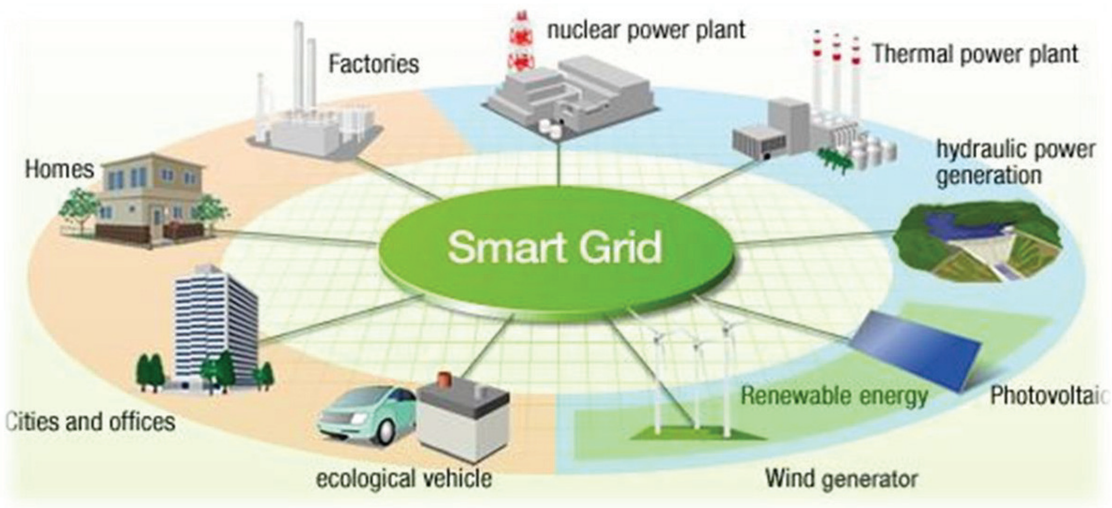
ΠΤΥΧΙΑΚΗ ΕΡΓΑΣΙΑ
ΤΜΗΜΑ ΜΗΧΑΝΙΚΩΝ ΠΛΗΡΟΦΟΡΙΚΗΣ

Αισθητήρες και συσκευές διαδικτύου των πραγμάτων για την εξ' αποστάσεων καταμέτρηση και εξοικονόμηση ενέργειας



<u>Επιβλέπων</u>
Ασημακόπουλος Γεώργιος

Τσιόγκα Μαρία **Α.Μ:0876**
Κουφουδάκης Κων/νος **Α.Μ:14392**

Αντίρριο 2018

Ευχαριστίες

Η παρούσα πτυχιακή εργασία εκπονήθηκε για το τμήμα Μηχανικών Πληροφορικής του Τει Δυτικής Ελλάδος.

Η ιδέα για την δημιουργία αυτής της εργασίας προήλθε όταν ξεκίνησα να εργάζομαι σ'αυτήν την εταιρία, η οποία είναι η μοναδική στην Ελλάδα που κατασκευάζει "smart meters" αλλά και απ' τις πιο ανταγωνιστικές στον χώρο παγκοσμίως.

Για την δημιουργία αυτής της εργασίας θα θέλαμε να ευχαριστήσουμε Μηχανικούς Παραγωγής της εταιρίας Landis & Gyr στην οποία εργάζομαι αλλά και συναδέλφους οι οποίοι με βοήθησαν να αναλύσω και να παρουσιάσω πιο εξειδικευμένη γνώση.

Στην συνέχεια, θα θέλαμε να ευχαριστήσουμε τον καθηγητή μας κ.Γιώργο Ασημακόπουλο, οποίος δέχτηκε και μας βοήθησε να αναλάβουμε το θέμα αυτό.

Τέλος, θα θέλαμε να πούμε ένα μεγάλο ευχαριστώ στις οικογενειές μας, οι οποίες μας στήριξαν σ'όλη αυτή την προσπάθεια μας όλα αυτά τα χρόνια. Η ψυχική δύναμη μέσα σ'αυτές τις αντίξοες συνθήκες που ζούμε ήταν πολύτιμη και μας βοήθησε να φτάσουμε στον τελικό μας στόχο.

