητήρα βρίσκονται στην κεφαλή του κυλίνδρου του κινητήρα σε αντίθεση με το ότι είναι τοποθετημένες στο μπλοκ κινητήρα. Οι κινητήρες OHV έχουν πολλά πλεονεκτήματα σε σχέση με άλλους κινητήρες όπως:

- Συμπαγής σχεδιασμός
- Απλούστερος μηχανισμός λειτουργίας
- Ανθεκτικότητα
- Φιλικό προς τον χρήστη στις λειτουργίες
- Χαμηλό θόρυβο κατά τη λειτουργία
- Χαμηλά επίπεδα εκπομπών

Ωστόσο, οι κινητήρες OHV είναι επίσης πιο ακριβοί από άλλους κινητήρες.

(γ) Μαντεμένιο περίβλημα (CIS) στον κύλινδρο κινητήρα – Το CIS είναι μια επένδυση στον κύλινδρο του κινητήρα. Μειώνει τη φθορά και εξασφαλίζει την ανθεκτικότητα του κινητήρα. Οι περισσότεροι κινητήρες OHV είναι εξοπλισμένοι με CIS, αλλά είναι απαραίτητο να γίνει έλεγχος για αυτό το χαρακτηριστικό στον κινητήρα μιας γεννήτριας. Το CIS δεν είναι ένα ακριβό χαρακτηριστικό, αλλά παίζει σημαντικό ρόλο στην ανθεκτικότητα του κινητήρα, ειδικά εάν χρειάζεται να χρησιμοποιείται η γεννήτρια συχνά ή για μεγάλη διάρκεια.



Εικόνα 5-2 Κινητήρας ηλεκτροπαραγωγού ζεύγους  
[[https://www.generatorsource.com/How\\_Generators\\_Work.aspx](https://www.generatorsource.com/How_Generators_Work.aspx)]

### 5.2.2 Εναλλάκτης

Ο εναλλάκτης, γνωστός και ως «γεννήτρια», είναι το τμήμα της γεννήτριας που παράγει την ηλεκτρική έξοδο από τη μηχανική είσοδο που παρέχεται από τον κινητήρα. Περιέχει ένα συγκρότημα σταθερών και κινούμενων μερών που περικλείονται σε ένα περίβλημα. Τα εξαρτήματα συνεργάζονται για να προκαλέσουν σχετική κίνηση μεταξύ του μαγνητικού και του ηλεκτρικού πεδίου, το οποίο με τη σειρά του παράγει ηλεκτρισμό.

(α) Στάτης – Αυτό είναι το στατικό εξάρτημα. Περιέχει ένα σύνολο ηλεκτρικών αγωγών τυλιγμένων σε πηνία πάνω από έναν σιδερένιο πυρήνα.

(β) Rotor / Armature – Αυτό είναι το κινούμενο στοιχείο που παράγει ένα περιστρεφόμενο μαγνητικό πεδίο με οποιονδήποτε από τους ακόλουθους τρεις τρόπους:

(i) Με επαγωγή – Είναι γνωστοί ως εναλλάκτες χωρίς ψήκτρες και χρησιμοποιούνται συνήθως σε μεγάλες γεννήτριες.

(ii) Με μόνιμους μαγνήτες – Αυτό είναι σύνηθες σε μικρές μονάδες εναλλάκτη.

(iii) Με χρήση διεγέρτη – Ο διεγέρτης είναι μια μικρή πηγή συνεχούς ρεύματος (DC) που ενεργοποιεί τον ρότορα μέσω ενός συγκροτήματος αγωγίμων δακτυλίων ολίσθησης και βουρτσών.

Ο ρότορας ή δρομέας, δημιουργεί ένα κινούμενο μαγνητικό πεδίο γύρω από τον στάτη, το οποίο προκαλεί μια διαφορά τάσης μεταξύ των περιελίξεων του στάτη. Αυτό παράγει την έξοδο εναλλασσόμενου ρεύματος (AC) της γεννήτριας.

Οι ακόλουθοι είναι οι παράγοντες που πρέπει να ληφθούν υπόψη κατά την αξιολόγηση του εναλλάκτη μιας γεννήτριας:

(α) Κέλυφος από μέταλλο έναντι πλαστικού – Ένας εξ ολοκλήρου μεταλλικός σχεδιασμός διασφαλίζει την ανθεκτικότητα του εναλλάκτη. Τα πλαστικά περιβλήματα παραμορφώνονται με το χρόνο και προκαλούν την έκθεση των κινούμενων μερών του εναλλάκτη. Αυτό αυξάνει τη φθορά και το πιο σημαντικό, είναι επικίνδυνο για τον χρήστη.

(β) Ένσφαιρα ρουλεμάν έναντι ρουλεμάν με βελόνα – Τα ρουλεμάν με σφαιρίδια προτιμώνται και διαρκούν περισσότερο.

(γ) Σχεδιασμός χωρίς ψήκτρες – Ένας εναλλάκτης που δεν χρησιμοποιεί ψύκτρες απαιτεί λιγότερη συντήρηση και παράγει επίσης καθαρότερη ισχύ.

### 5.2.3 Σύστημα καυσίμων

Η δεξαμενή καυσίμου έχει συνήθως επαρκή χωρητικότητα για να διατηρεί τη γεννήτρια σε λειτουργία για 6 έως 8 ώρες κατά μέσο όρο. Στην περίπτωση μικρών μονάδων γεννήτριας, το ρεζερβουάρ καυσίμου αποτελεί μέρος της βάσης ολίσθησης της γεννήτριας ή είναι τοποθετημένο στο επάνω μέρος του πλαισίου της γεννήτριας. Για εμπορικές εφαρμογές, μπορεί να χρειαστεί η ανέγερση και η εγκατάσταση μιας εξωτερικής δεξαμενής καυσίμου. Όλες αυτές οι εγκαταστάσεις υπόκεινται στην έγκριση της Διεύθυνσης Πολεοδομίας.



Εικόνα 5-3 Δεξαμενή καυσίμου

[[https://www.generatorsource.com/How\\_Generators\\_Work.aspx](https://www.generatorsource.com/How_Generators_Work.aspx)]

Τα κοινά χαρακτηριστικά του συστήματος καυσίμου περιλαμβάνουν τα ακόλουθα:

(α) Σύνδεση σωλήνων από τη δεξαμενή καυσίμου στη μηχανή – Η γραμμή τροφοδοσίας κατευθύνει το καύσιμο από τη δεξαμενή στον κινητήρα και η γραμμή επιστροφής κατευθύνει το καύσιμο από τον κινητήρα στη δεξαμενή.

(β) Σωλήνας εξαερισμού για τη δεξαμενή καυσίμου – Η δεξαμενή καυσίμου διαθέτει σωλήνα εξαερισμού για να αποτρέπεται η συσσώρευση πίεσης ή κενού κατά την επαναπλήρωση και την αποστράγγιση της δεξαμενής. Όταν ξαναγεμίζετε το ρεζερβουάρ καυσίμου, πρέπει να ελέγχεται ότι υπάρχει επαφή μετάλλου με μέταλλο

μεταξύ του ακροφυσίου πλήρωσης και του ρεζερβουάρ καυσίμου για να αποφευχθούν οι σπινθήρες.

(γ) Σύνδεση υπερχειλίσης από τη δεξαμενή καυσίμου στον σωλήνα αποστράγγισης – Αυτό απαιτείται ώστε τυχόν υπερχειλίση κατά την επαναπλήρωση της δεξαμενής να μην προκαλεί διαρροή του υγρού στο σετ γεννήτριας.

(δ) Αντλία καυσίμου – Μεταφέρει το καύσιμο από την κύρια δεξαμενή αποθήκευσης στη δεξαμενή ημέρας. Η αντλία καυσίμου λειτουργεί συνήθως ηλεκτρικά.

(ε) Διαχωριστής νερού καυσίμου / Φίλτρο καυσίμου – Αυτό διαχωρίζει το νερό και τα ξένα σώματα από το υγρό καύσιμο για να προστατεύσει άλλα εξαρτήματα της γεννήτριας από τη διάβρωση και τη μόλυνση.

(στ) Fuel Injector – Αυτό ψεκάζει το υγρό καύσιμο στην απαιτούμενη ποσότητα, στον θάλαμο καύσης του κινητήρα.

#### **5.2.4 Ρυθμιστής τάσης**

Όπως υποδηλώνει το όνομα, αυτό το εξάρτημα ρυθμίζει την τάση εξόδου της γεννήτριας. Ο μηχανισμός περιγράφεται παρακάτω σε σχέση με κάθε στοιχείο που παίζει ρόλο στην κυκλική διαδικασία ρύθμισης της τάσης.

(1) Ρυθμιστής τάσης: Μετατροπή τάσης εναλλασσόμενου ρεύματος σε ρεύμα συνεχούς ρεύματος – Ο ρυθμιστής τάσης καταλαμβάνει ένα μικρό μέρος της εξόδου εναλλασσόμενης τάσης της γεννήτριας και το μετατρέπει σε συνεχές ρεύμα. Στη συνέχεια, ο ρυθμιστής τάσης τροφοδοτεί αυτό το συνεχές ρεύμα σε ένα σύνολο δευτερευόντων περιελίξεων στον στάτη, γνωστές ως περιελίξεις διεγέρτη.

(2) Περιελίξεις διεγέρτη: Μετατροπή συνεχούς ρεύματος σε εναλλασσόμενο ρεύμα – Οι περιελίξεις διεγέρτη λειτουργούν τώρα παρόμοια με τις περιελίξεις του πρωτεύοντος στάτη και παράγουν ένα μικρό ρεύμα εναλλασσόμενου ρεύματος. Οι περιελίξεις του διεγέρτη συνδέονται με μονάδες γνωστές ως περιστρεφόμενοι ανορθωτές.

(3) Περιστρεφόμενοι ανορθωτές: Μετατροπή εναλλασσόμενου ρεύματος σε συνεχές ρεύμα – Αυτοί διορθώνουν το εναλλασσόμενο ρεύμα που παράγεται από τις περιελίξεις του διεγέρτη και το μετατρέπουν σε συνεχές ρεύμα. Αυτό το συνεχές ρεύμα τροφοδοτείται στον ρότορα/οπλισμό για να δημιουργηθεί ένα ηλεκτρομαγνητικό πεδίο εκτός από το περιστρεφόμενο μαγνητικό πεδίο του ρότορα/οπλισμού.

(4) Rotor / Armature: Μετατροπή συνεχούς ρεύματος σε τάση εναλλασσόμενου ρεύματος – Ο ρότορας / ο οπλισμός επάγει τώρα μια μεγαλύτερη τάση AC στις περιελίξεις του στάτη, την οποία η γεννήτρια παράγει τώρα ως μεγαλύτερη τάση AC εξόδου.

Αυτός ο κύκλος συνεχίζεται έως ότου η γεννήτρια αρχίσει να παράγει τάση εξόδου ισοδύναμη με την πλήρη χωρητικότητα λειτουργίας της. Καθώς η έξοδος της γεννήτριας αυξάνεται, ο ρυθμιστής τάσης παράγει λιγότερο ρεύμα DC. Μόλις η γεννήτρια φτάσει σε πλήρη ικανότητα λειτουργίας, ο ρυθμιστής τάσης φθάνει σε κατάσταση ισορροπίας και παράγει ακριβώς αρκετό συνεχές ρεύμα για να διατηρεί την έξοδο της γεννήτριας σε πλήρες επίπεδο λειτουργίας.

Όταν προστεθεί ένα φορτίο σε μια γεννήτρια, η τάση εξόδου της πέφτει λίγο. Αυτό ωθεί τον ρυθμιστή τάσης σε δράση και ο παραπάνω κύκλος ξεκινά. Ο κύκλος συνεχίζεται έως ότου η έξοδος της γεννήτριας φτάσει στην αρχική της πλήρη ικανότητα λειτουργίας.

### 5.2.5 Σύστημα ψύξης και εξάτμισης

#### (α) Σύστημα ψύξης

Η συνεχής χρήση της γεννήτριας προκαλεί τη θέρμανση των διαφόρων εξαρτημάτων της. Είναι απαραίτητο να υπάρχει ένα σύστημα ψύξης και εξαερισμού για την απόσυρση της θερμότητας που παράγεται κατά τη διαδικασία.

Το ακατέργαστο/γλυκό νερό χρησιμοποιείται μερικές φορές ως ψυκτικό για γεννήτριες, αλλά αυτές περιορίζονται κυρίως σε συγκεκριμένες καταστάσεις όπως μικρές γεννήτριες σε εφαρμογές πόλης ή πολύ μεγάλες μονάδες των 2250 kW και άνω. Το υδρογόνο χρησιμοποιείται μερικές φορές ως ψυκτικό για τις περιελίξεις του στάτη μεγάλων μονάδων γεννήτριας, καθώς είναι πιο αποτελεσματικό στην απορρόφηση θερμότητας από άλλα ψυκτικά. Το υδρογόνο αφαιρεί τη θερμότητα από τη γεννήτρια και τη μεταφέρει μέσω ενός εναλλάκτη θερμότητας σε ένα δευτερεύον κύκλωμα ψύξης που περιέχει απιονισμένο νερό ως ψυκτικό. Αυτός είναι ο λόγος που οι πολύ μεγάλες γεννήτριες και οι μικροί σταθμοί ηλεκτροπαραγωγής έχουν συχνά μεγάλους πύργους ψύξης δίπλα τους. Για όλες τις άλλες κοινές εφαρμογές, οικιακές και βιομηχανικές, ένα τυπικό ψυγείο και ανεμιστήρας είναι τοποθετημένα στη γεννήτρια και λειτουργούν ως το κύριο σύστημα ψύξης.

