



ΤΕΧΝΟΛΟΓΙΚΟ  
ΕΚΠΑΙΔΕΥΤΙΚΟ  
ΙΔΡΥΜΑ  
ΔΥΤΙΚΗΣ ΕΛΛΑΔΑΣ

Τ.Ε.Ι. ΔΥΤΙΚΗΣ ΕΛΛΑΔΑΣ

ΤΕΧΝΟΛΟΓΙΚΟ ΕΚΠΑΙΔΕΥΤΙΚΟ ΙΔΡΥΜΑ ΔΥΤΙΚΗΣ ΕΛΛΑΔΑΣ

ΤΜΗΜΑ ΗΛΕΚΤΡΟΛΟΓΩΝ ΜΗΧΑΝΙΚΩΝ ΤΕ

Πτυχιακή Εργασία

**ΤΙΤΛΟΣ:**

**« ΜΕΛΕΤΗ ΛΕΙΤΟΥΡΓΙΑΣ ΔΙΚΤΥΟΥ  
ΠΑΡΑΓΩΓΗΣ ΚΑΙ ΑΝΑΝΕΩΣΗΜΩΝ  
ΠΗΓΩΝ, ΜΕΤΑΦΟΡΑΣ & ΔΙΑΝΟΜΗΣ  
ΗΛΕΚΤΡΙΚΗΣ ΕΝΕΡΓΕΙΑΣ ΚΑΙ ΑΠΟ ΤΙ  
ΑΠΟΤΕΛΕΙΤΑΙ ΤΟ ΚΑΘΕ ΣΥΣΤΗΜΑ »**

ΑΡΙΘΜΟΣ ΠΤΥΧΙΑΚΗΣ ΕΡΓΑΣΙΑΣ : 1466

ΠΑΠΠΑΣ ΣΑΝΤΗΣ

ΕΠΟΠΤΕΥΩΝ ΚΑΘΗΓΗΤΗΣ : ΣΧΟΙΝΑΣ ΝΙΚΟΛΑΟΣ

Σεπτέμβριος 2016

## Πρόλογος

Το δίκτυο παραγωγής , μεταφοράς και διανομής ηλεκτρικής ενέργειας αποτελεί τη συνέχεια του συστήματος μεταφοράς προς την κατεύθυνση της κατανάλωσης της ηλεκτρικής ενέργειας. Αποτελείται από ένα σύνολο καλωδίων και εναέριων γραμμών, καθώς και υποσταθμών υποβιβασμού τάσης. Η μελέτη ενός μοντέλου δικτύου παραγωγής, μεταφοράς και διανομής είναι το αντικείμενο της παρούσας πτυχιακής.

Στην εργασία αυτή παρουσιάζεται το δίκτυο σταθμών παραγωγής, μεταφοράς και διανομής μέσης τάσης, θα γίνει αναφορά στις μορφές και τον εξοπλισμό του δικτύου. Στην πτυχιακή αυτή εργασία , περιγράφεται η παραγωγή της ηλεκτρικής ενέργειας, το δίκτυο μεταφοράς και διανομής της ηλεκτρικής ενέργειας που παράγεται από τους σταθμούς παραγωγής. Περιγράφονται οι διάφορες διατάξεις δικτύων στην υψηλή και μέση τάση και γίνονται οι βασικοί υπολογισμοί για τον προσδιορισμό ρεύματος, τάσης και ισχύος. Τέλος, γίνονται υπολογισμοί για την αντιστάθμιση της πτώσης τάσης και προσδιορίζεται η αναγκαία ισχύς πυκνωτών ώστε η τάση γραμμής να είναι στα επιτρεπτά όρια.

## Περίληψη

Στην πτυχιακή αυτή , θα ασχοληθούμε με το δίκτυο μεταφοράς και διανομής της ηλεκτρικής ενέργειας που παράγεται από τους σταθμούς παραγωγής. Για την μεταφορά της σε κοντινούς μετασχηματιστές ,με ποιόν τρόπο μεταφέρεται η ηλεκτρική ενέργεια. Την μεταφορά της ηλεκτρικής ενέργειας από το δίκτυο μεταφοράς σε υποσταθμούς και πώς υποβιβάζεται και σε τι υποβιβάζεται. Με ποιούς τρόπους γίνεται η μεταφορά της ηλεκτρικής ενέργειας . Θα ασχοληθούμε με το Σύστημα Μεταφοράς Ηλεκτρικής Ενέργειας, τις απώλειες και τις γραμμές μεταφοράς. Τι περιλαμβάνει το δίκτυο διανομής όπως και τα συστατικά στοιχεία των γραμμών μεταφοράς. Θα παρουσιάσουμε το δίκτυο διανομής υψηλής, μέσης και χαμηλής τάσης και θα αναφέρουμε τις μορφές και τον εξοπλισμό του δικτύου.

# ΠΙΝΑΚΑΣ ΠΕΡΙΕΧΟΜΕΝΩΝ

<b>ΚΕΦΑΛΑΙΟ 1</b> .....	7
<b>ΣΥΣΤΗΜΑΤΑ ΗΛΕΚΤΡΙΚΩΝ ΔΙΚΤΥΩΝ ΚΑΙ ΓΕΝΙΚΑ</b> .....	7
ΠΕΡΙ ΗΛΕΚΤΡΙΚΟΥ ΡΕΥΜΑΤΟΣ .....	7
1.1 ΣΥΣΤΗΜΑΤΑ ΗΛΕΚΤΡΙΚΩΝ ΔΙΚΤΥΩΝ .....	7
1.2 ΔΙΑΚΡΙΣΗ ΤΩΝ ΔΙΚΤΥΩΝ .....	9
1.2.1 ΑΚΤΙΝΩΤΑ – ΒΡΟΧΟΕΙΔΗ .....	9
1.2.2 ΕΝΑΕΡΙΑ – ΥΠΟΓΕΙΑ – ΥΠΟΒΡΥΧΙΑ .....	11
1.2.3 ΥΠΕΡΥΨΗΛΗΣ – ΥΨΗΛΗΣ – ΜΕΣΗΣ – ΧΑΜΗΛΗΣ ΤΑΣΗΣ .....	11
1.2.4 ΓΡΑΜΜΕΣ ΜΕΤΑΦΟΡΑΣ – ΔΙΑΝΟΜΗΣ .....	12
1.3 ΓΕΝΙΚΑ ΠΕΡΙ ΗΛΕΚΤΡΙΚΟΥ ΡΕΥΜΑΤΟΣ .....	12
1.3.1 ΣΥΣΤΗΜΑΤΑ ΣΥΝΕΧΟΥΣ ΡΕΥΜΑΤΟΣ (Σ.Ρ.) .....	12
1.3.2 ΣΥΣΤΗΜΑΤΑ ΕΝΑΛΛΑΣΣΟΜΕΝΟΥ ΡΕΥΜΑΤΟΣ (Ε.Ρ.) .....	14
1.3.3 ΤΥΠΟΙ ΣΥΝΔΕΣΕΩΝ ΤΡΙΦΑΣΙΚΩΝ ΣΥΣΤΗΜΑΤΩΝ .....	16
1.3.4 Η ΙΣΧΥΣ ΣΤΟ ΕΝΑΛΛΑΣΣΟΜΕΝΟ ΡΕΥΜΑ .....	18
<b>ΚΕΦΑΛΑΙΟ 2</b> .....	20
<b>ΣΤΑΘΜΟΙ ΠΑΡΑΓΩΓΗΣ ΗΛΕΚΤΡΙΚΗΣ ΕΝΕΡΓΕΙΑΣ</b> .....	20
ΓΕΝΙΚΑ .....	20
<b>ΚΕΦΑΛΑΙΟ 3</b> .....	22
ΜΕΤΑΦΟΡΑ ΗΛΕΚΤΡΙΚΗΣ ΕΝΕΡΓΕΙΑΣ ΜΕ ΥΨΗΛΗ ΚΑΙ .....	22
ΥΠΕΡΥΨΗΛΗ ΤΑΣΗ .....	22
3.1 ΔΙΑΧΕΙΡΙΣΗ ΔΙΚΤΥΟΥ ΜΕΤΑΦΟΡΑΣ ΣΤΗΝ ΕΛΛΑΔΑ .....	22
<b>ΚΕΦΑΛΑΙΟ 4</b> .....	23
<b>ΓΕΝΙΚΑ ΠΕΡΙ ΜΕΤΑΣΧΗΜΑΤΙΣΜΟΥ ΗΛΕΚΤΡΙΚΗΣ ΕΝΕΡΓΕΙΑΣ</b> .....	23
4.1 ΜΕΤΑΣΧΗΜΑΤΙΣΜΟΣ ΗΛΕΚΤΡΙΚΗΣ ΕΝΕΡΓΕΙΑΣ .....	23
4.2 ΜΕΤΑΦΟΡΑ ΚΑΙ ΔΙΑΝΟΜΗ .....	24
ΔΟΜΗ .....	25
4.4 ΙΣΤΟΡΙΚΗ ΑΝΑΔΡΟΜΗ .....	27
<b>ΚΕΦΑΛΑΙΟ 5</b> .....	28
<b>ΔΙΑΝΟΜΗ ΗΛΕΚΤΡΙΚΗΣ ΕΝΕΡΓΕΙΑΣ</b> .....	28
5.1 ΓΕΝΙΚΑ .....	28
5.2 ΕΠΙΦΟΡΤΙΣΗ ΑΓΩΓΩΝ .....	29
5.3 ΕΠΙΦΟΡΤΙΣΗ ΦΟΡΕΩΝ .....	30
5.4 ΑΓΩΓΟΙ .....	31
ΑΓΩΓΟΙ ΑΠΟ ΧΑΛΚΟ .....	33
5.4.2 ΑΓΩΓΟΙ ΑΠΟ ΑΛΟΥΜΙΝΙΟ .....	33
5.4.3 ΑΓΩΓΟΙ ΑΠΟ ΧΑΛΥΒΑ-ΑΛΟΥΜΙΝΙΟ (ACSR) .....	34
5.5 ΓΕΙΩΣΕΙΣ ΣΤΗ ΔΙΑΝΟΜΗ .....	37
5.5.1 Σκοπός και είδη γειώσεων. ....	37
5.5.2 Κατασκευή των γειώσεων. ....	38
5.5.3 Αντίσταση γειώσεων. Βηματική τάση. ....	39
5.5.4 Γείωση δικτύων και υποσταθμών Διανομής .....	40
5.6 ΣΤΥΛΟΙ - ΠΥΛΩΝΕΣ. ΑΝΤΗΡΙΔΕΣ - ΕΠΙΤΟΝΟΙ .....	42
5.6.1 ΞΥΛΙΝΟΙ ΣΤΥΛΟΙ .....	42

5.6.2 ΣΤΥΛΟΙ ΑΠΟ ΟΠΛΙΣΜΕΝΟ ΣΚΥΡΟΔΕΜΑ.....	43
5.6.3 ΜΕΤΑΛΛΙΚΟΙ ΣΤΥΛΟΙ.....	43
5.6.4 ΠΥΛΩΝΕΣ .....	43
5.6.5 ΕΠΙΤΟΝΟΙ — ΑΝΤΗΡΙΔΕΣ .....	45
5.7 ΥΛΙΚΑ ΕΝΑΕΡΙΩΝ ΓΡΑΜΜΩΝ.....	46
5.7.1 ΜΟΝΩΤΗΡΕΣ .....	46
ΜΟΝΩΤΗΡΕΣ ΧΑΜΗΛΗΣ ΤΑΣΗΣ.....	47
5.7.3 ΜΟΝΩΤΗΡΕΣ ΜΕΣΗΣ ΤΑΣΗΣ.....	47
5.7.4 ΜΟΝΩΤΗΡΕΣ ΥΨΗΛΗΣ ΤΑΣΗΣ .....	48
5.7.5 ΕΞΑΡΤΗΜΑΤΑ ΣΥΝΔΕΣΗΣ ΑΓΩΓΩΝ.....	50
<b>ΚΕΦΑΛΑΙΟ 6.....</b>	<b>52</b>
<b>ΕΝΑΛΛΑΚΤΙΚΕΣ ΜΟΡΦΕΣ ΕΝΕΡΓΕΙΑΣ ΚΑΙ ΖΕΥΞΗ ΜΕ ΤΑ ΥΠΑΡΧΟΝΤΑ ΔΙΚΤΥΑ .....</b>	<b>52</b>
ΑΝΑΝΕΣΙΜΕΣ ΠΗΓΕΣ ΕΝΕΡΓΕΙΑΣ (ΑΠΕ).....	52
6.2. ΣΗΜΑΣΙΑ ΤΩΝ ΑΝΑΝΕΩΣΗΜΝΩΝ ΠΗΓΩΝ ΕΝΕΡΓΕΙΑΣ .....	53
6.3 ΤΡΟΠΟΙ ΠΑΡΑΓΩΓΗΣ ΗΛΕΚΤΡΙΚΗΣ ΕΝΕΡΓΕΙΑΣ ΑΠΟ Α.Π.Ε.....	55
Παραγωγή ηλεκτρικής ενέργειας από την ηλιακή.....	55
Παραγωγή ηλεκτρικής ενέργειας από την αιολική (από τους ανέμους).....	60
6.3.3 Παραγωγή ηλεκτρικής ενέργειας από τις παλίρροιες, κυματισμό και γεωθερμία.....	61
ΖΕΥΞΗ ΕΝΑΛΛΑΚΤΙΚΩΝ ΠΗΓΩΝ ΕΝΕΡΓΕΙΑΣ ΜΕ ΤΑ ΥΠΑΡΧΟΝΤΑ ΔΙΚΤΥΑ.....	63
6.4.1 ΟΡΙΣΜΟΙ.....	63
6.4.2 Σχήμα σύνδεσης αυτοπαραγωγού.....	64
6.4.3 Σχήμα ανεξάρτητου παραγωγού.....	65
6.5 Η ΚΑΤΑΣΤΑΣΗ ΤΩΝ Α.Π.Ε. ΣΤΗΝ ΕΛΛΑΔΑ.....	66
<b>ΚΕΦΑΛΑΙΟ 7.....</b>	<b>67</b>
<b>ΕΞΟΙΚΟΝΟΜΗΣΗ ΕΝΕΡΓΕΙΑΣ.....</b>	<b>67</b>
7.1 ΓΕΝΙΚΑ.....	67
7.2 ΜΕΤΡΑ ΕΞΟΙΚΟΝΟΜΗΣΗΣ ΕΝΕΡΓΕΙΑΣ ΣΕ ΚΑΤΟΙΚΙΕΣ .....	68
7.2.1 Μέτρα εξοικονόμησης ενέργειας σε υφιστάμενες κατοικίες.....	68
7.2.2 Μέτρα εξοικονόμησης ενέργειας σε νέες κατοικίες.....	70
7.2.3 Άλλοι τρόποι εξοικονόμησης ενέργειας.....	70
<b>Βιβλιογραφία.....</b>	<b>72</b>

## **Ιστορική αναδρομή**

Για να λυθεί το πρόβλημα της μεταφοράς της ηλεκτρικής ενέργειας σε μεγάλες αποστάσεις ο William Stanley κατασκεύασε το πρώτο επαγωγικό πηνίο το οποίο αποτέλεσε του σύγχρονου ηλεκτρικού μετασχηματιστή καθώς και το πρώτο πλήρες σύστημα υψηλής τάσης μεταφοράς εναλλασσόμενου ρεύματος , το οποίο αποτελείται από γεννήτριες,

μετασχηματιστές και υψηλής τάσης γραμμές μεταφοράς που αποτέλεσε την βάση της σύγχρονης διανομής ηλεκτρικής ενέργειας.

Έτσι όλη η ηλεκτρική ενέργεια που παράγεται στους σταθμούς παραγωγής, αρχικά μεταφέρεται σε κοντινούς μετασχηματιστές που μετατρέπουν τη χαμηλή τάση της ηλεκτρικής ενέργειας σε υψηλή.

Με αυτόν τον τρόπο η ηλεκτρική ενέργεια μεταφέρεται με τις γραμμές μεταφοράς σε πολύ μεγάλες αποστάσεις με λιγότερες απώλειες καθώς οι σταθμοί παραγωγής είναι συνήθως μακριά από τα μεγάλα αστικά κέντρα.

Το δίκτυο μεταφοράς μεταφέρει την ηλεκτρική ενέργεια στους υποσταθμούς μέσης και χαμηλής τάσης , στους οποίους μετατρέπεται η τάση της ηλεκτρικής ενέργειας από υψηλή σε μέση και χαμηλή τάση, προκειμένου με την βοήθεια των εναέριων γραμμών να διανεμηθεί σε βιομηχανίες που χρησιμοποιούν μέση τάση και σε σπίτια που χρησιμοποιούν χαμηλή τάση.

## **Εισαγωγή**

Το έτος 1889 «έφτασε» ο ηλεκτρισμός στην Ελλάδα. Σύμφωνα με τα ιστορικά στοιχεία της ΔΕΗ Α.Ε., η «Γενική Εταιρεία Εργοληψιών» κατασκεύασε στην Αθήνα, στην οδό Αριστείδου, την πρώτη μονάδα παραγωγής ηλεκτρικής ενέργειας. Το πρώτο κτίριο που φωτίζεται είναι τα Ανάκτορα και πολύ σύντομα ο ηλεκτροφωτισμός επεκτείνεται στο σημερινό ιστορικό κέντρο της πόλης. Τον ίδιο χρόνο ηλεκτροδοτείται επίσης η Θεσσαλονίκη, η οποία ανήκει ακόμα στην Οθωμανική Αυτοκρατορία. Η «Βελγική Εταιρεία» αναλαμβάνει απ' τις τουρκικές αρχές το φωτισμό και την τροχοδρόμηση της πόλης με την κατασκευή εργοστασίου παραγωγής ηλεκτρικής ενέργειας. Δέκα χρόνια αργότερα κάνουν την εμφάνισή τους στην Ελλάδα οι πολυεθνικές εταιρείες ηλεκτρισμού. Η αμερικανική εταιρεία Thomson - Houston με τη συμμετοχή της Εθνικής Τράπεζας ιδρύουν την «Ελληνική Ηλεκτρική Εταιρεία» που αναλαμβάνει την ηλεκτροδότηση μεγάλων ελληνικών πόλεων. Μέχρι το 1929 θα έχουν ηλεκτροδοτηθεί 250 πόλεις με πληθυσμό άνω των 5.000 κατοίκων.

Στις πιο απομακρυσμένες και αραιοκατοικημένες περιοχές, που ήταν οικονομικά ασύμφορο για τις μεγάλες εταιρείες να κατασκευάσουν μονάδες

παραγωγής ηλεκτρικής ενέργειας, την ηλεκτροδότηση αναλαμβάνουν ιδιώτες ή δημοτικές και κοινοτικές αρχές κατασκευάζοντας μικρά εργοστάσια. Το έτος 1950 υπήρχαν στην Ελλάδα περίπου 400 εταιρείες παραγωγής ηλεκτρικής ενέργειας. Ως πρωτογενή καύσιμα χρησιμοποιούσαν το πετρέλαιο και το γαιάνθρακα, αμφότερα εισαγόμενα από το εξωτερικό.

Η κατάτμηση της παραγωγής σε πολλές μικρές μονάδες, σε συνδυασμό με τα εισαγόμενα καύσιμα, εξωθούσε την τιμή της ηλεκτρικής ενέργειας στα ύψη, φτάνοντας στο τριπλάσιο μέχρι και πενταπλάσιο των τιμών που ίσχυαν στις άλλες ευρωπαϊκές χώρες. Η ηλεκτρική ενέργεια ήταν λοιπόν ένα αγαθό πολυτελείας, αν και τις περισσότερες φορές παρεχόταν με ωράριο και οι ξαφνικές διακοπές ήταν σύνηθες φαινόμενο.

Τον Αύγουστο του 1950 ιδρύθηκε η ΔΕΗ και ως εκ τούτου, οι δραστηριότητες παραγωγής, μεταφοράς και διανομής της ηλεκτρικής ενέργειας συγκεντρώθηκαν σε ένα δημόσιο φορέα. Η ΔΕΗ αμέσως στρέφεται προς την αξιοποίηση των εγχώριων πηγών

ενέργειας ενώ ξεκινά και η ενοποίηση των δικτύων μεταφοράς ηλεκτρικής ενέργειας σε ένα εθνικό διασυνδεδεμένο Σύστημα.

Η ΔΕΗ Α.Ε. δραστηριοποιείται ως Παραγωγός και είναι ο κύριος Προμηθευτής ηλεκτρικής ενέργειας. Κατέχει (στοιχεία 2013) περίπου το 75% της εγκατεστημένης ισχύος των θερμοηλεκτρικών σταθμών ηλεκτροπαραγωγής στην ηπειρωτική Ελλάδα συμπεριλαμβάνοντας στο ενεργειακό της μείγμα λιγνιτικούς, υδροηλεκτρικούς και πετρελαιοκούς σταθμούς, καθώς και σταθμούς φυσικού αερίου, αλλά και μονάδες ανανεώσιμων πηγών ενέργειας (ΑΠΕ). Παράγοντας σχεδόν το 50% της ηλεκτρικής της παραγωγής από λιγνίτη, είναι ο 2ος μεγαλύτερος παραγωγός ηλεκτρικής ενέργειας από λιγνίτη στην Ευρωπαϊκή Ένωση. Προμηθεύει περίπου το 98% (στοιχεία 2013) της καταναλισκόμενης ηλεκτρικής ενέργειας. Τέλος, σύμφωνα με την πρόσφατη ελληνική νομοθεσία (ν. 4001/2011) παραμένει στην ιδιοκτησία της το δίκτυο διανομής συνολικού μήκους 217.000 χλμ.(στοιχεία 2009), ενώ η κυριότητα του εθνικού συστήματος μεταφοράς ηλεκτρικής ενέργειας μήκους 11.650 χλμ. μεταβιβάζεται στον ΑΔΜΗΕ Α.Ε..

Μετά την απόσχιση από τη ΔΕΗ Α.Ε. των κλάδων Μεταφοράς και Διανομής, δημιουργήθηκαν δύο 100% θυγατρικές εταιρείες της ΔΕΗ Α.Ε., ο ΑΔΜΗΕ Α.Ε. (Ανεξάρτητος Διαχειριστής Μεταφοράς Ηλεκτρικής Ενέργειας Α.Ε.) και ο ΔΕΔΔΗΕ Α.Ε. (Διαχειριστής Ελληνικού Δικτύου Διανομής Ηλεκτρικής Ενέργειας Α.Ε.). Ο ΑΔΜΗΕ Α.Ε. έχει την ευθύνη της διαχείρισης, λειτουργίας, ανάπτυξης και συντήρησης του Ελληνικού Συστήματος Μεταφοράς Ηλεκτρικής Ενέργειας και των διασυνδέσεών του, ενώ ο ΔΕΔΔΗΕ Α.Ε. έχει την ευθύνη για τη διαχείριση, ανάπτυξη, λειτουργία και συντήρηση του Ελληνικού Δικτύου Διανομής Ηλεκτρικής Ενέργειας.

Η ΔΕΗ Ανανεώσιμες Α.Ε. ως 100% θυγατρική εταιρεία της ΔΕΗ Α.Ε. έχει παραλάβει τη σκυτάλη της διαχείρισης των Ανανεώσιμων Πηγών Ενέργειας (Α.Π.Ε.) από τη μητρική εταιρεία, με στόχο την ανάπτυξη του κλάδου.

## ΚΕΦΑΛΑΙΟ 1

### ΣΥΣΤΗΜΑΤΑ ΗΛΕΚΤΡΙΚΩΝ ΔΙΚΤΥΩΝ ΚΑΙ ΓΕΝΙΚΑ

#### ΠΕΡΙ ΗΛΕΚΤΡΙΚΟΥ ΡΕΥΜΑΤΟΣ

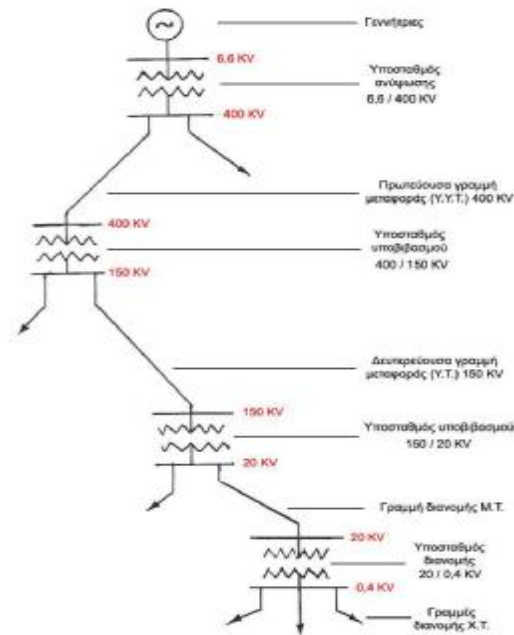
##### 1.1 ΣΥΣΤΗΜΑΤΑ ΗΛΕΚΤΡΙΚΩΝ ΔΙΚΤΥΩΝ

Το σύνολο των εγκαταστάσεων παραγωγής, μεταφοράς και διανομής της ηλεκτρικής ενέργειας ονομάζεται σύστημα.

Ένα σύστημα περιλαμβάνει:

- Τους σταθμούς παραγωγής, όπου οι διάφορες μορφές ενέργειας (θερμική, υδραυλική, πυρηνική κλπ.) μετατρέπονται σε ηλεκτρική.
- Τις γραμμές μεταφοράς, δηλαδή τα δίκτυα υπέρ-υψηλής (Υ.Υ.Τ., 400KV) και υψηλής (Υ.Τ., 150KV) τάσης που μεταφέρουν την ηλεκτρική ενέργεια από τους σταθμούς παραγωγής στους υποσταθμούς των κέντρων κατανάλωσης.
- Τους υποσταθμούς (Υ/Σ), δηλαδή τις ηλεκτρικές εγκαταστάσεις όπου ανυψώνεται ή υποβιβάζεται η τάση, κατανέμεται και διανέμεται η ηλεκτρική ενέργεια.
- Τις γραμμές διανομής, δηλαδή τα δίκτυα που έχουν σαν σκοπό τη διανομή της ηλεκτρικής ενέργειας στους καταναλωτές είτε με μέση τάση π.χ. 20 KV είτε με χαμηλή τάση (220/380 V) καθώς και τη μέτρησή της.

Στο παρακάτω μονογραμμικό διάγραμμα μπορούμε να διακρίνουμε όλα τα βασικά μέρη ενός συστήματος παραγωγής, μεταφοράς και διανομής ηλεκτρικού ρεύματος:



Παρατηρούμε τα ακόλουθα:

- Η ηλεκτρική ενέργεια παράγεται με τάση **6,6 KV** από τις γεννήτριες.
- Ο υποσταθμός ανύψωσης της τάσης με μετασχηματιστές ανυψώνει την τάση στα **400 KV**. Εκτός από τους Μ/Σ υπάρχουν όργανα, διατάξεις προστασίας, διακόπτες, αλεξικέραυνα κτλ.
- Η πρωτεύουσα γραμμή μεταφοράς μεταφέρει την ηλεκτρική ενέργεια με υπέρ υψηλή τάση (Υ.Υ.Τ.) **400 KV**, ώστε να υπάρχουν λιγότερες απώλειες. Οι αποστάσεις που συνήθως καλύπτονται είναι της τάξης των εκατοντάδων χιλιομέτρων.
- Ο ενδιάμεσος υποσταθμός υποβιβασμού μετασχηματίζει την τάση από 400 KV στα **150 KV**.
- Η δευτερεύουσα γραμμή μεταφοράς μεταφέρει την ηλεκτρική ενέργεια με υψηλή τάση (Υ.Τ.) **150 KV**, ώστε να υπάρχουν ακόμα λιγότερες απώλειες. Οι αποστάσεις που συνήθως καλύπτονται είναι της τάξης των δεκάδων χιλιομέτρων.
- Από τον υποσταθμό υποβιβασμού **150 / 20 KV** αναχωρούν γραμμές διανομής με τάση **20 KV**. Με τις γραμμές αυτές τροφοδοτούνται οι πόλεις, οι περισσότερες



βιομηχανίες που έχουν δικούς τους υποσταθμούς **20 / 0,4 KV** καθώς και οικισμοί και άλλες αγροτικές εγκαταστάσεις. Οι αποστάσεις που συνήθως καλύπτονται είναι της τάξης των χιλιομέτρων.