ΠΕΡΙΕΧΟΜΕΝΑ

ΠΡΟΛΟΓΟΣ

Η παρούσα πτυχιακή εργασία έχει ως στόχο της να γνωρίσουμε τους «έξυπνους μετρητές», για τους οποίους τα τελευταία χρόνια ακούμε συνεχώς, αλλά και ήδη έχουν αρχίσει να μπαίνουν στα σπίτια μας.

Στα πρώτα κεφάλαια θα γνωρίσουμε και θα μάθουμε εις βάθος τι είναι ο ηλεκτρισμός, το ηλεκτρικό φορτίο, το ηλεκτρικό ρεύμα, ο ουδέτερος και η γείωση. Αυτές τις έννοιες τις συναντάμε συχνά όταν μιλάμε για το μετρητή και για τον ηλεκτρολογικό πίνακα, αλλά πόσοι από τους καταναλωτές γνωρίζουμε τι ακριβώς είναι και ιδιαιτέρως όταν αναφερόμαστε στον πίνακα ρεύματος του σπιτιού μας.

Εν συνεχεία, θα παρουσιάσουμε τον ηλεκτρομηχανικό μετρητή που ήδη έχουμε όλοι στα σπίτιας μας και το πως αυτός λειτουργεί. Επίσης , κάνουμε αναφορά στις υποκλοπές ρεύματος, οι οποίες στην χώρας μας τα τελευταία χρόνια τα ποσοστά τους έχουν χτυπήσει κόκκινο.

Παρακάτω, αναλύουμε το βασικό μέρος της πτυχιακής εργασίας, το οποίο είναι οι έξυπνοι μετρητές. Θα παρουσιάσουμε το τι είναι αυτή η συσκευή, τους τριφασικούς και μονοφασικούς μετρητές και πως αυτοί λειτουργούν. Ενδιαφέρον βλέπουμε πως έχει το κομμάτι της επικοινωνίας τους με το εξωτερικό περιβάλλον και τον τρόπο με τον οποίο αυτό γίνεται, δηλαδή τα modules.

Έπειτα θα αναφερθούμε στα smart grids, τα οποία είναι ένα ηλεκτρικό δίκτυο που διαθέτει πολλές λειτουργικές και ενεργειακές μετρήσεις, συμπεριλαμβανομένων των έξυπνων μετρητών, έξυπνων συσκευών αλλά και ανανεώσιμων πηγών ενέργειας.

Τέλος, θα παρουσιάσουμε τα μειονεκτήματα και τα πλεονεκτήματα των έξυπνων μετρητών, την ευρωπαική νομοθεσία, η οποία επιβάλει την εγκατάσταση τους άμεσα και το κατά πόσο επηρεάζουν την υγείας μας και το περιβάλλον.