Είναι απαραίτητο να ελέγχονται τα επίπεδα ψυκτικού υγρού της γεννήτριας σε καθημερινή βάση. Το σύστημα ψύξης και η αντλία ακατέργαστου νερού θα πρέπει να ξεπλένονται μετά από κάθε 600 ώρες και ο εναλλάκτης θερμότητας θα πρέπει να καθαρίζεται μετά από κάθε 2.400 ώρες λειτουργίας της γεννήτριας. Η γεννήτρια πρέπει να τοποθετείται σε ανοιχτό και αεριζόμενο χώρο που να έχει επαρκή παροχή καθαρού αέρα. Ο Εθνικός Ηλεκτρικός Κώδικας (NEC) ορίζει ότι πρέπει να επιτρέπεται ένας ελάχιστος χώρος 3 ποδιών (0.914 μέτρα) σε όλες τις πλευρές της γεννήτριας για να διασφαλίζεται η ελεύθερη ροή του αέρα ψύξης.



Εικόνα 5-4 Μονάδα ψύξης και εξάτμισης  
[[https://www.generatorsource.com/How\\_Generators\\_Work.aspx](https://www.generatorsource.com/How_Generators_Work.aspx)]

(β) Σύστημα εξάτμισης - Τα καυσαέρια που εκπέμπονται από μια γεννήτρια είναι ακριβώς όπως τα καυσαέρια οποιουδήποτε άλλου κινητήρα ντίζελ ή βενζίνης και περιέχουν εξαιρετικά τοξικές χημικές ουσίες που πρέπει να αντιμετωπίζονται σωστά. Ως εκ τούτου, είναι απαραίτητο να εγκατασταθεί ένα κατάλληλο σύστημα εξάτμισης για τη διάθεση των καυσαερίων.

Οι σωλήνες εξάτμισης είναι συνήθως κατασκευασμένοι από χυτοσίδηρο, σφυρήλατο σίδηρο ή χάλυβα. Αυτά πρέπει να είναι ανεξάρτητα και δεν πρέπει να υποστηρίζονται από τον κινητήρα της γεννήτριας. Οι σωλήνες εξάτμισης συνδέονται συνήθως στον κινητήρα χρησιμοποιώντας εύκαμπτους συνδέσμους για την ελαχιστοποίηση των κραδασμών και την πρόληψη ζημιών στο σύστημα εξάτμισης της γεννήτριας. Ο σωλήνας εξάτμισης καταλήγει σε εξωτερικούς χώρους και οδηγείται μακριά από πόρτες, παράθυρα και άλλα ανοίγματα στο σπίτι ή το κτίριο. Πρέπει τέλος να διαπιστώνεται ότι το σύστημα εξάτμισης της γεννήτριας σας δεν είναι συνδεδεμένο με αυτό οποιουδήποτε άλλου εξοπλισμού.

### 5.2.6 Σύστημα λίπανσης

Δεδομένου ότι η γεννήτρια περιλαμβάνει κινούμενα μέρη στον κινητήρα της, απαιτεί λίπανση για να διασφαλιστεί η ανθεκτικότητα και η ομαλή



λειτουργία για μεγάλο χρονικό διάστημα. Ο κινητήρας της γεννήτριας λιπαίνεται από λάδι που είναι αποθηκευμένο σε μια αντλία. Θα πρέπει να ελέγχεται η στάθμη του λιπαντικού λαδιού κάθε 8 ώρες λειτουργίας της γεννήτριας. Θα πρέπει επίσης να ελέγχεται για τυχόν διαρροές λιπαντικού και να αλλάζεται το λιπαντικό κάθε 500 ώρες λειτουργίας της γεννήτριας.

### **5.2.7 Φορτιστής μπαταρίας**

Η λειτουργία εκκίνησης μιας γεννήτριας γίνεται με μπαταρία. Ο φορτιστής μπαταρίας διατηρεί τη μπαταρία της γεννήτριας φορτισμένη παρέχοντάς της μια ακριβή τάση 'float'. Εάν η τάση του πλωτήρα είναι πολύ χαμηλή, η μπαταρία θα παραμείνει υποφορτισμένη. Εάν η τάση πλωτήρα είναι πολύ υψηλή, θα μειώσει τη διάρκεια ζωής της μπαταρίας. Οι φορτιστές μπαταριών είναι συνήθως κατασκευασμένοι από ανοξείδωτο χάλυβα για την πρόληψη της διάβρωσης. Είναι επίσης πλήρως αυτόματες και δεν απαιτούν καμία προσαρμογή ή αλλαγή ρυθμίσεων. Η τάση εξόδου συνεχούς ρεύματος του φορτιστή μπαταριών έχει οριστεί στα 2,33 Volt ανά στοιχείο, που είναι η ακριβής τάση επίπλευσης για τις μπαταρίες μολύβδου οξέος. Ο φορτιστής μπαταρίας έχει μια απομονωμένη έξοδο τάσης συνεχούς ρεύματος που παρεμβαίνει στην κανονική λειτουργία της γεννήτριας.

### **5.2.8 Πίνακας Ελέγχου**

Αυτή είναι η διεπαφή χρήστη της γεννήτριας και περιέχει διατάξεις για ηλεκτρικές πρίζες και χειριστήρια. Διαφορετικοί κατασκευαστές έχουν ποικίλα χαρακτηριστικά να προσφέρουν στους πίνακες ελέγχου των μονάδων τους. Μερικά από αυτά αναφέρονται παρακάτω.

(α) Ηλεκτρική εκκίνηση και διακοπή λειτουργίας – Οι πίνακες ελέγχου αυτόματης εκκίνησης εκκινούν αυτόματα τη γεννήτρια κατά τη διάρκεια διακοπής ρεύματος, παρακολουθούν τη γεννήτρια ενώ βρίσκεται σε λειτουργία και κλείνουν αυτόματα τη μονάδα όταν δεν απαιτείται πλέον.

(β) Μετρητές κινητήρα – Διαφορετικοί μετρητές υποδεικνύουν σημαντικές παραμέτρους όπως πίεση λαδιού, θερμοκρασία ψυκτικού, τάση μπαταρίας, ταχύτητα περιστροφής κινητήρα και διάρκεια λειτουργίας. Η συνεχής μέτρηση και παρακολούθηση αυτών των παραμέτρων επιτρέπει την ενσωματωμένη απενεργοποίηση της γεννήτριας όταν κάποια από αυτές υπερβεί τα αντίστοιχα επίπεδα κατωφλίου.

(γ) Μετρητές γεννήτριας – Ο πίνακας ελέγχου διαθέτει επίσης μετρητές για τη μέτρηση του ρεύματος και της τάσης εξόδου και της συχνότητας λειτουργίας.

(δ) Άλλα χειριστήρια – Διακόπτης επιλογής φάσης, διακόπτης συχνότητας και διακόπτης ελέγχου κινητήρα (χειροκίνητη λειτουργία, αυτόματη λειτουργία) μεταξύ άλλων.



Εικόνα 5-5 Πίνακας ελέγχου H/Z  
[[https://www.generatorsource.com/How\\_Generators\\_Work.aspx](https://www.generatorsource.com/How_Generators_Work.aspx)]

### 5.3 Κύρια συναρμολόγηση/Πλαίσιο

Όλες οι γεννήτριες, φορητές ή σταθερές, διαθέτουν προσαρμοσμένα περιβλήματα που παρέχουν δομική στήριξη βάσης. Το πλαίσιο επιτρέπει επίσης τη γείωση του παραγόμενου για ασφάλεια.

## 5.4 Ενδεικτικές οδηγίες για τον σχεδιασμό του χώρου εγκατάστασης των ηλεκτροπαραγωγών ζευγών<sup>[9]</sup>

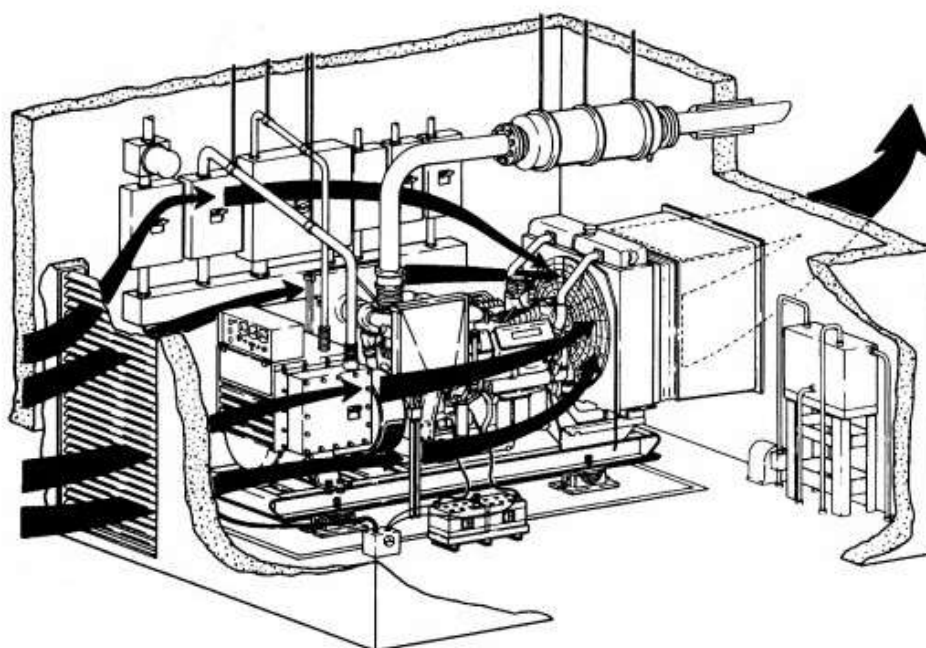
### 5.4.1 Αερισμός χώρου εγκατάστασης

Για την σωστή καύση και την απαγωγή θερμότητας του κινητήρα απαιτείται άφθονος αέρας. Η αύξηση της θερμοκρασίας στον χώρο εγκατάστασης και λειτουργίας του ηλεκτροπαραγωγού ζεύγους δεν πρέπει να ξεπερνά τους 8 - 12°C από την θερμοκρασία περιβάλλοντος

### 5.4.2 Σύστημα απαγωγής καυσαερίων

Οι σωληνώσεις καθώς και ο σιγαστήρας εξάτμισης θα πρέπει να τοποθετούνται με κατάλληλο τρόπο ώστε να επιτρέπουν ικανό επισκέψιμο χώρο περιμετρικά του ζεύγους. Η σωστή στήριξη των σωληνώσεων καθώς και του σιγαστήρα εξάτμισης είναι απαραίτητη για την αποφυγή μεταφοράς κραδασμών στο ηλεκτροπαραγωγό ζεύγος.

Όλο το σύστημα απαγωγής καυσαερίων θα πρέπει να μονωθεί κατάλληλα προκειμένου να μην μεταφέρεται η υψηλή θερμοκρασία των καυσαερίων στον χώρο εγκατάστασης.