- Από τον υποσταθμό διανομής **20 / 0,4 KV** αναχωρούν οι γραμμές διανομής χαμηλής τάσης **220 / 380 V** που τροφοδοτούν όλους τους μικρούς καταναλωτές (σπίτια, καταστήματα, αγροτικές εκμεταλλεύσεις, βιοτεχνίες κλπ.). Οι αποστάσεις που συνήθως καλύπτονται είναι της τάξης των εκατοντάδων μέτρων.

## 1.2 ΔΙΑΚΡΙΣΗ ΤΩΝ ΔΙΚΤΥΩΝ

Τα συστήματα δικτύων μεταφοράς και διανομής μπορούμε να τα διακρίνουμε σε :

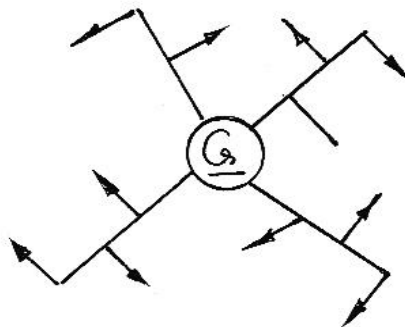
- **ΑΚΤΙΝΩΤΑ – ΒΡΟΧΟΕΙΔΗ**
- **ΕΝΑΕΡΙΑ – ΥΠΟΓΕΙΑ – ΥΠΟΒΡΥΧΙΑ**
- **ΥΠΕΡΥΨΗΛΗΣ – ΥΨΗΛΗΣ – ΜΕΣΗΣ – ΧΑΜΗΛΗΣ ΤΑΣΗΣ**
- **ΓΡΑΜΜΕΣ ΜΕΤΑΦΟΡΑΣ – ΔΙΑΝΟΜΗΣ**

Παρακάτω γίνεται ανάλυση για καθένα από τα είδη των ηλεκτρικών δικτύων:

### 1.2.1 ΑΚΤΙΝΩΤΑ – ΒΡΟΧΟΕΙΔΗ

#### α. Ακτινωτά ή ανοικτά

Παλαιότερα τα συστήματα παραγωγής, μεταφοράς και διανομής είχαν το σταθμό παραγωγής στο κέντρο βάρους των καταναλώσεων, τις οποίες τροφοδοτούσαν με δίκτυα ακτινικής μορφής, όπως το παρακάτω παράδειγμα.



## Παράδειγμα ακτινωτού ή ανοικτού δικτύου

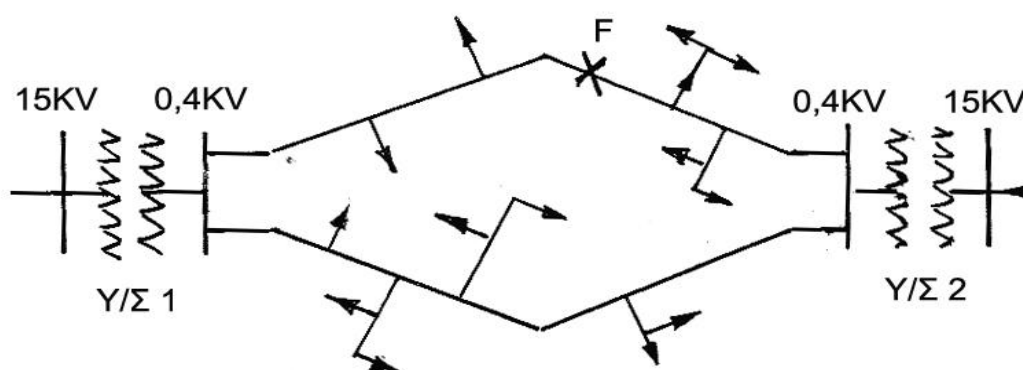
Ακτινική είναι η μορφή όπου τα δίκτυα ενδιάμεσα ή στο τέλος τους δεν διασυνδέονται με άλλα από την ίδια ή διαφορετική πηγή.

Σήμερα στην Ελλάδα τέτοια δίκτυα υπάρχουν μόνο σε σπάνιες περιπτώσεις μέσης και χαμηλής τάσεως όπου τα φορτία είναι μικρά και χωρίς σημαντικές απαιτήσεις.

Το πλεονέκτημα τους είναι η οικονομία στην κατασκευή, αλλά έχουν το μειονέκτημα ότι σε περίπτωση βλάβης ή συντήρησης όλοι οι επόμενοι καταναλωτές μένουν χωρίς τάση.

## β. Βροχοειδή ή κλειστά

Το μειονέκτημα των ακτινωτών λύνεται με τα βροχοειδή δίκτυα.



## Παράδειγμα βροχοειδούς ή κλειστού δικτύου

Παρατηρούμε ότι οι καταναλωτές τροφοδοτούνται από δύο υποσταθμούς Y/S 1

και Y/S 2. Σε περίπτωση βλάβης στο σημείο F οι καταναλωτές συνεχίζουν να τροφοδοτούνται. Το σύστημα αυτό χρησιμοποιείται σε πόλεις όπου οι καταναλωτές έχουν μεγάλη πυκνότητα και αυξημένες απαιτήσεις. Παρά το μεγαλύτερο κόστος μόνο αυτά χρησιμοποιούνται στις πόλεις. Ένα ακόμα πλεονέκτημα των βροχοειδών δικτύων είναι ότι μειώνεται η πτώση τάσης λόγω των διασυνδέσεων. Οι κύριες γραμμές έχουν αγωγούς μεγάλης διατομής.

## 1.2.2 ΕΝΑΕΡΙΑ – ΥΠΟΓΕΙΑ – ΥΠΟΒΡΥΧΙΑ

### α) Εναέρια δίκτυα

Χρησιμοποιούνται για τη μεταφορά και διανομή της ηλεκτρικής ενέργειας. Είναι τα περισσότερο χρησιμοποιούμενα. Παρουσιάζουν ευκολία στην κατασκευή,επιθεώρηση και συντήρηση.

### β) Υπόγεια δίκτυα

Χρησιμοποιούνται μέσα στις πόλεις για λόγους ασφαλείας και καλαισθησίας και σε άλλες ειδικές περιπτώσεις. Αν και παρουσιάζουν μεγάλη δαπάνη κατασκευής,βρίσκουν μεγάλη εφαρμογή. Για την κατασκευή τους χρησιμοποιούνται ειδικά καλώδια και εξαρτήματα.

### γ) Υποβρύχια δίκτυα

Χρησιμοποιούνται κύρια για την σύνδεση των νησιών με το Εθνικό Δίκτυο. Όπως και στα υπόγεια δίκτυα, χρησιμοποιούνται κατάλληλα καλώδια.

## 1.2.3 ΥΠΕΡΥΨΗΛΗΣ – ΥΨΗΛΗΣ – ΜΕΣΗΣ – ΧΑΜΗΛΗΣ ΤΑΣΗΣ

### α) Υπερυψηλής Τάσης (Υ.Υ.Τ.)

Όταν η πολική τάση είναι **400 KV**.

### β) Υψηλής Τάσης (Υ.Τ.)

Όταν η πολική τάση είναι πάνω από **30KV** μέχρι **150KV**.

### γ) Μέσης Τάσης (Μ.Τ.)

Όταν η πολική τάση είναι από **1** έως **30 KV**.

### δ) Χαμηλής Τάσης (Χ.Τ.)

Όταν η πολική τάση είναι μέχρι **1 KV**.

## 1.2.4 ΓΡΑΜΜΕΣ ΜΕΤΑΦΟΡΑΣ – ΔΙΑΝΟΜΗΣ

### α) Γραμμές μεταφοράς

Οι γραμμές μεταφοράς έχουν σαν σκοπό τη μεταφορά μεγάλων ποσοτήτων ηλεκτρικής ενέργειας σε μεγάλες αποστάσεις.

Για να είναι οικονομική η μεταφορά της ηλεκτρικής ενέργειας χρησιμοποιείται Υ.Υ.Τ. ή Υ.Τ.

Διακρίνονται σε:

- Μικρού μήκους όταν το μήκος τους είναι μέχρι 50 Km για εναέρια δίκτυα και σημαντικά μικρότερο μήκος για υπόγεια δίκτυα.
- Μέσου μήκους, όταν το μήκος τους είναι μέχρι 250 Km και
- Μεγάλου μήκους όταν το μήκος τους είναι πάνω από 250 Km .

Οι γραμμές μεταφοράς ξεκινούν από Υ/Σ και καταλήγουν σε Υ/Σ.

### β) Γραμμές διανομής

Τα δίκτυα διανομής είναι μέσης τάσης (Μ.Τ.) και χαμηλής Τάσης (Χ.Τ.).

Στη μέση τάση έχουμε πολική τάση **15 / 20 KV** και είναι δυνατόν να έχουν μέχρι και 50 Km μήκος. Στη χαμηλή τάση έχουμε τα **220/380 V** και τα δίκτυα αυτά σπάνια ξεπερνούν το 1Km σε μήκος.

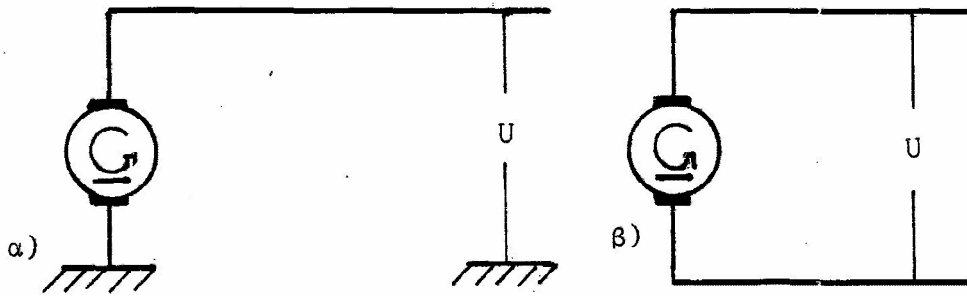
Οι γραμμές διανομής ξεκινούν από Υ/Σ και καταλήγουν είτε σε ιδιόκτητους Υ/Σ των καταναλωτών Μ.Τ. είτε απευθείας στους καταναλωτές Χ.Τ. Στη χώρα μας πιο διαδεδομένα είναι τα εναέρια δίκτυα. Τα υπόγεια και τα υποβρύχια κατασκευάζονται μόνο όταν το επιβάλουν ειδικοί λόγοι. Τα εναέρια δίκτυα πλεονεκτούν σε σχέση με τα άλλα γιατί έχουν μικρό κόστος κατασκευής, εύκολη επιθεώρηση και συντήρηση. Το κόστος τους φθάνει το 30% περίπου του κόστους ενός υπογείου δικτύου

## 1.3 ΓΕΝΙΚΑ ΠΕΡΙ ΗΛΕΚΤΡΙΚΟΥ ΡΕΥΜΑΤΟΣ

### 1.3.1 ΣΥΣΤΗΜΑΤΑ ΣΥΝΕΧΟΥΣ ΡΕΥΜΑΤΟΣ (Σ.Ρ.)

Στην αρχή χρησιμοποιήθηκε το συνεχές ρεύμα για τη μεταφορά και διανομή της ηλεκτρικής ενέργειας. Τα συστήματα αυτά ήταν:

#### α) Σύστημα ενός ή δύο αγωγών



### Συστήματα μεταφοράς και διανομής Σ.Ρ.

Στο α του παραπάνω σχήματος υπάρχει ένας αγωγός και η επιστροφή του ρεύματος γίνεται μέσω της γης. Στα ηλεκτρικά τρένα, ακόμη και τώρα χρησιμοποιείται αυτό το σύστημα. Μεγάλο μειονέκτημα είναι η αδυναμία για εξασφάλιση καλής γείωσης.

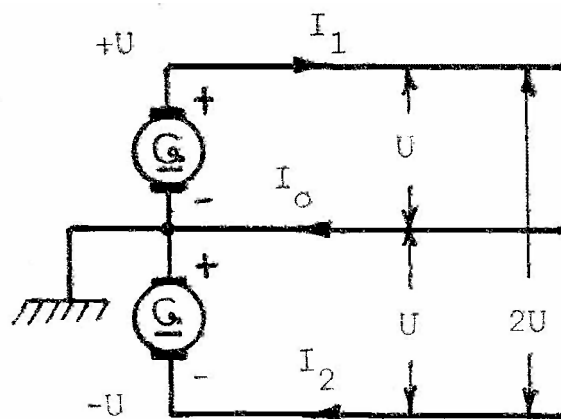
Η ισχύς Σ.Ρ. δίνεται από τη σχέση:

$$P = U \cdot I$$

και το ρεύμα:  $I = P / U$

Στο β του σχήματος δεν υπάρχει το προηγούμενο μειονέκτημα. Για την ισχύ και το ρεύμα ισχύουν οι ίδιες σχέσεις.

### β) Συστήματα τριών αγωγών



Με αυτό το σύστημα έχουμε δύο τάσεις την  $U$  και την  $2U$ . Στην περίπτωση που ισχύει  $I_1 = I_2$ , τότε έχουμε:

$$I_0 = I_1 - I_2 = 0$$

Έτσι οι μικροί καταναλωτές (φωτισμοί μικροί), μπορούν να συνδεθούν στην τάση  $U$  ενώ οι μεγάλοι καταναλωτές (κινήσεις) στη τάση  $2U$ . Επίσης γίνεται σημαντική οικονομία, γιατί μπορούμε να έχουμε μικρότερη διατομή αγωγών από ότι στα

προηγούμενα συστήματα. Πρέπει να ξέρουμε ότι το κόστος των αγωγών είναι ένα μεγάλο ποσοστό της δαπάνης για την κατασκευή ενός δικτύου.

### 1.3.2 ΣΥΣΤΗΜΑΤΑ ΕΝΑΛΛΑΣΣΟΜΕΝΟΥ ΡΕΥΜΑΤΟΣ (Ε.Ρ.)

Εναλλασσόμενο ρεύμα ονομάζουμε το ρεύμα που εναλλάσσει φορά, δηλαδή λαμβάνει πότε θετικές και πότε αρνητικές τιμές περιοδικά, άρα είναι και μεταβαλλόμενο. Αν ο τρόπος μεταβολής των τιμών του παρακολουθεί το τρόπο μεταβολής των τιμών του ημιτόνου μίας γωνίας, τότε έχουμε ένα εναλλασσόμενο ημιτονοειδές ρεύμα, δηλαδή σαν κι αυτό που μας τροφοδοτεί σήμερα η ΔΕΗ.

#### Χαρακτηριστικά μεγέθη Του Ε.Ρ.

- **Περίοδος:** Είναι ο χρόνος σε  $s$  που χρειάζεται το μεταβαλλόμενο μέγεθος για να κάνει μια πλήρη περιστροφή ή εναλλαγή.
- **Συχνότητα:** Είναι ο αριθμός των πλήρων εναλλαγών στη μονάδα του χρόνου (1sec) και μετριέται σε Hz (Hertz).
- **Ενεργή ή ενδεικνυόμενη τιμή:** Είναι αυτή που μας δείχνει ένα όργανο π.χ. ένα βολτόμετρο μας δείχνει 220V ενώ γνωρίζουμε ότι η τιμή της τάσης αυτής μεταβάλλεται συνεχώς, παίρνει μηδενικές, μέγιστες και ενδιάμεσες τιμές.
- **Ισχύς:** Ενδεικνυόμενη τιμή

$$U = \frac{U_{\max}}{\sqrt{2}} = 0,707 U_{\max}$$

$$I = \frac{I_{\max}}{\sqrt{2}} = 0,707 I_{\max}$$

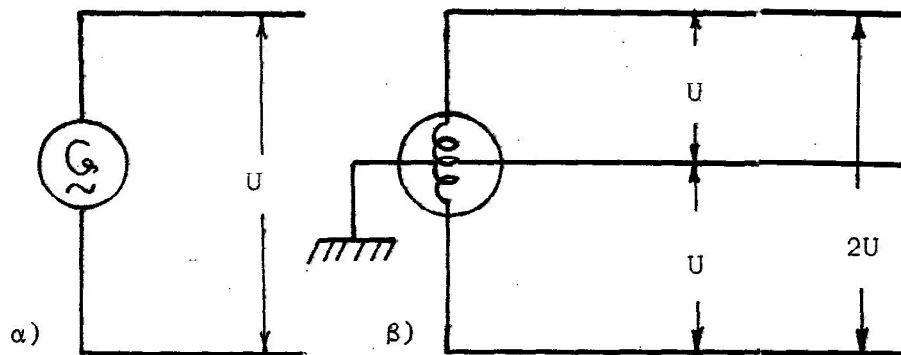
Στο Ε.Ρ. τα μεγέθη τάση, ένταση, αντίσταση και ισχύ είναι ανυσματικά, δηλαδή ορίζονται πλήρως με: το μέτρο τους, τη διεύθυνση και τη φορά τους.

Όταν επιβάλουμε μια εναλλασσόμενη τάση σε ένα καταναλωτή σαν αποτέλεσμα θα έχουμε την κυκλοφορία ενός εναλλασσόμενου ρεύματος μέσα στον καταναλωτή.

Ανάλογα με τη φύση ή συμπεριφορά του καταναλωτή, το άνυσμα της έντασης και της τάσης θα σχηματίζουν μεταξύ τους μια γωνία  $\varphi$  (από  $-90^\circ$  μέχρι  $+90^\circ$ ) ή θα βρίσκονται όπως λέμε σε φασική απόκλιση κατά γωνία  $\varphi$ .

**Στα συστήματα Ε.Ρ. έχουμε:**

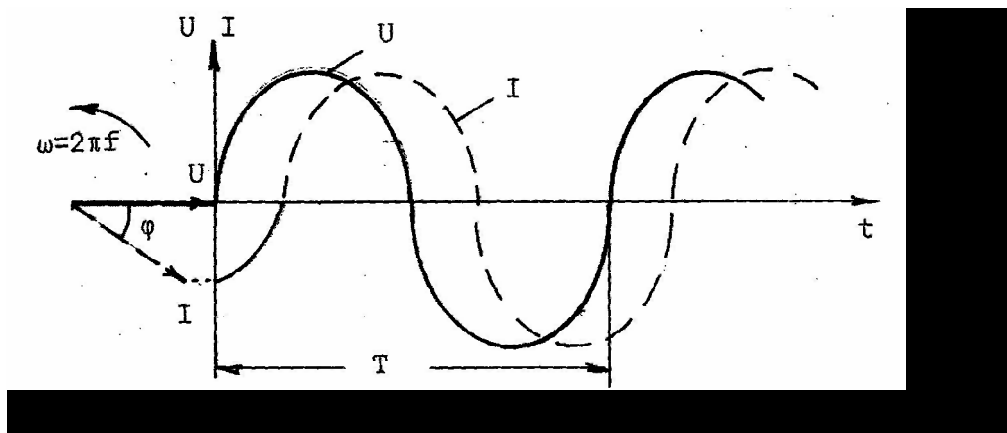
**α) Μονοφασικά συστήματα δύο και τριών αγωγών**



Είναι παρόμοια με του Σ.Ρ. αλλά η ισχύς δίνεται από τη σχέση:

$$P = UI \cdot \cos\varphi$$

Ο παράγοντας  $\cos\varphi$  λέγεται και συντελεστής ισχύος. Η τάση και το ρεύμα είναι εναλλασσόμενα μεγέθη, δηλ. έχουν τη μορφή που φαίνεται στο παρακάτω σχήμα



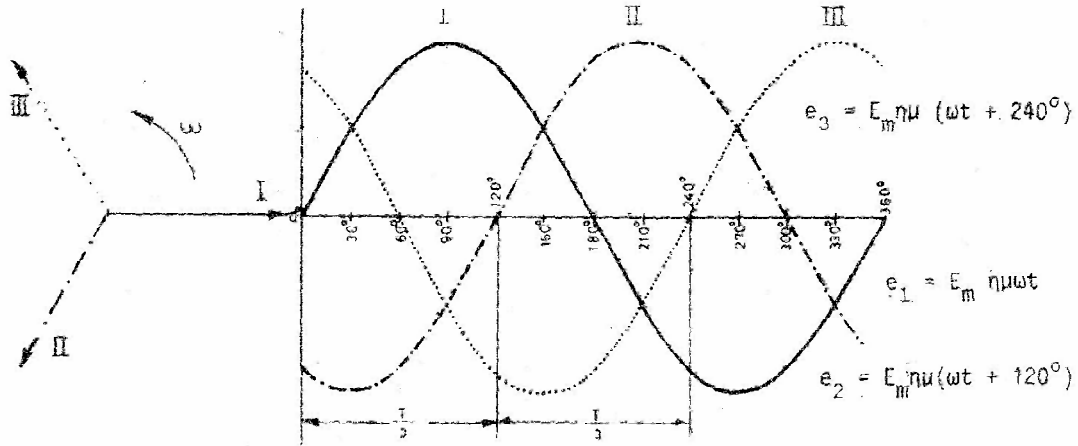
Τα μεγέθη τάσεως και εντάσεως σχηματίζουν μεταξύ τους μια γωνία  $\varphi$  ή όπως αλλιώς λέμε, βρίσκονται σε φασική απόκλιση κατά γωνία  $\varphi$ . Στο παράδειγμα, η ένταση επιπορεύεται (καθυστερεί) της τάσης κατά γωνία  $\varphi$ .

### β) Τριφασικά συστήματα τριών και τεσσάρων αγωγών

Πιο πριν γνωρίσαμε βασικά στοιχεία για το εναλλασσόμενο ρεύμα που έχουμε στα σπίτια μας. Αυτό το ρεύμα μας το δίνει η ΔΕΗ, με έναν αγωγό φάσεως και έναν αγωγό που λέγεται ουδέτερος και μεταξύ τους η επικρατούσα διαφορά δυναμικού είναι 220V.

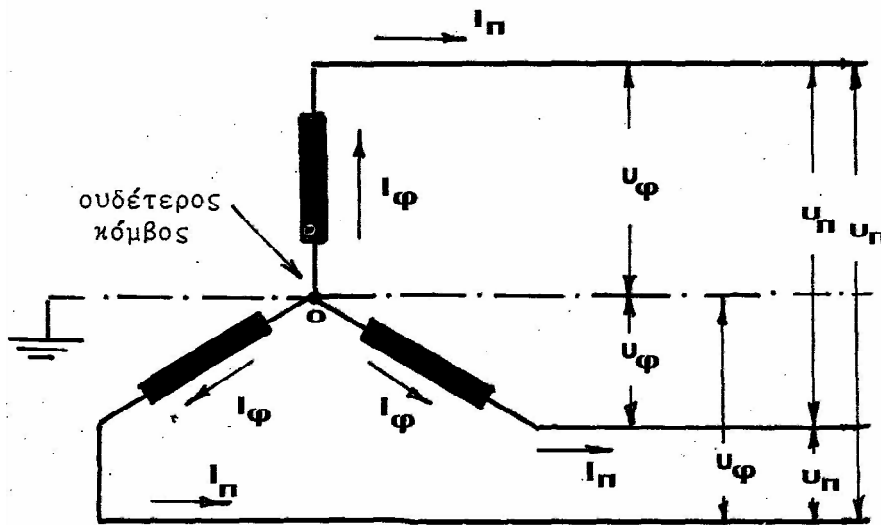
Οι γεννήτριες (εναλλακτήρες) που παράγουν το Ε.Ρ. στους σταθμούς παραγωγής έχουν τρία πηνία ή φάσεις και το παραγόμενο από αυτές ρεύμα λέγεται τριφασικό. Τα ανύσματα αυτών των φάσεων π.χ. των R, S και T βρίσκονται μεταξύ τους σε μια φασική απόκλιση κατά γωνία  $\varphi=120^\circ$ . Τα τριφασικά αυτά συστήματα έχουν επικρατήσει στη πράξη.

ΤΡΙΦΑΣΙΚΟ ΕΝΑΛΛΑΣΣΟΜΕΝΟ ΗΜΙΤΟΝΟΕΙΔΕΣ ΡΕΥΜΑ



1.3.3 ΤΥΠΟΙ ΣΥΝΔΕΣΕΩΝ ΤΡΙΦΑΣΙΚΩΝ ΣΥΣΤΗΜΑΤΩΝ

α) Σύνδεση κατά Υ (αστέρα)



Τα μεγέθη τάσης ή έντασης που επικρατούν σε κάθε πηνίο, λέγονται φασικά. Π.χ. το ρεύμα που κυκλοφορεί μέσα σε ένα πηνίο το λέμε φασικό ρεύμα  $I_{\phi}$ , το ρεύμα που κυκλοφορεί έξω από τον αγωγό αναχώρησης ή πόλο, το λέμε πολικό ρεύμα  $I_{\pi}$ .

Ισχύει:

$$I_{\pi} = I_{\phi} = I$$



Η φάση στα άκρα ενός πηνίου φάσεως λέγεται **φασική φάση  $U_{\phi}$** .

Η τάση που επικρατεί μεταξύ των πόλων ή φάσεων λέγεται **πολική φάση  $U_{\pi}$** .

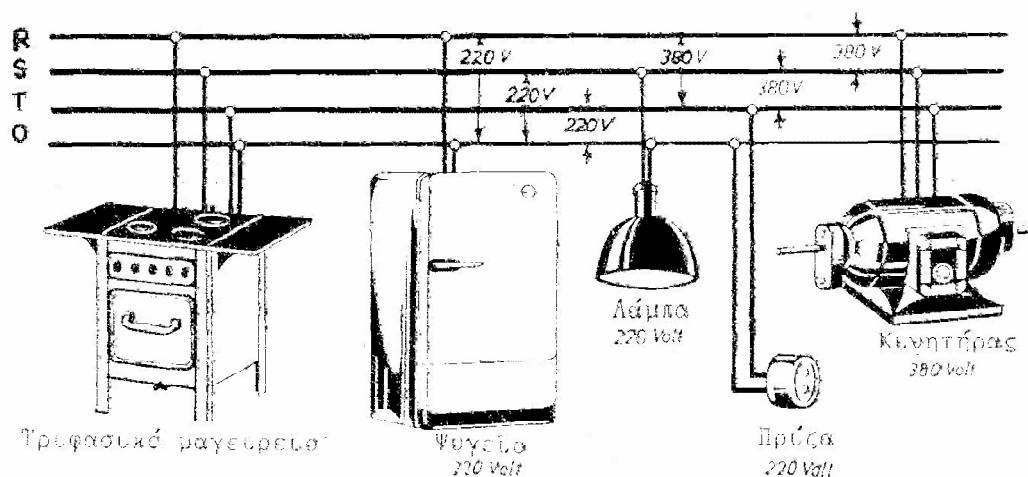
Άρα στη σύνδεση κατά Y δεν υπάρχει λόγος να διακρίνουμε τα φασικά ρεύματα από τα πολικά μια και είναι ίδια, ενώ αντιθέτως κάνουμε διάκριση των τάσεων σε πολικές και φασικές.

Ισχύει:

$$\frac{U_{\pi} = \sqrt{3} U_{\phi}}{I_{\pi} = I_{\phi} = I}$$

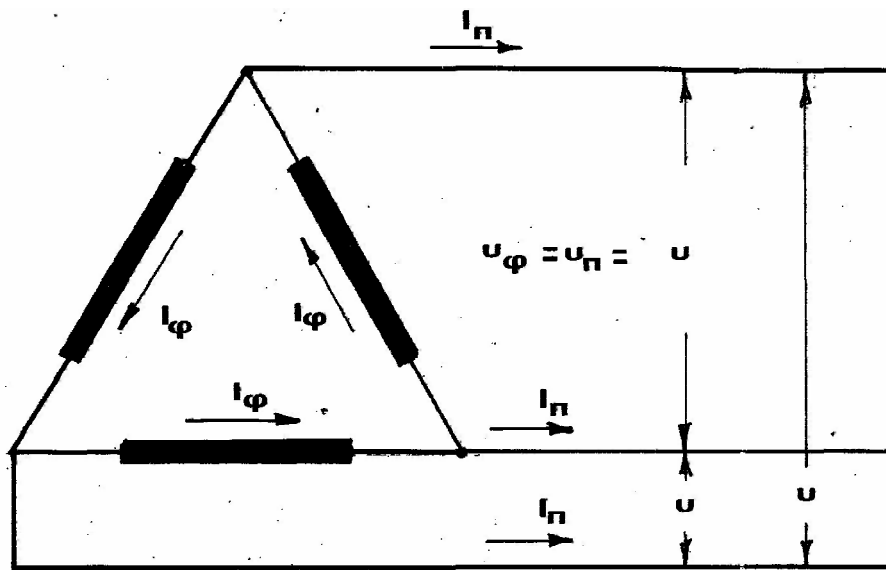
Το αστεροειδές σύστημα που γνωρίσαμε λέγεται και σύστημα 4 αγωγών, δηλαδή έχει τρεις αγωγούς φάσεων ή πόλους R,S,T και τον ουδέτερο. Οι καταναλωτές μπορούν να υνδέονται είτε μεταξύ μίας των φάσεων (R,S,T) και του ουδέτερου, άρα να λειτουργούν με τη φασική τάση  $U=220V$  (μονοφασικοί καταναλωτές π.χ. λαμπτήρες φωτισμού, μικροί κινητήρες ισχύος μικρότερης του 1 HP όπως ανεμιστήρες κλπ.), είτε μεταξύ των τριών φάσεων (τριφασικοί καταναλωτές όπως π.χ. κινητήρες ισχύος πάνω από 1 HP)

και καμιά φορά μεταξύ των τριών φάσεων και του ουδέτερου.