ΗΛΕΚΤΡΙΣΜΟΣ-ΗΛΕΚΤΡΙΚΟ ΦΟΡΤΙΟ-ΗΛΕΚΤΡΙΚΟ ΡΕΥΜΑ

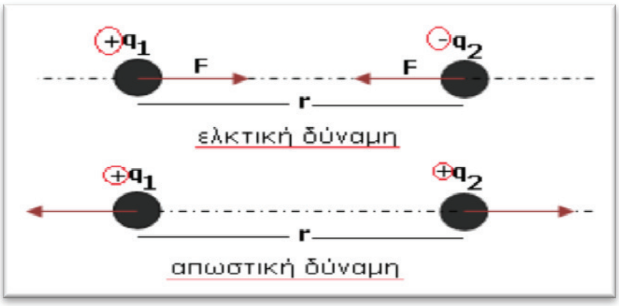
1.1 ΙΣΤΟΡΙΚΗ ΑΝΑΔΡΟΜΗ

Ο **ηλεκτρισμός** συμπεριλαμβάνει τα «ηλεκτρικά φαινόμενα»(σταστικός ηλεκτρισμός,ηλεκτρομαγνητική επαγωγή και το ηλεκτρικό ρεύμα) που σχετίζονται με την παρουσία και την ροή του ηλεκτρικού φορτίου. Δεν ανήκει στα ανθρώπινα δημιουργήματα· υπήρξε απ' την στιγμή που δημιουργήθηκε το σύμπαν. Σύμφωνα με τους επιστήμονες, κατά τον αρχικό μετασχηματισμό της ενέργειας σε μάζα,που δημιούργησε το σύμπαν,δημιουργήθηκαν και τα ηλεκτρικά φορτία.

Ο **Θαλής ο Μιλήσιος** ήταν ο πρώτος που ασχολήθηκε με τις ιδιότητες του ήλεκτρου(κεχριμπάρι),το οποίο όταν τριφτεί έλκει αντικείμενα. Έκτοτε όμως, ελάχιστοι ασχολήθηκαν με αυτο το φαινόμενο. Στον σύγχρονο κόσμο πλεον, τον 17^{o} αιώνα ο πρώτος που ασχολήθηκε ήταν ο **Γουίλιαμ Γκίλμπερτ**(W.Gilbert). Ο Γκίλμπερτ κάνοντας μελέτη πάνω στον ηλεκτρισμό και στον μαγνητισμό, διέκρινε τον στατικό ηλεκτρισμό· είναι ο πρώτος που καθιέρωσε τον όρο «ηλεκτρισμός» και θεωρείται ο ιδρυτής των σύγχρονων ηλεκτρικών σπουδών.

Το 1729 ο Βρετανός χημικός **Στήβεν Γκρέι**(Stephen Gray) ανακαλύπτει την ιδιότητα «ροής» του ηλεκτρισμού αλλά όχι με την σύγχρονη έννοια του ηλεκτρικού ρεύματος. Το 1745 ο Ολλανδός φυσικός **Πήτερ βαν Μούσενμπρουκ**(Pieter van Musschenbroek) παρουσίασε μια εύχρηση συσκευή που μπορούσε να αποθηκεύει μεγάλα ποσά ηλεκτρικού φορτίου. Τότε προκλήθηκαν και οι πρώτες τεχνητές ηλεκτροπληξίες σε ανθρώπους. Η επινόησή του ονομάστηκε Leyden jar.(λουγδουνική λάγηνος). Λίγα χρόνια αργότερα, το 1767 ο Άγγλος φυσικός **Τζόζεφ Πρίστλι** (Joseph Priestley) υπέθεσε και διατύπωσε περιγραφικά αυτό που αργότερα ο **Coulomb** (1785) διατύπωσε με μαθηματικούς όρους.

Η θεωρία του Coulomb για τον ηλεκτρισμό αναφέρει πως, μεταξύ διαφόρων φορτισμένων σωματιδίων που είναι ακίνητα, δημιουργούνται ηλεκτρικές δυνάμεις που προκαλούνται από αυτά και ονομάζονται **ηλεκτροστατικές.** Η ηλεκτροστατική δύναμη μεταξύ φορτίων με το ίδιο πρόσημο είναι **απωστική**, δηλαδή απωθεί το ένα το άλλο, ενώ ανάμεσα στα φορτία που έχουν αντίθετο πρόσημο είναι **ελκτική**, δηλαδή το ένα έλκή προς το μέρος του το άλλο.Το μέτρο της **ηλεκτρικής δύναμης,** την οποία ένα σωματίδιο q_1 ασκεί σε ενα άλλο q_2, είναι ευθέως ανάλογο προς το γινόμενο των φορτίων τους, και αντιστρόφως ανάλογο προς το τετράγωνο της μεταξύ τους απόστασης r.