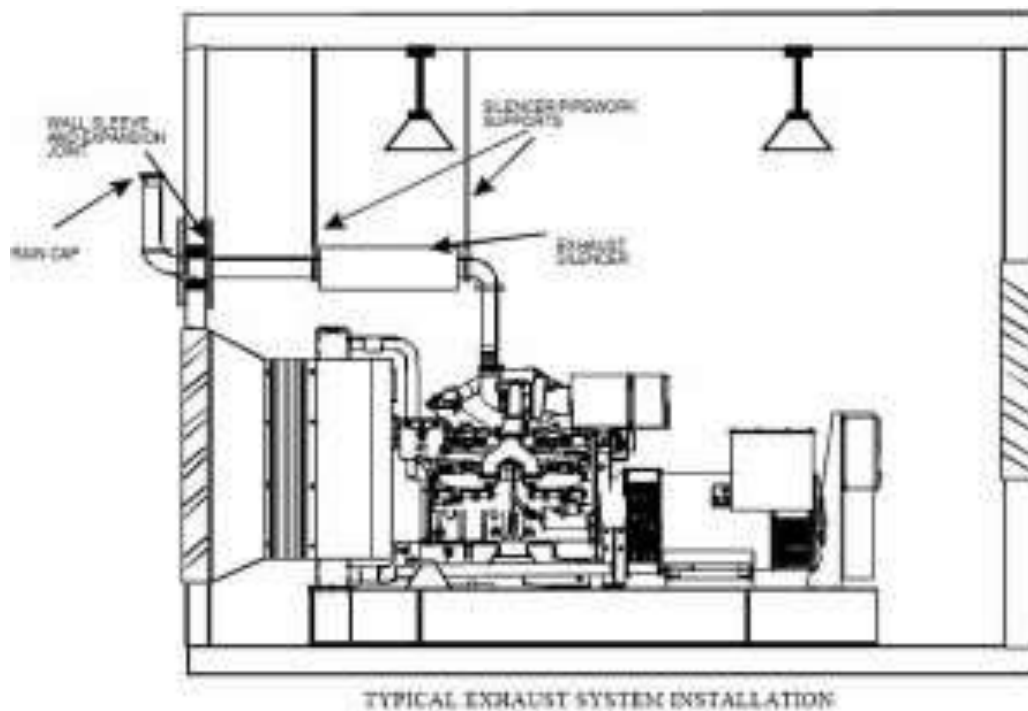


Εικόνα 5-6 Διάγραμμα συστήματος απαγωγής καυσαερίων

[<https://www.eltrekka.gr/proointa-catepillar/genitries/%CE%BF%CE%B4%CE%B7%CE%B3%CE%AF%CE%B5%CF%82->]

%CE%B5%CE%B3%CE%BA%CE%B1%CF%84%CE%AC%CF%83%CF%84%CE%  
 B1%CF%83%CE%B7%CF%82-%CE%BA%CE%B1%CE%B9-  
 %CE%BB%CE%B5%CE%B9%CF%84%CE%BF%CF%85%CF%81%CE%B3%CE%A  
 F%CE%B1%CF%82-%CF%80%CF%81%CE%BF%CF%82-  
 %CF%84%CE%BF%CF%85%CF%82-  
 %CF%80%CE%B5%CE%BB%CE%AC%CF%84%CE%B5%CF%82]

Τέλος, για την σωστή λειτουργία του ζεύγους, θα πρέπει να ληφθεί υπ' όψιν ότι η αντίθλιψη όλου του συστήματος εξαγωγής καυσαερίων δεν θα πρέπει να ξεπερνά τα όρια που συνιστά ο κατασκευαστής



Εικόνα 5-7 Τυπική εγκατάσταση συστήματος απαγωγής καυσαερίων  
 [https://www.eltrekka.gr/proointa-  
 catepillar/genitries/%CE%BF%CE%B4%CE%B7%CE%B3%CE%AF%CE%B5%CF%  
 82-  
 %CE%B5%CE%B3%CE%BA%CE%B1%CF%84%CE%AC%CF%83%CF%84%CE%  
 B1%CF%83%CE%B7%CF%82-%CE%BA%CE%B1%CE%B9-  
 %CE%BB%CE%B5%CE%B9%CF%84%CE%BF%CF%85%CF%81%CE%B3%CE%A  
 F%CE%B1%CF%82-%CF%80%CF%81%CE%BF%CF%82-  
 %CF%84%CE%BF%CF%85%CF%82-  
 %CF%80%CE%B5%CE%BB%CE%AC%CF%84%CE%B5%CF%82]

### 5.4.3 Έδραση των ηλεκτροπαραγωγών ζευγών

Για την ορθή λειτουργία του ηλεκτροπαραγωγού ζεύγους είναι απαραίτητο αυτό να τοποθετηθεί σε τελείως επίπεδη βάση, προσφέροντας έτσι κατάλληλη έδραση, η οποία θα πρέπει να είναι

επαρκής βάσει του συνολικού βάρους του ηλεκτροπαραγωγού ζεύγους. Μία σωστή έδραση δεν επηρεάζει την αποφασιστικής σημασίας ευθυγράμμιση κινητήρα και γεννήτριας. Αντίθετα η τοποθέτηση ενός ηλεκτροπαραγωγού ζεύγους πάνω σε μια ανώμαλη επιφάνεια μπορεί να προκαλέσει σημαντική ζημιά, όπως στρεβλώσεις του μπλοκ του κινητήρα και να δημιουργήσει υψηλές πιέσεις στις συγκολλήσεις και στα μέταλλα.

Στα ηλεκτροπαραγωγά ζεύγη μεγάλης ισχύος (άνω των 1000kVA), μπορούν να χρησιμοποιηθούν ειδικά αντικραδασμικά, που τοποθετούνται μεταξύ του ηλεκτροπαραγωγού ζεύγους και της επιφάνειας έδρασης για την περαιτέρω απόσβεση των κραδασμών. Γενικός κανόνας είναι να τοποθετείται ένα ζευγάρι αντικραδασμικών κοντά στο κέντρο βάρους του ηλεκτροπαραγωγού ζεύγους και τα υπόλοιπα σε ίση απόσταση μεταξύ τους, ώστε να μοιράζονται το βάρος του ηλεκτροπαραγωγού ζεύγους ομοιόμορφα.

Επιπρόσθετα, ο επαρκής ελεύθερος χώρος γύρω από το ηλεκτροπαραγωγό ζεύγος είναι απαραίτητος τόσο για την ορθή του λειτουργία όσο και για την άνετη πρόσβαση των τεχνικών κατά τη διάρκεια της συντήρησης του ηλεκτροπαραγωγού ζεύγους (μία περιμετρική απόσταση της τάξεως του 1 μέτρου περίπου είναι αρκετά ικανοποιητική



**Εικόνα 5-8 Αντικραδασμική βάση**

[<https://www.eltrekka.gr/proointa-catepillar/genitries/%CE%BF%CE%B4%CE%B7%CE%B3%CE%AF%CE%B5%CF%82%CE%B5%CE%B3%CE%BA%CE%B1%CF%84%CE%AC%CF%83%CF%84%CE%B1%CF%83%CE%B7%CF%82-%CE%BA%CE%B1%CE%B9-%CE%BB%CE%B5%CE%B9%CF%84%CE%BF%CF%85%CF%81%CE%B3%CE%AF%CE%B1%CF%82-%CF%80%CF%81%CE%BF%CF%82->]

## **5.5 Σύνδεση των ηλεκτροπαραγωγών ζευγών**

Για την σωστή σύνδεση των ηλεκτροπαραγωγών ζευγών θα πρέπει να δοθεί μεγάλη προσοχή κατ' ελάχιστο στα εξής:

- Σύνδεση του ηλεκτροπαραγωγού ζεύγους με τον πίνακα αυτόματης μεταγωγής με καλώδιο 2x1 θωρακισμένο (μπλεντάζ) για αποφυγή επαγωγικών ρευμάτων.
- Σύνδεση παροχής ρεύματος 230V προς τον πίνακα ελέγχου και λειτουργίας του ηλεκτροπαραγωγού ζεύγους για την συντήρηση των συσσωρευτών (φορτιστής) και για την προθέρμανση του κινητήρα (εφόσον υπάρχει).

## **5.6 Ενδεικτικές οδηγίες/έλεγχοι για την αδιάλειπτη λειτουργία των ηλεκτροπαραγωγών ζευγών**

### **5.6.1 Ορθή λειτουργία των Ηλεκτροπαραγωγών ζευγών**

Συνιστάται η λειτουργία των ηλεκτροπαραγωγών ζευγών με ελάχιστο φορτίο 40%. Αυτό θα αποτρέψει πιθανό γυάλισμα των χιτωνίων (ως πιθανό επακόλουθο της λειτουργίας σε χαμηλά φορτία) και τυχόν υψηλή κατανάλωση λαδιού.

Η προγραμματισμένη συντήρηση του ηλεκτροπαραγωγού ζεύγους θα πρέπει να γίνεται κάθε 250 ώρες λειτουργίας ή σε ετήσια βάση (όποιο έρθει πρώτο) κατόπιν επικοινωνίας με το συνεργείο της

### **5.6.2 Προτεινόμενοι έλεγχοι κατά τη λειτουργία των ηλεκτροπαραγωγών ζευγών**

Οι ακόλουθες ενέργειες είναι καλό να πραγματοποιούνται από τον χειριστή ενός ηλεκτροπαραγωγού ζεύγους ώστε αυτό να λειτουργεί και να αποδίδει στο μέγιστο δυνατό:

- Οπτικός έλεγχος της δεξαμενής καυσίμου για τυχόν οξειδώσεις.
- Έλεγχος της στάθμης καυσίμου και συμπλήρωμα εφόσον χρειάζεται.
- Έλεγχος της στάθμης λαδιού του κινητήρα και συμπλήρωμα εφόσον χρειάζεται.
- Έλεγχος της στάθμης του αντιψυκτικού του συστήματος ψύξης.
- Έλεγχος της τάσης των συσσωρευτών και του φορτιστή.
- Οπτικός έλεγχος για τυχόν διαρροές.
- Έλεγχος θερμοκρασίας κινητήρα (εφόσον υπάρχει, προθέρμανση κινητήρα).

### **5.7 Συστοιχία συσσωρευτών (μπαταρίες)**

Για την άμεση/αυτόματη εκκίνηση του ηλεκτροπαραγωγού ζεύγους πρέπει οι συσσωρευτές να είναι πάντοτε υπό φορτίο. Για τον σκοπό αυτό ο φορτιστής συσσωρευτών πρέπει να είναι πάντοτε συνδεδεμένος με την παροχή ρεύματος (230V).

### **5.8 Καύσιμο**

Ως καύσιμο χρησιμοποιείται το πετρέλαιο κίνησης. Όσο πιο καλής ποιότητας είναι το καύσιμο που χρησιμοποιείται τόσο καλύτερη απόδοση θα έχει ο κινητήρας. Επίσης, η δεξαμενή καυσίμου είναι σημαντικό να τοποθετηθεί σε σημείο χαμηλότερο από το σύστημα καύσης (καυστήρα, αντλία πετρελαίου) ώστε να αποφεύγεται να είναι το σύστημα συνεχώς υπό πίεση.





## ΚΕΦΑΛΙΟ 6 - ΠΕΔΙΑ ΜΕΣΗΣ ΚΑΙ ΧΑΜΗΛΗΣ ΤΑΣΗΣ<sup>[10]</sup>

### 6.1 Η λειτουργία ενός πεδίου Μ.Τ. και Χ.Τ.

Τα πεδία μέσης τάσης εκτελούν τις λειτουργίες μεταφοράς, παραγωγής και διακοπής του κανονικού ρεύματος φορτίου σαν διακόπτης.

Επιπλέον, πρέπει να εκτελούν τη λειτουργία της εκκαθάρισης του ρεύματος σφάλματος για το οποίο χρησιμοποιούνται συσκευές ανίχνευσης όπως μετασχηματιστές ρεύματος, μετασχηματιστές δυναμικού και διάφοροι τύποι ρελέ, ανάλογα με την εφαρμογή.

Πρέπει επίσης να υπάρχει πρόβλεψη για μέτρηση, έλεγχο και δεδομένα, όπου χρησιμοποιούνται αναρίθμητες συσκευές για την επίτευξη της λειτουργίας μεταγωγής.



Εικόνα 6-1 Πεδία Μ.Τ.

[\[https://studyelectrical.com/2015/07/what-is-switchgear-features-components-hv-mv-lv.html\]](https://studyelectrical.com/2015/07/what-is-switchgear-features-components-hv-mv-lv.html)

Έτσι το πεδίο ΜΤ και ΧΤ μπορεί να περιλαμβάνει διακόπτη κυκλώματος, μετασχηματιστές ρεύματος, μετασχηματιστές τάσης, προστατευτικά

ρελέ, όργανα μέτρησης, διακόπτες, ασφάλειες, MCB, απαγωγείς υπερτάσεων, απομονωτές και διάφορους σχετικούς τύπους εξοπλισμού.

Ο εξοπλισμός μεταγωγής αποτελείται ουσιαστικά από συσκευές μεταγωγής και προστασίας όπως διακόπτες, ασφάλειες, απομονωτές, διακόπτες κυκλώματος, προστατευτικά ρελέ, πίνακες ελέγχου, αλεξικέραυνα, μετασχηματιστές ρεύματος, μετασχηματιστές δυναμικού, αυτόματες επαναφορές.

Ορισμένοι τύποι εξοπλισμού έχουν σχεδιαστεί για να λειτουργούν υπό κανονικές και μη κανονικές συνθήκες. Ορισμένος εξοπλισμός προορίζεται για εναλλαγή και μη ανίχνευση του σφάλματος.

Κατά την κανονική λειτουργία, ο εξοπλισμός διανομής επιτρέπει την ενεργοποίηση ή απενεργοποίηση γεννητριών, γραμμών μεταφοράς, διανομέων και άλλου ηλεκτρικού εξοπλισμού. Από την άλλη πλευρά, όταν συμβεί βλάβη (π.χ. βραχυκύκλωμα) σε οποιοδήποτε μέρος του συστήματος ισχύος, ρέει πολύ μεγάλο ρεύμα μέσω του εξοπλισμού, απειλώντας με καταστροφή ή βλάβη τον εξοπλισμό και διακοπή της εξυπηρέτησης των χρηστών.

## **6.2 Διακόπτης κυκλώματος**

Ο διακόπτης κυκλώματος, μαζί με τις σχετικές συσκευές για προστασία, μέτρηση και ρύθμιση ελέγχου, ονομάζεται διακόπτης. Ο εξοπλισμός του συστήματος διανομής αφορά ουσιαστικά τα ρεύματα μεταγωγής και διακοπής είτε υπό κανονικές είτε μη κανονικές συνθήκες λειτουργίας.