**Τροφοδότηση μονοφασικών και τριφασικών καταναλωτών από σύστημα X.T. 220/380 V 50 Hz.**

**β) Σύνδεση κατά (τρίγωνο)**



Στη σύνδεση αυτή έχουμε τρεις αγωγούς φάσεως ή πόλους και δεν έχουμε ουδέτερο. Η τάση στα άκρα μιας φάσεως ή πηνίου  $U_{\phi}$  είναι η ίδια με εκείνη που επικρατεί μεταξύ των πόλων  $U_{\pi} = 380 \text{ V}$ , άρα δεν χρειάζεται να γίνεται διάκριση. Ισχύει:

$$U_{\pi} = U_{\phi} = U$$

για τάση των 380 V

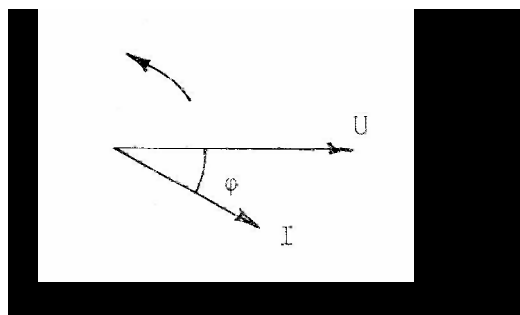
Το ρεύμα που κυκλοφορεί έξω στον πόλο δηλαδή στον αγωγό αναχώρησης, το  $I_{\pi}$ , είναι μεγαλύτερο από εκείνο που κυκλοφορεί μέσα στο πηνίο φάσεως, δηλαδή το  $I_{\phi}$ .

Ισχύει:

$$I_{\pi} = \sqrt{3} I_{\phi}$$

### 1.3.4 Η ΙΣΧΥΣ ΣΤΟ ΕΝΑΛΛΑΣΣΟΜΕΝΟ ΡΕΥΜΑ

#### α) Στο μονοφασικό σύστημα



Διακρίνουμε τρία είδη ισχύος:

Την πραγματική :

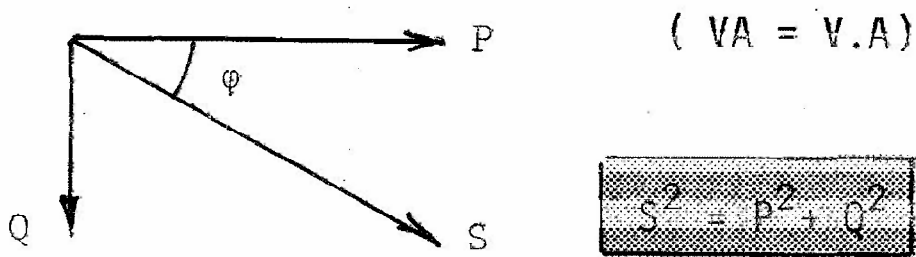
$$Q = U \cdot I \cdot \eta\mu\phi$$

Την άεργη:

$$S = U \cdot I$$

Την φαινόμενη:

Ισχύει:



### β) Στο τριφασικό σύστημα

Σύνδεση κατά Υ

$$P = \sqrt{3} U_{\pi} \cdot I \cdot \sigma\upsilon\nu\phi \quad \text{ή} \quad P = 3 \cdot U_{\phi} \cdot I \cdot \sigma\upsilon\nu\phi$$

$$Q = \sqrt{3} U_{\pi} \cdot I \cdot \eta\mu\phi \quad \text{ή} \quad Q = 3 U_{\phi} \cdot I \cdot \eta\mu\phi$$

$$S = \sqrt{3} U_{\pi} \cdot I \quad \text{ή} \quad S = 3 U_{\phi} \cdot I$$

Σύνδεση κατά

$$P = \sqrt{3} U_{\pi} \cdot I_{\pi} \cdot \sigma\upsilon\nu\phi \quad \text{ή} \quad P = 3 \cdot U_{\phi} \cdot I_{\phi} \cdot \sigma\upsilon\nu\phi$$

$$Q = \sqrt{3} U_{\pi} \cdot I_{\pi} \cdot \eta\mu\phi \quad \text{ή} \quad Q = 3 U_{\phi} \cdot I_{\phi} \cdot \eta\mu\phi$$

$$S = \sqrt{3} U_{\pi} \cdot I_{\pi} \quad \text{ή} \quad S = 3 \cdot U_{\phi} \cdot I_{\phi}$$

## ΚΕΦΑΛΑΙΟ 2

### ΣΤΑΘΜΟΙ ΠΑΡΑΓΩΓΗΣ ΗΛΕΚΤΡΙΚΗΣ ΕΝΕΡΓΕΙΑΣ

#### ΓΕΝΙΚΑ

Η ηλεκτρική ενέργεια έχει, πέρα από τα πολλά πλεονεκτήματα, ένα βασικό μειονέκτημα: Δεν μπορεί να αποθηκευτεί παρά μόνο σε πολύ μικρές ποσότητες (σε συσσωρευτές). Έτσι η παραγωγή ηλεκτρικής ενέργειας στους σταθμούς παραγωγής πρέπει να είναι ίση με αυτή που καταναλώνεται κάθε στιγμή. Μέσα στις καταναλώσεις πρέπει να υπολογισθούν και οι απώλειες όπως π.χ. η θέρμανση των αγωγών των δικτύων, η λειτουργία των βοηθητικών μονάδων, οργάνων, διατάξεων κτλ.

Για την αποφυγή προβλημάτων και τη ρύθμιση της σχέσης μεταξύ παραγωγής και κατανάλωσης ηλεκτρικής ενέργειας υπάρχει το Κέντρο Κατανομής Φορτίου, ή όπως λέγεται διεθνώς, Dispatching.

Η υπηρεσία αυτή μελετά τις μεταβολές του φορτίου και προβλέπει πως θα εξελιχθεί το φορτίο της επόμενης ημέρας. Η μελέτη γίνεται από τις καμπύλες που χαράζονται με βάση τις ενδείξεις ειδικών καταγραφικών οργάνων. Ακολούθως γίνεται η κατανομή του φορτίου στους σταθμούς παραγωγής και στα δίκτυα.

Η κατανομή του φορτίου στους σταθμούς γίνεται με κριτήρια τεχνικά και οικονομικά. Σαν παράδειγμα αναφέρουμε ότι μια μεγάλη ατμοηλεκτρική μονάδα πρέπει να λειτουργεί συνεχώς για αυτό χρησιμοποιείται για την εξυπηρέτηση του φορτίου βάσης. Την αιχμή και το κυμαινόμενο φορτίο το εξυπηρετούν άλλοι σταθμοί κατάλληλοι για αυτό.

Επίσης σε περίπτωση βλάβης σε κάποια γραμμή μεταφοράς οι καταναλωτές εξακολουθούν να τροφοδοτούνται με τις διασυνδέσεις από άλλη γραμμή μεταφοράς.

Εξ άλλου υπάρχει και ένας ακόμη λόγος σημαντικός. Οι υδροηλεκτρικοί σταθμοί, όταν πέσει η στάθμη της λίμνης κάτω από ένα όριο, σταματούν τη λειτουργία τους και τότε χρησιμοποιούνται μόνο για βοηθητικούς σκοπούς. Αν αυτός ο υδροηλεκτρικός σταθμός ήταν ενταγμένος σε ανεξάρτητο σύστημα, θα είχαμε πρόβλημα τροφοδότησης των καταναλωτών.

Έτσι οι σταθμοί που συνεργάζονται μπορούν να ταξινομηθούν σε δύο κατηγορίες:

- Σταθμούς παραγωγής ή βάσεως.
- Σταθμούς αιχμής

Τα είδη σταθμών ανάλογα με τον τρόπο που παράγουν την ηλεκτρική ενέργεια είναι:

- Ατμοηλεκτρικοί (ΑΗΣ)
- Ντιζελοηλεκτρικοί (ΝΗΣ)

- Αεριοστροβιλικό (ΑΕΗΣ)
- Πυρηνοληκτρικό (ΠΗΣ)
- Υδροληκτρικό (ΥΗΣ)

### **ΜΗ ΑΝΑΝΕΩΣΙΜΕΣ (ΣΥΜΒΑΤΙΚΕΣ) ΜΟΡΦΕΣ ΕΝΕΡΓΕΙΑΣ**

Οι συμβατικές μορφές ενέργειας περιλαμβάνουν:

- Άνθρακα
- Πετρέλαιο
- Φυσικό αέριο
- Ραδιενεργά στοιχεία

## ΚΕΦΑΛΑΙΟ 3

### ΜΕΤΑΦΟΡΑ ΗΛΕΚΤΡΙΚΗΣ ΕΝΕΡΓΕΙΑΣ ΜΕ ΥΨΗΛΗ ΚΑΙ

### ΥΠΕΡΥΨΗΛΗ ΤΑΣΗ

#### 3.1 ΔΙΑΧΕΙΡΙΣΗ ΔΙΚΤΥΟΥ ΜΕΤΑΦΟΡΑΣ ΣΤΗΝ ΕΛΛΑΔΑ

Ο Διαχειριστής του Ελληνικού Συστήματος Μεταφοράς Ηλεκτρικής Ενέργειας (ΔΕΣΜΗΕ) είναι ανώνυμη εταιρεία που έχει σκοπό τη λειτουργία, εκμετάλλευση, διασφάλιση της συντήρησης και μέριμνα για την ανάπτυξη του Συστήματος Μεταφοράς Ηλεκτρικής Ενέργειας κατά την έννοια του άρθρου 2 του Νόμου 2773/1999, σε ολόκληρη τη χώρα, καθώς και των διασυνδέσεων του με τα άλλα δίκτυα για να διασφαλίζεται ο εφοδιασμός της χώρας με ηλεκτρική ενέργεια, κατά τρόπο επαρκή, ασφαλή, οικονομικά αποδοτικό και αξιόπιστο.

Σκοπός του είναι η βέλτιστη κατανομή του φορτίου στο δίκτυο. Ταυτόχρονα ο ΔΕΣΜΗΕ θα μεριμνά, όταν υπάρξουν στην αγορά ηλεκτρικής ενέργειας περισσότεροι παραγωγοί και προμηθευτές, για την εκκαθάριση των μεταξύ του συναλλαγών. Επειδή η ακριβής κατανάλωση ρεύματος δεν μπορεί να προβλεφθεί, αναμένεται ότι κάποιοι παραγωγοί θα παράγουν περισσότερο ρεύμα απ' όσο μπορούν να διαθέσουν και το αντίθετο. Για την κάλυψη των αναγκών τους θα προβαίνουν σε αγοραπωλησία του πλεονάζοντος/ελλείποντος μεταξύ τους και ο ΔΕΣΜΗΕ θα καταγράφει ποιος οφείλει σε ποιον.

Ο ΔΕΣΜΗΕ είναι και ο φορέας του κράτους που αγοράζει την παραγόμενη ενέργεια από ανανεώσιμες πηγές ενέργειας σε περιοχές της χώρας που είναι διασυνδεδεμένες με το εθνικό δίκτυο ηλεκτροδότησης. Στις μη-διασυνδεδεμένες περιοχές, ο αντίστοιχος φορέας είναι η ΔΕΗ. Και οι δυο περιπτώσεις αγοραπωλησίας ενέργειας διέπονται από το νόμο για τις ΑΠΕ.

Συστήθηκε με το Προεδρικό Διάταγμα 328/12-12-2000 και ανήκει κατά 51% στο κράτος. Το υπόλοιπο 49% ανήκει στις εταιρείες παραγωγής ηλεκτρικής ενέργειας. /ς

τώρα η μοναδική είναι η ΔΕΗ, αλλά αυτό αναμένεται να αλλάξει σύντομα. Η ίδρυσή του εντάσσεται στο πλαίσιο της απελευθέρωσης της αγοράς ηλεκτρικής ενέργειας και της επιδίωξης να κυριαρχήσουν συνθήκες ανταγωνισμού στην παραγωγή και διάθεση του ρεύματος. Πριν τη σύστασή του την ευθύνη για το δίκτυο είχε η ΔΕΗ.

## ΚΕΦΑΛΑΙΟ 4

### ΓΕΝΙΚΑ ΠΕΡΙ ΜΕΤΑΣΧΗΜΑΤΙΣΜΟΥ ΗΛΕΚΤΡΙΚΗΣ ΕΝΕΡΓΕΙΑΣ

#### 4.1 ΜΕΤΑΣΧΗΜΑΤΙΣΜΟΣ ΗΛΕΚΤΡΙΚΗΣ ΕΝΕΡΓΕΙΑΣ

Οι μετασχηματιστές συνιστούν μια τεχνολογία που έχει βρει πολλαπλές και ποικίλες εφαρμογές εδώ και πολλές δεκαετίες. Καλύπτουν ανάγκες μιας ευρείας γκάμας εγκαταστάσεων, από τις πλέον μεγάλες είναι οι ηλεκτρικοί υποσταθμοί και από τις πλέον μικρές οι οικιακές ηλεκτρικές και ηλεκτρονικές συσκευές.

Καθοριστική είναι η ύπαρξη των μετασχηματιστών στην ανύψωση και στον υποβιβασμό της τάσης στα Συστήματα Μεταφοράς και Διανομής Ηλεκτρικής Ενέργειας,

τα οποία ως γνωστόν είναι εξαιρετικά εκτεταμένα και καλύπτουν τα Κέντρα Κατανάλωσης του εθνικού ηλεκτρικού δικτύου διανομής.

Σε Συστήματα Μεταφοράς Η.Ε με τάση μεγαλύτερη των 220 V χρησιμοποιούνται οι λεγόμενοι αυτομετασχηματιστές. Εκτός όμως από τους Μετασχηματιστές και τους Αυτομετασχηματιστές υπάρχει μια ιδιαίτερα μεγάλη γκάμα μετασχηματιστών. Τέτοιοι είναι οι Μετασχηματιστές Ανόρθωσης, οι Μετασχηματιστές Μεταλλουργίας, οι Μετασχηματιστές – Ρυθμιστές Τάσης, οι Μετασχηματιστές Δοκιμών, οι Μετασχηματιστές Έλξεως, οι Μετασχηματιστές Εξορύξεων και φυσικά στα ασθενή ρεύματα οι Μετασχηματιστές Οργάνων. Μένοντας στην τελευταία περίπτωση πρέπει να υπενθυμίσουμε ότι πολλά είδη μετασχηματιστών βρίσκουν εφαρμογή σε εξοπλισμό τηλεπικοινωνιών, σε συστήματα τηλεελέγχου και τηλεχειρισμού αλλά και σε πληθώρα οικιακών συσκευών. Θα μπορούσε μάλιστα να πει κανείς ότι σήμερα δεν υπάρχει ούτε μια ηλεκτρική εγκατάσταση στην οποία να μην χρησιμοποιείται ένας μετασχηματιστής.

Πρέπει ωστόσο να τονιστεί ότι μολονότι η ύπαρξη των μετασχηματιστών ως μηχανήματα μετατροπής της ηλεκτρικής ενέργειας είναι σημαντική για τη λειτουργία όλης αυτής της γκάμας των εφαρμογών, η τεχνολογία των μετασχηματιστών σημείωσε πολύ μεγάλη εξέλιξη εδώ και πολλές δεκαετίες, κατά κύριο λόγο γιατί υποχρεώθηκε να

υπερβεί τις ιδιαίτερες τεχνικές δυσκολίες, που προέκυψαν από τις ολοένα διευρυνόμενες ανάγκες μεταφοράς και διανομής ηλεκτρικής ενέργειας.

## 4.2 ΜΕΤΑΦΟΡΑ ΚΑΙ ΔΙΑΝΟΜΗ

Η ηλεκτρική ενέργεια μπορεί να παράγεται είτε σε θερμοηλεκτρικούς σταθμούς,

οι οποίοι κατασκευάζονται σε συγκεκριμένες περιοχές που πρέπει να είναι κοντά σε σημεία εξόρυξης στερεών καυσίμων, είτε σε υδροηλεκτρικούς σταθμούς οι οποίοι επίσης κατασκευάζονται σε περιοχές με ιδιαίτερη γεωγραφική διαμόρφωση ικανή να αξιοποιήσει του πλησίον αυτής ευρισκόμενους υδάτινους πόρους. Και στις δύο περιπτώσεις η ενέργεια που παράγεται χρειάζεται να μεταφερθεί σε κόμβους του δικτύου διανομής που βρίσκονται είτε πλησίον αστικών κέντρων, είτε πλησίον βιομηχανικών περιοχών.

Είναι προφανές ότι αυτοί οι κόμβοι είναι πιθανό να βρίσκονται δεκάδες ή ακόμα και εκατοντάδες χιλιόμετρα μακριά από τους σταθμούς παραγωγής ηλεκτρικής ενέργειας. Αυτό έχει σαν συνέπεια οι γραμμές μεταφοράς να έχουν αντιστοίχου μεγέθους μήκη. Από το βασικό όμως νόμο της ηλεκτροτεχνίας που διέπει τα ηλεκτρικά δίκτυα, δηλαδή το νόμο του Ohm είναι γνωστό πως η απώλεια ενέργειας σε έναν αγωγό διαρρεόμενο από ρεύμα είναι ανάλογη της αντίστασης του αγωγού, η οποία με τη σειρά της είναι ανάλογη του μήκους του αγωγού.

Έτσι λοιπόν βλέπουμε πως η ηλεκτρική ενέργεια μεταφερόμενη από τους σταθμούς παραγωγής προς τους ευρισκόμενους σε απόσταση εκατοντάδων χιλιομέτρων κόμβους διανομής έχει πολύ μεγάλες απώλειες. Με δεδομένο το μήκος μιας γραμμής μεταφοράς η μείωση των απωλειών μπορεί να γίνει μόνο με την αύξηση της διατομής των αγωγών μεταφοράς. Αυτό θα είχε σαν συνέπεια πολύ μεγάλο κόστος κατασκευής των γραμμών μεταφοράς, αλλά και σημαντική δυσκολία στην εγκατάστασή τους καθώς το βάρος της κάθε γραμμής θα αυξανόταν πολύ. Οι μετασχηματιστές έδωσαν τη λύση στο πρόβλημα. Αυτοί επιτυγχάνουν να αφήσουν αμετάβλητη τη μεταφερόμενη ηλεκτρική ενέργεια, ελαττώνουν την ένταση του ρεύματος και αυξάνουν την τάση του με συνέπεια οι θερμικές απώλειες πάνω στη γραμμή, οι οποίες είναι ανάλογες με το τετράγωνο της έντασης του ρεύματος να μειώνονται πάρα πολύ. Σε ένα

μετασχηματιστή που παρεμβάλλεται σε μια γραμμή μεταφοράς ο δεκαπλάσιασμός της τάσης θα έχει σαν συνέπεια τη μείωση της έντασης στο ένα δέκατο της αρχικής. Αυτό θα έχει σαν τελική συνέπεια τη μείωση των απωλειών στο ένα εκατοστό της αρχικής.

Στην αρχή των γραμμών μεταφοράς η τάση πολλαπλασιάζεται μέσω μετασχηματιστών ανύψωσης της τάσης και τούτο γιατί πρέπει να έχει ένα επαρκές μέγεθος ικανό να υπερκεράσει τις πολύ μεγάλες απώλειες τάσης κατά μήκος της τεραστίου μήκους γραμμής μεταφοράς. Αντιθέτως στο τέλος της γραμμής μεταφοράς η τάση υποβιβάζεται με τη βοήθεια μετασχηματιστών υποβιβασμού της τάσης και τούτο για να αποκτήσει μέγεθος κατάλληλο για τους καταναλωτές, δηλαδή από 220 Volt ως μερικά KV.

Οι μετασχηματιστές ισχύος είναι μηχανήματα πολύ σημαντικά για τα ηλεκτρικά δίκτυα τόσο λόγω της μεγάλης ισχύος τους, όσο και λόγω των υψηλών τάσεων λειτουργίας τους. Η γκάμα ισχύος και τάσης που καλύπτεται από τους μετασχηματιστές ισχύος είναι πολύ μεγάλη. Η ισχύς τους μπορεί να κυμανθεί από μερικά VA μέχρι μερικές χιλιάδες VA, ενώ η τάση τους μπορεί να κυμανθεί από ένα κλάμα του V μέχρι εκατοντάδες KV. Με τη χρήση μιας σειράς μετασχηματιστών στους υποσταθμούς των κόμβων των δικτύων μεταφοράς η



ηλεκτρική ενέργεια μετασχηματίζεται 4 ή και 5 φορές μέχρι να φτάσει στα Κέντρα Κατανάλωσης.

Ακόμα πρέπει να σημειωθεί ότι στα Συστήματα Μεταφοράς Ηλεκτρικής Ενέργειας η εγκατεστημένη ισχύς είναι 6-7 φορές μεγαλύτερη από την εγκατεστημένη ισχύ παραγωγής στους θερμοηλεκτρικούς ή υδροηλεκτρικούς σταθμούς παραγωγής. Στα Συστήματα Μεταφοράς Ηλεκτρικής Ενέργειας που λειτουργούν σε τάσεις μεγαλύτερες από 220 V γίνεται ευρεία χρήση των αυτομετασχηματιστών. Αυτοί έχουν 2 ή

περισσότερα τυλίγματα που είναι αγωγίμα συνδεδεμένα έτσι ώστε να υπάρχει κάποιο τμήμα τυλίγματος κοινό στο πρωτεύον και στο δευτερεύον.

## ΔΟΜΗ

Ο μετασχηματιστής είναι μια ηλεκτρική μηχανή με σταθερά μέρη. Έχει δύο πηνία για κάθε φάση, τα οποία είναι μεταξύ τους ηλεκτρικά ανεξάρτητα και μαγνητικά συζευγμένα. Το τυλίγμα που τροφοδοτούμε το ονομάζουμε πρωτεύον και αυτό από το οποίο παίρνουμε την ηλεκτρική ενέργεια με μετασχηματισμένη τάση το ονομάζουμε δευτερεύον. Ας θεωρήσουμε τώρα ότι στο πρωτεύον κύκλωμα η τάση είναι  $U_1$ , η ένταση είναι  $I_1$  και ο αριθμός των σπειρών είναι  $N_1$  και ότι αντίστοιχα στο δευτερεύον κύκλωμα η τάση είναι  $U_2$ , η ένταση είναι  $I_2$  και ο αριθμός των σπειρών είναι  $N_2$  τότε ο λόγος μετασχηματισμού  $k$  ορίζεται ως εξής:

$$k = \frac{U_1}{U_2} = \frac{I_2}{I_1} = \frac{N_1}{N_2}$$

Σε μετασχηματιστές μέσης και υψηλής τάσης ο πυρήνας με τα τυλίγματα τοποθετούνται μέσα σε δοχείο που γεμίζεται με λάδι το οποίο είναι ειδικό λάδι μετασχηματιστών και συνήθως είναι ορυκτέλαιο ή συνθετικό λάδι.. Μπορούμε να πούμε ότι τα βασικά μέρη ενός μετασχηματιστή μεγάλης ισχύος είναι τα εξής:

**4.3.1.** Το δοχείο που περικλείει τον πυρήνα τα τυλίγματα και το λάδι ψύξης του μετασχηματιστή. Όταν τα τυλίγματα του μετασχηματιστή διαρρέονται από ρεύμα εκλύεται κατά το γνωστό φαινόμενο Joule θερμότητα. Έτσι έχουμε μια απώλεια ενέργεια από το χαλκό των τυλιγμάτων. /στόσο θερμότητα εκλύεται επίσης και από τον πυρήνα λόγω κυκλοφορίας μέσα σ' αυτόν των δινορευμάτων. Στην περίπτωση αυτή έχουμε μια απώλεια ενέργειας από το σίδηρο του πυρήνα; Η θερμότητα που εκλύεται πρέπει να αποβάλλεται στο περιβάλλον για να μην πλησιάζει η θερμοκρασία του μετασχηματιστή σε επικίνδυνα όρια. Το μονωτικό λάδι είναι αυτό που λειτουργεί σαν ψυκτικό μέσο. Τα τυλίγματα κατασκευάζονται από σύρματα μονωμένα.

Για διατομές συρμάτων μέχρι 3 τετραγωνικά χιλιοστά χρησιμοποιούνται συνήθως κυλινδρικά σύρματα ενώ για μεγαλύτερες διατομές χρησιμοποιούνται σύρματα ορθογωνικά ή τετράγωνα για εξοικονόμηση χώρου. Οι στρώσεις χωρίζονται μεταξύ τους με μονωτικό χαρτί ή άλλο κατάλληλο μονωτικό υλικό. Η τοποθέτηση και η στήριξη των σπειρών του τυλίγματος πρέπει να γίνεται κατά τρόπο ικανοποιητικό ώστε να αντέχουν στις ηλεκτροδυναμικές καταπονήσεις

που εμφανίζονται σε περίπτωση βραχυκυκλώματος. Το σώμα του πυρήνα αποτελείται από λεπτά σιδερένια ελάσματα μονωμένα μεταξύ τους ηλεκτρικά. Επειδή στον πυρήνα εμφανίζεται το φαινόμενο της ανάπτυξης δινορευμάτων με κατάλληλη κατεργασία των μετάλλων και με κατάλληλες προσμείξεις έχει επιτευχθεί η μείωση των απωλειών του πυρήνα στο ελάχιστο. Τα ελάσματα πρέπει να έχουν κατάλληλο σχήμα ώστε να μπαίνουν τα πηνία εύκολα στα ανοίγματα που σχηματίζουν κατά τη συναρμολόγησή τους.

Για να μη δημιουργείται συγκεντρωμένη μαγνητική αντίσταση στο διάκενο αέρα των αρμών της συναρμολόγησης, τα ελάσματα τοποθετούνται κατά εναλλασσόμενες κατευθύνσεις. Η σχεδίαση της μορφής του πυρήνα πρέπει να είναι τέτοια ώστε η όλη κατασκευή να είναι συμπαγής και οι μαγνητικές γραμμές στον πυρήνα να έχουν το ελάχιστο δυνατό μήκος. Η ωφέλιμη διατομή ενός πυρήνα είναι περίπου το 90% της γεωμετρικής του διατομής γιατί την υπόλοιπη την καταλαμβάνουν οι μονώσεις των ελασμάτων. Το δοχείο μέσα στο οποίο τοποθετείται το συγκρότημα του πυρήνα μαζί με τα πηνία είναι ένα κατάλληλο χαλύβδινο δοχείο που είναι γεμάτο με μονωτικό λάδι το οποίο εκτός από την ψύξη του μετασχηματιστή χρησιμεύει και για τη μόνωσή του. Στο πάνω μέρος του δοχείου υπάρχει σιδερένιο καπάκι που στερεώνεται στο δοχείο περιφερειακά με βίδες. Η στεγανοποίηση του δοχείου γίνεται κατάλληλη φλάντζα. Πάνω στο καπάκι τοποθετούνται οι μονωτήρες υψηλής και μέσης τάσης, ενώ στα πλευρικά βρίσκονται κατάλληλες υποδοχές για την τοποθέτηση των ψυγείων ψύξεως του λαδιού

**4.3.2.** Τους μονωτήρες υψηλής τάσης και μέσης τάσης που χρησιμεύουν για την ασφαλή διέλευση του ρεύματος υψηλής τάσης. Οι μονωτήρες διέλευσης υψηλής τάσης είναι συνήθως τύπου πυκνωτή. Το εσωτερικό του μονωτήρα αποτελείται από μονωτικό υλικό συνήθως χαρτί στο οποίο έχουν παρεμβληθεί κύλινδροι από φύλλα κασιτέρου ή αλουμινίου. Με τον τρόπο αυτό από τον αγωγό διέλευσης μέχρι το σώμα του μετασχηματιστή παρεμβάλλεται μια σειρά από πυκνωτές ίσης χωρητικότητας. Σκοπός των πυκνωτών αυτών είναι η ομαλή κατανομή της τάσης σε όλο το πάχος του μονωτικού για να μην καταπονούνται ηλεκτρικά ορισμένα τμήματα της μόνωσης.