Νόμος Coulomb:

$$F_c = \mathrm{k}\frac{|q_1 * q_2|}{r^2}$$

k= συμβολίζεται η σταθερά αναλογίας η οποία ονομάζεται και ηλεκτροστατική σταθερά και ισούται με:

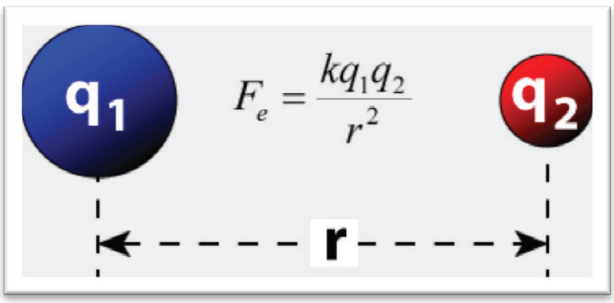
$$\mathbf{k} = \frac{\mathbf{1}}{\mathbf{4\pi\varepsilon_0}} \approx \mathbf{8,9875 \times 10^9\, N\cdot\, m^2\cdot Cb^{-2}}$$

Όπου ε_0 είναι μια σταθερά η οποία ονομάζεται **απόλυτη διηλεκτρική σταθερά του κενού** και έχει τιμή στο S.I:

$\varepsilon_0 = 8.85 \cdot\ 10^{-12} \cdot C^2 \cdot N^{-1} \cdot m^{-2}$

Στην περίπτωση όμως που παρεμβάλλεται μονωτικό υλικό μεταξύ των φορτίων με διηλεκτρική σταθερά **ε** , τότε η τιμή παίρνει η σταθερά **k** δίνεται απ τον τύπο:

$$\mathbf{k} = \frac{\mathbf{1}}{\mathbf{4\pi\varepsilon_0 \cdot \varepsilon}}$$



Το $18^{ου}$ και $19^{ου}$ αιώνα έχουμε τον Λουτζι Γκαλβανι το 1791 που δημοσίευσε την ανακάλυψή του για τον βιοηλεκτρισμό, επιδεικνύοντας ότι διαμέσου των νευρώνων μεταδίδονται ηλεκτρικά σήματα προς τους μύες ενώ λίγο αργότερα το 1800 ο **Αλεσάντρο Βόλτα** παρουσιάζει την μπαταρία ή ηλεκτρική στήλη που κατασκευάστηκε από ελάσματα χαλκού και ψευδαργύρου που βοήθησε αρκετά τους επιστήμονες παρέχοντας μια πιο αξιόπιστη πηγή ενεργείας με σχέση της ηλεκτρικές γεννήτριες που χρησιμοποιούνταν προηγουμένως. Επίσης ιστορικά σημαντικό είναι να αναφέρουμε τον ηλεκτρικό κινητήρα από τον **Μαικλ Φαραντέυ** το 1821 και ο **Γκέοργκ Ωμ** ανέλυσε μαθηματικά το ηλεκτρικό κύκλωμα.

Σημαντικό είναι να αναφέρουμε για τον Γκέοργκ Ωμ τους 2 νόμους τους οποίους διατύπωσε και είναι η απαρχή για το κλειστό και ανοιχτό κύκλωμα.

<u>Ανοιχτό Κύκλωμα:</u>

Έστω ότι έχουμε έναν αντιστάτη αντίστασης R, στον οποίο εφαρμόζεται διαφορά δυναμικού V και ο οποίος διαρρέεται από ρεύμα I. Η ένταση του ρεύματος I είναι ανάλογη της διαφοράς δυναμικού με συντελεστή αναλογίας 1/R.

$$\mathbf{I = \frac{V}{R},} \quad \textbf{όπου R= σταθερό}$$

Άλλος τρόπος έκφρασης: V=I*R

Ο νόμος εφαρμόζεται και σε ανοιχτό κύκλωμα με περισσότερους αντιστάτες.