Ο αυτόματος διακόπτης με συνηθισμένη ασφάλεια είναι η απλούστερη μορφή εξοπλισμού διανομής και χρησιμοποιείται για τον έλεγχο και την προστασία των φώτων και άλλου εξοπλισμού σε σπίτια, γραφεία κ.λπ.

Για κυκλώματα υψηλότερης ονομαστικής ισχύος, μια ασφάλεια υψηλής χωρητικότητας (HRC - high-rupturing capacity) σε συνδυασμό με έναν διακόπτη μπορεί να εξυπηρετεί τον έλεγχο και την προστασία του κυκλώματος. Ωστόσο, τέτοιες συσκευές διανομής δεν μπορούν να

χρησιμοποιηθούν επωφελώς σε ένα σύστημα υψηλής τάσης (33 kV) για δύο λόγους.

Πρώτον, όταν καεί μια ασφάλεια, χρειάζεται λίγος χρόνος για την αντικατάστασή της και κατά συνέπεια, υπάρχει διακοπή της εξυπηρέτησης των χρηστών.

Δεύτερον, η ασφάλεια δεν μπορεί να διακόψει με επιτυχία μεγάλα ρεύματα σφάλματος που προκύπτουν από τα σφάλματα στο σύστημα υψηλής τάσης.

Με την πρόοδο του συστήματος ισχύος, οι γραμμές και ο άλλος εξοπλισμός λειτουργούν σε υψηλές τάσεις και μεταφέρουν μεγάλα ρεύματα. Όταν συμβεί βραχυκύκλωμα στο σύστημα, ένα ισχυρό ρεύμα που διαρρέει τον εξοπλισμό μπορεί να προκαλέσει σημαντική ζημιά.

Προκειμένου να διακοπούν τέτοια μεγάλα ρεύματα σφάλματος, χρησιμοποιούνται αυτόματοι διακόπτες κυκλώματος (ή απλά διακόπτες κυκλώματος). Ένας διακόπτης κυκλώματος είναι ένας διακόπτης που μπορεί να «ανοίξει» ή να «κλείσει» ένα ηλεκτρικό κύκλωμα τόσο σε κανονικές όσο και σε μη κανονικές συνθήκες.

Ακόμη και σε περιπτώσεις όπου μια ασφάλεια είναι επαρκής, όσον αφορά την ικανότητα διακοπής, προτιμάται ένας διακόπτης κυκλώματος. Αυτό συμβαίνει διότι ένας διακόπτης κυκλώματος μπορεί να κλείσει κυκλώματα, καθώς και να τα διακόψει χωρίς αντικατάσταση και έτσι έχει μεγαλύτερο εύρος χρήσης συνολικά από μια ασφάλεια.

### **6.2.1 Βασικά χαρακτηριστικά του διακόπτη**

Τα βασικά χαρακτηριστικά του εξοπλισμού διανομής είναι:

- Πλήρης αξιοπιστία
- Απολύτως βέβαιη διάκριση
- Γρήγορη λειτουργία
- Πρόβλεψη για χειροκίνητο έλεγχο

### **6.2.1.1 Πλήρης αξιοπιστία**

Με τη συνεχιζόμενη τάση της διασύνδεσης και την αυξανόμενη δυναμικότητα των σταθμών παραγωγής, η ανάγκη για αξιόπιστους εξοπλισμούς διανομής έχει γίνει ύψιστης σημασίας.

Αυτό δεν προκαλεί έκπληξη γιατί προστίθεται στο σύστημα ισχύος για να βελτιώσει την αξιοπιστία. Όταν παρουσιάζεται σφάλμα σε οποιοδήποτε μέρος του συστήματος ισχύος, πρέπει να λειτουργούν για να απομονώνουν το ελαττωματικό τμήμα από το υπόλοιπο κύκλωμα.

### **6.2.1.2 Απόλυτα βέβαιη διάκριση**

Όταν παρουσιάζεται σφάλμα σε οποιοδήποτε τμήμα του συστήματος ισχύος, ο πίνακας διανομής πρέπει να μπορεί να κάνει διάκριση μεταξύ του ελαττωματικού και του υγιούς τμήματος. Θα πρέπει να απομονώνει το ελαττωματικό τμήμα από το σύστημα χωρίς να επηρεάζει το υγιές τμήμα. Αυτό θα εξασφαλίσει τη συνέχεια του εφοδιασμού.

### **6.2.1.3 Γρήγορη λειτουργία**

Όταν παρουσιαστεί σφάλμα σε οποιοδήποτε μέρος του συστήματος ισχύος, ο πίνακας διανομής πρέπει να λειτουργεί γρήγορα έτσι ώστε να μην προκαλείται ζημιά σε γεννήτριες, μετασχηματιστές και άλλο εξοπλισμό από τα ρεύματα βραχυκυκλώματος. Εάν η βλάβη δεν αποκατασταθεί γρήγορα, είναι πιθανό να εξαπλωθεί σε υγιή μέρη, θέτοντας έτσι σε κίνδυνο την πλήρη απενεργοποίηση του συστήματος

### **6.2.1.4 Πρόβλεψη για χειροκίνητο έλεγχο**

Ο διακόπτης πρέπει να διαθέτει πρόβλεψη για χειροκίνητο έλεγχο. Σε περίπτωση που ο ηλεκτρικός (ή ηλεκτρονικός) έλεγχος αποτύχει, η απαραίτητη λειτουργία μπορεί να πραγματοποιηθεί μέσω χειροκίνητου ελέγχου.

## **6.3 Ταξινόμηση διακοπών**

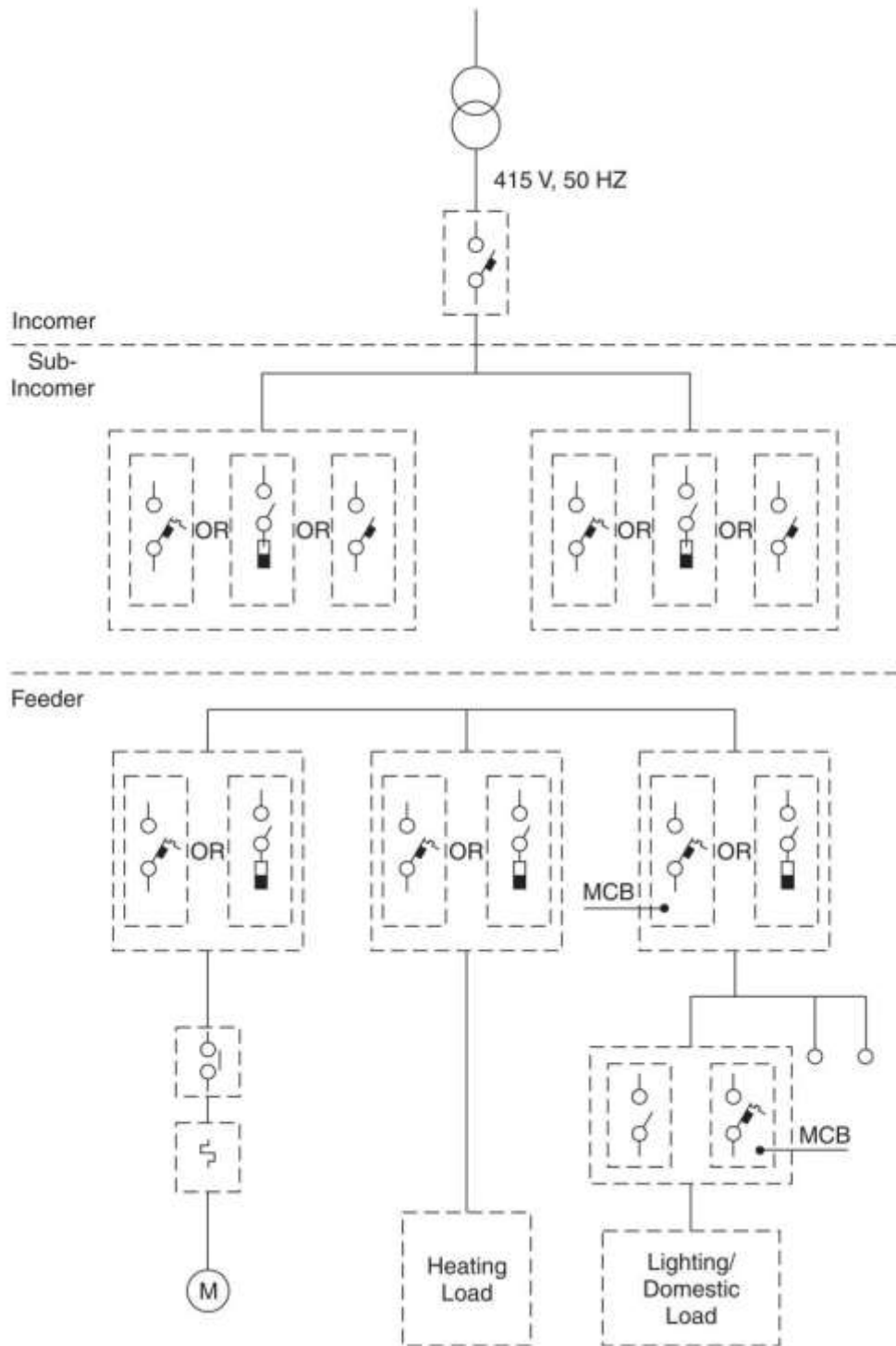
Ο διακόπτης μπορεί να ταξινομηθεί με βάση το επίπεδο τάσης στα ακόλουθα

- Διακόπτης χαμηλής τάσης (LV).
- Διακόπτης μέσης τάσης (MV).
- Διακόπτης υψηλής τάσης (HV).

### **6.3.1 Διακόπτης χαμηλής τάσης**

Ο διακόπτης για εφαρμογές χαμηλής τάσης έχει γενικά ονομαστική τάση έως 1000 V AC και 1500 V DC.

Οι συσκευές χαμηλής τάσης που χρησιμοποιούνται συνήθως περιλαμβάνουν διακόπτες κυκλώματος λαδιού (OCB - oil circuit breakers), διακόπτες κυκλώματος αέρα (air circuit breakers ACB), μονάδες ασφαλειών διακόπτη (SFU - switch fuse units), απομονωτές εκτός φορτίου, ασφάλειες HRC, διακόπτες διαρροής γείωσης (ELCB - earth leakage circuit breakers), προστατευτικές συσκευές υπολειπόμενου ρεύματος (RCCB - Residual Current Protective Devices (RCCB & RCBO) & RCBO), μινιατούρες διακόπτες κυκλώματος (MCB miniature circuit breakers (MCB)) και διακόπτες κυκλώματος διαμορφωμένης θήκης (MCCB - moulded case circuit breakers) κ.λπ. δηλαδή όλα τα εξαρτήματα που απαιτούνται για την προστασία του συστήματος XT.



Εικόνα 6-2 Συμβατικό Δίκτυο Διανομής Χαμηλής Τάσης  
 (<https://studyelectrical.com/2017/11/low-voltage-switchgear.html>)

### **6.3.2 Διακόπτης Μέσης Τάσης**

Ο διακόπτης για εφαρμογές μέσης τάσης έχει ονομαστική τάση διακοπής από 3,3 kV έως 33 kV. Ο διακόπτης μέσης τάσης χρησιμοποιείται κυρίως για τη διανομή ηλεκτρικής ενέργειας που συνδέεται με διάφορα ηλεκτρικά δίκτυα. Περιλαμβάνουν το μεγαλύτερο μέρος του εξοπλισμού του υποσταθμού, όπως διακόπτες κυκλώματος ελάχιστου λαδιού, διακόπτες κυκλώματος λαδιού, αεριομαγνητικά, SF6 με μόνωση αερίου, κενό και μόνωση αερίου.

Η κύρια απαίτηση του δικτύου ισχύος MT είναι να διακόπτει το ρεύμα κατά τη διάρκεια ελαττωματικής κατάστασης, ανεξάρτητα από τον τύπο διακόπτη που χρησιμοποιείται στο σύστημα. Αν και μπορεί να είναι σε θέση να λειτουργήσει και σε άλλες συνθήκες.

### **6.3.3 Διακόπτης υψηλής τάσης**

Το σύστημα ισχύος αντιμετωπίζει την τάση πάνω από 36 kV που αναφέρεται ως υψηλή τάση. Καθώς το επίπεδο τάσης είναι υψηλό, το τόξο που παράγεται κατά τη λειτουργία μεταγωγής είναι επίσης πολύ υψηλό. Επομένως, ιδιαίτερη προσοχή πρέπει να λαμβάνεται κατά τη σχεδίαση διακοπών υψηλής τάσης.

Οι διακόπτες κυκλώματος υψηλής τάσης (όπως ο διακόπτης κυκλώματος SF6 ή ο διακόπτης κυκλώματος κενού) είναι το κύριο εξάρτημα του συστήματος διακοπής υψηλής τάσης. Ως εκ τούτου, ο διακόπτης υψηλής τάσης πρέπει να έχει ειδικά χαρακτηριστικά για ασφαλή και αξιόπιστη λειτουργία.