Αναφορικά με τους μονωτήρες μέσης τάσης δύο είναι οι βασικοί τύποι που χρησιμοποιούνται. Ο ένας είναι όμοιος με τους μονωτήρες υψηλής τάσης και ο άλλος συνίσταται σε έναν μονωτήρα από πορσελάνη, ο οποίος είναι γεμάτος με λάδι το οποίο επικοινωνεί υδραυλικά με το λάδι ψύξης του μετασχηματιστή.

**4.3.3.** Το δοχείο διαστολής το οποίο χρησιμεύει για να δέχεται την αύξηση του όγκου του λαδιού όταν αυτό θερμαίνεται κατά τη λειτουργία του μετασχηματιστή. Στο δοχείο

διαστολής υπάρχει δείκτης στάθμης λαδιού ώστε να ελέγχεται οπτικά η ποσότητα του λαδιού που υπάρχει μέσα σ' αυτό. Ο δείκτης στάθμης μπορεί είτε ένας απλός γυάλινος σωλήνας που δείχνει τη στάθμη με βάση την αρχή των συγκοινωνούντων δοχείων, είτε ένας μαγνητικός δείκτης που καταγράφει τη στάθμη με μια κατακόρυφη σειρά από εξωτερικά διαταγμένα μαγνητάκια τα οποία ενεργοποιούνται από πλωτήρα με μεταλλικό στοιχείο που επιπλέει μέσα στο δοχείο. Η ελεύθερη στάθμη του λαδιού του δοχείου διαστολής δεν πρέπει να έρθει σε επαφή με τον αέρα της ατμόσφαιρας γιατί το λάδι θα απορροφήσει υγρασία. Για το λόγο αυτό φροντίζουμε να παρεμβάλλουμε κατάλληλα συσκευή με υγροσκοπικούς κρυστάλλους

**4.3.4.** Το ψυγείο του λαδιού που χρησιμεύει για την ψύξη του λαδιού. Για την καλύτερη απαγωγή της παραγόμενης θερμότητας τοποθετούνται εξωτερικά του δοχείου του

μετασχηματιστή τα ψυγεία που διαθέτουν εκτεταμένες επιφάνειες εναλλαγής της θερμότητας. Στους μετασχηματιστές μεγάλης ισχύος με λάδι η ψύξη του λαδιού διευκολύνεται ακόμα περισσότερο με την εξαναγκασμένη κυκλοφορία του αέρα χρησιμοποιώντας ανεμιστήρες.

**4.3.5.** Την ασφαλιστική διάταξη Buchholtz η οποία τοποθετείται μεταξύ δοχείου διαστολής και του σώματος του μετασχηματιστή. Αυτή φέρει έναν πλωτήρα οπτικής και ηχητικής σήμανσης, έναν πλωτήρα διακοπής, έναν εξαεριστικό κρουνό και έναν κρουνό αποστράγγισης και συνιστά μια διάταξη ευαίσθητη και αξιόπιστη για την προστασία ενός μετασχηματιστή από διαρροή λαδιού και υπερθέρμανση. Και τούτο γιατί αν εξαιτίας μιας διαρροής λαδιού αδειάσει το δοχείο διαστολής και κατέβει η στάθμη του λαδιού κάτω από τον πλωτήρα σήμανσης τότε θα κλείσουν οι επαφές της διάταξης Buchholtz

θα ηχήσει η σειρήνα και θα αρχίσει να αναβοσβήνει μια λάμπα. Αν συνεχιστεί η διαρροή, ο μετασχηματιστής θα υπερθερμανθεί από έλλειψη λαδιού και από την υψηλή θερμοκρασία θα δημιουργηθούν φυσαλίδες στη μάζα του λαδιού οι οποίες και θα κινήσουν τον πλωτήρα διακοπής. Εδώ έχουμε το δεύτερο επίπεδο ασφάλειας γιατί μόλις κλείσουν οι επαφές του πλωτήρα ενεργοποιείται το σύστημα αυτόματων διακοπών και βγαίνει οριστικά εκτός λειτουργίας ο μετασχηματιστής. Αν το λάδι υπερθερμανθεί από βραχυκύκλωμα ή από υπερφόρτιση διαρκείας και πάλι η ασφαλιστική διάταξη θα ενεργοποιηθεί για την προστασία του μετασχηματιστή.

#### 4.4 ΙΣΤΟΡΙΚΗ ΑΝΑΔΡΟΜΗ

Η ιστορία των μετασχηματιστών ξεκινάει από το 19ο αιώνα. Μεταξύ 1883 και

1886 έγιναν οι πρώτες δοκιμές σε γραμμές με συνεχές ρεύμα έδειξαν ότι υπάρχουν εγγενείς δυσκολίες στο σύστημα Συνεχούς Ρεύματος υπό υψηλή τάση δεδομένου ότι στην πράξη το όριο στο συλλέκτη μιας μηχανής είναι τα 7000 V. Στη Γαλλία την περίοδο αυτή για να υπερβούν τον περιορισμό στην τάση του συνεχούς ρεύματος στο σταθμό παραγωγής συνέδεσαν εν σειρά μερικές γεννήτριες και στους υποσταθμούς της εποχής εν σειρά μερικοί κινητήρες για να τροφοδοτηθεί μια σύγχρονη γραμμή με συνεχές ρεύμα σε τάση 57,6 KV από τη Mautier στη Lyon σε μια απόσταση 180 km και συνολική ισχύ

4650 kW. Το 1886 ο πρώτος στοιχειώδης μετασχηματιστής λειτουργεί στη Μασαχουσέτη. Το 1891 ο πρώτος εμπορικής χρήσης μετασχηματιστής ξηρού τύπου κατασκευάζεται στη Ρωσία. Την ίδια χρονιά εντελώς ανεξάρτητα στην Ελβετία κατασκευάζεται ο πρώτος μετασχηματιστής με λάδι με τάση 330, ενώ στη διεθνή έκθεση Φρανκφούρτης δίνεται φορτίο 200 kV από υποσταθμό που βρίσκεται 170 χιλιόμετρα μακριά.

Στον εικοστό αιώνα το 1929 γίνεται η εφεύρεση του H. N. Buchholtz και στη δεκαετία του 1960 άρχισαν να κατασκευάζονται μεταλλοεπενδεδυμένοι μετασχηματιστές καθώς μετασχηματιστές τύπου GIS. Στη δεκαετία του 1970 εισάγονται οι Η/Υ. Τέλος στη δεκαετία του 1980 κατασκευάζονται υποσταθμοί 1200 kV. Στους υποσταθμούς επίσης χρησιμοποιούνται στατοί ηλεκτρονόμοι και Expert Systems στους υποσταθμούς.

## ΚΕΦΑΛΑΙΟ 5

### ΔΙΑΝΟΜΗ ΗΛΕΚΤΡΙΚΗΣ ΕΝΕΡΓΕΙΑΣ

#### 5.1 ΓΕΝΙΚΑ

Τα δίκτυα χρησιμοποιούνται για τη μεταφορά και διανομή της ηλεκτρικής ενέργειας. Τα περισσότερα δίκτυα είναι εναέρια. Τα υπόγεια και υποβρύχια δίκτυα κατασκευάζονται όταν το επιβάλλουν ειδικοί λόγοι (π.χ. όταν περνούν από πυκνοκατοικημένες περιοχές, όταν γίνεται σύνδεση ενός νησιού με το Εθνικό Σύστημα).

Τα εναέρια δίκτυα πλεονεκτούν σε σχέση με τα άλλα γιατί έχουν μικρό κόστος κατασκευής, εύκολη επιθεώρηση και συντήρηση. Το κόστος τους φθάνει το 30% περίπου του κόστους ενός υπόγειου δικτύου. Για να κατασκευαστεί ένα δίκτυο πρέπει να γνωρίζουμε την χρονολογική καμπύλη φορτίου. Η μελέτη της Χ.Κ.Φ μας δίνει πολλά στοιχεία οικονομικά και τεχνικά. Από αυτά τα στοιχεία καθορίζεται η ισχύς που θα μεταφέρεται ή θα διανέμεται στους καταναλωτές λαμβάνοντας υπόψη και την αύξηση του φορτίου που θα έχουμε στα επόμενα χρόνια. Με τα προηγούμενα στοιχεία καθορίζονται οι θέσεις των υποσταθμών καθώς και η τάση του δικτύου. Χαρτογραφείται η περιοχή και καθορίζεται η διαδρομή του δικτύου.

Πάνω στο χάρτη φαίνονται τα υψόμετρα και οι θέσεις των στύλων ή πυλώνων.

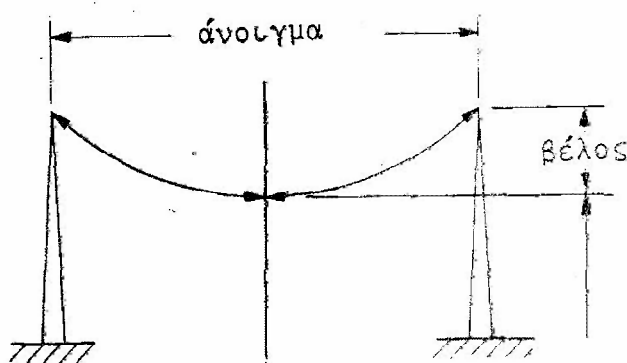
Η ΔΕΗ έχει τυποποιήσει σε κατηγορίες τα δίκτυα ώστε να υπάρχει ομοιομορφία υλικού και μικρότερο κόστος.

Κατά τη μελέτη ενός δικτύου πρέπει να λαμβάνονται υπόψη τα παρακάτω:

1. Το δίκτυο να παρουσιάζει ευχέρεια συντήρησης και επισκευής.
2. Να έχει το μικρότερο δυνατό μήκος.
3. Η δαπάνη απαλλοτριώσεων για το διάδρομο εργασιών να μην είναι πολύ μεγάλη.

Παρακάτω θα γνωρίσουμε ορισμένα κατασκευαστικά στοιχεία των εναέριων δικτύων και τις δυνάμεις που επιδρούν στα διάφορα υλικά τους.

Άνοιγμα ονομάζουμε την απόσταση μεταξύ δύο στύλων ή πυλώνων.



Το άνοιγμα μεταξύ δύο στύλων ή πυλώνων εξαρτάται από πολλούς παράγοντες.

Κατά κανόνα οι πυλώνες απέχουν πολύ μεταξύ τους. Η κατασκευή τους είναι ισχυρή για να μπορούν να δεχτούν το βάρος των αγωγών, του χιονιού που θα επικολλήσει, τις δυνάμεις του ανέμου και το δικό τους βάρος.

Οι αποστάσεις μεταξύ των στύλων Μ.Τ. είναι πολύ μικρότερες και ακόμη μικρότερες στις γραμμές Χ.Τ.

Άλλοι παράγοντες που λαμβάνονται υπόψη στη μελέτη κατασκευής των εναέριων δικτύων είναι η σύσταση του εδάφους καθώς και οι καιρικές συνθήκες της περιοχής.

Τα στοιχεία που αποτελούν ένα δίκτυο (στύλοι, αγωγοί., μονωτήρες κλπ) δέχονται ορισμένες δυνάμεις επιφόρτισης. Αυτές είναι διαμήκεις και εγκάρσιες.

## 5.2 ΕΠΙΦΟΡΤΙΣΗ ΑΓΩΓΩΝ

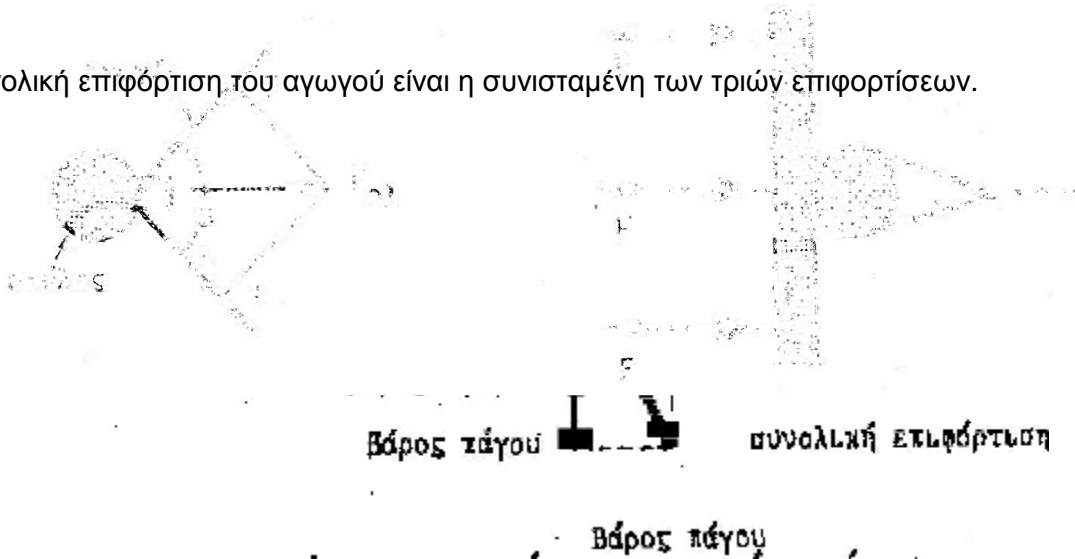
Οι αγωγοί δέχονται δυνάμεις επιφόρτισης από:

α) Το ίδιο βάρος τους.

β) Το στρώμα πάγου που τους καλύπτει κυλινδρικά και γ) Τη πίεση του ανέμου που δρα οριζόντια ως προς το έδαφος πάνω στον αγωγό με πάγο ή χωρίς πάγο.

Στη χώρα μας η ΔΕΗ υπολογίζει το βάρος του πάγου με ακτίνα μέχρι 14 cm.

Η συνολική επιφόρτιση του αγωγού είναι η συνισταμένη των τριών επιφορτίσεων.



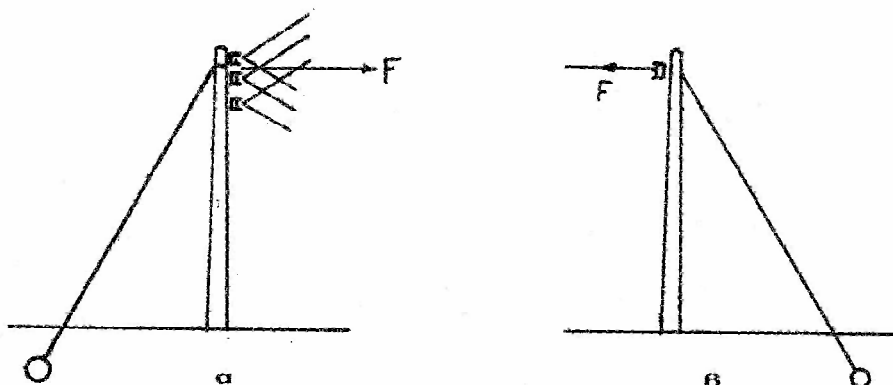
### Οι διάφορες επιφορτίσεις των αγωγών εναερίων δικτύων

Επίσης πρέπει να λαμβάνεται σοβαρά υπόψη η τάνυση των αγωγών που μεταβάλλεται αρκετά με τη μεταβολή της θερμοκρασίας του περιβάλλοντος. (Το καλοκαίρι αυξάνεται το βέλος σε σύγκριση με τον χειμώνα).

### 5.3 ΕΠΙΦΟΡΤΙΣΗ ΦΟΡΕΩΝ

Οι φορείς (στύλοι, μονωτήρες βραχίονες κλπ) υπολογίζονται ώστε να αντέχουν στις διάφορες επιφορτίσεις που προέρχονται από τις συνολικές επιφορτίσεις των αγωγών και γίνονται ιδιαίτερα μεγάλες στις γωνίες και τα τέρματα.

Οι επιφορτίσεις των φορέων (στύλων) μιας γραμμής είναι ιδιαίτερα μεγάλες στις γωνίες και στα τέρματα.



Στα παραπάνω σχήματα έχουμε:

Στο σχέδιο α στροφή της διαδρομής του δικτύου ενώ στο σχέδιο β το τέρμα μιας γραμμής. Επειδή ο σύλος υφίσταται μεγάλες δυνάμεις τοποθετείται επίτονος. Σε άλλες περιπτώσεις τοποθετούνται αντηρίδες και στις στροφές με μικρή γωνία πολλές φορές δίδυμοι σύλοι.

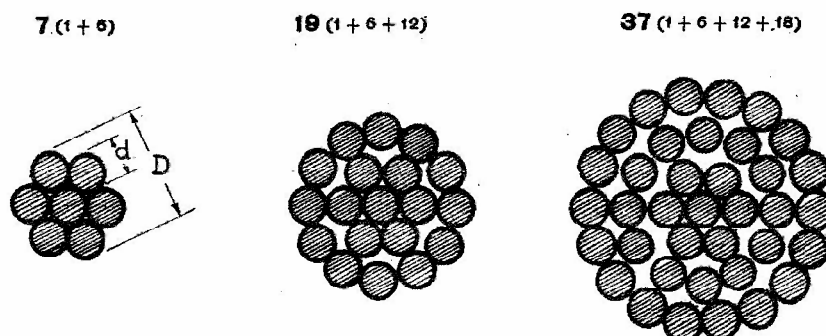
Είναι αυτονόητο ότι οι σύλοι, οι μονωτήρες, οι βραχίονες, οι επίτονοι κλπ.

εκλέγονται ώστε να έχουν την απαιτούμενη αντοχή.

#### 5.4 ΑΓΩΓΟΙ

Οι αγωγοί που χρησιμοποιούνται είναι χωρίς μόνωση και κατασκευάζονται από χαλκό, αλουμίνιο ή αλουμίνιο-χάλυβα (ACSR). Σε ειδικές περιπτώσεις χρησιμοποιούνται αγωγοί από άλλα υλικά και κράματα π.χ. από γαλβανισμένο χάλυβα, φωσφορούχο ορείχαλκο κλπ.

Οι αγωγοί κατασκευάζονται μονόκλωνοι ή πολύκλωνοι. Στα εναέρια δίκτυα σπάνια χρησιμοποιούνται μονόκλωνοι αγωγοί, γιατί έχουν πολύ μικρότερη μηχανική αντοχή από τους πολύκλωνους. Επίσης οι μονόκλωνοι είναι δύσκαμπτοι. Η διατομή των μονόκλωνων αγωγών είναι μέχρι  $16\text{mm}^2$ . Οι πολύκλωνοι αγωγοί έχουν τη μορφή του παρακάτω σχήματος.



**Γυμνοί πολύκλωνοι αγωγοί αποτελούμενοι από 7, 19 αι 37 κλώνους**

Οι αγωγοί χαλκού και αλουμινίου, αποτελούνται από κλώνους της ίδιας διατομής.

Γύρω από ένα κεντρικό αγωγό περιελίσσονται οι υπόλοιποι σε στρώσεις και οι αγωγοί παίρνουν τη μορφή των συρματόσχοινων. Οι αριθμοί των κλώνων είναι 7,19,37,61 κλπ

Αν  $k$ = ο αριθμός των κλώνων και

$\eta$ = ο αριθμός των στρώσεων γύρω από τον κεντρικό αγωγό

Αν κάθε κλώνος έχει διάμετρο  $d$  τότε ο αγωγός έχει διάμετρο  $D$

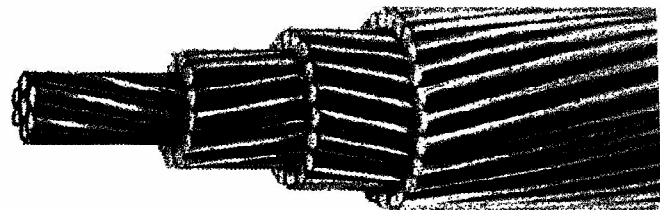
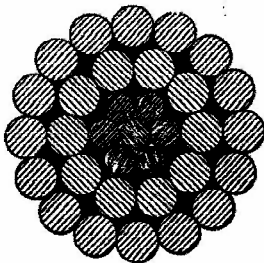
$$D = d(2 \cdot \eta + 1)$$

Οι αγωγοί αλουμινίου-χάλυβα A51 έχουν τη μορφή που φαίνεται στο παρακάτω σχήμα:

Διατομή αγωγού αλουμινίου-χάλυβα.

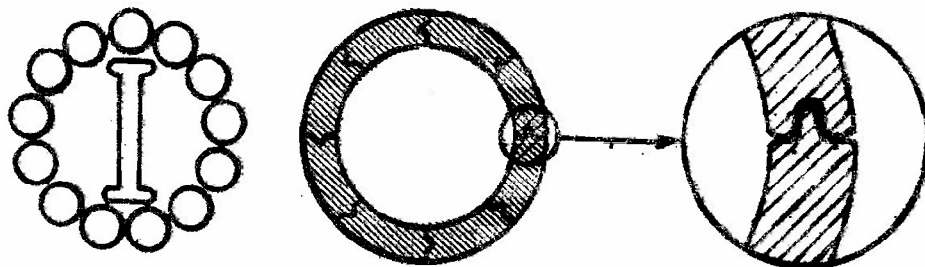
(ACSR)

26 (10 + 16) / 7 (1 + 6)



Γενικά η διάμετρος των χαλύβδινων συρμάτων είναι διαφορετική από την διατομή των συρμάτων αλουμινίου.

Σε γραμμές μεταφοράς πολύ υψηλής τάσης έχουν χρησιμοποιηθεί αγωγοί με ειδική διατομή.





## Αγωγοί ειδικών διατομών για γραμμές μεταφοράς πολύ υψηλής τάσης.

### ΑΓΩΓΟΙ ΑΠΟ ΧΑΛΚΟ

Ο χαλκός έχει μεγάλη ηλεκτρική αγωγιμότητα και καλή μηχανική αντοχή. Η αγωγιμότητά του μειώνεται όταν έχει ξένες προσμίξεις. Επίσης μειώνεται λίγο η αγωγιμότητά του όταν κατεργαστεί εν ψυχρώ. Αυτό όμως του δίνει μεγαλύτερη μηχανική αντοχή.

Ένα άλλο πλεονέκτημά του είναι ότι δεν διαβρώνεται εύκολα και για αυτό χρησιμοποιείται σχεδόν αποκλειστικά σε δίκτυα που είναι κοντά στη θάλασσα.

Σήμερα, επειδή το αλουμίνιο έχει μικρότερο κόστος αντικαθιστά το χαλκό κυρίως στους αγωγούς των εναέριων δικτύων.

### 5.4.2 ΑΓΩΓΟΙ ΑΠΟ ΑΛΟΥΜΙΝΙΟ

Το αλουμίνιο έχει, απέναντι στο χαλκό τα εξής πλεονεκτήματα:

- είναι τρεις φορές ελαφρύτερο
- είναι πιο φθηνό

Τα μειονεκτήματα είναι:

- Έχει το 1/2 της μηχανικής αντοχής του χαλκού.
- Έχει Το 60% περίπου της αγωγιμότητας του χαλκού.

Έτσι ένας αγωγός αλουμινίου με ισοδύναμη διατομή με αγωγό από χαλκό έχει το 1/2 του βάρους του και διάμετρο μεγαλύτερη 1,6 φορές (60% μεγαλύτερη).

Τα παραπάνω μας δείχνουν ότι ο αγωγός από αλουμίνιο δέχεται μεγαλύτερες επιφορτίσεις από τον άνεμο και τον πάγο λόγω της μεγαλύτερης επιφάνειάς του, αλλά συγχρόνως περιορίζονται σ' αυτόν οι απώλειες από το φαινόμενο corona.

Το αλουμίνιο με κανονικές ατμοσφαιρικές συνθήκες οξειδώνεται επιφανειακά. Το στρώμα της οξείδωσης είναι πολύ λεπτό και προστατεύει τον αγωγό από την παραπέρα

οξειδωση. Κοντά στη Θάλασσα όμως (σε απόσταση μέχρι 1Km περίπου) διαβρώνεται από το αλάτι που περιέχεται στον αέρα, σε βάθος μέχρι και 3mm.

Οι αγωγοί αλουμινίου χρησιμοποιούνται κύρια στις γραμμές χαμηλής τάσης και μακριά από τη θάλασσα.

Στις γραμμές υψηλής και υπερυψηλής τάσης δεν χρησιμοποιούνται γιατί έχουν μικρή μηχανική αντοχή. (Οι πυλώνες απέχουν πολύ μεταξύ τους και οι αναπτυσσόμενες δυνάμεις στους αγωγούς είναι πολύ μεγάλες).

#### 5.4.3 ΑΓΩΓΟΙ ΑΠΟ ΧΑΛΥΒΑ-ΑΛΟΥΜΙΝΙΟ (ACSR)

Το μειονέκτημα των αγωγών αλουμινίου αντιμετωπίζεται με επιτυχία με τους αγωγούς ACSR. Αυτοί έχουν ψυχή από κλώνους με γαλβανισμένο χάλυβα.

Ο χάλυβας αναλαμβάνει τη μηχανική αντοχή και το αλουμίνιο το μεγαλύτερο μέρος της έντασης του ηλεκτρικού ρεύματος.

Οι αγωγοί ACSR έχουν περίπου 50% μεγαλύτερη αντοχή από τους αγωγούς χαλκού και είναι 20% ελαφρύτεροι για ισοδύναμη διατομή με το χαλκό.

Χρησιμοποιούνται στις γραμμές υψηλής τάσης γιατί μπορούμε να έχουμε μεγαλύτερο άνοιγμα των πυλώνων (απόσταση μεταξύ των πυλώνων). Επίσης είναι πιο φθηνοί και παρουσιάζουν μικρότερες απώλειες λόγω του φαινόμενου corona.

Στους παρακάτω πίνακες παρουσιάζονται τα χαρακτηριστικά των αγωγών που αναφέρονται παραπάνω.