<u>Κλειστό Κύκλωμα:</u>

Στον $2^{ο}$ νόμο του Ωμ θεωρούμε όλα τα εξαρτήματα του κυκλώματος μαζί με την πηγή. Έστω η συνολική αντίσταση όλων των εξαρτημάτων(εκτός της R αντίστασης), η εσωτερική πηγή αντίστασης της πηγής r, η ηλεκτρεγερτική δύναμη της πηγής E και I η ένταση του ηλεκτρικού ρεύματος που διαρρέει τι κύκλωμα. Τότε ισχύει ο παρακάτω τύπος:

$$\mathbf{I = \frac{E}{R + r}}$$

Στα τέλη του 19ου αιώνα παρατηρήθηκε η μεγαλύτερη πρόοδος στην ηλεκτρική μηχανική που θα μετατρέψει τον ηλεκτρισμό από θέμα απλής μελέτης σε ζωτικό εργαλείο της σύγχρονης ζωής και θα οδηγήσει την Δευτερη Βιομηχανική Επανάσταση. Κάποια ονόματα που είναι καλό να αναφερθούν από εκείνη την περιοδο είναι του **Νίκολα Τεσλα**, ο **Τομας Έντισον**, ο **Γαλιλαίος Φερράρις**, ο **Άνυος Τζέντλαϊκ** και ο **Τζωρτζ Γουέστινγκχαους**.

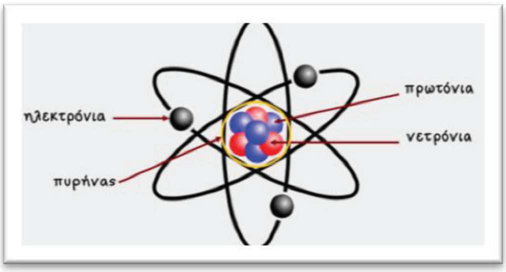
Κλείνοντας αυτήν την ιστορική αναδρομή δεν θα μπορούσαμε να μην αναφέρουμε τον **Άλμπερτ Αϊνσταιν** που δημοσίευσε ένα φυλλάδιο που εξηγούσε πειραματικά δεδομένα από το φωτοηλεκτρικό φαινόμενο ως αποτέλεσμα της επίδρασης της ενέργειας του φωτός που μεταφέρεται σε διακριτά κβαντισμένα πακέτα, ενεργοποιώντας ηλεκτρόνια. Αυτή η ανακάλυψη οδήγησε την «κβαντική επανάσταση».

1.2 ΗΛΕΚΤΡΙΚΟ ΦΟΡΤΙΟ

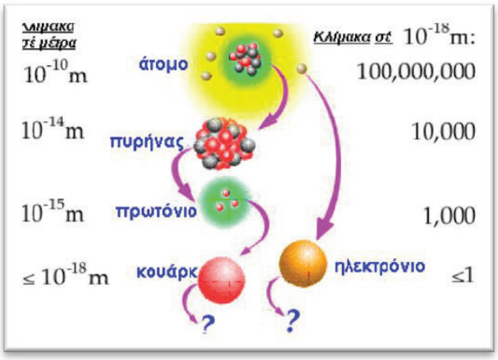
Το **ηλεκτρικό φορτίο** (Q / q) το χαρακτηρίζουμε με βαση την ιδιότητα ορισμένων υποατομικών σωματιδίων που ορίζει την σχέση της ηλεκτρομαγνητικής αλληλεπίδρασης μεταξύ τους. Τα πιο γνωστά συστατικά του ατόμου είναι το **πρωτόνιο**, το **νετρόνιο** και το **ηλεκτρόνιο**. Το αντικείμενο που περιέχει αυτά τα 3 συστατικά του ατόμου επηρεάζεται και δημιουργεί ηλεκτρικομαγνητικό πεδίο.Σε ένα κρυσταλλικό στερεό, όπου ανεξάρτητα άτομα ενώνονται σε μια συμμετρική δομή, τα εξωτερικά ηλεκτρόνια των ατόμων δεν παραμένουν μοιρασμένα στα άτομα αλλά μπορούν να κινηθούν ελεύθερα σε όλο τον όγκο του στερεού. Έτσι ,οι φορείς του φορτίου στα μέταλλα είναι αυτά τα ελεύθερα ηλεκτρόνια, τα οποία ονομάζονται και *ηλεκτρόνια σθένους*.