Η εσφαλμένη λειτουργία ενεργοποίησης και μεταγωγής των αυτόματων διακοπών υψηλής τάσης είναι σχετικά πολύ σπάνια. Τις περισσότερες φορές αυτοί οι διακόπτες κυκλώματος παραμένουν σε κατάσταση ON και μπορούν να λειτουργήσουν μετά από μεγάλο χρονικό διάστημα. Έτσι, οι διακόπτες κυκλώματος πρέπει να είναι αρκετά αξιόπιστοι για να διασφαλίζουν την ασφαλή λειτουργία, όπως όταν απαιτείται.

## **6.4 Διακόπτης εσωτερικού και εξωτερικού χώρου**

Τα κύρια εξαρτήματα του εξοπλισμού διανομής είναι διακόπτες κυκλώματος, διακόπτες, ράβδοι διαύλου, όργανα και μετασχηματιστές οργάνων.

Είναι απαραίτητο να στεγάζεται ο εξοπλισμός διανομής σε σταθμούς ηλεκτροπαραγωγής και υποσταθμούς με τέτοιο τρόπο ώστε να προστατεύεται το προσωπικό κατά τη λειτουργία και τη συντήρηση και να διασφαλίζεται ότι τα αποτελέσματα της βλάβης σε οποιοδήποτε τμήμα του εξοπλισμού περιορίζονται σε περιορισμένη περιοχή.

Ανάλογα με την τάση που πρέπει να χειριστούν, οι συσκευές διανομής μπορούν να ταξινομηθούν ευρέως σε

- Διακόπτης τύπου εξωτερικού χώρου
- Διακόπτης τύπου εσωτερικού χώρου
- Διακόπτης εξωτερικού χώρου

Για τάσεις πέραν των 66 kV, εγκαθιστούμε εξοπλισμό διακοπών εξωτερικού χώρου. Αυτό συμβαίνει επειδή, για τέτοιες τάσεις, τα κενά μεταξύ των αγωγών και του χώρου που απαιτείται για διακόπτες, διακόπτες κυκλώματος, μετασχηματιστές και άλλο εξοπλισμό γίνονται τόσο μεγάλα που δεν είναι οικονομικά συμφέρων να εγκατασταθεί όλος αυτός ο εξοπλισμός σε εσωτερικούς χώρους.

### **6.4.1 Εσωτερικός διακόπτης**

Για τάσεις κάτω των 66 kV, ο διακόπτης γενικά εγκαθίσταται σε εσωτερικούς χώρους λόγω οικονομικών παραγόντων. Είναι γενικά μεταλλικού τύπου. Σε αυτόν τον τύπο κατασκευής, όλα τα ενεργά μέρη είναι πλήρως κλεισμένα σε ένα γειωμένο μεταλλικό περίβλημα. Πρωταρχικό αντικείμενο αυτής της πρακτικής είναι ο οριστικός εντοπισμός και ο περιορισμός οποιουδήποτε ελαττώματος που μπορεί να εμφανίζεται από κατασκευής.



## 6.5 Εξοπλισμός διακοπών

Ο διακόπτης καλύπτει ένα ευρύ φάσμα εξοπλισμού που σχετίζεται με ρεύματα μεταγωγής και διακοπής τόσο σε κανονικές όσο και σε μη κανονικές συνθήκες. Περιλαμβάνει διακόπτες, ασφάλειες, διακόπτες κυκλώματος, ρελέ, μετασχηματιστή ρεύματος και άλλο εξοπλισμό.

Μια σύντομη περιγραφή αυτών των συσκευών δίνεται παρακάτω.

### 6.5.1 Διακόπτες

Ένας διακόπτης είναι μια συσκευή που χρησιμοποιείται για το άνοιγμα ή το κλείσιμο ενός ηλεκτρικού κυκλώματος με βολικό τρόπο. Μπορεί να χρησιμοποιηθεί σε συνθήκες πλήρους ή χωρίς φορτίο, αλλά δεν μπορεί να διακόψει τα ρεύματα σφάλματος.

Όταν ανοίγουν οι επαφές ενός διακόπτη, δημιουργείται ένα τόξο στον αέρα μεταξύ των επαφών. Αυτό ισχύει ιδιαίτερα για κυκλώματα υψηλής τάσης και μεγάλης χωρητικότητας ρεύματος.

Οι διακόπτες μπορούν να ταξινομηθούν σε

1. διακόπτες αέρα
2. διακόπτες λαδιού

Οι επαφές του πρώτου ανοίγουν στον αέρα και του δεύτερου στο λάδι.

- Διακόπτης αέρα– Είναι ένας διακόπτης αέρα και έχει σχεδιαστεί για να ανοίγει ένα κύκλωμα υπό φορτίο. Για να σβήσει το τόξο που εμφανίζεται κατά το άνοιγμα ενός τέτοιου διακόπτη, παρέχονται ειδικά προστατευτικά τόξα.
- Διακόπτης απομόνωσης ή αποσύνδεσης – Είναι ουσιαστικά ένας διακόπτης «μαχαιρωτός» και έχει σχεδιαστεί για να ανοίγει ένα κύκλωμα χωρίς φορτίο.
- Διακόπτες λαδιού – Όπως υποδηλώνει το όνομα, οι επαφές τέτοιων διακοπών ανοίγουν κάτω από λάδι, συνήθως λάδι μετασχηματιστή.

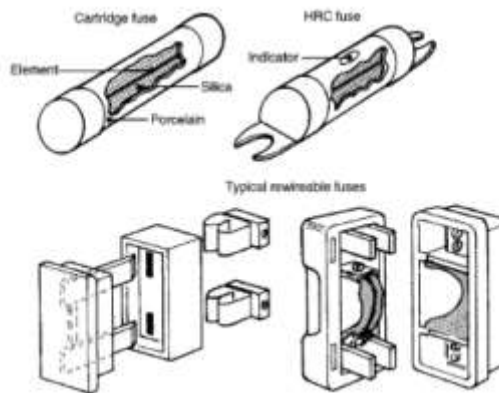


Εικόνα 6-3 Διακόπτης διακοπής αέρα  
[<https://studyelectrical.com/2015/07/what-is-switchgear-features-components-hv-mv-lv.html>]

### 6.5.2 Ασφάλειες

Η ασφάλεια είναι ένα κοντό κομμάτι σύρμα ή λεπτό έλασμα που λιώνει όταν το ρέει υπερβολικό ρεύμα για συγκεκριμένο χρόνο. Εισάγεται σε σειρά με το προς προστασία κύκλωμα.

Όταν συμβαίνει βραχυκύκλωμα ή υπερφόρτωση, το ρεύμα μέσω του στοιχείου ασφάλειας αυξάνεται πέρα από την ονομαστική του χωρητικότητα. Αυτό αυξάνει τη θερμοκρασία και το στοιχείο λιώνει (ή σβήνει), αποσυνδέοντας το κύκλωμα που προστατεύεται από αυτό.



Εικόνα 6-4 Ηλεκτρικές Ασφάλειες  
[<https://studyelectrical.com/2015/07/what-is-switchgear-features-components-hv-mv-lv.html>]

### 6.5.3 Διακόπτες Κυκλώματος

Ένας διακόπτης κυκλώματος μπορεί να «ανοίξει» ή να «κλείσει» ένα κύκλωμα υπό όλες τις συνθήκες, π.χ. συνθήκες χωρίς φορτίο, πλήρες φορτίο και σφάλμα. Είναι έτσι σχεδιασμένο ώστε να μπορεί να λειτουργεί χειροκίνητα (ή με τηλεχειρισμό) υπό κανονικές συνθήκες και αυτόματα υπό συνθήκες σφάλματος. Για την τελευταία λειτουργία, χρησιμοποιείται ένα κύκλωμα ρελέ με διακόπτη κυκλώματος.

- Διακόπτες χαμηλής τάσης: Μινι- διακόπτης κυκλώματος, διακόπτης κυκλώματος διαμορφωμένης θήκης, διακόπτης κυκλώματος υπολειπόμενου ρεύματος, διακόπτης κυκλώματος σφάλματος γείωσης
- Αυτόματοι διακόπτες υψηλής τάσης: Αυτόματος διακόπτης κενού, διακόπτης κυκλώματος SF6 , διακόπτης κυκλώματος λαδιού, διακόπτης κυκλώματος αέρα έκρηξης

#### **6.5.4 Προστατευτικά Ρελέ**

Τα προστατευτικά ρελέ είναι ζωτικής σημασίας μέρη του εξοπλισμού διακοπών. Το ρελέ είναι μια συσκευή που ανιχνεύει το σφάλμα και παρέχει πληροφορίες στον διακόπτη για διακοπή κυκλώματος.

Η λειτουργία ενός προστατευτικού ρελέ είναι να εκκινεί ένα σήμα στους διακόπτες κυκλώματος για την αποσύνδεση των στοιχείων του συστήματος ισχύος όταν εμφανίζει σφάλμα.

Όταν παρουσιαστεί σφάλμα, οι επαφές του ρελέ είναι κλειστές και το πηνίο του διακόπτη κυκλώματος ενεργοποιείται για να ανοίξει τις επαφές του διακόπτη.

Υπήρξαν ραγδαίες εξελίξεις στην τεχνολογία αναμετάδοσης τις τελευταίες δύο δεκαετίες. Η πιο σημαντική πρόοδος οφείλεται στην έλευση της τεχνολογίας των υπολογιστών που βοήθησε στην ανάπτυξη αριθμητικών ρελέ.

#### **6.5.5 Μετασχηματιστές οργάνων**

Οι μετασχηματιστές οργάνων (μετασχηματιστής ρεύματος και μετασχηματιστής τάσης) χρησιμοποιούνται σε εγκαταστάσεις διακοπών για τη μέτρηση ηλεκτρικών παραμέτρων για λόγους προστασίας και μέτρησης.

Ένας μετασχηματιστής οργάνων στον οποίο το δευτερεύον ρεύμα είναι ουσιαστικά ανάλογο με το πρωτεύον ρεύμα και διαφέρει σε φάση από αυτό κατά περίπου μηδέν μοίρες ονομάζεται μετασχηματιστής ρεύματος (CT) .

Ένας μετασχηματιστής τάσης (VT) είναι ένας μετασχηματιστής οργάνων στον οποίο η δευτερεύουσα τάση είναι ουσιαστικά ανάλογη με την κύρια τάση και διαφέρει σε φάση από αυτήν κατά περίπου μηδέν μοίρες.

#### **6.5.6 Καταστολείς υπερτάσεων**

Οι καταστολείς υπερτάσεων ή οι απαγωγείς υπερτάσεων είναι πολύ σημαντικά εξαρτήματα των εγκαταστάσεων διακοπών και υποσταθμών.

Αυτοί χρησιμοποιούνται για την προστασία του εξοπλισμού του υποσταθμού από προσωρινές υπερτάσεις, παλμούς μεταγωγής και κεραυνούς, και σε κάποιο βαθμό, πολύ γρήγορες παροδικές υπερτάσεις.

Ιστορικά, τα κενά σπινθήρα με μόνωση αέρα χρησιμοποιήθηκαν ως καταστολείς υπερτάσεων. Αλεξικέραυνα, πυκνωτές υπερτάσεων, αντιδραστήρες καταστολής υπερτάσεων χρησιμοποιήθηκαν στο παρελθόν για το σκοπό αυτό.

Η καινοτομία στον τομέα αυτό είχε ως αποτέλεσμα την εμφάνιση δύο κοινώς χρησιμοποιούμενων τύπων, δηλαδή των απαγωγέων/καταστολέων υπέρτασης τύπου με βάση οξείδιο μετάλλου (ZnO) και τύπου CR.

#### **6.5.7 Αυτόματη επαναφορά και τμηματοποιητές**

Τα αυτόματα επανακλεισίματα και οι τμηματοποιητές χρησιμοποιούνται στα δίκτυα διανομής διακοπών μέσης τάσης κατηγορίας έως 33 kV.

Αυτός ο εξοπλισμός είναι χρήσιμος για τη γρήγορη αυτόματη αποκατάσταση της παροχής μετά από παροδικά σφάλματα στο σύστημα. Τα σφάλματα μπορεί να οφείλονται σε συχνές αστραπές και σε περιοχές όπου τα ηλεκτροφόρα καλώδια περνούν μέσα από δάση και δέντρα.

Αυτοί οι τύποι εξοπλισμού χρησιμοποιούνται εκτενώς στις ηπείρους της Αμερικής και της Αυστραλίας λόγω των ευδιάκριτων πλεονεκτημάτων τους σε σχέση με τα συμβατικά συστήματα διανομής.

#### **6.5.8 8. Διακόπτες αποσύνδεσης / απομόνωσης**

Οι διακόπτες αποσύνδεσης (απομονωτές) είναι συσκευές που γενικά λειτουργούν εκτός φορτίου για να παρέχουν απομόνωση των κύριων ειδών της εγκατάστασης για συντήρηση, για την απομόνωση του ελαττωματικού εξοπλισμού από άλλο ενεργό εξοπλισμό.

Οι αποζεύκτες με μόνωση αέρα ή ανοιχτοί ακροδέκτες διατίθενται σε διάφορες μορφές για διαφορετικές εφαρμογές.

Στις χαμηλότερες τάσεις, οι τύποι μονής διακοπής είναι συνηθισμένοι με κυρίαρχους είτε τύπου "rocker" ή τύπους περιστρεφόμενου στύλου με ένα άκρο.