#### ΜΕΓΙΣΤΗ ΕΠΙΤΡΕΠΟΜΕΝΗ ΕΝΤΑΣΗ ΑΓ/ΓΟΥ ΦΑΣΗΣ ΣΥΓΚΕΝΤΡΙΚ/Ν ΚΑΛ/ΔΙ/Ν ΠΑΡΟΧ/Ν

ΔΙΑΤΟΜΗ ΚΑΛΔΙΟΥ (m <sup>2</sup> )	ΕΞ ΤΕΡΙΚΗ ΔΙΑΜΕΤΡΟΣ ΚΑΛΔΙΟΥ	ΜΕΣΗ ΕΞ ΤΕΡΙΚΗ ΔΙΑΜΕΤΡΟΣ ΑΓ ΓΟΥ ΦΑΣΗΣ(Χ ΡΙΣ)	ΜΕΓΙΣΤΗ ΕΠΙΤΡΕΠΟΜΕΝΗ ΕΝΤΑΣΗ ΑΓ ΓΟΥ ΦΑΣΗΣ (A)	
			ΣΤΟ ΑΕΡΑ	ΣΕ ΣΤΟ Σ ΛΗΝΕΣ

u	(mm)	ΜΟΝΟΣΗ (mm)	ΕΔΑΦΟΣ	ΕΛΕΥΘΕΡΑ	ΕΠΙΤΟΙΧΙΑ	ΜΗΚΟΥΣ > 6 m
2 X 6	9,00	2,8	74	41	36	53
2 X 16	11,20	4,5	129	72	64	92
4 X 6	15,87	2,8	62	37	33	46
4 X 16	19,54	4,5	108	66	58	80
4 X 25	22,88	5,6	140	87	77	104
4 X 35	25,46	6,7	169	106	93	126
4 X 50	29,63	8,0	200	129	113	151

Συνθήκες υπολογισμού: Μέγιστη θερμοκρασία αγωγών :  
85° C Θερμοκρασία εδάφους :  
25° C Ειδική θερμική αντίσταση  
εδάφους : 1 K\*m/W  
Θερμοκρασία αέρα : 40° C  
Ένταση ηλιακής ακτινοβολίας : 1000 W/m<sup>2</sup>

#### ΜΕΓΙΣΤΕΣ ΕΠΙΤΡΕΠΟΜΕΝΕΣ ΦΟΡΤΙΣΕΙΣ ΓΥΜΝΩΝ ΑΓΩΓΩΝ

ΑΓΩΓΟΙ ACSR			ΑΓΩΓΟΙ AAAC		
ΙΣΟΔΥΝΑΜΟΣ ΟΝΟΜΑΣΤΙΚΗ	ΠΡΑΓΜΑΤΙΚΗ	ΜΕΓΙΣΤΗ ΕΠΙΤΡΕΠΟΜΕΝΗ	ΙΣΟΔΥΝΑΜΟΣ ΟΝΟΜΑΣΤΙΚΗ	ΠΡΑΓΜΑΤΙΚΗ	ΜΕΓΙΣΤΗ ΕΠΙΤΡΕΠΟΜΕΝΗ
ΔΙΑΤΟΜΗ	ΔΙΑΤΟΜΗ (mm <sup>2</sup> )	ΦΟΡΤΙΣΗ	ΔΙΑΤΟΜΗ	ΔΙΑΤΟΜΗ (mm <sup>2</sup> )	ΦΟΡΤΙΣΗ

$2$ Cu(mm )		(A)	$2$ Cu(mm )		(A)
16	29.5	127	16	35	145
35	65	197	35	70	215
50	93	266	50	95	270
95	175	400	95	185	415
16	65	133			
<b>ΑΓΩΓΟΙ ΧΑΛΚΟΥ (Cu)</b>			<b>ΑΓΩΓΟΙ ΑΛΟΥΜΙΝΙΟΥ (AL)</b>		
ΙΣΟΔΥΝΑΜ ΟΣ ΟΝΟΜΑΣΤΙ ΚΗ ΔΙΑΤΟΜΗ $2$ Cu(mm )	ΠΡΑΓΜΑΤΙ ΚΗ ΔΙΑΤΟΜΗ (mm <sup>2</sup> )	ΜΕΓΙΣΤΗ ΕΠΙΤΡΕΠΟΜΕ ΝΗ ΦΟΡΤΙΣΗ (A)	ΙΣΟΔΥΝΑΜ ΟΣ ΟΝΟΜΑΣΤΙ ΚΗ ΔΙΑΤΟΜΗ $2$ Cu(mm )	ΠΡΑΓΜΑΤΙ ΚΗ ΔΙΑΤΟΜΗ (mm <sup>2</sup> )	ΜΕΓΙΣΤΗ ΕΠΙΤΡΕΠΟΜΕ ΝΗ ΦΟΡΤΙΣΗ (A)
16	16	115	16	26,9	145
35	35	175	35	57	232
50	50	230	50	82,4	295
70	70	280	70	115,5	365
95	95	360			

ΧΑΡΑΚΤΗΡΙΣΤΙΚΑ ΓΥΜΝΩΝ ΑΓΩΓΩΝ				
Διατομή Αγωγών mm <sup>2</sup>	Βάρος kg/m	Διάμετρος mm	Κλώνοι mm	Φορτίο: Θραύσεως kg
<b>ΑΓΩΓΟΙ ΑΛΟΥΜΙΝΙΟΥ ΜΕ ΧΑΛΥΒΑΙΝΗ ΎΨΗ (ACSR)</b>				
16	0,102	6,96	6Al/1St/2,32	950
35	0,224	10,32	6Al/1St/3,44	2000
50	0,321	12,33	6Al/1St/4,11	2500
95	0,609	17,24	26/2,72Al+7/2,12St	5650
<b>ΑΓΩΓΟΙ ΑΛΟΥΜΙΝΙΟΥ ΜΕ ΕΝΙΣΧΥΜΕΝΗ ΧΑΛΥΒΑΙΝΗ ΎΨΗ (ACSR-R)</b>				
16	0,372	10,32	3Al/4St/3,44	4635
<b>ΑΓΩΓΟΙ ΕΚ ΚΡΑΜΑΤΟΣ ΑΛΟΥΜΙΝΙΟΥ (AAAC)</b>				
35	0,090	7,50	7/2,50	980
70	0,189	10,50	19/2,10	1880
95	0,269	12,50	19/2,50	2670
185	0,525	17,50	37/2,50	5170
<b>ΑΓΩΓΟΙ ΑΛΟΥΜΙΝΙΟΥ (Al)</b>				
16	0,074	6,63	7/2,21	470
35	0,158	9,66	7/3,22	940
50	0,229	11,75	19/2,35	1442
70	0,320	13,90	19/2,78	2018
<b>ΑΓΩΓΟΙ ΧΑΛΚΟΥ (Cu)</b>				
16	0,144	5,13	7/1,71	739
35	0,315	7,59	7/2,53	1566
50	0,453	9,20	19/1,83	2299
70	0,634	10,70	19/2,17	3162
Σημείωση: Οι διατομές αγωγών ACSR, ACSR-R και Al είναι ισοδύναμοι Χαλκού. Οι διατομές των αγωγών Χαλκού και AAAC είναι πραγματικές. Η ανοχή του βάρους των αγωγών είναι +2%.				

## 5.5 ΓΕΙΩΣΕΙΣ ΣΤΗ ΔΙΑΝΟΜΗ

### 5.5.1 Σκοπός και είδη γειώσεων.

Οι γειώσεις στα δίκτυα ηλεκτρικής ενέργειας βοηθούν στο να γίνουν ταχύτερα αντιληπτά Τα διάφορα σφάλματα των δικτύων και προστατεύουν τους ανθρώπους από ηλεκτροπληξίες.

Διακρίνουμε τα παρακάτω είδη γειώσεων:

- Γείωση λειτουργίας.

Γείωση λειτουργίας είναι η σύνδεση με τη γη ενός Τμήματος της εγκατάστασης που ανήκει στο κύκλωμα λειτουργίας, όπως είναι ο κόμβος αστέρα πηγής ρεύματος. Η γείωση λειτουργίας μπορεί είτε να μη περιλαμβάνει άλλες αντιστάσεις, εκτός της αντιστάσεως γειώσεως και της αντιστάσεως του αγωγού γειώσεως, είτε να περιλαμβάνει προσθέτους αντιστάσεις.

- Γείωση προστασίας.

Γείωση Προστασίας είναι η σύνδεση των αγώγιμων τμημάτων της εγκατάστασης που δεν ανήκουν στο κύκλωμα λειτουργίας με τη γη, για προστασία των ανθρώπων από μεγάλες τάσεις επαφής.

- Γείωση ασφάλειας από κεραυνούς.

Γείωση ασφάλειας από κεραυνούς είναι η σύνδεση με τη γη χωρίς παρεμβολή

άλλων αντιστάσεων ή μπορεί να είναι σύνδεση ανοικτή με κατάλληλες διατάξεις διάσπασης από τους κεραυνούς.

#### 5.5.2 Κατασκευή των γειώσεων.

Για την κατασκευή γειώσεων χρησιμοποιούμε συνήθως τους παρακάτω τρόπους:

- Γείωση με τεχνητά ηλεκτρόδια:  
Ένας τρόπος είναι με ράβδους ή σωλήνες χαλύβδινους γαλβανισμένους ή ορειχάλκινους μήκους συνήθως 2 - 3 Γη μπηγμένους στο χώμα.

Για να αυξήσουμε την αποδοτικότητά τους τοποθετούμε πολλές φορές τρεις ή και περισσότερους σωλήνες που συνδέονται μεταξύ τους. Άλλος τρόπος τεχνητής γείωσης είναι η πλάκα. Αυτή συνήθως είναι ορειχάλκινη και έχει επιφάνεια 0,5 Επίσης για τεχνητή γείωση μπορούμε να χρησιμοποιήσουμε σύρμα ή ράβδο

χάλκινη ή από επιψευδαργυρωμένο χάλυβα τοποθετημένο οριζόντια μέσα στο έδαφος. Για να αυξήσουμε την απόδοση της γείωσης, σ αυτήν την τελευταία περίπτωση, κατασκευάζουμε πολλές φορές πλέγμα γείωσης. Πρέπει τέλος να σημειώσουμε ότι ο αγωγός που συνδέει τη γειωτέα συσκευή ή εξάρτημα με τον σωλήνα ύδρευσης ή το τεχνητό ηλεκτρόδιο πρέπει να είναι αρκετής διατομής

ώστε να μπορεί να μεταφέρει τις εντάσεις βραχυκύκλωσης, που πιθανόν να περάσουν μέσα από αυτόν χωρίς να υπερθερμανθεί. Επίσης για το τμήμα των αγωγών γείωσης που βρίσκεται μέσα στο χώμα πρέπει να πούμε ότι οι αγωγοί αυτοί πρέπει να έχουν αρκετή διατομή ώστε να μην διαβρωθούν γρήγορα. Συνήθως χρησιμοποιούνται χάλκινοι αγωγοί διατομής τουλάχιστον 35 mm. Τέλος σημειώνεται ότι καλό είναι οι αγωγοί γείωσης να είναι μονοκόμματοι. Δηλαδή να αποφεύγονται οι συνδέσεις γιατί αποτελούν ασθενή σημεία γειώσεων.

- Γείωση στο δίκτυο ύδρευσης.  
Το μεταλλικό δίκτυο ύδρευσης αποτελεί έναν πολύ καλό γειωτή. Όμως δεν είναι

διαθέσιμο επειδή τον τελευταίο καιρό άρχισε να γίνεται χρησιμοποίηση πλαστικών σωλήνων και επομένως είναι άχρηστο για γειωτής, αφού οι σωλήνες είναι μονωτικοί.

### 5.5.3 Αντίσταση γειώσεων. Βηματική τάση.

Το ηλεκτρόδιο γείωσης ή ο σωλήνας ύδρευσης παρουσιάζει μια αντίσταση ως προς οποιοδήποτε σημείο της γης που βρίσκεται σε μεγάλη απόσταση από τον σωλήνα ή τα ηλεκτρόδια.

Η αντίσταση αυτή λέγεται αντίσταση γείωσης και οφείλεται στην αντίσταση που παρουσιάζει το χώμα γύρω κυρίως από το ηλεκτρόδιο ή τον σωλήνα. Η αντίσταση γείωσης έχει μεγάλη σημασία στις ηλεκτρικές εγκαταστάσεις. Έτσι π.χ. όσο μεγαλύτερη είναι η αντίσταση γείωσης του ουδέτερου κόμβου ενός μετασχηματιστή, τόσο μικρότερη θα είναι η ένταση μονοφασικού (προς γη) βραχυκυκλώματος, γιατί η αντίσταση γείωσης παρεμβάλλεται στο κύκλωμα μέσα από το οποίο περνάει η ένταση του σφάλματος.

Επίσης όταν γειώνουμε ένα μεταλλικό περίβλημα μιας ηλεκτρικής συσκευής για λόγους ασφάλειας, η αντίσταση γείωσης πρέπει να έχει χαμηλή τιμή, διαφορετικά δεν προστατεύει τους ανθρώπους.

Η αντίσταση γείωσης εξαρτάται:

- από το είδος του ηλεκτροδίου (σωλήνας, κατακόρυφη ράβδος γείωσης, οριζόντιο σύρμα γείωσης, κλπ).
- από το βάθος που τοποθετούμε το ηλεκτρόδιο.
- από την ειδική αντίσταση του χώματος.

Πολλές φορές για να μειώσουμε την αντίσταση γείωσης τοποθετούμε πολλές ράβδους ή σύρματα γείωσης. Σ' αυτή την περίπτωση, αν η απόσταση μεταξύ των δυο ή περισσότερων γειώσεων είναι σημαντική, η αντίσταση γείωσης υπολογίζεται σαν οι δυο ή περισσότερες αντιστάσεις των διαφόρων ηλεκτροδίων να είναι παράλληλες. Αυτό βέβαια ισχύει αν οι αποστάσεις μεταξύ των ηλεκτροδίων είναι μεγάλες, π.χ. για κατακόρυφες ράβδους γείωσης 2 m να είναι τουλάχιστο 20 m. Διαφορετικά αν βάλουμε πολύ κοντά τα ηλεκτρόδια γείωσης θα έχουμε πολύ μικρή μείωση της αντίστασης. Πολλές φορές, είτε γιατί η ένταση του σφάλματος είναι πολύ μεγάλη, είτε γιατί δεν

μπορούμε να κατασκευάσουμε γείωση με μικρή αντίσταση, η τάση που παρουσιάζεται μεταξύ μεταλλικών περιβλημάτων και γης είναι επικίνδυνη. Στις περιπτώσεις αυτές, στην έκταση της γης που είναι δυνατόν να στέκεται ο άνθρωπος και να φθάνει ν' ακουμπά στο επικίνδυνο μεταλλικό περίβλημα, κατασκευάζεται ένα μεταλλικό πλέγμα που το συνδέετε με το περίβλημα. Σχηματίζεται έτσι στο τμήμα αυτό του εδάφους μια ισοδυναμική επιφάνεια, δηλαδή μια επιφάνεια που όλα τα σημεία της έχουν το ίδιο δυναμικό, που έχει το περίβλημα.

Έτσι η επαφή με το περίβλημα δεν δημιουργεί κανένα κίνδυνο. Το μεταλλικό πλέγμα κατασκευάζεται από αγωγούς χαλκού ή επιψευδαργυρωμένες λάμες χαλύβδινες. Μεταλλικά πλέγματα κατασκευάζονται για να αποφευχθεί και η λεγόμενη βηματική τάση. Όπως είπαμε παραπάνω η αντίσταση γείωσης οφείλεται κυρίως στην αντίσταση του χώματος που βρίσκεται γύρω από το ηλεκτρόδιο γείωσης. Έτσι μέσα σ' αυτή την αντίσταση έχουμε μια πτώση τάσης που συνολικά ισούται με την τάση γείωσης.

Η κατανομή αυτής της πτώσης τάσης πραγματοποιείται από το σημείο που είναι η ράβδος γείωσης μέχρι ένα πολύ απομακρυσμένο σημείο.

Έτσι σε μερικές περιπτώσεις όπως π.χ. σε Υ/Σ μέσης τάσης η τάση γείωσης μπορεί να είναι πολύ μεγάλη, π.χ. 3000 V.

Στην περίπτωση αυτή είναι δυνατόν σημεία που απέχουν μεταξύ τους να έχουν διαφορά δυναμικού (βηματική τάση) επικίνδυνη, π.χ. 1000 V.

### **Βηματική τάση.**

Η διαφορά δυναμικού που παρουσιάζεται μεταξύ 2 σημείων (1 m) της επιφάνειας του εδάφους λέγεται βηματική τάση, γιατί μπορεί ένας άνθρωπος που περπατάει (βηματίζει) εκεί, να βρεθεί σε αυτή την τάση.

Όταν έχουμε βηματική τάση επικίνδυνη εγκαθιστούμε ένα πλέγμα γείωσης και έτσι όπως είπαμε και παραπάνω Το έδαφος γίνεται ισοδυναμική επιφάνεια.

Σημειώνεται ότι η διαφορά δυναμικού αρχίζει να γίνεται επικίνδυνη για τον άνθρωπο όταν ξεπεράσει τα 50 V.

#### 5.5.4 Γείωση δικτύων και υποσταθμών Διανομής

### **Μέθοδοι γείωσης - προστασίας.**

Οι μέθοδοι γείωσης - προστασίας που εφαρμόζονται σαν γενικά μέτρα προστασίας είναι:

- Η ουδετέρωση. Στην ουδετέρωση ο αγωγός γείωσης των συσκευών συνδέεται (στο κιβώτιο μετρητή της ΔΕΗ) με τον ουδέτερο αγωγό του δικτύου ΧΤ και καταλήγει σε ηλεκτρόδιο γείωσης.
- Η άμεση γείωση. Στην άμεση γείωση ο αγωγός γείωσης των συσκευών καταλήγει σε ηλεκτρόδιο γείωσης, χωρίς να συνδέεται με τον ουδέτερο αγωγό του δικτύου ΧΤ.



## **Γείωση του ουδέτερου κόμβου στα δίκτυα ΜΤ.**

Οι μετασχηματιστές ΥΤ/ΜΤ που τροφοδοτούν τα δίκτυα διανομής με ΜΤ έχουν το δευτερεύον τους τυλίγμα συνδεδεμένο σε αστέρα και ο ουδέτερος κόμβος του συνδέεται με τη γη. Αγωγός ουδέτερου δεν τοποθετείται στα δίκτυα ΜΤ.

Η γείωση με τη γη δεν γίνεται απ' ευθείας αλλά παρεμβάλλεται μια αντίσταση. Η γείωση αυτή βοηθάει ώστε όταν γίνει ένα σφάλμα σ' ένα σημείο του δικτύου, τα όργανα προστασίας του δικτύου να το αντιληφθούν και να διακόψουν την τροφοδότηση της γραμμής.

Λαμβάνεται σαν μέγιστη τιμή επιτρεπόμενου ρεύματος σφάλματος προς γη τα 1000 Α. Οι τιμές των αντιστάσεων καθορίζονται 12 / για δίκτυο τάσεως 20 kV και 9 / για δίκτυο τάσεως 15 kV.

## **Γείωση του ουδέτερου κόμβου στα δίκτυα ΧΤ.**

Στα δίκτυα χαμηλής τάσης έχουμε και αγωγό ουδέτερου. Ο αγωγός αυτός συνδέεται με τον κόμβο του δευτερεύοντος των τυλιγμάτων των Μ/Σ διανομής. Τα δευτερεύοντα τυλίγματα των Μ/Σ διανομής έχουν σύνδεση αστέρα. Στη μέθοδο προστασίας "ουδετέρωση", ο αγωγός του ουδέτερου γειώνεται σε κάθε δεύτερο στύλο, στις διακλαδώσεις και στα τέρματα των γραμμών. Στην ουδετέρωση πετυχαίνουμε χαμηλή αντίσταση γείωσης και μπορεί ο ουδέτερος να χρησιμοποιηθεί από τους καταναλωτές και σαν αγωγός γειώσεως. Ο ουδέτερος αγωγός στη μέθοδο προστασίας "άμεση γείωση", γειώνεται σε λίγα σημεία (2-3) συνήθως στην αρχή στη μέση και στο τέλος του δικτύου.

## **Γείωση των μεταλλικών μερών.**

Όλα τα μεταλλικά μέρη των δικτύων και κυρίως των υποσταθμών καθώς και τα μεταλλικά περιβλήματα των συσκευών κατανάλωσης γειώνονται, ώστε το δυναμικό τους να είναι περίπου ίσο με το δυναμικό της γης και να μην είναι επικίνδυνα, σε περίπτωση διαρροής, για όσους τα αγγίζουν.

Η γείωση των μεταλλικών μερών σε έναν υποσταθμό περιλαμβάνει τη γείωση των μεταλλικών μερών της μέσης τάσης και της χαμηλής, που άλλοτε αποτελούν κοινή γείωση και άλλοτε ξεχωριστή. Το κριτήριο που καθορίζει την κοινή ή ξεχωριστή γείωση είναι η συνολική αντίσταση του ουδέτερου κόμβου.

## **Γείωση των αλεξικέραυνων.**

Τα αλεξικέραυνα γειώνονται για να μπορούν να διοχετεύουν τους κεραυνούς που πέφτουν επάνω στη γραμμή προς τη γη.

Τα αλεξικέραυνα τοποθετούνται στην πλευρά της ΜΤ. Σε κάθε θέση που είναι τοποθετημένα αλεξικέραυνα, χρησιμοποιούνται τρία, ένα για κάθε φάση. Κάθε αλεξικέραυνο είναι συνδεδεμένο από τη μια πλευρά του με τον αγωγό φάσης και από την άλλη πλευρά του με τον αγωγό γείωσης. Όταν ο αγωγός φάσης έχει την κανονική τάση λειτουργίας προς τη γη, το αλεξικέραυνο αποτελεί μόνωση και δεν υπάρχει καμιά διαρροή προς τη γη. Όταν

όμως η τάση γίνει μεγαλύτερη από ένα καθορισμένο όριο, το αλεξικέραυνο παύει να αποτελεί μόνωση και γίνεται αγωγίμο, επιτρέποντας έτσι στο συγκεντρωμένο ηλεκτρικό φορτίο που προκαλεί την υπέρταση, να διαφύγει προς τη γη. Έτσι εξαφανίζεται η υπέρταση και αποφεύγεται η βλάβη που θα μπορούσε να προκληθεί στους μετασχηματιστές ή σε άλλες εγκαταστάσεις. Ειδικότερα η λειτουργία των αλεξικέραυνων βασίζεται στην ειδική κατασκευή τους που σε γενικές γραμμές περιλαμβάνει δυο στοιχεία, το στοιχείο κενού και το στοιχείο βαλβίδας. Το στοιχείο κενού αποτελείται από μια σειρά διακένων που διασπώνται στις υπερτάσεις όχι όμως στην τάση λειτουργίας του δικτύου. Το στοιχείο βαλβίδας αποτελείται από σειρά μη γραμμικών αντιστάσεων (πλάκες) από θυρίτη, που εμφανίζουν μικρή αντίσταση στις υπερτάσεις και μεγάλη στο “ακόλουθο ρεύμα της βιομηχανικής συχνότητας των 50 Hz”, που ακολουθεί μια διάσπαση του αλεξικέραυνου. Έτσι περιορίζεται το “ακόλουθο ρεύμα” και διευκολύνεται το σβήσιμο του τόξου στα διάκενα.

## 5.6 ΣΤΥΛΟΙ - ΠΥΛΩΝΕΣ. ΑΝΤΗΡΙΔΕΣ - ΕΠΙΤΟΝΟΙ

Για τη στήριξη των αγωγών σε ένα εναέριο δίκτυο χρησιμοποιούνται:

- Ξύλινοι στύλοι ή από οπλισμένο σκυρόδεμα (μπετόν), για την Χ.Τ. και ΜΤ, (σπάνια χρησιμοποιούνται μεταλλικοί).
- Πυλώνες (χαλύβδινοι πύργοι) από γωνιακά ελάσματα για την Υψηλή και Υπερυψηλή τάση.

### 5.6.1 ΞΥΛΙΝΟΙ ΣΤΥΛΟΙ

Οι ξύλινοι στύλοι έχουν μικρή μηχανική αντοχή καθώς και μικρή διάρκεια ζωής, επειδή σαπίζουν κυρίως γύρω από την επιφάνεια επαφής τους με το έδαφος στο τμήμα θεμελίωσής τους.

Για την κατασκευή τους χρησιμοποιούνται κορμοί κωνοφόρων δέντρων. Η

διάρκεια ζωής τους εξαρτάται από τη ποιότητα της ξυλείας, την προέλευσή της, το έδαφος που θα τοποθετηθούν, καθώς και από τη κατεργασία τους.

Το μήκος τους είναι από 5 μέχρι 15 μέτρα και πακτώνονται κατά το 1/6 του μήκους των.

Τα πλεονεκτήματα των ξύλινων στύλων είναι:

- Έχουν μικρό κόστος.
- Είναι ελαφροί (εύκολη μεταφορά και τοποθέτηση)

Τα μειονεκτήματά τους είναι:

- Έχουν μικρή διάρκεια ζωής
- Έχουν μικρή μηχανική αντοχή
- Είναι αντιαισθητικοί για τοποθέτηση μέσα στις πόλεις.

### 5.6.2 ΣΤΥΛΟΙ ΑΠΟ ΟΠΛΙΣΜΕΝΟ ΣΚΥΡΟΔΕΜΑ

Κατασκευάζονται κυρίως με φυγοκέντριση. Μέσα σε ειδικό καλούπι τοποθετούνται ο σιδερένιος οπλισμός και το σκυρόδεμα και μετά αρχίζει η φυγοκέντριση του καλουπιού. Η ποιότητά τους είναι ελεγχόμενη και παρουσιάζουν μεγαλύτερη διάρκεια ζωής από τους ξύλινους. Μειονεκτούν στο ότι έχουν μεγαλύτερο βάρος από τους ξύλινους και παρουσιάζουν μεγαλύτερες δυσκολίες στη τοποθέτηση.

### 5.6.3 ΜΕΤΑΛΛΙΚΟΙ ΣΤΥΛΟΙ

Σήμερα χρησιμοποιούνται μόνο στις γραμμές των τρόλεϊ. Έχουν σχήμα κυλινδρικό ή πεντάγωνο. Πλεονεκτούν από τους προηγούμενους στη διάρκεια ζωής και στη εμφάνιση, αλλά μειονεκτούν στο κόστος που είναι ιδιαίτερα μεγαλύτερο.

### 5.6.4 ΠΥΛΩΝΕΣ

Στις γραμμές υψηλής και υπερυψηλής τάσης οι αγωγοί πρέπει να βρίσκονται σε μεγάλη μεταξύ τους απόσταση και σε πολύ μεγαλύτερη από τη γη, Επίσης για οικονομικούς λόγους τα ανοίγματα μεταξύ των σημείων στήριξης των αγωγών επιδιώκεται να είναι αρκετά μεγάλα. Έτσι η μόνη κατάλληλη λύση είναι η χρησιμοποίηση πυλώνων.

Οι πυλώνες είναι κατασκευασμένοι από γαλβανισμένα ελάσματα. Οι γραμμές μεταφοράς είναι τριών αγωγών (χωρίς ουδέτερο) και είναι απλού κυκλώματος με οριζόντια διάταξη των αγωγών ή διπλού κυκλώματος με κατακόρυφη διάταξη των αγωγών.

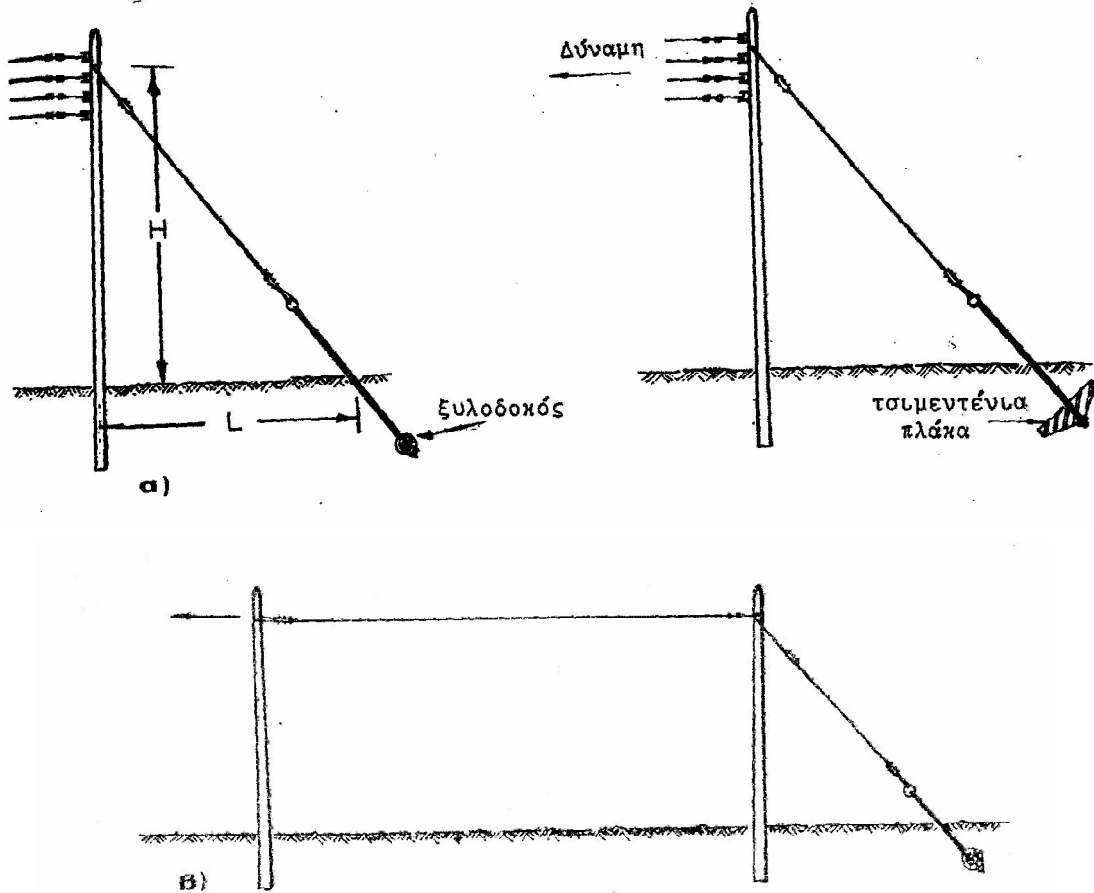
Στα παρακάτω σχήματα φαίνονται οι συνηθισμένοι τύποι πυλώνων που χρησιμοποιεί η ΔΕΗ.