Τα θετικά φορτία δεν μπορούν να κινηθούν ελεύθερα, όπως συμβαίνει στο γυαλί και σε άλλους μονωτές. Σε ορισμένους αγωγούς, όμως, όπως οι ηλεκτρολύτες (οξέα, βάσεις, άλατα), μπορούν να κινηθούν τόσο τα θετικά όσο και τα αρνητικά φορτία, επειδή η διαλυμένη ουσία μέσα σε αυτούς βρίσκεται σε μορφή ιόντος (όπως για παράδειγμα σε διάλυμα χλωριούχου νατρίου (άλας), έχουμε κατιόντα νατρίου και ανιόντα χλωρίου).

Ένα ουδέτερο σώμα μπορεί να αποκτήσει ηλεκτρικό φορτίο με τρεις τρόπους ,με επαφή ,με τριβή και με επαγωγή .Το όργανο που χρησιμοποιούμε στο εργαστήριο για να διαπιστώσουμε αν ένα σώμα είναι φορτισμένο ή όχι λέγεται ηλεκτροσκόπιο. Στις διάφορες διεργασίες μεταξύ φορτισμένων και αφόρτιστων σωμάτων το συνολικό φορτίο παραμένει σταθερό. Λέμε τότε ότι ισχύει η *αρχή διατήρησης του ηλεκτρικού φορτίου*. Το μικρότερο φορτίο που θα συναντήσουμε είναι εκείνο του ηλεκτρονίου. Όλα τα ηλεκτρισμένα σώματα έχουν φορτίο ίσο με ακέραιο πολλαπλάσιο του φορτίου του ηλεκτρονίου, θετικό ή αρνητικό.



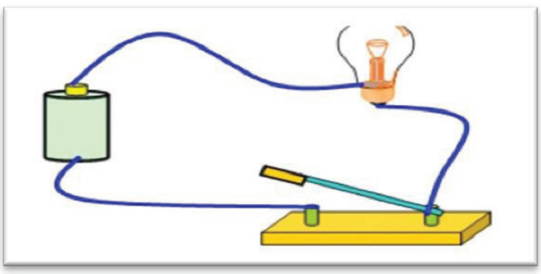
«Εικόνα 1»



«Εικόνα 2»

1.3 ΗΛΕΚΤΡΙΚΟ ΚΥΚΛΩΜΑ

Ηλεκτρικό κύκλωμα ονομάζεται κάθε διάταξη που αποτελείται από κλειστούς αγώγιμους «δρόμους», μέσω των οποίων μπορεί να διέλθει ηλεκτρικό ρεύμα .



«Εικόνα 1»

Στα ηλεκτρικά κυκλώματα διακρίνουμε επιπλέον τα εξής μέρη:
α) **Κόμβος**: Σημείο στο οποίο συντρέχουν περισσότεροι από δύο αγωγοί. Συνήθως επισημαίνονται με γράμματα ως σημεία αναφοράς για τη μελέτη του κυκλώματος.
β) **Κλάδος:** Μέρος ενός κυκλώματος μεταξύ δύο διαδοχικών κόμβων.
γ) **Βρόχος:** Μέρος ενός κυκλώματος που απαρτίζεται από διαδοχικούς κλάδους σχηματίζοντας μία ακριβώς κλειστή διαδρομή.

Τα σύμβολα των απλών ηλεκτρικών στοιχείων σε ένα ηλεκτρικό κύκλωμα.

Τα στοιχεία τα οποία συμμετέχουν στο κύκλωμα ονομάζονται ηλεκτρικά στοιχεία**:**

«Ηλεκτρικά Στοιχεία»

Υπάρχουν δυο βασικά είδη ηλεκτρικού κυκλώματος το ανοιχτό και το κλειστό ηλεκτρικό κύκλωμα.