Σε υψηλότερες τάσεις, ο περιστρεφόμενος κεντρικός στύλος, ο διπλός περιστρεφόμενος στύλος, η κατακόρυφη θραύση και οι αποζεύκτες τύπου παντογράφου είναι πιο συνηθισμένοι. Οι διακόπτες διακοπής αέρα χρησιμοποιούνται σε χαμηλότερη τάση για αποσύνδεση στο φορτίο.

## ΚΕΦΑΛΑΙΟ 7 – Η ΜΕΛΕΤΗ ΤΗΣ ΕΓΚΑΤΑΣΤΑΣΗΣ

### 7.1 Περιγραφή της εγκατάστασης

Η εγκατάσταση που μελετάται είναι ένα τριώροφο κτήριο με υπόγειο που θα εξυπηρετεί τις ανάγκες ενός δημαρχείου. Όπως προκύπτει από την παρακάτω ανάλυση η συνολική εγκατεστημένη ισχύς είναι 140 kW, οπότε πρέπει να τροφοδοτηθεί από δικό του ξεχωριστό υποσταθμό. Επίσης διαθέτει ηλεκτροπαραγωγό ζεύγος για την υποστήριξη φορτίων όπως φωτισμός σε περίπτωση διακοπής ρεύματος καθώς και σύστημα αδιάλειπτης λειτουργίας για την απρόσκοπτη λειτουργία κρίσιμων φορτίων όπως είναι η καταχώρηση στοιχείων

Σημείωση: Ο υπολογισμός της εγκατεστημένης ισχύος έγινε με χρήση συντελεστή ταυτοχρονισμού (Σ.Τ)= 0.7

### 7.2 Ομαδοποίηση των φορτίων της εγκατάστασης

Είδος φορτίου	Ισχύς (kW)	Ρεύμα (A)	Διατομή (mm <sup>2</sup> )	Μέσα προστασίας
<b>ΥΠΟΓΕΙΟ</b>				
<b>Πίνακας 1</b>				
Φωτισμός διαδρόμων	0.12	0.521	1.5	Μικροαυτόματος 6A
Φωτισμός διαδρόμων	0.23	1	1.5	Μικροαυτόματος 6A
Φωτισμός αποθηκών	0.83	3.6	1.5	Μικροαυτόματος 6A
<b>Πίνακας 2</b>				
Ρευματοδότες	0.8	3.478	2.5	Μικροαυτόματος 16A
Ρευματοδότες	0.8	3.478	2.5	Μικροαυτόματος 16A
Ρευματοδότες	0.8	3.478	2.5	Μικροαυτόματος 16A
<b>Πίνακας 3</b>				
Προβολείς	3	13	4	Μικροαυτόματος 20A
Στύλοι φωτισμού	0.25	1.08	1.5	Μικροαυτόματος 6A
Στύλοι φωτισμού	0.35	1.521	1.5	Μικροαυτόματος 6A

Είδος φορτίου	Ισχύς (kW)	Ρεύμα (A)	Διατομή (mm <sup>2</sup> )	Μέσα προστασίας
Στύλοι φωτισμού	0.25	1.08	1.5	Μικροαυτόματος 6A
Χαμηλός φωτισμός	0.18	0.782	1.5	Μικροαυτόματος 6A
<b>ΓΕΝΙΚΟΣ ΠΙΝ. ΥΠΟΓΕΙΟΥ</b>	5.3	7.65	1.5	<b>ΑΣΦΑΛΕΙΑ 10A</b>
<b>ΙΣΟΓΕΙΟ</b>				
<b>Πίνακας 4</b>				
Φωτισμός διαδρόμων εισόδων	0.5	2.17	1.5	Μικροαυτόματος 6A
Φωτισμός γραφείων	0.54	2.347	1.5	Μικροαυτόματος 6A
Φωτισμός εισόδου	0.4	1.739	1.5	Μικροαυτόματος 6A
Φωτισμός WC	0.25	1.086	1.5	Μικροαυτόματος 6A
Φωτισμός Διαδρόμου	0.23	1	1.5	Μικροαυτόματος 6A
Φωτισμός γραφείων	0.11	0.478	1.5	Μικροαυτόματος 6A
Περιμετρικός Φωτισμός	0.5	2.17	1.5	Μικροαυτόματος 6A
<b>Πίνακας 5</b>				
Ρευματοδότες	0.8	3.478	2.5	Μικροαυτόματος 16A
Ρευματοδότες	0.8	3.478	2.5	Μικροαυτόματος 16A
Ρευματοδότες	0.8	3.478	2.5	Μικροαυτόματος 16A
Ρευματοδότες	0.8	3.478	2.5	Μικροαυτόματος 16A
Ρευματοδότες	0.8	3.478	2.5	Μικροαυτόματος 16A
Ρευματοδότες	0.8	3.478	2.5	Μικροαυτόματος 16A
FCU (Fan coil unit)	1.5	6.52	2.5	Μικροαυτόματος 16A
FCU (Fan coil unit)	1.5	6.52	2.5	Μικροαυτόματος 16A
FCU (Fan coil unit)	1	4.347	2.5	Μικροαυτόματος 16A
Στεγνωτήρας Χεριών	2	8.695	2.5	Μικροαυτόματος 16A
Στεγνωτήρας Χεριών	2	8.695	2.5	Μικροαυτόματος 16A
<b>Πίνακας 6</b>				
Φωτισμός Γραφείων	0.72	3.13	1.5	Μικροαυτόματος 6A

Είδος φορτίου	Ισχύς (kW)	Ρεύμα (A)	Διατομή (mm <sup>2</sup> )	Μέσα προστασίας
Φωτισμός Γραφείων	0.36	1.565	1.5	Μικροαυτόματος 6A
Φωτισμός Γραφείων	1.5	6.52	2.5	Μικροαυτόματος 6A
Φωτισμός Γραφείων	0.25	1.08	1.5	Μικροαυτόματος 6A
Ρευματοδότες	0.8	3.478	2.5	Μικροαυτόματος 16A
Ρευματοδότες	0.8	3.478	2.5	Μικροαυτόματος 16A
Ρευματοδότες	0.8	3.478	2.5	Μικροαυτόματος 16A
Ρευματοδότες	0.8	3.478	2.5	Μικροαυτόματος 16A
<b>ΓΕΝΙΚΟΣ ΠΙΝ ΙΣΟΓΕΙΟΥ</b>	15	21.65	2.5	<b>ΑΣΦΑΛΕΙΑ 20A</b>
<b>Α ΟΡΟΦΟΣ</b>				
<b>Πίνακας 7</b>				Μικροαυτόματος 16A
Ρευματοδότες	0.8	3.478	2.5	Μικροαυτόματος 16A
Ρευματοδότες	0.8	3.478	2.5	Μικροαυτόματος 16A
Ρευματοδότες	0.8	3.478	2.5	Μικροαυτόματος 16A
Ρευματοδότες	0.8	3.478	2.5	Μικροαυτόματος 16A
Ηλεκτρικό Κουζινάκι	2	8.695	2.5	Μικροαυτόματος 16A
<b>Πίνακας 8</b>				
Φωτισμός Διαδρόμου/εισόδου	0.3	1.3	1.5	Μικροαυτόματος 6A
Φωτισμός Γραφείων	0.72	3.13	1.5	Μικροαυτόματος 6A
Φωτισμός WC	0.15	0.65	1.5	Μικροαυτόματος 6A
Φωτισμός Εισόδου	0.36	1.565	1.5	Μικροαυτόματος 6A
Φωτισμός Διαδρόμου	0.24	1.04	1.5	Μικροαυτόματος 6A
Φωτισμός Γραφείων	1.1	4.78	1.5	Μικροαυτόματος 6A
Περιμετρικός Φωτισμός	0.3	1.3	1.5	Μικροαυτόματος 6A
<b>Πίνακας 9</b>				
Ρευματοδότες	0.8	3.478	2.5	Μικροαυτόματος 16A



Είδος φορτίου	Ισχύς (kW)	Ρεύμα (A)	Διατομή (mm <sup>2</sup> )	Μέσα προστασίας
Ρευματοδότες	0.8	3.478	2.5	Μικροαυτόματος 16Α
Ρευματοδότες	0.8	3.478	2.5	Μικροαυτόματος 16Α
Ρευματοδότες	0.8	3.478	2.5	Μικροαυτόματος 16Α
Ρευματοδότες	0.8	3.478	2.5	Μικροαυτόματος 16Α
Ρευματοδότες	0.8	3.478	2.5	Μικροαυτόματος 16Α
Ρευματοδότες	0.8	3.478	2.5	Μικροαυτόματος 16Α
FCU	1.5	6.521	2.5	Μικροαυτόματος 16Α
FCU	1.5	6.521	2.5	Μικροαυτόματος 16Α
FCU	1.5	6.521	2.5	Μικροαυτόματος 16Α
Στεγνωτήρας Χεριών	2	8.695	2.5	Μικροαυτόματος 16Α
Στεγνωτήρας Χεριών	2	8.695	2.5	Μικροαυτόματος 16Α
Ψύκτης νερού	1	4.347	2.5	Μικροαυτόματος 16Α
<b>Πίνακας 10</b>				
Φωτισμός Γραφείων	0.72	3.13	1.5	Μικροαυτόματος 6Α
Φωτισμός Γραφείων	0.36	1.565	1.5	Μικροαυτόματος 6Α
Φωτισμός Γραφείων	0.72	3.13	1.5	Μικροαυτόματος 6Α
Φωτισμός Γραφείων	0.72	3.13	1.5	Μικροαυτόματος 6Α
Ρευματοδότες	0.8	3.478	2.5	Μικροαυτόματος 16Α
Ρευματοδότες	0.8	3.478	2.5	Μικροαυτόματος 16Α
Ρευματοδότες	0.8	3.478	2.5	Μικροαυτόματος 16Α
Ρευματοδότες	0.8	3.478	2.5	Μικροαυτόματος 16Α
Ρευματοδότες	0.8	3.478	2.5	Μικροαυτόματος 16Α
<b>Πίνακας 11</b>				
Φωτισμός Γραφείων	0.72	3.13	1.5	Μικροαυτόματος 6Α
Φωτισμός Γραφείων	0.36	1.565	1.5	Μικροαυτόματος 6Α
Φωτισμός Γραφείων	0.72	3.13	1.5	Μικροαυτόματος 6Α
Φωτισμός Γραφείων	0.72	3.13	1.5	Μικροαυτόματος 6Α
Ρευματοδότες	0.8	3.478	2.5	Μικροαυτόματος 16Α

<b>Είδος φορτίου</b>	<b>Ισχύς (kW)</b>	<b>Ρεύμα (A)</b>	<b>Διατομή (mm<sup>2</sup>)</b>	<b>Μέσα προστασίας</b>
Ρευματοδότες	0.8	3.478	2.5	Μικροαυτόματος 16Α
Ρευματοδότες	0.8	3.478	2.5	Μικροαυτόματος 16Α
Ρευματοδότες	0.8	3.478	2.5	Μικροαυτόματος 16Α
Ρευματοδότες	0.8	3.478	2.5	Μικροαυτόματος 16Α
<b>Πίνακας 12</b>				
Ρευματοδότες	0.8	3.478	2.5	Μικροαυτόματος 16Α
Ρευματοδότες	0.8	3.478	2.5	Μικροαυτόματος 16Α
Ρευματοδότες	0.8	3.478	2.5	Μικροαυτόματος 16Α
Ρευματοδότες	0.8	3.478	2.5	Μικροαυτόματος 16Α
Ηλεκτρικό Κουζινάκι	2	8.695	2.5	Μικροαυτόματος 16Α
<b>ΓΕΝΙΚΟΣ ΠΙΝ Α ΟΡΟΦΟΥ</b>	27.8	40.125	6	<b>ΑΣΦΑΛΕΙΑ 35Α</b>
<b>Β ΟΡΟΦΟΣ</b>				
<b>Πίνακας 13</b>				
Φωτισμός Διαδρόμου	0.41	1.782	1.5	Μικροαυτόματος 6Α
Φωτισμός Εισόδου/Κλιμακοστασίου	0.41	1.782	1.5	Μικροαυτόματος 6Α
Φωτισμός Γραφείων/ΗΖ	0.54	2.347	1.5	Μικροαυτόματος 6Α
Φωτισμός Γραφείων/ΗΖ	0.54	2.347	1.5	Μικροαυτόματος 6Α
Φωτισμός Γραφείων/ΗΖ	0.54	2.347	1.5	Μικροαυτόματος 6Α
Φωτισμός Διαδρόμου	0.59	2.565	1.5	Μικροαυτόματος 6Α
Φωτισμός Εισόδου	0.5	2.17	1.5	Μικροαυτόματος 6Α
Φωτισμός Γραφείων	0.72	3.13	1.5	Μικροαυτόματος 6Α
Φωτισμός Γραφείων	0.72	3.13	1.5	Μικροαυτόματος 6Α
Φωτισμός WC	0.32	1.39	1.5	Μικροαυτόματος 6Α