Ε/66	Ε/150	Β/150	2Β/150	Β'Β'/400	2Β'Β'/400
αριθμός κυκλώματων	1	1	2	1	2
ελαφρού τύπου		βαρέος τύπου		βαρέος τύπου	
<p>1. Οι ονομαστικές τάσεις των γραμμών μεταφοράς είναι: 66KV, 150KV, 400KV.</p> <p>2. Οι γραμμές μεταφοράς είναι μονού ή διπλού κυκλώματος και χαρακτηρίζονται σαν ελαφρού τύπου, βαρέος και πολύ βαρέος τύπου.</p> <p style="text-align: right;">Μήκος μέχρι 31.12.88 σε Km</p>					
Ε/66 ελαφρού τύπου - μονού κυκλώματος				Ονομαστική τάση μεταβίβασης	66KV 171
Ε/150 " " " "				" " " "	150KV 3.204
Β/15 βαρέος " " " "				" " " "	150KV 1.136
2Β/150 " " διπλού " "				" " " "	150KV 2.061
Β'Β'/400 πολύ βαρ. " μονού " "				" " " "	400KV 64
2Β'Β'/400 " " διπλού " "				" " " "	400KV 627

Συνηθισμένοι τύποι πυλώνων που χρησιμοποιεί η ΔΕΗ.

### 5.6.5 ΕΠΙΤΟΝΟΙ — ΑΝΤΗΡΙΔΕΣ

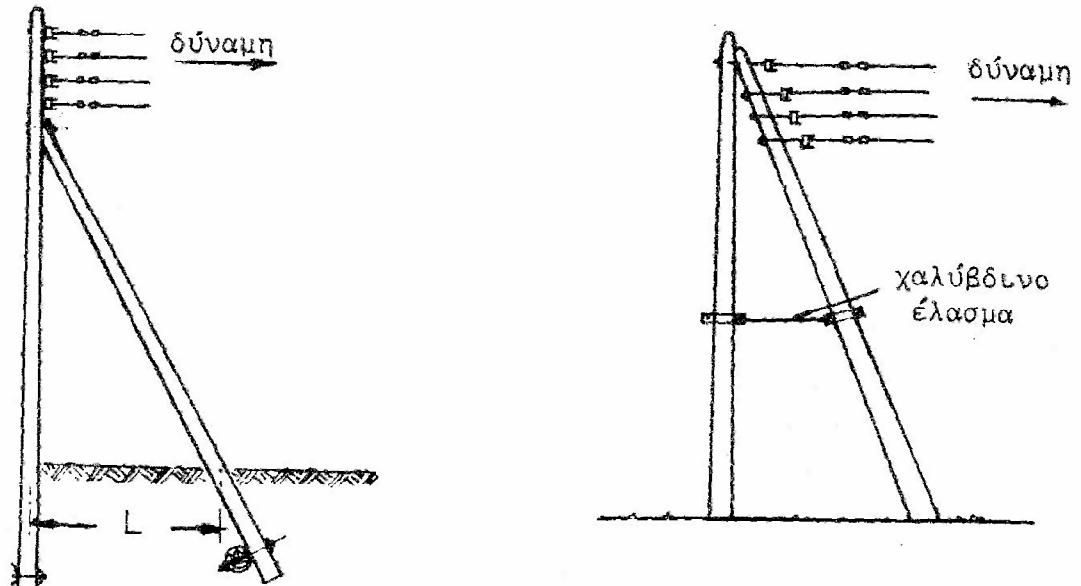
Στο τέλος μιας εναέριας γραμμής ή σε γωνίες του δικτύου τοποθετούνται επίτονοι ή αντηρίδες γιατί εκεί αναπτύσσονται μεγάλες δυνάμεις στους στύλους.



### Τρόποι τοποθέτησης επιτόνων

Οι επίτονοι είναι συρματόσχοινα που αγκυρώνονται είτε με ξυλοδοκό είτε με τσιμεντένια πλάκα. Τοποθετούνται πάντοτε εντατήρες ώστε το συρματόσχοινο να τανυστεί σωστά. Το συρματόσχοινο δένεται ψηλά στο στόλο. Όταν δεν υπάρχει αρκετός χώρος μπορούν να αγκυρωθούν και σε οικοδομές, όταν δεν μπορούμε να τοποθετήσουμε τον επίτονο κοντά αλλά μόνο σε μεγάλη απόσταση, βάζουμε επίτονο κεφαλής (Σχ. β).

Οι αντηρίδες είναι ξύλινοι στύλοι και τοποθετούνται με τέτοιο τρόπο, ώστε να στηρίζουν τους κύριους στύλους.



## 5.7 ΥΛΙΚΑ ΕΝΑΕΡΙΩΝ ΓΡΑΜΜΩΝ

### 5.7.1 ΜΟΝΩΤΗΡΕΣ

Οι μονωτήρες χρησιμεύουν για να στηρίζουν τους αγωγούς και να τους απομονώνουν ηλεκτρικά. Με τους μονωτήρες επίσης στηρίζουμε και απομονώνουμε διάφορες διατάξεις βοηθητικές των γραμμών π.χ. αποζεύκτες, διακόπτες κλπ.

Το υλικό που χρησιμοποιείται για την κατασκευή των μονωτήρων είναι η πορσελάνη και το γυαλί.

Η πορσελάνη είναι καλό διηλεκτρικό (μονωτικό), έχει καλή μηχανική αντοχή αλλά επειδή έχει πόρους κατεργάζεται επιφανειακά και γίνεται λεία και αδιαπέραστη από την υγρασία. Η πορσελάνη είναι κεραμικό υλικό και ψήνεται σε φούρνους.

Το γυαλί είναι καλύτερο διηλεκτρικό και έχει μεγαλύτερη μηχανική αντοχή σε θλίψη και ίση σε εφελκυσμό με τη πορσελάνη. Παρουσιάζει το μειονέκτημα του σχηματισμού υγρασίας στην επιφάνειά του. Επίσης είναι δύσκολη η κατασκευή μεγάλων μονωτήρων απ' αυτό.

Πλεονεκτήματα των μονωτήρων γυαλιού απέναντι στους μονωτήρες πορσελάνης :

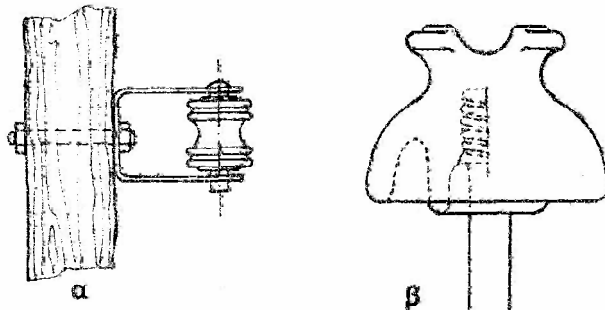
- Ελέγχονται ευκολότερα (φυσαλίδες - ομοιογένεια)
- Σε περίπτωση ηλεκτρικής εκκένωσης κομματιάζονται ενώ οι μονωτήρες πορσελάνης παθαίνουν μόνο ρωγμές (ευκολότερος εντοπισμός χαλασμένου μονωτήρα)
- Διαστέλλονται λιγότερο και ακτινοβολούν περισσότερη θερμότητα.

## ΜΟΝΩΤΗΡΕΣ ΧΑΜΗΛΗΣ ΤΑΣΗΣ

Είναι δύο τύπων:

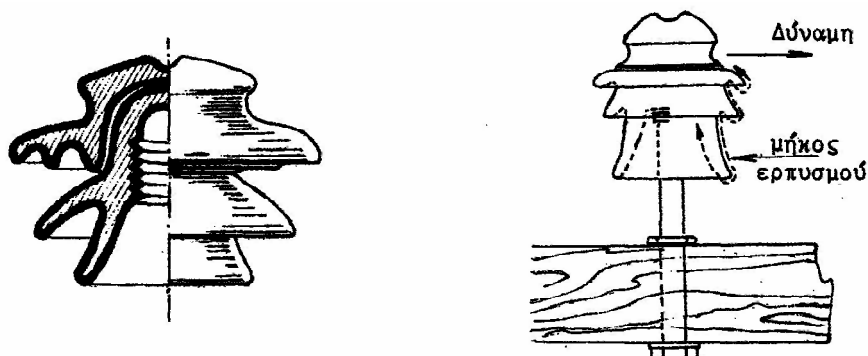
α) Κυλινδρικοί

β) Τύπου κώδωνα



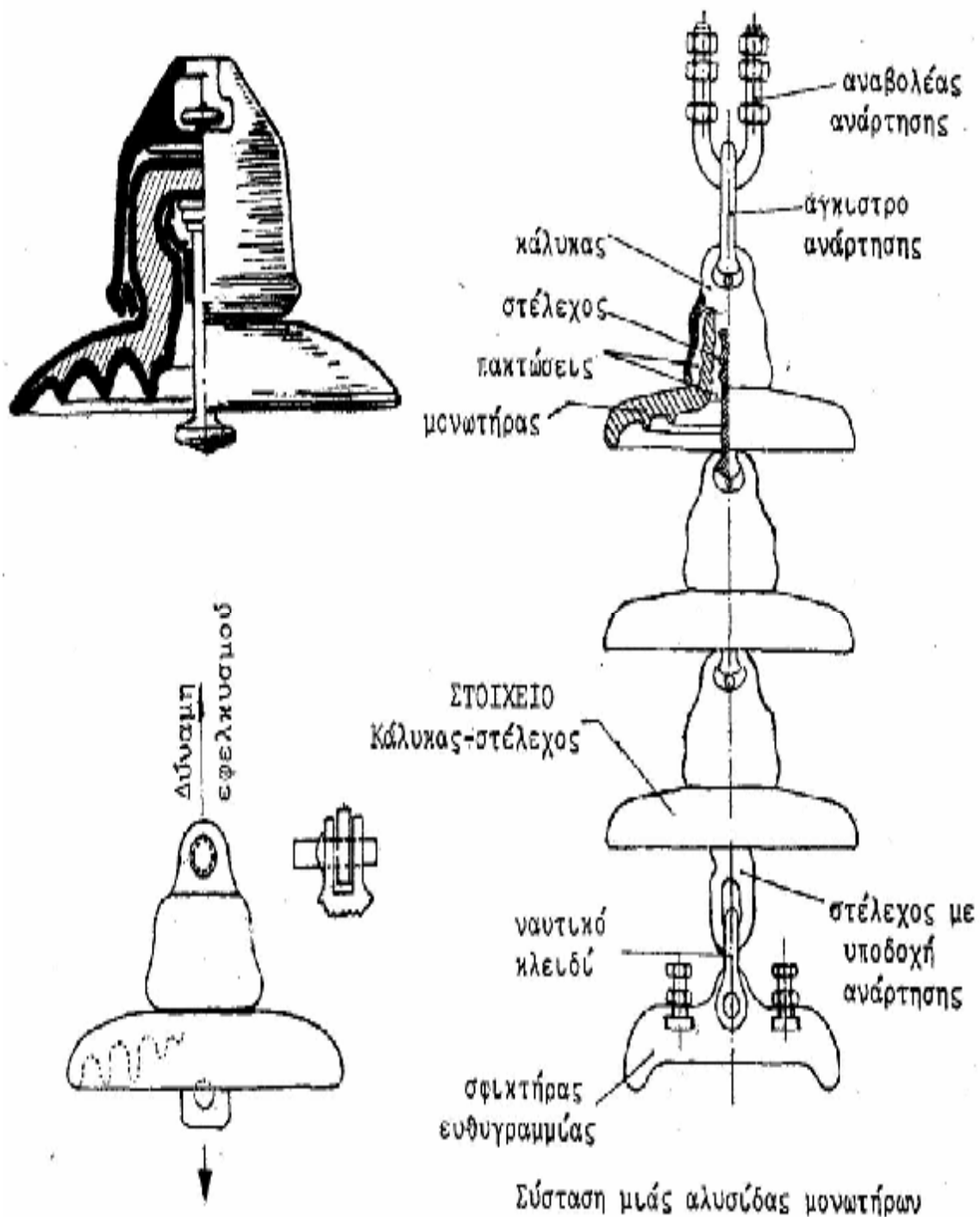
## 5.7.3 ΜΟΝΩΤΗΡΕΣ ΜΕΣΗΣ ΤΑΣΗΣ

Μέχρι τα 33 KV χρησιμοποιούνται μονωτήρες με ίσιο στέλεχος.



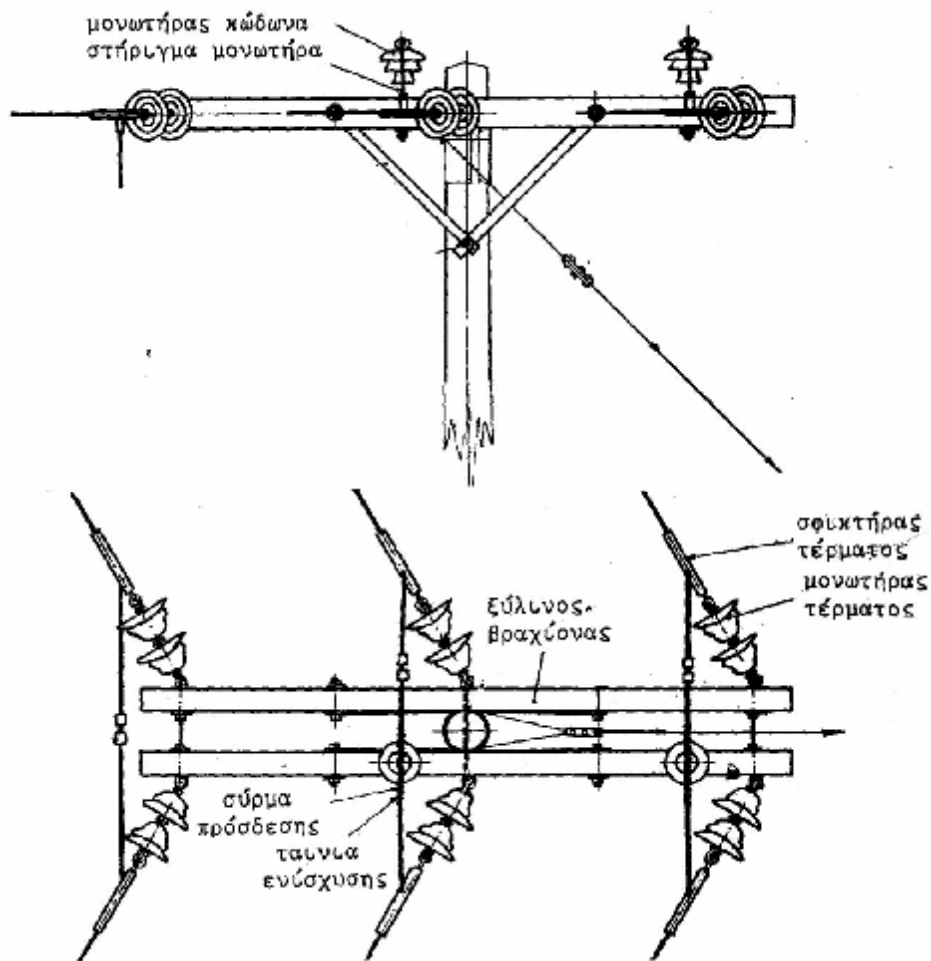
### 5.7.4 ΜΟΝΩΤΗΡΕΣ ΥΨΗΛΗΣ ΤΑΣΗΣ

Χρησιμοποιούνται αποκλειστικά μονωτήρες ανάρτησης.





Οι μονωτήρες ανάρτησης χρησιμοποιούνται και στη Μ.Τ. κυρίως στις γωνίες των γραμμών ή στα τέρματα.



**Γραμμή 15.000V. Κατασκευή για γωνίες μέχρι 45° (0 ριζόντια διάταξη)**

Οι μονωτήρες ανάρτησης αποτελούνται από δίσκους. Όσο μεγαλύτερη είναι η τάση, τόσο περισσότεροι δίσκοι αποτελούν ένα μονωτήρα ανάρτησης. Η σύνδεση των δίσκων για τη δημιουργία των μονωτήρων είναι εύκολη. Παρατηρούμε ότι κάθε δίσκος έχει τις κατάλληλες υποδοχές ώστε να συνδέεται ο ένας με τον άλλο και συγχρόνως να αναρτάται από το πυλώνα. Το άκρο του τελευταίου συνδέεται το εξάρτημα ανάρτησης του αγωγού.

## 5.7.5 ΕΞΑΡΤΗΜΑΤΑ ΣΥΝΔΕΣΗΣ ΑΓΩΓΩΝ

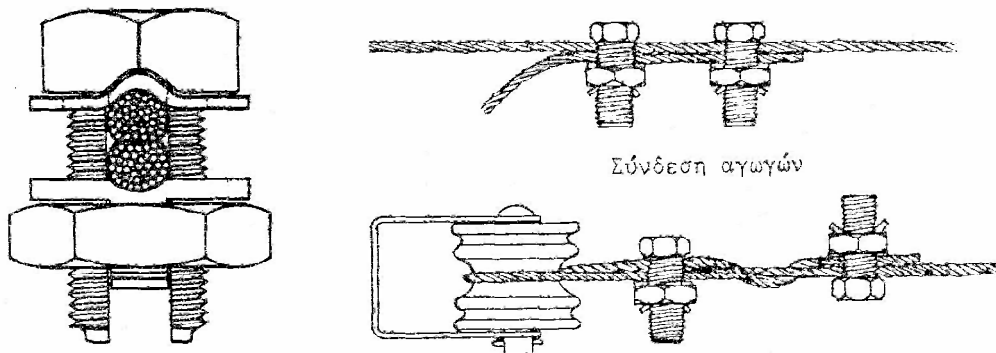
Για τη σύνδεση των αγωγών, μεταξύ τους ή με τα στηρίγματά τους (μονωτήρες)

υπάρχουν εξαρτήματα που τα κυριότερα είναι:

- Διάφοροι συνδετήρες, σφικτήρες και ενωτήρες που χρησιμεύουν για την ηλεκτρική ή μηχανική σύνδεση των αγωγών.
- Συνδετήρες είναι αυτοί που εξασφαλίζουν την ηλεκτρική σύνδεση των αγωγών.
- Σφικτήρες είναι αυτοί που εξασφαλίζουν τη μηχανική σύνδεση των αγωγών.
- Ενωτήρες είναι αυτοί που εξασφαλίζουν ταυτόχρονα την ηλεκτρική και την μηχανική σύνδεση.

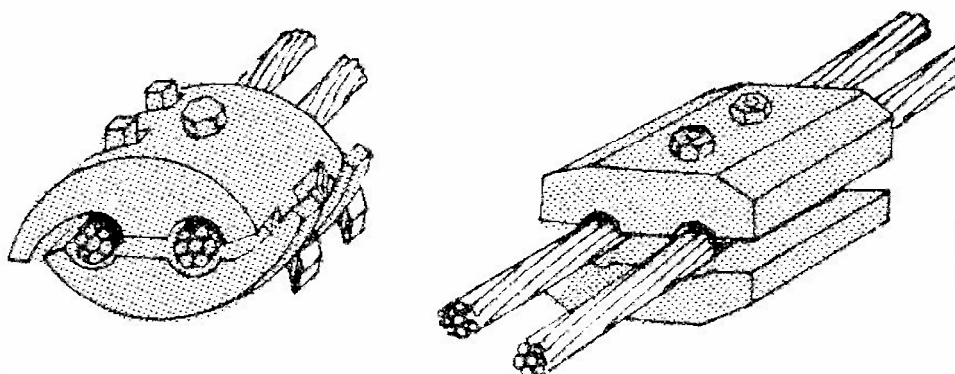
Για κάθε είδος αγωγού χρησιμοποιείται ο κατάλληλος σύνδεσμος.

Για τους χάλκινους αγωγούς:



**Χάλκινος κοχλιοσυνδετήρας με εγκοπή και συνδέσεις αγωγών**

Για τους αγωγούς αλουμινίου ή τους ACSR:

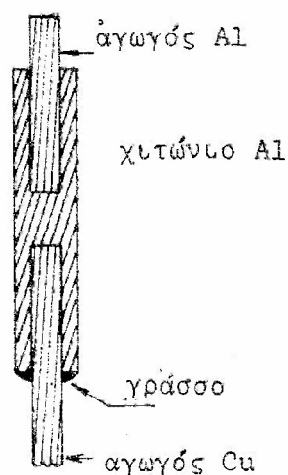


## Συνδετήρας Universal από αλουμίνιο και συνδετήρας με παράλληλα αυλάκια

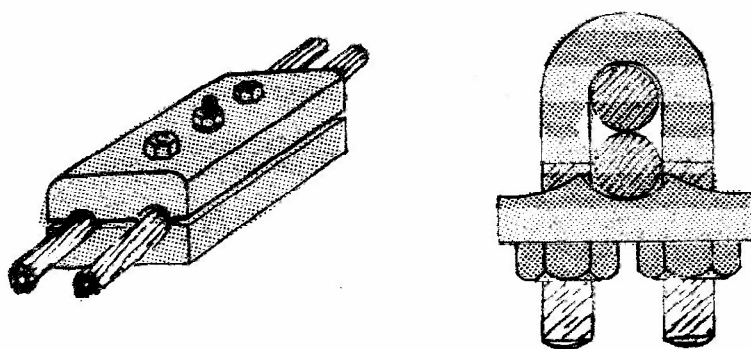
Σε περίπτωση που πρέπει να ενωθούν χάλκινοι αγωγοί με αγωγούς αλουμινίου, επειδή καταστρέφεται το αλουμίνιο γίνεται:

- Παρεμβολή μεταξύ τους άλλου μετάλλου
- Χρησιμοποιούνται διμεταλλικοί σωληνωτοί σύνδεσμοι

όπως φαίνεται παρακάτω:



Για τα συρματόσχοινα των επίτονων χρησιμοποιούνται οι παρακάτω σφικτήρες:



Τα συνηθέστερα είδη σφικτήρων για χαλύβδινους αγωγούς και σύρματα επίτονων.

## ΚΕΦΑΛΑΙΟ 6

### ΕΝΑΛΛΑΚΤΙΚΕΣ ΜΟΡΦΕΣ ΕΝΕΡΓΕΙΑΣ ΚΑΙ ΖΕΥΞΗ ΜΕ ΤΑ ΥΠΑΡΧΟΝΤΑ ΔΙΚΤΥΑ

#### ΑΝΑΝΕΩΣΙΜΕΣ ΠΗΓΕΣ ΕΝΕΡΓΕΙΑΣ (ΑΠΕ)

Ο όρος «Ανανεώσιμες Πηγές Ενέργειας» (ΑΠΕ), σημαίνει τις μη ορυκτές ανανεώσιμες πηγές ενέργειας όπως:

- Αιολική
- Ηλιακή
- Γεωθερμική
- Ενέργεια κυμάτων
- Παλιρροϊκή
- Υδροηλεκτρική
- Από βιομάζα
- Από αέρια εκλυόμενα από χώρους υγειονομικής ταφής
- Από αέρια εκλυόμενα από εγκαταστάσεις βιολογικού καθαρισμού
- Από βιοαέρια

Οι Ανανεώσιμες Πηγές Ενέργειας έχουν αναγνωριστεί διεθνώς ως σημαντικό μέσο για την προώθηση βιώσιμης και αειφόρου ανάπτυξης, για την προστασία του φυσικού περιβάλλοντος, για μείωση των εκπομπών αερίων του θερμοκηπίου αλλά ταυτόχρονα και ως μέσο για ανεξαρτητοποίηση από τα ορυκτά καύσιμα.

Μέχρι σήμερα φαίνεται ότι υπάρχει μεγάλο ενδιαφέρον από εταιρείες για ανάπτυξη στον τομέα των ΑΠΕ και ειδικότερα για ανέγερση αιολικών πάρκων. Λόγω του ενδιαφέροντος αυτού διεξάγονται πολλές μελέτες που αφορούν στην αξιοπιστία, την ασφάλεια και ευστάθεια του συστήματος.

## 6.2. ΣΗΜΑΣΙΑ ΤΩΝ ΑΝΑΝΕΩΣΗΜΝΩΝ ΠΗΓΩΝ ΕΝΕΡΓΕΙΑΣ

- Είναι πρακτικά ανεξάντλητες πηγές ενέργειας και συμβάλλουν στη μείωση της εξάρτησης από συμβατικούς ενεργειακούς πόρους.
- Απαντούν στο ενεργειακό πρόβλημα για τη σταθεροποίηση των εκπομπών διοξειδίου του άνθρακα και των υπόλοιπων αερίων του θερμοκηπίου. Επιπλέον, υποκαθιστώντας τους σταθμούς παραγωγής ενέργειας από συμβατικές πηγές οδηγούν σε ελάττωση εκπομπών από άλλους ρυπαντές π.χ. οξειδία θείου και αζώτου που προκαλούν την όξινη βροχή.
- Είναι ενγύριες πηγές ενέργειας και συνεισφέρουν στην ενίσχυση της ενεργειακής ανεξαρτησίας και της ασφάλειας του ενεργειακού εφοδιασμού σε εθνικό επίπεδο.
- Είναι διάσπαρτες γεωγραφικά και οδηγούν στην αποκέντρωση του ενεργειακού συστήματος, δίνοντας τη δυνατότητα κάλυψης των ενεργειακών αναγκών σε τοπικό και περιφερειακό επίπεδο, ανακουφίζοντας έτσι τα συστήματα υποδομής και μειώνοντας τις απώλειες από τη μεταφορά ενέργειας.
- Προσφέρουν τη δυνατότητα ορθολογικής αξιοποίησης των ενεργειακών πόρων, καλύπτοντας ένα ευρύ φάσμα των ενεργειακών αναγκών των χρηστών (π.χ. ηλιακή ενέργεια για θερμότητα χαμηλών θερμοκρασιών, αιολική ενέργεια για ηλεκτροπαραγωγή).
- Έχουν συνήθως χαμηλό λειτουργικό κόστος που δεν επηρεάζεται από τις διακυμάνσεις της διεθνούς οικονομίας και ειδικότερα των τιμών των συμβατικών καυσίμων.
- Οι επενδύσεις των ΑΠΕ δημιουργούν σημαντικό αριθμό νέων θέσεων εργασίας, ιδιαίτερα σε τοπικό επίπεδο.
- Μπορούν να αποτελέσουν σε πολλές περιπτώσεις πυρήνα για την αναζωογόνηση οικονομικά και κοινωνικά υποβαθμισμένων περιοχών και πόλο για την τοπική ανάπτυξη, με την προώθηση ανάλογων επενδύσεων (π.χ. καλλιέργειες θερμοκηπίου με τη χρήση γεωθερμικής ενέργειας).

**ΣΥΓΚΡΙΤΙΚΟΣ ΠΙΝΑΚΑΣ ΑΝΑΝΕΩΣΙΜΩΝ-ΣΥΜΒΑΤΙΚΩΝ ΜΟΡΦΩΝ ΕΝΕΡΓΕΙΑΣ:**

	Ανανεώσιμες πηγές	Συμβατικές πηγές
Παραδείγματα	Αιολική, ηλιακή, βιομάζα, παλιφροιακή	Άνθρακας, πετρέλαιο, φυσικό αέριο
Πηγή	Φυσικό τοπικό περιβάλλον	Συγκεντρωμένα αποθέματα
Κατάσταση	Ενεργειακό ρεύμα. Πρόσοδος	Στατικό ενεργειακό απόθεμα. - Κεφάλαιο
Αρχική ένταση	Μικρή ένταση, διασπορά: $\sim 300 \text{ W m}^{-2}$	Αποδέσμευση $\sim 100 \text{ kW m}^{-2}$ ή και περισσότερο
Χρόνος ζωής	Άπειρος	Περιορισμένος
Κόστος πηγής	Μηδενικό	Υψηλό με αυξανόμενη τάση, $> 0.1\text{€}$ ανά kWh
Κόστος εξοπλισμού	Υψηλό, $\sim 2000\text{€}$ ανά kW	Μέτριο, $\sim 500\text{€}$ ανά kW
Μεταβλητότητα	Μεταβαλλόμενες	Σταθερές
Έλεγχος	Προώθηση - διαδοχικές αλλαγές φορτίου	Ανάδραση - αυξομείωση της πηγής
Χώρος / Χρήση	Τοπική χρήση – Τοπικές κοινωνίες	Γενική χρήση – Διεθνής διάσταση
Γενικό πλαίσιο	Υπαιθρος - αποκεντρωμένη παραγωγή	Αστικό περιβάλλον, συγκεντρωμένη παραγωγή
Εξάρτηση	Συστήματα αυτοεξυπηρετούμενα	Συστήματα εξαρτώμενα από εξωτερικούς παράγοντες
Ασφάλεια	Τοπικοί κίνδυνοι κατά την λειτουργία – γενικά ακίνδυνες όταν δεν λειτουργούν	Οι κίνδυνοι ελαχιστοποιούνται με την προστασία των καυσίμων υλικών – υψηλή επικινδυνότητα σε περιπτώσεις σφραγμάτων
Μόλυνση – περιβαλλοντικές επιπτώσεις	Συνήθως μικρές κίνδυνοι από: εκτεταμένη καύση ξύλου διάβρωση εδάφους από χρήση γεωθερμικών πεδίων μεγάλες δεξαμενές ύδατος	Ρύπανση αέρα και υδάτων Μόνιμες βλάβες από εξορύξεις Αποδάσωση και οικολογικές βλάβες λόγω αέριας ρύπανσης
Αισθητική	Σημαντικές τοπικές διαταραχές, οι οποίες είναι συνήθως αποδεκτές	Μικρές μονάδες είναι συνήθως αποδεκτές. Εκτεταμένες μονάδες και δίκτυα διανομής προκαλούν αισθητικά

### 6.3 ΤΡΟΠΟΙ ΠΑΡΑΓΩΓΗΣ ΗΛΕΚΤΡΙΚΗΣ ΕΝΕΡΓΕΙΑΣ ΑΠΟ Α.Π.Ε.

Παρακάτω αναλύεται συνοπτικά ο τρόπος παραγωγής ηλεκτρικής ενέργειας με τρεις από τις βασικότερες εναλλακτικές πηγές:

Παραγωγή ηλεκτρικής ενέργειας από την ηλιακή

Η ηλιακή ενέργεια μπορεί να χρησιμοποιηθεί για παραγωγή ηλεκτρικής ενέργειας με δύο τρόπους:

- **Θερμικά συστήματα συλλογής**

Στα συστήματα αυτά η ηλιακή ενέργεια χρησιμοποιείται για την εξάτμιση ενός υγρού όπως είναι το νερό. Όμως οι προοπτικές για αυτό τον τρόπο εκμετάλλευσης της ηλιακής ενέργειας είναι ελάχιστες.

- **Άμεση παραγωγή με φωτοβολταϊκά κύτταρα**

Τα φωτοβολταϊκά κύτταρα ή στοιχεία είναι συσσωρευτές ξηράς φόρτισης, που όταν εκτεθούν στο ηλιακό φως εμφανίζεται σ' αυτά διαφορά δυναμικού.

#### **Φωτοβολταϊκή αρχή:**

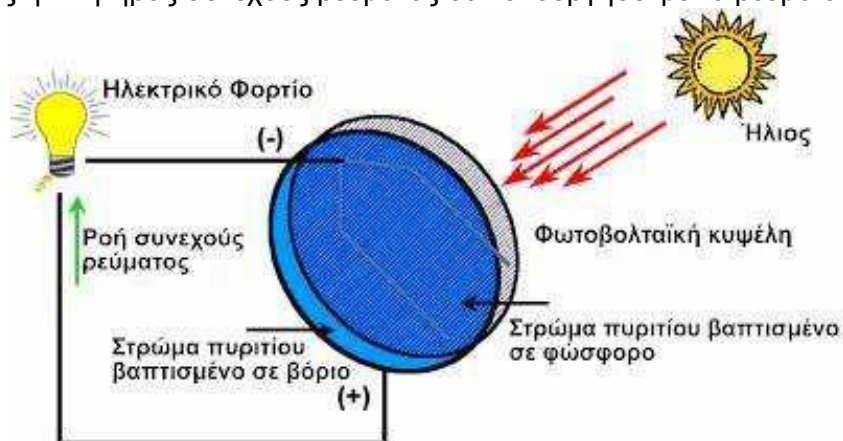
Τα ηλιακά κύτταρα αποτελούνται από δύο πολύ λεπτά στρώματα ημιαγωγού 200 ως 400 μικρά (1 μικρό= 1μ.= 10<sup>-6</sup> m). Το υλικό του ημιαγωγού συνήθως είναι το πυρίτιο.

Τα στρώματα αναμιγνύονται με άλλα στοιχεία για να δώσουν στο ένα αρνητική ηλεκτρική πόλωση (πλεόνασμα ηλεκτρονίων) και στο άλλο στρώμα θετική πόλωση

(έλλειμμα ηλεκτρονίων). Τα άκρα του εξωτερικού κυκλώματος συνδέονται με το εμπρός και πίσω μέρος του κυττάρου.

Όταν η ηλιακή ενέργεια με τη μορφή φωτονίων φτάσει στην ένωση των δύο στρωμάτων έχουμε σαν αποτέλεσμα την ανάπτυξη στα άκρα του φωτοηλεκτρικού στοιχείου μιας διαφοράς δυναμικού.

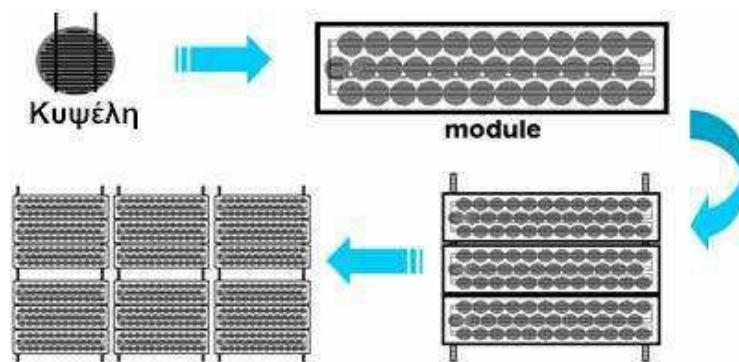
Αυτό προκαλεί ένα ρεύμα που μπορεί μέσω του εξωτερικού κυκλώματος να επιστρέψει στην άλλη πλευρά της ένωσης. Αν ένα φορτίο τοποθετηθεί στο κύκλωμα π.χ. ένας λαμπτήρας ή κινητήρας συνεχούς ρεύματος θα λειτουργήσει με το ρεύμα αυτό.



## Φωτοβολταϊκή κυψέλη

Ένα στρογγυλό κύτταρο π.χ. 100 mm αποδίδει 1W κατά το μεσημέρι με τάση μικρότερη από 0,5 V. Συνήθως τα κύτταρα είναι σε σφραγισμένα αυτόνομα (modules)

και μπορούν να φορτίζουν συσσωρευτές 6 ή 12 V. Τα συστήματα αυτά συνδέονται σε σειρά ή παράλληλα ή και σε μικτή συνδεσμολογία ανάλογα με τις ανάγκες τάσης και ισχύος .

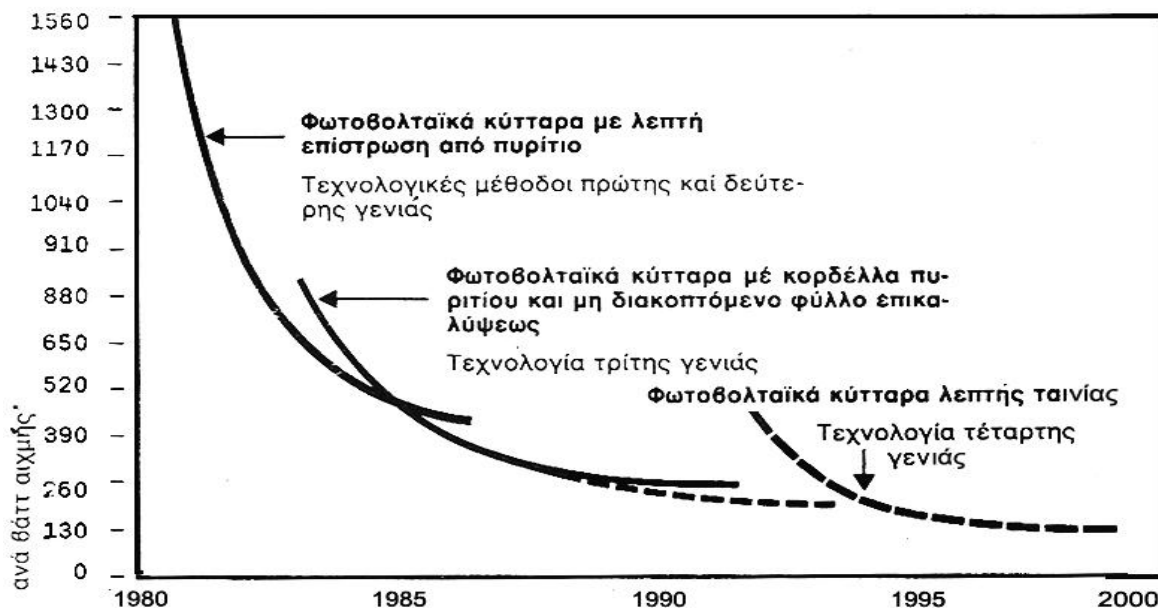


Φωτοβολταϊκές κυψέλες, modules, panels και συστοιχίες

Συστήματα με φωτοβολταϊκά κύτταρα χρησιμοποιούνται στους δορυφόρους,

απομακρυσμένους σταθμούς τηλεπικοινωνιών, φωτοσημάνσεις κλπ. Έχουν το πλεονέκτημα ότι δεν χρειάζονται συντήρηση. Το μεγάλο πρόβλημα είναι το κόστος των φωτοβολταϊκών κυττάρων. Οι προβλέψεις κόστους φαίνονται στο παρακάτω διάγραμμα:

Προβλεπόμενοι στόχοι κόστους για τα φωτοβολταϊκά κύτταρα





Το φωτοβολταϊκό στοιχείο είναι συνήθως τετράγωνο, με πλευρά 120-160mm.

Δυο τύποι πυριτίου χρησιμοποιούνται για την δημιουργία φωτοβολταϊκών στοιχείων: το

άμορφο και το κρυσταλλικό πυρίτιο, ενώ το κρυσταλλικό πυρίτιο διακρίνεται σε

μονοκρυσταλλικό ή πολυκρυσταλλικό. Το άμορφο και το κρυσταλλικό πυρίτιο παρουσιάζουν τόσο πλεονεκτήματα, όσο και μειονεκτήματα, και κατά τη μελέτη του φωτοβολταϊκού συστήματος γίνεται η αξιολόγηση των ειδικών συνθηκών της εφαρμογής

(κατεύθυνση και διάρκεια της ηλιοφάνειας, τυχόν σκιάσεις κλπ.) ώστε να επιλεγεί η κατάλληλη τεχνολογία.

Στο εμπόριο διατίθενται φωτοβολταϊκά πάνελ – τα οποία είναι πολλά φωτοβολταϊκά στοιχεία συνδεδεμένα μεταξύ τους, επικαλυμμένα με ειδικές μεμβράνες και

εγκιβωτισμένα σε γυαλί με πλαίσιο από αλουμίνιο – σε διάφορες τιμές ονομαστικής ισχύος, ανάλογα με την τεχνολογία και τον αριθμό των φωτοβολταϊκών κυψελών που τα αποτελούν. Έτσι, ένα πάνελ 36 κυψελών μπορεί να έχει ονομαστική ισχύ 70-85 W, ενώ μεγαλύτερα πάνελ μπορεί να φτάσουν και τα 200 W ή και παραπάνω.

Η κατασκευή μιας γεννήτριας κρυσταλλικού πυριτίου μπορεί να γίνει και από ερασιτέχνες, μετά από την προμήθεια των στοιχείων. Το κόστος είναι απίθανο να είναι χαμηλότερο από την αγορά έτοιμης γεννήτριας, καθώς η προμήθεια ποιοτικών στοιχείων είναι πολύ δύσκολη. Εκτός από το πυρίτιο χρησιμοποιούνται και άλλα υλικά για την κατασκευή των φωτοβολταϊκών στοιχείων, όπως το Κάδμιο - Τελλούριο (CdTe)

και ο ινδοδισεληνιούχος χαλκός. Σε αυτές τις κατασκευές, η μορφή του στοιχείου διαφέρει σημαντικά από αυτή του κρυσταλλικού πυριτίου, και έχει συνήθως τη μορφή λωρίδας πλάτους μερικών χιλιοστών και μήκους αρκετών εκατοστών. Τα πάνελ συνδέονται μεταξύ τους και δημιουργούν τη φωτοβολταϊκή συστοιχία, η οποία μπορεί να περιλαμβάνει από 2 έως και αρκετές εκατοντάδες φωτοβολταϊκές γεννήτριες.

Η ηλεκτρική ενέργεια που παράγεται από μια Φ/Β συστοιχία είναι συνεχούς ρεύματος (DC), και για το λόγο αυτό οι πρώτες χρήσεις των φωτοβολταϊκών αφορούσαν εφαρμογές DC τάσης: κλασικά παραδείγματα είναι ο υπολογιστής τσέπης

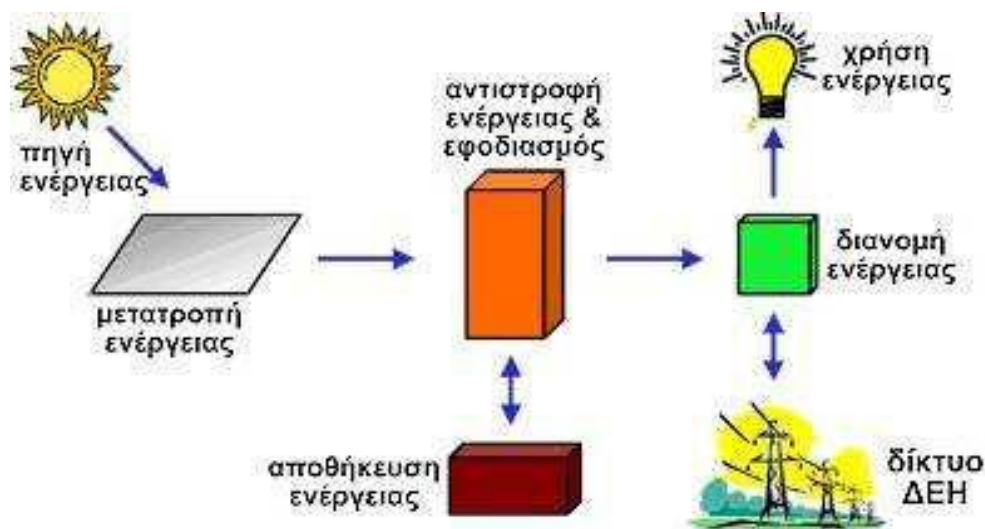
(« κομπιουτεράκι») και οι δορυφόροι. Με την προοδευτική αύξηση όμως του βαθμού απόδοσης, δημιουργήθηκαν ειδικές συσκευές – οι αναστροφείς (inverters) - που σκοπό έχουν να μετατρέψουν την έξοδο συνεχούς τάσης της Φ/Β συστοιχίας σε εναλλασσόμενη τάση. Με τον τρόπο αυτό, το Φ/Β σύστημα είναι σε θέση να τροφοδοτήσει μια σύγχρονη εγκατάσταση (κατοικία, θερμοκήπιο, μονάδα παραγωγής κλπ.) που χρησιμοποιεί κατά κανόνα συσκευές εναλλασσόμενου ρεύματος(AC).

Με απλά λόγια, τα φωτοβολταϊκά συστήματα είναι παρόμοια με οποιαδήποτε άλλα συστήματα παραγωγής ενέργειας, απλά ο εξοπλισμός διαφέρει. /στόσο, οι αρχές λειτουργίας και διασύνδεσης με άλλα ηλεκτρικά συστήματα παραμένουν οι ίδιες.

Παρόλο που μια μονάδα PV παράγει ρεύμα όταν εκτίθεται σε ηλιακό φως, μια σειρά από άλλα στοιχεία είναι απαραίτητα ώστε να γίνουν σωστά ο έλεγχος, η μετατροπή, η διανομή και η αποθήκευση της ενέργειας που παράγεται από τη μονάδα. Αναλόγως με τις λειτουργικές απαιτήσεις του συστήματος, τα απαραίτητα συστατικά του μπορεί να εριέχουν μετατροπείς DC-AC (συνεχούς/εναλλασσόμενου), συστοιχία μπαταριών,

ρυθμιστές συστήματος και μπαταρίας, βοηθητικές πηγές ενέργειας Κ.Ο.

Επιπλέον μπορεί να είναι απαραίτητες μονάδες για την ασφάλεια του συστήματος όπως ειδική καλωδίωση, προστασία από υπερβολική τάση και άλλος εξοπλισμός επεξεργασίας ρεύματος. Το σχήμα 3 δείχνει ένα βασικό διάγραμμα ενός φωτοβολταϊκού συστήματος και τη σχέση των ξεχωριστών μονάδων.



Τα κυριότερα μέρη ενός Φωτοβολταϊκού συστήματος.

## Πλεονεκτήματα / Μειονεκτήματα

Τα φωτοβολταϊκά συστήματα έχουν τα εξής πλεονεκτήματα:

- Τεχνολογία φιλική στο περιβάλλον: δεν προκαλούνται ρύποι από την παραγωγή ηλεκτρικής ενέργειας
- Η ηλιακή ενέργεια είναι ανεξάντλητη ενεργειακή πηγή, διατίθεται παντού και δεν στοιχίζει απολύτως τίποτα
- Με την κατάλληλη γεωγραφική κατανομή, κοντά στους αντίστοιχους καταναλωτές ενέργειας, τα Φ/Β συστήματα μπορούν να εγκατασταθούν χωρίς να απαιτείται ενίσχυση του δικτύου διανομής
- Η λειτουργία του συστήματος είναι ολοσχερώς αθόρυβη
- Έχουν σχεδόν μηδενικές απαιτήσεις συντήρησης

- Έχουν μεγάλη διάρκεια ζωής: οι κατασκευαστές εγγυώνται τα « κρύσταλλα» για 20-30 χρόνια λειτουργίας
- Υπάρχει πάντα η δυνατότητα μελλοντικής επέκτασης, ώστε να ανταποκρίνονται στις αυξανόμενες ανάγκες των χρηστών
- Μπορούν να εγκατασταθούν πάνω σε ήδη υπάρχουσες κατασκευές, όπως είναι π.χ. η στέγη ενός σπιτιού ή η πρόσοψη ενός κτιρίου,
- Διαθέτουν ευελιξία στις εφαρμογές: τα Φ/Β συστήματα λειτουργούν άριστα τόσο ως αυτόνομα συστήματα, όσο και ως αυτόνομα υβριδικά συστήματα όταν συνδυάζονται με άλλες πηγές ενέργειας (συμβατικές ή ανανεώσιμες) και συσσωρευτές για την αποθήκευση της παραγόμενης ενέργειας. Επιπλέον, ένα μεγάλο πλεονέκτημα του Φ/Β συστήματος είναι ότι μπορεί να διασυνδεθεί με το δίκτυο ηλεκτροδότησης (διασυνδεδεμένο σύστημα), καταργώντας με τον τρόπο αυτό την ανάγκη για εφεδρεία και δίνοντας επιπλέον τη δυνατότητα στον χρήστη να πωλήσει τυχόν πλεονάζουσα ενέργεια στον διαχειριστή του ηλεκτρικού δικτύου, όπως ήδη γίνεται στο Φράιμπουργκ της Γερμανίας.

Ως μειονέκτημα θα μπορούσε να καταλογίσει κανείς στα φωτοβολταϊκά συστήματα το κόστος τους, το οποίο, παρά τις τεχνολογικές εξελίξεις παραμένει ακόμη αρκετά υψηλό. Μια γενική ενδεικτική τιμή είναι 6000 ευρώ ανά εγκατεστημένο κιλοβάτ (kW) ηλεκτρικής ισχύος. Λαμβάνοντας υπόψη ότι μια τυπική οικιακή κατανάλωση απαιτεί από 1,5 έως 3,5 κιλοβάτ, το κόστος της εγκατάστασης δεν είναι αμελητέο.

Το ποσό αυτό, ωστόσο, μπορεί να αποσβεστεί σε περίπου 5-6 χρόνια και το Φ/Β σύστημα θα συνεχίσει να παράγει δωρεάν ενέργεια για τουλάχιστον άλλα 25 χρόνια.

Ωστόσο, τα πλεονεκτήματα είναι πολλά, και το ευρύ κοινό έχει αρχίσει να στρέφεται όλο και πιο πολύ στις ανανεώσιμες πηγές ενέργειας και στα φωτοβολταϊκά ειδικότερα, για την κάλυψη ή την συμπλήρωση των ενεργειακών του αναγκών.

Τέλος πρέπει να αναφέρουμε ότι η ηλιακή ενέργεια που πέφτει στην επιφάνεια της γης είναι 15.000 φορές μεγαλύτερη από τις ενεργειακές ανάγκες, είναι όμως διάσπαρτη και με χαμηλή ένταση.

Παραγωγή ηλεκτρικής ενέργειας από την αιολική (από τους ανέμους)

Η ενέργεια που παράγεται από τις ανεμοκίνητες μηχανές μπορεί να θεωρηθεί σαν ηλιακή γιατί οι άνεμοι προκαλούνται από την άνιση ηλιακή θερμότητα των επιφανειών της γης.

Η αρχή λειτουργίας είναι ίδια για όλες τις ανεμοκίνητες μηχανές: Ένας περιστρεφόμενος συλλέκτης μετατρέπει την αιολική ενέργεια σε μηχανική (περιστροφική κίνηση). Η μηχανική ενέργεια μπορεί να μετατραπεί σε ηλεκτρική με μια γεννήτρια ή να κινεί μια υδραντλία κλπ.



### **Παράδειγμα ανεμογεννήτριας οριζοντίου άξονα 3 πτερυγίων**

Η σημερινή τεχνολογία βασίζεται σε ανεμογεννήτριες οριζοντίου άξονα 2 ή 3 πτερυγίων, με αποδιδόμενη ηλεκτρική ισχύ 200 – 400kW. Όταν εντοπιστεί μια ανεμώδης περιοχή – και εφόσον βέβαια έχουν προηγηθεί οι απαραίτητες μετρήσεις και μελέτες – για την αξιοποίηση του αιολικού της δυναμικού τοποθετούνται μερικές δεκάδες ανεμογεννήτριες, οι οποίες απαρτίζουν ένα « αιολικό πάρκο».

Στην Ελλάδα, μια χώρα με μεγάλη ακτογραμμή και τεράστιο πλήθος νησιών, οι ισχυροί άνεμοι που πνέουν κυρίως στις νησιωτικές και παράλιες περιοχές προσδίδουν ιδιαίτερη σημασία στην ανάπτυξη της αιολικής ενέργειας στη χώρα. Το εκμεταλλεύσιμο αιολικό δυναμικό εκτιμάται ότι αντιπροσωπεύει το 13,6% του συνόλου των ηλεκτρικών αναγκών της χώρας.

Ενέργειες για την ανάπτυξη της αιολικής ενέργειας έχουν γίνει σε ολόκληρη τη χώρα, ενώ στο γεγονός αυτό έχει συμβάλει και η πολιτική της Ευρωπαϊκής Ένωσης για τις ΑΠΕ, η οποία ενθαρρύνει και επιδοτεί επενδύσεις στις ήπιες μορφές ενέργειας. Αλλά και σε εθνική κλίμακα, ο νέος αναπτυξιακός νόμος 3299/04, σε συνδυασμό με το νόμο για της ανανεώσιμες πηγές ενέργειας 3468/06, παρέχει ισχυρότητα κίνητρα ακόμα και για επενδύσεις μικρής κλίμακας.

Η περιφέρεια της Δυτικής Ελλάδας αν και έχει μικρότερο αιολικό δυναμικό σε σύγκριση με άλλες περιοχές, διαθέτει ένα ισχυρό ηλεκτρικό δίκτυο και το γεγονός αυτό σε συνδυασμό με την ύπαρξη ανεμωδών « νησίδων» ( λόφοι, υψώματα κλπ. με εκμεταλλεύσιμο αιολικό δυναμικό) την καθιστούν ενδιαφέρουσα για την ανάπτυξη αιολικών πάρκων.

Αιολικά πάρκα υπάρχουν και σε πλήθος νησιών, όπως το Αιολικό Πάρκο

« Μανολάτη - Ξερολίμπα» του . . Διλινάτων Δήμου Αργοστολίου στην Κεφαλονιά. Στο ίδιο νησί έχει ήδη δρομολογηθεί η δημιουργία δυο ακόμη αιολικών πάρκων, στα πλαίσια του μελλοντικού σχεδιασμού ΑΠΕ στο Νομό Κεφαλληνίας: το Αιολικό Πάρκο στο όρος

"Αγία Δυνατή" του Δήμου Πυλαρέων, και το Αιολικό Πάρκο στη θέση "Ημεροβίγλι" στα διοικητικά όρια των Δήμων Αργοστολίου και Πυλαρέων. Όταν ολοκληρωθεί η εγκατάσταση των δυο νέων πάρκων, και σε συνδυασμό με το υφιστάμενο, ο Νομός Κεφαλληνίας θα τροφοδοτεί το δίκτυο ηλεκτροδότησης της χώρας με σύνολο 70,8 MW

ηλεκτρικής ισχύος από τα αιολικά της πάρκα. Επιπλέον, σε διαδικασία αδειοδότησης βρίσκονται πέντε ακόμη μονάδες. Αξίζει να σημειωθεί ότι οι ανάγκες του νησιού σε ηλεκτρική ενέργεια και σε περίοδο αιχμής (Αύγουστος) ανέρχονται σε 50MW. Η

αντιστοιχία μεταξύ της ισχύος που αποδίδει η Κεφαλονιά στο δίκτυο και της ισχύος που καταναλώνει είναι εξαιρετικά ενθαρρυντική για την εξάπλωση της αιολικής ενέργειας και σε πολλά ακόμη νησιά της επικράτειας.

Το κύριο πλεονέκτημα της αιολικής ενέργειας είναι ότι δεν ρυπαίνει το περιβάλλον παρά μόνο ίσως οπτικά.

### 6.3.3 Παραγωγή ηλεκτρικής ενέργειας από τις παλίρροιες, κυματισμό και γεωθερμία

Η ενέργεια που παράγεται από την άμπωτη και την πλημμυρίδα της θάλασσας φαίνεται ότι μπορεί να συνεισφέρει στο ενεργειακό ισοζύγιο. Από τον ενδέκατο αιώνα λειτουργούσαν νερόμυλοι με την παλίρροια.

Σήμερα εκτός από μια μικρή πειραματική μονάδα στην ΕΣΣΔ υπάρχει μια σύγχρονη εγκατάσταση παλιρροιακής ενέργειας στην πόλη La Rance τη Γαλλίας.

Χρησιμοποιεί γεννήτριες ισχύος 240 MW.

Στην πράξη μόνο ένα μικρό μέρος της ενέργειας της παλίρροιας μπορεί να χρησιμοποιηθεί για την παραγωγή ηλεκτρικής ενέργειας. Η άνοδος και η πτώση των παλιρροιακών επιπέδων σπάνια είναι αρκετή κι εκτός από αυτό είναι σπάνιες οι περιοχές που συμφέρει να αποκλειστούν, περιορίζοντας έτσι τις δυνατότητες εκμετάλλευσης του φαινόμενου αυτού.

Άλλες δυσκολίες που υπάρχουν είναι:

- Πρέπει να υπάρχει εκεί κοντά δίκτυο.
- Η ζήτηση δεν συμπίπτει με το φαινόμενο της παλίρροιας, άρα θα υπάρχει και χαμηλός παράγοντας φόρτισης.
- Το κόστος της εγκατάστασης είναι μεγάλο.

Ο κυματισμός των θαλασσών έχει γίνει κι αυτός πεδίο αναζητήσεων για κάλυψη ενεργειακών αναγκών. Όμως όπως και με τις παλίρροιες υπάρχουν δύσκολα προβλήματα που είναι πολυδάπανα και πρέπει να υπερνικηθούν.

Τέλος τη γεωθερμική ενέργεια την εκμεταλλευόμαστε για την παραγωγή ηλεκτρικής ενέργειας. Αυτή λαμβάνεται από πηγές θερμότητας που είναι στο φλοιό της γης. Από τις πηγές αυτές μπορούμε να πάρουμε ή ζεστό νερό ή ατμό.

Όταν έχουμε ζεστό νερό τότε χρησιμοποιείται κυρίως για θέρμανση (σπίτια, καταστήματα, θερμοκήπια). Είναι αυτονόητο ότι η γεωθερμική ενέργεια είναι εκμεταλλεύσιμη όταν βρίσκεται κοντά στη ζήτηση.

Στη περίπτωση πηγών που δίνουν ατμό, τότε μπορεί η γεωθερμική ενέργεια να μετατραπεί σε ηλεκτρική ενέργεια.