Είδος φορτίου	Ισχύς (kW)	Ρεύμα (A)	Διατομή (mm <sup>2</sup> )	Μέσα προστασίας
<b>Πίνακας 14</b>				
Φωτισμός Διαδρόμου	0.41	1.782	1.5	Μικροαυτόματος 6A
Φωτισμός Εισόδου/Κλιμακοστασίου	0.41	1.782	1.5	Μικροαυτόματος 6A
Φωτισμός Γραφείων/ΗΖ	0.54	2.347	1.5	Μικροαυτόματος 6A
Φωτισμός Γραφείων/ΗΖ	0.54	2.347	1.5	Μικροαυτόματος 6A
Φωτισμός Γραφείων/ΗΖ	0.54	2.347	1.5	Μικροαυτόματος 6A
Φωτισμός Διαδρόμου	0.59	2.565	1.5	Μικροαυτόματος 6A
Φωτισμός Εισόδου	0.5	2.17	1.5	Μικροαυτόματος 6A
Φωτισμός Γραφείων	0.72	3.13	1.5	Μικροαυτόματος 6A
Φωτισμός Γραφείων	0.72	3.13	1.5	Μικροαυτόματος 6A
Φωτισμός WC	0.32	1.39	1.5	Μικροαυτόματος 6A
<b>Πίνακας 15</b>				
Ρευματοδότες	0.8	3.478	2.5	Μικροαυτόματος 16A
Ρευματοδότες	0.8	3.478	2.5	Μικροαυτόματος 16A
Ρευματοδότες	0.8	3.478	2.5	Μικροαυτόματος 16A
Ρευματοδότες	0.8	3.478	2.5	Μικροαυτόματος 16A
Ρευματοδότες	0.8	3.478	2.5	Μικροαυτόματος 16A
Ρευματοδότες	0.8	3.478	2.5	Μικροαυτόματος 16A
Ρευματοδότες	0.8	3.478	2.5	Μικροαυτόματος 16A
Ρευματοδότες	0.8	3.478	2.5	Μικροαυτόματος 16A
FCU	1.5	6.521	2.5	Μικροαυτόματος 16A
FCU	1.5	6.521	2.5	Μικροαυτόματος 16A
FCU	1.5	6.521	2.5	Μικροαυτόματος 16A
Στεγνωτήρας Χεριών	2	8.695	2.5	Μικροαυτόματος 16A

Είδος φορτίου	Ισχύς (kW)	Ρεύμα (A)	Διατομή (mm <sup>2</sup> )	Μέσα προστασίας
Στεγνωτήρας Χεριών	2	8.695	2.5	Μικροαυτόματος 16Α
<b>Πίνακας 16</b>				
Στεγνωτήρας Χεριών	2	8.695	2.5	Μικροαυτόματος 16Α
Πίνακας CCTV	0.3	1.3	1.5	Μικροαυτόματος 6Α
Κάμερες περιβάλλοντος Χώρου	0.6	2.6	1.5	Μικροαυτόματος 6Α
Κάμερες περιβάλλοντος Χώρου	0.6	2.6	1.5	Μικροαυτόματος 6Α
<b>Πίνακας 17</b>				
Φωτισμός Γραφείων	0.63	2.739	1.5	Μικροαυτόματος 6Α
Φωτισμός Γραφείων	0.45	1.95	1.5	Μικροαυτόματος 6Α
Φωτισμός Γραφείων	0.72	3.13	1.5	Μικροαυτόματος 6Α
Φωτισμός Γραφείων	0.54	2.347	1.5	Μικροαυτόματος 6Α
Ρευματοδότες	0.8	3.478	2.5	Μικροαυτόματος 16Α
Ρευματοδότες	0.8	3.478	2.5	Μικροαυτόματος 16Α
Ρευματοδότες	0.8	3.478	2.5	Μικροαυτόματος 16Α
Ρευματοδότες	0.8	3.478	2.5	Μικροαυτόματος 16Α
Ρευματοδότες	0.8	3.478	2.5	Μικροαυτόματος 16Α
Ρευματοδότες	0.8	3.478	2.5	Μικροαυτόματος 16Α
Ρευματοδότες	0.8	3.478	2.5	Μικροαυτόματος 16Α
Ρευματοδότες	0.8	3.478	2.5	Μικροαυτόματος 16Α
Ρευματοδότες	0.8	3.478	2.5	Μικροαυτόματος 16Α
<b>Πίνακας 18</b>				
Φωτισμός Γραφείων	0.63	2.739	1.5	Μικροαυτόματος 6Α
Φωτισμός Γραφείων	0.45	1.95	1.5	Μικροαυτόματος 6Α
Φωτισμός Γραφείων	0.72	3.13	1.5	Μικροαυτόματος 6Α
Φωτισμός Γραφείων	0.54	2.347	1.5	Μικροαυτόματος 6Α

Είδος φορτίου	Ισχύς (kW)	Ρεύμα (A)	Διατομή (mm <sup>2</sup> )	Μέσα προστασίας
Ρευματοδότες	0.8	3.478	2.5	Μικροαυτόματος 16Α
Ρευματοδότες	0.8	3.478	2.5	Μικροαυτόματος 16Α
Ρευματοδότες	0.8	3.478	2.5	Μικροαυτόματος 16Α
Ρευματοδότες	0.8	3.478	2.5	Μικροαυτόματος 16Α
Ρευματοδότες	0.8	3.478	2.5	Μικροαυτόματος 16Α
Ρευματοδότες	0.8	3.478	2.5	Μικροαυτόματος 16Α
Ρευματοδότες	0.8	3.478	2.5	Μικροαυτόματος 16Α
Ρευματοδότες	0.8	3.478	2.5	Μικροαυτόματος 16Α
Ρευματοδότες	0.8	3.478	2.5	Μικροαυτόματος 16Α
<b>Πίνακας 19</b>				
Φωτισμός Γραφείων	1.1	4.782	1.5	Μικροαυτόματος 6Α
Φωτισμός Γραφείων	0.92	4	1.5	Μικροαυτόματος 6Α
Φωτισμός Γραφείων	1.1	4.782	1.5	Μικροαυτόματος 6Α
Φωτισμός Γραφείων	0.72	3.13	1.5	Μικροαυτόματος 6Α
Ρευματοδότες	0.8	3.478	2.5	Μικροαυτόματος 16Α
Ρευματοδότες	0.8	3.478	2.5	Μικροαυτόματος 16Α
Ρευματοδότες	0.8	3.478	2.5	Μικροαυτόματος 16Α
Ρευματοδότες	0.8	3.478	2.5	Μικροαυτόματος 16Α
Ρευματοδότες	0.8	3.478	2.5	Μικροαυτόματος 16Α
<b>Πίνακας 20</b>				
Ρευματοδότες	0.8	3.478	2.5	Μικροαυτόματος 16Α
Ρευματοδότες	0.8	3.478	2.5	Μικροαυτόματος 16Α
Ρευματοδότες	0.8	3.478	2.5	Μικροαυτόματος 16Α
Ρευματοδότες	0.8	3.478	2.5	Μικροαυτόματος 16Α
Ρευματοδότες	0.8	3.478	2.5	Μικροαυτόματος 16Α
<b>Πίνακας 21</b>				
Φωτισμός Διαδρόμου	0.41	1.782	1.5	Μικροαυτόματος 6Α

<b>Είδος φορτίου</b>	<b>Ισχύς (kW)</b>	<b>Ρεύμα (A)</b>	<b>Διατομή (mm<sup>2</sup>)</b>	<b>Μέσα προστασίας</b>
Φωτισμός Εισόδου	0.41	1.782	1.5	Μικροαυτόματος 6A
Φωτισμός Γραφείων	0.54	2.347	1.5	Μικροαυτόματος 6A
Φωτισμός Γραφείων/ΗΖ	0.23	1	1.5	Μικροαυτόματος 6A
Φωτισμός Διαδρόμου	0.6	2.6	1.5	Μικροαυτόματος 6A
Φωτισμός Εισόδου	0.72	3.13	1.5	Μικροαυτόματος 6A
Φωτισμός Γραφείων	0.72	3.13	1.5	Μικροαυτόματος 6A
Φωτισμός Γραφείων	0.81	3.5	1.5	Μικροαυτόματος 6A
Φωτισμός WC	0.31	1.347	1.5	Μικροαυτόματος 6A
<b>ΓΕΝΙΚΟΣ ΠΙΝ Β ΟΡΟΦΟΥ</b>	45.26	65.3	16	<b>ΑΣΦΑΛΕΙΑ 63A</b>
<b>Γ ΟΡΟΦΟΣ</b>				
<b>Πίνακας 22</b>				
Ρευματοδότες	0.8	3.478	2.5	Μικροαυτόματος 16A
Ρευματοδότες	0.8	3.478	2.5	Μικροαυτόματος 16A
Ρευματοδότες	0.8	3.478	2.5	Μικροαυτόματος 16A
Ρευματοδότες	0.8	3.478	2.5	Μικροαυτόματος 16A
Ρευματοδότες	0.8	3.478	2.5	Μικροαυτόματος 16A
Ρευματοδότες	0.8	3.478	2.5	Μικροαυτόματος 16A
Ρευματοδότες	0.8	3.478	2.5	Μικροαυτόματος 16A
Ρευματοδότες	0.8	3.478	2.5	Μικροαυτόματος 16A
FCU	1.5	6.521	2.5	Μικροαυτόματος 16A
FCU	1.5	6.521	2.5	Μικροαυτόματος 16A
FCU	1.5	6.521	2.5	Μικροαυτόματος 16A
<b>Πίνακας 23</b>				
Στεγνωτήρας Χεριών	2	8.695	2.5	Μικροαυτόματος 16A
Στεγνωτήρας Χεριών	2	8.695	2.5	Μικροαυτόματος 16A

Είδος φορτίου	Ισχύς (kW)	Ρεύμα (A)	Διατομή (mm <sup>2</sup> )	Μέσα προστασίας
Στεγνωτήρας Χεριών	2	8.695	2.5	Μικροαυτόματος 16Α
<b>Πίνακας 24</b>				
Φωτισμός Γραφείων	0.63	2.739	1.5	Μικροαυτόματος 6Α
Φωτισμός Γραφείων	0.45	1.95	1.5	Μικροαυτόματος 6Α
Φωτισμός Γραφείων	0.72	3.13	1.5	Μικροαυτόματος 6Α
Φωτισμός Γραφείων	0.54	2.347	1.5	Μικροαυτόματος 6Α
Ρευματοδότες	1	4.347	2.5	Μικροαυτόματος 16Α
Ρευματοδότες	1	4.347	2.5	Μικροαυτόματος 16Α
Ρευματοδότες	1	4.347	2.5	Μικροαυτόματος 16Α
Ρευματοδότες	1	4.347	2.5	Μικροαυτόματος 16Α
<b>Πίνακας 25</b>				
Ρευματοδότες	1	4.347	2.5	Μικροαυτόματος 16Α
Ρευματοδότες	1	4.347	2.5	Μικροαυτόματος 16Α
Ρευματοδότες	1	4.347	2.5	Μικροαυτόματος 16Α
<b>Πίνακας 26</b>				
Φωτισμός Γραφείων	1	4.347	1.5	Μικροαυτόματος 6Α
Φωτισμός Γραφείων	1.15	5	1.5	Μικροαυτόματος 6Α
Φωτισμός Γραφείων	0.72	3.13	1.5	Μικροαυτόματος 6Α
Ρευματοδότες	0.8	3.478	2.5	Μικροαυτόματος 16Α
Ρευματοδότες	0.8	3.478	2.5	Μικροαυτόματος 16Α
Ρευματοδότες	0.8	3.478	2.5	Μικροαυτόματος 16Α
Ρευματοδότες	0.8	3.478	2.5	Μικροαυτόματος 16Α
Ρευματοδότες	0.8	3.478	2.5	Μικροαυτόματος 16Α
Ρευματοδότες	0.8	3.478	2.5	Μικροαυτόματος 16Α
Ρευματοδότες	0.8	3.478	2.5	Μικροαυτόματος 16Α
<b>Πίνακας 27</b>				

Είδος φορτίου	Ισχύς (kW)	Ρεύμα (A)	Διατομή (mm <sup>2</sup> )	Μέσα προστασίας
Φωτισμός Γραφείων	0.82	3.565	1.5	Μικροαυτόματος 6A
Ρευματοδότες	0.8	3.478	2.5	Μικροαυτόματος 16A
Ρευματοδότες	0.8	3.478	2.5	Μικροαυτόματος 16A
Ρευματοδότες	0.8	3.478	2.5	Μικροαυτόματος 16A
Ρευματοδότες	0.8	3.478	2.5	Μικροαυτόματος 16A
Στεγνωτήρας Χεριών	2	8.695	2.5	Μικροαυτόματος 16A
<b>Πίνακας 28</b>				
Φωτισμός WC	0.36	1.565	1.5	Μικροαυτόματος 6A
Φωτισμός WC	0.36	1.565	1.5	Μικροαυτόματος 6A
Φωτισμός Αποθηκών	0.55	2.39	1.5	Μικροαυτόματος 6A
Φωτισμός Αποθηκών	0.55	2.39	1.5	Μικροαυτόματος 6A
Ρευματοδότες	0.8	3.478	2.5	Μικροαυτόματος 16A
<b>Πίνακας 29</b>				
Στεγνωτήρας Χεριών	2	8.695	2.5	Μικροαυτόματος 16A
Στεγνωτήρας Χεριών	2	8.695	2.5	Μικροαυτόματος 16A
Ανεμιστήρας απαγωγής	1	4.347	2.5	Μικροαυτόματος 16A
<b>Πίνακας 30</b>				
Προβολείς	3	13	4	Μικροαυτόματος 20A
Στύλοι Φωτισμού	0.25	1.08	1.5	Μικροαυτόματος 6A
Στύλοι Φωτισμού	0.3	1.3	1.5	Μικροαυτόματος 6A
Στύλοι Φωτισμού	0.3	1.3	1.5	Μικροαυτόματος 6A
Χαμηλός Φωτισμός	0.13	0.565	1.5	Μικροαυτόματος 6A
<b>Πίνακας 31</b>				
Εσωτερικός φωτισμός	0.54	2.347	1.5	Μικροαυτόματος 6A
Τηλεφωνικό κέντρο	0.5	2.17	1.5	Μικροαυτόματος 6A