Σήμερα η παραγωγή ηλεκτρισμού από γεωθερμικές πηγές αντιστοιχεί στο 0,1% σε παγκόσμιο επίπεδο της συνολικής παραγωγής. Προβλέπεται να αυξηθεί η συνεισφορά της στο παγκόσμιο ενεργειακό εφοδιασμό. Έχει το πλεονέκτημα ότι είναι ανανεώσιμη σε μεγάλο βαθμό και είναι εγχώρια πηγή αλλά έχει τα μειονεκτήματα:

- Πιθανές καθιζήσεις του εδάφους
- Αν είναι διαλυμένα άλατα και αέρια σε υψηλή θερμοκρασία προκαλούν διαβρώσεις στις κινητήριες μηχανές και ρύπανση.

### 6.4.1 ΟΡΙΣΜΟΙ

**Αυτοπαραγωγοί** αποκαλούνται φυσικά ή νομικά Πρόσωπα στα οποία επιτρέπεται σύμφωνα με τις προβλέψεις του Νόμου (αδειοδότηση ή εξαίρεση αδειοδότησης) η παραγωγή ηλεκτρικής ενέργειας στις εγκαταστάσεις τους με σκοπό την κατανάλωση της ενέργειας αυτής για την κάλυψη των αναγκών τους και σε περίπτωση ύπαρξης περίσσειας, τη διοχέτευση της περίσσειας αυτής στο Δίκτυο.

Στην περίπτωση των φωτοβολταϊκών σταθμών ένας αυτοπαραγωγός με συνολική εγκατεστημένη ισχύ παραγωγής μπορεί να συνδέεται μέσω της εσωτερικής ηλεκτρικής του εγκατάστασης στο δίκτυο Χ.Τ. (δηλαδή σε παροχές μέχρι Νο 6), ενώ για ισχύ μεγαλύτερη από 100 KW θα συνδέεται στο δίκτυο Μ.Τ., μέσω Υ/Σ ανύψωσης ιδιοκτησίας του.

**Ανεξάρτητοι παραγωγοί** αποκαλούνται φυσικά ή νομικά Πρόσωπα στα οποία επιτρέπεται, σύμφωνα με τις προβλέψεις του Νόμου (αδειοδότηση ή εξαίρεση αδειοδότησης), η παραγωγή ηλεκτρικής ενέργειας με σκοπό τη διοχέτευση του συνόλου της παραγόμενης ενέργειας στο Δίκτυο. Στην περίπτωση των φωτοβολταϊκών σταθμών ένας ανεξάρτητος παραγωγός με εγκατεστημένη ισχύ έως 100 KW μπορεί να συνδέεται απευθείας στο δίκτυο Χ.Τ., ενώ για ισχύ μεγαλύτερη από 100 KW υποχρεούται να συνδέεται και πάλι απευθείας στο δίκτυο Μ.Τ., μέσω Υ/Σ ανύψωσης ιδιοκτησίας του.

**Φωτοβολταϊκός Σταθμός** παραγωγής ηλεκτρικής ενέργειας νοείται για το παρόν το σύνολο τον εξοπλισμού για την μετατροπή της ηλιακής ενέργειας σε ηλεκτρική, την μετατροπή του ηλεκτρικού ρεύματος από συνεχές σε εναλλασσόμενο, κατάλληλο για κατανάλωση, καθώς και του πιθανού συστήματος αποθήκευσης (συσσωρευτές).

**Άδειες** είναι οι απαιτούμενες άδειες παραγωγής, εγκατάστασης και λειτουργίας για φωτοβολταϊκούς σταθμούς ισχύος από 20 KW και άνω. Σημειώνεται ότι τόσο στην περίπτωση αυτοπαραγωγών (δηλαδή σύνδεση φωτοβολταϊκών σε ήδη υπάρχουσες παροχές), όσο και στην περίπτωση ανεξάρτητων παραγωγών, απαιτείται πολεοδομικό έγγραφο που να επιτρέπει την εγκατάσταση αυτή.

**Σημείο Σύνδεσης στο Δίκτυο (Σ.Σ. )** είναι το σημείο του δικτύου όπου συνδέονται οι εγκαταστάσεις τον παραγωγού και βρίσκεται πάντοτε στην έξοδο των εγκαταστάσεων αυτών. Στο Σ.Σ. . εγκαθίσταται η διάταξη μέτρησης της ενέργειας που είτε αποδίδει ο παραγωγός στο δίκτυο είτε απορροφά από το δίκτυο ως καταναλωτής.

**Σημείο Κοινής Σύνδεσης (Σ.Κ.Σ.)** είναι το πλησιέστερο προς τις εγκαταστάσεις του παραγωγού σημείο του δικτύου, στο οποίο συνδέεται ή μπορεί να συνδεθεί στο μέλλον άλλος χρήστης (παραγωγός η καταναλωτής). Το Σ.Κ.Σ. αποτελεί το σημείο αναφοράς για

τον προσδιορισμό των προκαλούμενων επιπτώσεων στην λειτουργία του δικτύου από την εγκατάσταση παραγωγής.

**Όριο Ιδιοκτησίας και αρμοδιοτήτων** είναι το σημείο του δικτύου που αποτελεί το όριο διαχωρισμού αρμοδιοτήτων και ευθύνης μεταξύ ΔΕΗ και Παραγωγού, στην προκειμένη περίπτωση οι ακροδέκτες εξόδου του μετρητή ή οι ακροδέκτες των μετασχηματιστών εντάσεως σε περίπτωση παροχών Νο5 & Νο6.

**Προστασία Απόζευξης Αντιστροφέα** είναι τα στοιχεία εκείνα που επιτρέπουν την απομόνωση των κατόντη του αντιστροφέα (inverter) εγκαταστάσεων συμπεριλαμβανομένου και του ίδιου του αντιστροφέα στην περίπτωση της εκτός ορίων λειτουργίας του φωτοβολταϊκού σταθμού ή σε περίπτωση απουσίας του Δικτύου ή άλλων δυσλειτουργιών. Η προστασία αυτή μπορεί να ενσωματώνεται στον αντιστροφέα ή να αποτελεί ξεχωριστή διάταξη.

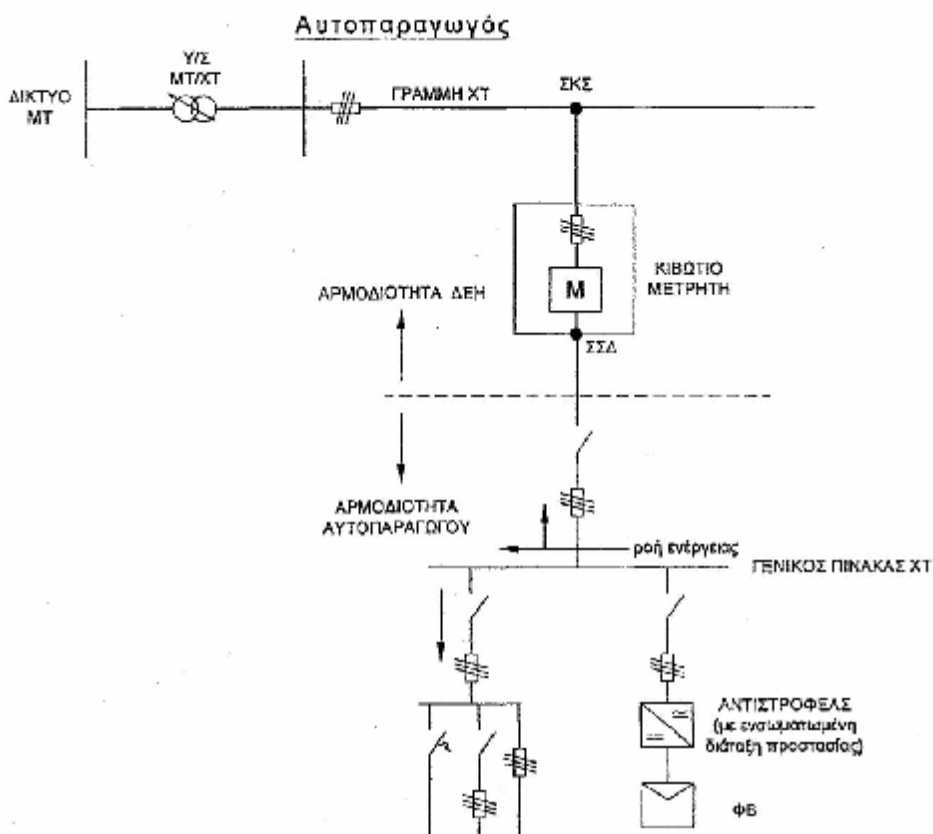
**Νησιδοποίηση (islanding)** είναι η κατάσταση στην οποία ένα τμήμα του δικτύου, το οποίο περιλαμβάνει τόσα φορτία όσο και παραγωγή, απομονώνεται από το υπόλοιπο δίκτυο αλλά συνεχίζει να λειτουργεί από τους καταναμημένους παραγωγούς.

**Αντιστροφέας** είναι συσκευή μετατροπής συνεχούς ρεύματος σε εναλλασσόμενο ονομαστικής συχνότητας.

**Πιστοποιημένος Αντιστροφέας** είναι ο αντιστροφέας που συμμορφώνεται με τις προδιαγραφές διεθνών οργανισμών και διαθέτει πιστοποιητικά συμμόρφωσης. Τα δυνατά σχήματα σύνδεσης ενός φωτοβολταϊκού συστήματος με το Δίκτυο Χ.Τ. της ΔΕΗ παρουσιάζονται παρακάτω:

#### 6.4.2 Σχήμα σύνδεσης αυτοπαραγωγού

Στην περίπτωση αυτή ο φωτοβολταϊκός σταθμός τροφοδοτεί μέσω του ζυγού Χ.Τ. του Γενικού Πίνακα τα φορτία της εσωτερικής ηλεκτρικής εγκατάστασης και σε περίπτωση περίσσειας ενέργειας διοχετεύει αυτή προς το δίκτυο Χ.Τ.

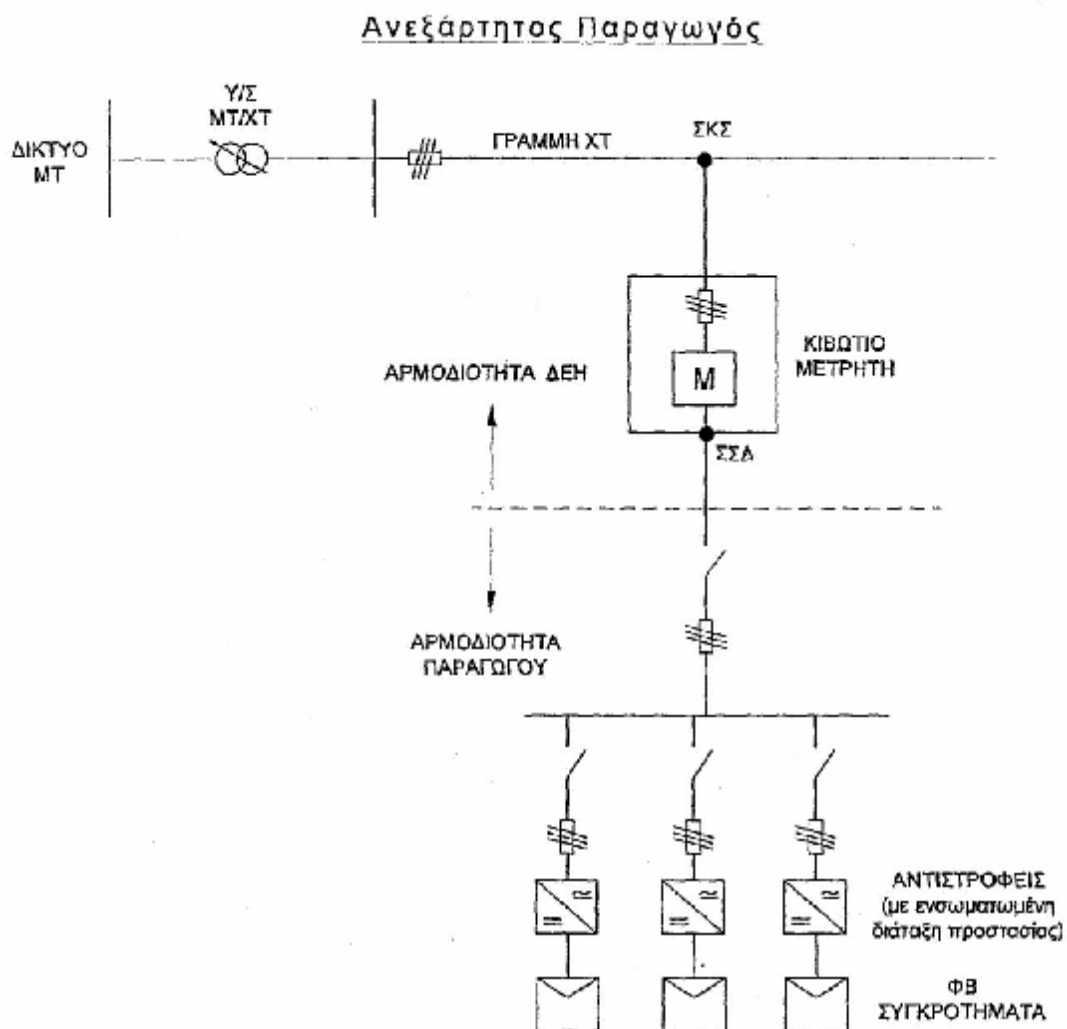




### 6.4.3 Σχήμα ανεξάρτητου παραγωγού

(πιθανότητα η πλειονότητα των περιπτώσεων που θα εμφανιστούν)

Στην περίπτωση αυτή ο φωτοβολταϊκός σταθμός διοχετεύει στο δίκτυο ολόκληρη την ποσότητα της ενέργειας που παράγει.



## 6.5 Η ΚΑΤΑΣΤΑΣΗ ΤΩΝ Α.Π.Ε. ΣΤΗΝ ΕΛΛΑΔΑ

Η συνολική δυναμικότητα των σταθμών ηλεκτροπαραγωγής με χρήση ΑΠΕ (εκτός μεγάλων υδροηλεκτρικών έργων) που έχουν εγκατασταθεί και λειτουργούν (έως τον Ιούνιο 2006) ανέρχεται σε 2,2 δις kWh και προέρχεται κατά 77,4% από αιολικά πάρκα, 13,6% μικρά υδροηλεκτρικά έργα και 9,0% από λοιπές μορφές ανανεώσιμης ενέργειας (βιοαέριο, βιομάζα, φωτοβολταϊκά):

**ΕΓΚΑΤΕΣΤΗΜΕΝΗ ΙΣΧΥΣ ΣΥΣΤΗΜΑΤΩΝ ΑΠΕ ΣΕ MW**

Περιφέρεια	Αιολικά	Μικρά υδροηλεκτρικά	Φωτοβολταϊκά	Βιομάζα	ΣΥΝΟΛΑ
Ανατολικής Μακεδονίας και Θράκης	163,3	0,9	0,0	0,0	164,2
Αττικής	0,1	0,0	0,2	20,70	20,8
Βορείου Αιγαίου	28,4	0,0	0,0	0,0	28,4
Δυτικής Ελλάδος	1,2	17,5	0,0	0,0	18,7
Κεντρικής Μακεδονίας	17,0	14,0	0,0	2,7	33,8
Ηπείρου	0,0	11,0	0,0	0,0	11,0
Ιονίων Νήσων	10,2	0,0	0,0	0,0	10,2
Θεσσαλίας	0,0	4,9	0,0	0,4	5,3
Κρήτης	96,4	0,6	0,6	0,2	97,7
Νοτίου Αιγαίου	19,5	0,0	0,2	0,0	19,7
Πελοποννήσου	0,0	1,0	0,0	0,0	1,0
Στερεάς Ελλάδος	204,4	20,1	0,0	0,0	224,5
Σύνολα	540,5	70,0	1,0	24,0	635,5

(ΣΤΟΙΧΕΙΑ ΡΥΘΜΙΣΤΙΚΗΣ ΑΡΧΗΣ ΕΝΕΡΓΕΙΑΣ, ΙΟΥΝΙΟΣ 2006)

Πέραν των αναφερομένων στον παραπάνω πίνακα, υπάρχουν αυτή τη στιγμή επιπλέον άδειες εγκατάστασης για σταθμούς ΑΠΕ συνολικής ισχύος 400,1 MW

από τα οποία 355 MW αφορούν αιολικά πάρκα, 39,5 MW μικρά υδροηλεκτρικά έργα και 5,6 MW σταθμούς βιομάζας. Αξιόπιστη απόδειξη του επενδυτικού ενδιαφέροντος στον τομέα των ΑΠΕ είναι το γεγονός ότι η συνολική ισχύς των αδειών παραγωγής ηλεκτρικής ενέργειας που έχουν εκδοθεί φθάνει τα 5,76 GW.

## ΚΕΦΑΛΑΙΟ 7

### ΕΞΟΙΚΟΝΟΜΗΣΗ ΕΝΕΡΓΕΙΑΣ

#### 7.1 ΓΕΝΙΚΑ

Η έννοια της Εξοικονόμησης Ενέργειας δηλώνει το περιορισμό της άσκοπης χρήσης του ηλεκτρικού ρεύματος, την εξάλειψη δηλαδή της σπατάλης του στο μεγαλύτερο δυνατό βαθμό. Σε καμιά περίπτωση εξοικονομώ δεν σημαίνει στερούμαι αλλά σημαίνει ξοδεύω τόσο ρεύμα στο σπίτι και στο χώρο εργασίας μου όσο χρειάζεται για να καλύψω τις ημερήσιες ανάγκες.

Πρέπει να εξοικονομούμε ενέργεια γιατί το ηλεκτρικό ρεύμα, που αποτελεί την κινητήρια δύναμη για πληθώρα ανθρώπινων δραστηριοτήτων, παράγεται σε συντριπτικό ποσοστό από μη ανανεώσιμες πηγές (πετρέλαιο κ.α.), οπότε η υπερκατανάλωση του οδηγεί στην ταχύτερη μείωση των ενεργειακών αποθεμάτων της Γης. Επιπλέον, είναι ιδιαίτερα ακριβό, αφού το κόστος παραγωγής του επηρεάζεται από πολλούς παράγοντες (τιμή συναλλάγματος, τιμή πετρελαίου, τεχνολογία παραγωγής).

Το πιο σημαντικό όμως από όλα είναι ότι η παραγωγή ηλεκτρικής ενέργειας από συμβατικά καύσιμα είναι εξαιρετικά επιζήμια για το περιβάλλον αφού απελευθερώνονται στην ατμόσφαιρα μεγάλες ποσότητες διοξειδίου και μονοξειδίου του άνθρακα, διοξειδίου του θείου κ.λ.π.

Συνεπώς, περιορίζοντας την άσκοπη κατανάλωση ηλεκτρικού ρεύματος δίνουμε διάρκεια στην ύπαρξη των φυσικών πηγών ενέργειας και μειώνουμε την ατμοσφαιρική ρύπανση και ταυτόχρονα κερδίζουμε σε χρήμα.

## 7.2 ΜΕΤΡΑ ΕΞΟΙΚΟΝΟΜΗΣΗΣ ΕΝΕΡΓΕΙΑΣ ΣΕ ΚΑΤΟΙΚΙΕΣ

### 7.2.1 Μέτρα εξοικονόμησης ενέργειας σε υφιστάμενες κατοικίες

Τα μέτρα για εξοικονόμηση ενέργειας κατατάσσονται σε αυτά που μπορούν να γίνουν άμεσα, χωρίς καθόλου ή με ελάχιστο κόστος και σ' αυτά για τα οποία απαιτείται η διενέργεια κάποιας αξιολογής επένδυσης

#### **Άμεσα Μέτρα**

- Περιορισμός, στο μέγιστο δυνατό βαθμό, της άσκοπης λειτουργίας των οικιακών συσκευών όπως είναι τα φωτιστικά, τα κλιματιστικά, οι θερμοσίφωνες, οι αεριστήρες, κ.ά.
- Προγραμματισμός στη λειτουργία των πλυντηρίων πιάτων, ρούχων και των στεγνωτηρίων, ώστε αυτά να είναι πλήρη όταν τίθενται σε λειτουργία.
- Όπου είναι δυνατό, το στέγνωμα των ρούχων να γίνεται με φυσικό τρόπο και όχι με τη χρήση στεγνωτηρίου.
- Το φουγάρο του τζακιού μέσα σε ένα χώρο είναι η μεγαλύτερη πηγή απώλειας θερμότητας το χειμώνα, γι' αυτό όταν δεν χρησιμοποιείται πρέπει να είναι ερμητικά κλειστό.
- Οι χαραμάδες στα παράθυρα και τις πόρτες προκαλούν μεγάλες απώλειες θερμότητας και πρέπει να περιορίζονται στο ελάχιστο.
- Τακτική συντήρηση και ρύθμιση των συστημάτων θέρμανσης και κλιματισμού ώστε αυτά να εργάζονται με τη μέγιστη δυνατή απόδοση.
- Σωστή ρύθμιση του θερμοστάτη χώρου ώστε να αποφεύγεται η υπερθέρμανση.
- Το ψυγείο καταναλώνει σημαντικό μέρος του ηλεκτρισμού σε ένα σπίτι γι' αυτό θα πρέπει: (α) το λάστιχο της πόρτας να μην είναι φθαρμένο ώστε η πόρτα να κλείνει ερμητικά, (β) το ψυγείο να βρίσκεται μακριά από πηγές θερμότητας (καλοριφέρ) γιατί επηρεάζεται αρνητικά η απόδοσή του, (γ) ένα παλιό ψυγείο πρέπει να αντικαθίσταται με άλλο καινούργιο ψηλής απόδοσης.

- Σωστή χρήση της ηλεκτρικής κουζίνας ώστε να χρησιμοποιείται το σωστό μέγεθος ματιού ανάλογα με το σκεύος που χρησιμοποιούμε.
- Σωστή χρήση του ηλεκτρικού βραστήρα νερού ώστε να βράζουμε την ποσότητα νερού που πραγματικά χρειαζόμαστε και όχι ολόκληρη την ποσότητα που χωράει ο βραστήρας
- Προγραμματισμένη χρήση του ζεστού νερού στο μπάνιο, ώστε να αποφεύγεται η ενδιάμεση ανάμιξή του με κρύο και να χρειάζεται να χρησιμοποιούμε τον ηλεκτρισμό.
- Καθαρισμός των πλαισίων του ηλιακού θερμοσίφωνα από τις σκόνες και τις ακαθαρσίες, κατά το χειμώνα και το φθινόπωρο.
- Αντικατάσταση των συνηθισμένων λαμπτήρων φωτισμού με άλλους ψηλής απόδοσης.
- Η τηλεόραση να σβήνει από τη πρίζα και όχι από το τηλεχειριστήριο.

### **Μεσοπρόθεσμα και Μακροπρόθεσμα Μέτρα**

- Εφαρμογή μέτρων για θερμομόνωση του εξωτερικού κελύφους του κτιρίου.
- Αντικατάσταση των μονών παραθύρων με καλής ποιότητας διπλά.
- Αντικατάσταση παλιού και μη αποδοτικού εξοπλισμού (λέβητας κεντρικής θέρμανσης, ψυγείο, κλιματιστικό, πλυντήριο) με καινούργια ψηλής απόδοσης.

Κατά την αγορά ιδιαίτερη σημασία πρέπει να δίδεται στην ενεργειακή σήμανση των οικιακών συσκευών ώστε, εκτός από την τιμή, να λαμβάνεται υπόψη και η ενεργειακή απόδοση της συσκευής.

- Οι οικιακές συσκευές που σύμφωνα με το Νόμο πρέπει να φέρουν τη σχετική ετικέτα που να δείχνει την κατανάλωση ενέργειας είναι:
  - (α) Ηλεκτρικά ψυγεία, καταψύκτες και συνδυασμοί τους
  - (β) Πλυντήρια ρούχων
  - (γ) Ηλεκτρικά στεγνωτήρια ρούχων
  - (δ) Συνδυασμένα πλυντήρια ρούχων / στεγνωτήρια
  - (ε) Πλυντήρια πιάτων
  - (στ) Λαμπτήρες φωτισμού
  - (ζ) Ηλεκτρικοί φούρνοι

(η) Οικιακά κλιματιστικά Κατά την αγορά των οικιακών συσκευών σημασία πρέπει επίσης να δίδεται κατά πόσο η συσκευή φέρει τη σήμανση CE γεγονός που υποδεικνύει ότι η συγκεκριμένη συσκευή ανταποκρίνεται στις ελάχιστες απαιτήσεις απόδοσης και ασφάλειας.

- Αντικατάσταση των πεταλαιωμένων πλαισίων του ηλιακού θερμοσίφωνα.
- Υποστήριξη ή/ και αντικατάσταση του λέβητα της κεντρικής θέρμανσης που καίει πετρέλαιο με ειδικό τζάκι που καίει βιομάζα (ξύλα, ελαιοπυρήνα, κ.α.
- Τοποθέτηση ηλιακού συστήματος για υποστήριξη του συστήματος κεντρικής θέρμανσης.

### 7.2.2 Μέτρα εξοικονόμηση ενέργειας σε νέες κατοικίες

Το θέμα της Ενέργειας θα πρέπει να λαμβάνεται σοβαρά υπόψη ευθύς εξ αρχής και από τον αρχικό σχεδιασμό της κατοικίας. Θέματα όπως:

- ο προσανατολισμός του κτιρίου,
  - το συνολικό εμβαδό του κτιρίου,
  - το μέγεθος και ο προσανατολισμός των διαφόρων ανοιγμάτων,
  - η σκίαση των ανοιγμάτων κατά τους καλοκαιρινούς μήνες,
  - η θερμομόνωση του εξωτερικού κελύφους του κτιρίου,
  - η αξιοποίηση των ΑΠΕ για σκοπούς θέρμανσης και ψύξης
  - η αξιοποίηση της ηλιακής ενέργειας για θέρμανση του νερού χρήσης
  - η εγκατάσταση συστημάτων θέρμανσης/ ψύξης υψηλής ενεργειακής απόδοσης,
- θα πρέπει να εξετάζονται με προσοχή από τους μελετητές του έργου, οι οποίοι στη συνέχεια θα πρέπει να συμβουλεύουν κατάλληλα τους ιδιοκτήτες.

### 7.2.3 ΆΛΛΟΙ ΤΡΟΠΟΙ ΕΞΟΙΚΟΝΟΜΗΣΗΣ ΕΝΕΡΓΕΙΑΣ

- Εφαρμογή συστημάτων για σωστή και αποδοτική διαχείριση της ενέργειας.
- Εφαρμογή συστημάτων για άμεση μείωση της καταναλισκόμενης ενέργειας.
- Εφαρμογή συστημάτων για μείωση της άεργου ισχύος και των απωλειών ενέργειας.
- Εφαρμογή συστημάτων για μείωση της μέγιστης ζήτησης ενέργειας

- Εφαρμογή συστημάτων για ανάκτηση απορριπτόμενης ενέργειας.
- Θερμομονώσεις σωληνώσεων, θερμοδοχείων, εναλλακτών, κ.λ.π.
- Εφαρμογή συστημάτων ελέγχου φωτισμού.
- Εγκατάσταση συστημάτων συμπαραγωγής για ταυτόχρονη παραγωγή ηλεκτρισμού και θερμικής ενέργειας
- Εγκατάσταση ηλιακών συστημάτων για θέρμανση πισινών.
- Εγκατάσταση κεντρικών ηλιακών συστημάτων για παραγωγή ζεστού νερού χρήσης για βιομηχανίες, ξενοδοχεία κλπ.

## Βιβλιογραφία

<b>Τίτλος</b>	<b>Συγγραφέας</b>
<a href="http://www.rae.gr/">http://www.rae.gr/</a>	Ρυθμιστική Αρχή Ενέργειας
Εγχειρίδιο Τυποποιημένων Κατασκευών ΔΕΗ Α.Ε.	Διεύθυνση Μελετών – Κατασκευών ΔΕΗ Α.Ε.
Οδηγίες Κατασκευής Δικτύων Διανομής ΔΕΗ Α.Ε.	Διεύθυνση Μελετών – Κατασκευών ΔΕΗ Α.Ε.
Κανονισμοί δια την Εγκατάσταση και Συντήρηση Υπαίθριων Γραμμών Ηλεκτρικής Ενέργειας	ΦΕΚ 687/Β/24-8-1971
<a href="http://www.heron.gr">www.heron.gr</a>	Διεύθυνση πληροφοριών - μελετών Εταιρίας ΗΡΩΝ
Ηλεκτρικές Εγκαταστάσεις καταναλωτών	Πέτρος Ντοκόπουλος
Παραγωγή-Μεταφορά-Διανομή Μέτρηση και εξοικονόμηση ηλεκτρικής ενέργειας	Β.Ξάνθου