Είδος φορτίου	Ισχύς (kW)	Ρεύμα (A)	Διατομή (mm <sup>2</sup> )	Μέσα προστασίας
Φωτισμός Χωροδικτυώματος	0.9	3.91	1.5	Μικροαυτόματος 6A
Φωτισμός Χωροδικτυώματος	0.9	3.91	1.5	Μικροαυτόματος 6A
Φωτισμός	0.72	3.13	1.5	Μικροαυτόματος 6A
Ρευματοδότες	0.8	3.478	2.5	Μικροαυτόματος 16A
FCU	1	4.347	2.5	Μικροαυτόματος 16A
Ψύκτης νερού	1	4.347	2.5	Μικροαυτόματος 16A
Καρτοτηλέφωνο	0.3	1.3	1.5	Μικροαυτόματος 6A
<b>Πίνακας 32</b>				
Φωτισμός	1.2	5.21	1.5	Μικροαυτόματος 6A
Φωτισμός	0.8	3.478	1.5	Μικροαυτόματος 6A
Φωτισμός	0.7	3.04	1.5	Μικροαυτόματος 6A
Φωτισμός	0.4	1.739	1.5	Μικροαυτόματος 6A
Ρευματοδότες	1.5	6.52	2.5	Μικροαυτόματος 16A
Ρευματοδότες	1.5	6.52	2.5	Μικροαυτόματος 16A
Κουζινάκι	2	8.695	2.5	Μικροαυτόματος 16A
Ανεμιστήρας Απαγωγής	0.5	2.17	2.5	Μικροαυτόματος 16A
<b>ΓΕΝΙΚΟΣ ΠΙΝ Γ ΟΡΟΦΟΥ</b>	47.3	68.3	16	<b>ΑΣΦΑΛΕΙΑ 63A</b>
<b>ΓΕΝΙΚΟΣ ΠΙΝΑΚΑΣ</b>				

### 7.2.1 Υπολογισμός οροφο-πινάκων και γενικού πίνακα

Οι διατομές και οι ασφάλειες υπολογίζονται με βάση τον παρακάτω πίνακα

Πίνακας 7-1 Τιμές συντηκτικών ασφαλειών με τις αντίστοιχες τιμές διατομών<sup>[11]</sup>

α/α	Ονομαστική διατομή χάλκινου αγωγού σε mm <sup>2</sup>	Μέγιστη επιτρεπόμενη ένταση ρεύματος συνεχούς λειτουργίας σε (Α) Προτεινόμενες τιμές ΠΙΝΑΚΑ 4.6	Ονομαστική ένταση ασφαλειών σε (Α) Προτεινόμενες τιμές ΠΙΝΑΚΑ 4.6
1	1	12	10
2	1,5	18	16
3	2,5	25	20
4	4	35	25
5	6	45	35
6	10	55	50
7	16	80	63
8	25	100	80
9	35	120	100
10	50	150	125
11	70	180	160
12	95	220	200
13	120	260	224
14	150	300	250
15	185	340	300
16	240	400	355
17	300	500	400
18	375	-	-
19	400	-	-
20	500	-	-

#### 7.2.1.1 Γενικός πίνακας υπογείου

$$P = 7.61 \times 0.7 = 5.3 \text{ kW}$$

$$P = \sqrt{3} \cdot U_{\Pi} \cdot I_{\Pi} \cdot \cos \varphi \Rightarrow I_{\Pi} = \frac{P}{\sqrt{3} \cdot U_{\Pi} \cdot \cos \varphi} = \frac{5.3 \cdot 10^3}{\sqrt{3} \cdot 400 \cdot 1} \Rightarrow I_{\Pi} = 7.65 \text{ A}$$

Ασφάλεια 10Α

Διατομή 1.5mm<sup>2</sup>

### 7.2.1.2 Γενικός πίνακας ισογείου

$$P=21.36 \times 0.7=15 \text{ kW}$$

$$P = \sqrt{3} \cdot U_{\Pi} \cdot I_{\Pi} \cdot \cos \varphi \Rightarrow I_{\Pi} = \frac{P}{\sqrt{3} \cdot U_{\Pi} \cdot \cos \varphi} = \frac{15 \cdot 10^3}{\sqrt{3} \cdot 400 \cdot 1} \Rightarrow I_{\Pi} = 21.65 \text{ A}$$

Ασφάλεια 20 A

Διατομή 2.5 mm<sup>2</sup>

### 7.2.1.3 Γενικός πίνακας Α ορόφου

$$P=39.71 \times 0.7=27.8 \text{ kW}$$

$$P = \sqrt{3} \cdot U_{\Pi} \cdot I_{\Pi} \cdot \cos \varphi \Rightarrow I_{\Pi} = \frac{P}{\sqrt{3} \cdot U_{\Pi} \cdot \cos \varphi} = \frac{27.8 \cdot 10^3}{\sqrt{3} \cdot 400 \cdot 1} \Rightarrow I_{\Pi} = 40.125 \text{ A}$$

Ασφάλεια 35 A

Διατομή 6 mm<sup>2</sup>

### 7.2.1.4 Γενικός πίνακας Β ορόφου

$$P=64.65 \times 0.7=45.255 \text{ kW}$$

$$P = \sqrt{3} \cdot U_{\Pi} \cdot I_{\Pi} \cdot \cos \varphi \Rightarrow I_{\Pi} = \frac{P}{\sqrt{3} \cdot U_{\Pi} \cdot \cos \varphi} = \frac{45.255 \cdot 10^3}{\sqrt{3} \cdot 400 \cdot 1} \Rightarrow I_{\Pi} = 65.3 \text{ A}$$

Ασφάλεια 63 A

Διατομή 16 mm<sup>2</sup>

### 7.2.1.5 Γενικός πίνακας Γ ορόφου

$$P=67.59 \times 0.7=47.3 \text{ kW}$$

$$P = \sqrt{3} \cdot U_{\Pi} \cdot I_{\Pi} \cdot \cos \varphi \Rightarrow I_{\Pi} = \frac{P}{\sqrt{3} \cdot U_{\Pi} \cdot \cos \varphi} = \frac{47.3 \cdot 10^3}{\sqrt{3} \cdot 400 \cdot 1} \Rightarrow I_{\Pi} = 68.3 \text{ A}$$

Ασφάλεια 63 A

Διατομή 16 mm<sup>2</sup>

### 7.2.1.6 Γενικός Πίνακας εγκατάστασης

$$P_{o\lambda}=5.3 \text{ kW} + 15 \text{ kW} + 27.8 \text{ kW} + 45.255 \text{ kW} + 47.3 \text{ kW} \Rightarrow P_{o\lambda} = 140.655 \text{ kW}$$

$$I_{o\lambda} = \frac{P}{\sqrt{3} \cdot U_{\Pi} \cdot \cos \varphi} = \frac{140.655 \cdot 10^3}{\sqrt{3} \cdot 400 \cdot 1} \Rightarrow I_{\Pi} = 203 \text{ A}$$

Γενική ασφάλεια 200 A

Διατομή 95 mm<sup>2</sup>

### 7.3 Υπολογισμός Παροχής

Η ισχύς της παροχής Νο6 είναι 135kVA (Πίνακας 7-2 Παροχές ΔΕΗ) και η εγκατεστημένη ισχύς που υπολογίστηκε είναι 140.655kW, δηλαδή υπερβαίνει την ισχύ της παροχής Νο6 και έτσι η εγκατάσταση θα πρέπει να τροφοδοτηθεί από ξεχωριστό υποσταθμό Μ.Τ.

Πίνακας 7-2

Παροχές ΔΕΗ



#### ΠΙΝΑΚΑΣ IV

##### Στοιχεία μονοφασικών και τριφασικών παροχών Χ.Τ.

ΠΑΡΟΧΗ		ΑΣΦΑΛΕΙΕΣ				ΜΕΤΡΗΤΗΣ	ΔΙΑΤΟΜΗ ΚΑΛΩΔΙΟΥ ΠΑΡΟΧΗΣ		ΕΛΑΧ. ΔΙΑΤΟΜΗ ΓΡΑΜΜΗΣ ΠΙΝΑΚΑ-ΜΕΤΡΗΤΗ ΠΟΥ ΠΡΟΣΤΑΤΕΥΕΤΑΙ ΑΠΟ ΥΠΕΡΦΟΡΤΙΣΗ	ΕΛΑΧΙΣΤΗ ΙΣΧΥΣ ΜΣ
		Γενική ποιότητα εγκατάστασης	Μετρητής		Ελάχισ. Αντιχ. δικτύου ΧΤ		Συγκολλητικό Β.Ν. (Cu)	Χ - LPE		
No	kVA	Α	Α	Α		Α			Α	mm <sup>2</sup>
<b>ΜΟΝΟΦΑΣΙΚΕΣ ΠΑΡΟΧΕΣ</b>										
03	8	35	35	40	63	10/40 15/60	2 x 6	-	3 x 10	50
05	12	50	63	63	80	15/60	2 x 16	-	3 x 16	50
<b>ΤΡΙΦΑΣΙΚΕΣ ΠΑΡΟΧΕΣ</b>										
1	15	25	25	25	63	3 x 10/40 3 x 10/60	4 x 6	-	5 x 6	50
2	25	35	35	40	63	3 x 10/40 3 x 10/60	4 x 6	-	5 x 10	50
3	35	50	63	63	100	3 x 20/60 3 x 10/60	4 x 16	-	5 x 16	100 (75)
4	55	80	100	-	160	3 x 50/100 3 x 20/100	4 x 25	-	3x25+16+16 <sup>(5)</sup>	100
5	85	125	160	-	250	3 x 1,5/6 3x 1/6	4 x 50	3x95 Al + 35 Cu	3x50+25+25 <sup>(5)</sup>	160
6	135	200	250	-	400	3 x 1,5/6 3x 1/6	Μονοπολ. 95 Cu	3x150 Al + 50 Cu	3x120+70+70 <sup>(5)</sup>	250

#### ΠΑΡΑΤΗΡΗΣΕΙΣ

1. Για παροχές Νο.7 βλέπε πίνακα V
2. Για στήλη "ΕΛΑΧΙΣΤΗ ΙΣΧΥΣ ΜΣ", οι τιμές σε παρένθεση αφορούν ΜΣ παλαιάς τυποποίησης, οι οποίοι πρέπει να χρησιμοποιούνται μέχρι την εξάντληση των αποθεμάτων τους.
3. Στη στήλη "ΜΕΤΡΗΤΗΣ", η άνω τιμή αφορά μετρητές παλαιού τύπου, ενώ η κάτω τιμή μετρητές νέου τύπου. Στις παροχές Νο.5 και 6 οι μετρητές τροφοδοτούνται μέσω ΜΣ εντάσεως 200/5.
4. Για καταναλωτές με ένα μόνο κινητήριο ή που ο μεγαλύτερος κινητήρας τους έχει ισχύ μεγαλύτερη ή ίση με το 80% της συνολικής, βλέπε παραγρ. 9.2 της παρούσης Οδηγίας.
5. Οι μειωμένες διατομές ουδετέρου και γείωσης ισχύουν για αγωγούς μέσα σε σωλήνα ή καλώδια (άρθρο 19 ΚΕΝΕ)



E% B5% CF% 82-

% CE% B5% CE% B3% CE% BA% CE% B1% CF% 84% CE% AC% CF% 83% CF% 84% CE% B1% CF% 83% CE% B7% CF% 82-

% CE% BA% CE% B1% CE% B9-

% CE% BB% CE% B5% CE% B9% CF% 84% CE% BF% CF% 85% CF% 81% CE% B3% CE% AF% CE% B1% CF% 82-

% CF% 80% CF% 81% CE% BF% CF% 82-

% CF% 84% CE% BF% CF% 85% CF% 82-

% CF% 80% CE% B5% CE% BB% CE% AC% CF% 84% CE% B5% CF% 82

[10] <https://studyelectrical.com/2015/07/what-is-switchgear-features-components-hv-mv-lv.html>

[11] Β. ΜΠΙΤΖΙΩΝΗΣ, «ΒΙΟΜΗΧΑΝΙΚΕΣ ΕΓΚΑΤΑΣΤΑΣΕΙΣ», Εκδόσεις ΤΖΙΟΛΑ, 2015