Αρχικά *ανοικτό κύκλωμα ηλεκτρικού ρεύματος* ονομάζεται το κύκλωμα του ηλεκτρικού ρεύματος στο οποίο τα ηλεκτρόνια δεν μπορούν να κινηθούν μέσα σε αυτόν.

Από ένα ανοιχτό ηλεκτρικό κύκλωμα δεν διέρχεται ηλεκτρικό ρεύμα. Ένα ανοιχτό κύκλωμα μετατρέπεται εύκολα σε κλειστό και αντίστροφα με τη βοήθεια ενός διακόπτη.
Τέλος το *κλειστό κύκλωμα ηλεκτρικού ρεύματος* ονομάζεται το κύκλωμα του ηλεκτρικού ρεύματος στο οποίο τα ηλεκτρόνια ακολουθούν μια κλειστή διαδρομή. Αν αποσυνδέσουμε το σύρμα από τον ένα πόλο της μπαταρίας ή από το ένα άκρο του λαμπτήρα, θα παρατηρήσουμε ότι ο λαμπτήρας σβήνει. Σε

αυτή την περίπτωση μεταξύ του ελεύθερου άκρου του σύρματος και του πόλου της μπαταρίας ή του άκρου του λαμπτήρα παρεμβάλλεται ο αέρας ο οποίος είναι μονωτής. Τα ηλεκτρόνια δεν μπορούν να κινηθούν μέσα σ' αυτόν, με συνέπεια και η κίνησή τους μέσα στο λαμπτήρα και την μπαταρία να σταματά τότε κύκλωμα ονομάζεται ανοιχτό.

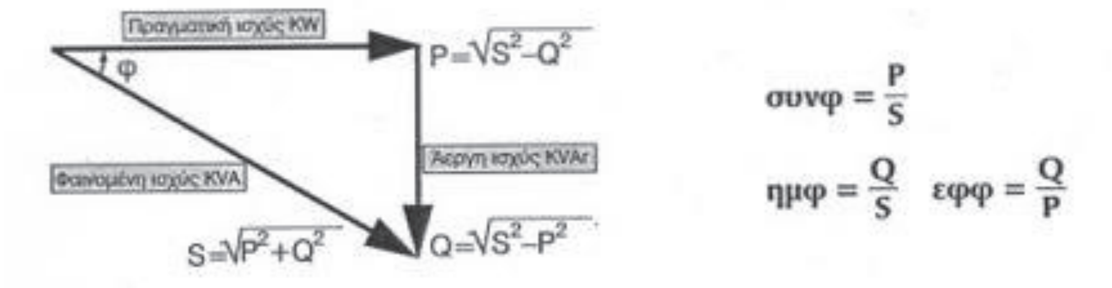
1.3.1ΑΕΡΓΟΣ ΙΣΧΥΣ

Η συνολική ισχύς είναι ο ρυθμός με τον οποίο η ηλεκτρική ενέργεια μεταφέρεται απ' το ηλεκτρικό κύκλωμα.Στη συνέχεια,το ηλεκτρικό κύκλωμα, το οποίο διαρρέεται απ' το εναλλασσόμενο ρεύμα, διαθέτει την συνολική ισχύ,της οποίας μέρος της είναι η άεργος ισχύς(reactive power- symbol Q). Η άεργος ισχύς εμφανίζεται όταν η διακύμανση της τάσης δεν συμβαδίζει σύμφωνα με τον χρόνο, την διακύμανση της έντασης. Με απλά λόγια όταν υπάρχει η διαφορά φάσης μεταξύ αυτών των δύο,έχουμε την άεργο ισχύ.Όταν υπάρχουν τα ηλεκτρικά στοιχεία 1)τα πηνία ισχύος 2)οι μετασχηματιστές και 3)οι ηλεκτρικοί κινητήρες, εμφανίζεται η άεργος ισχύς στο κύκλωμα ως φορτίο και τα στοιχεία αυτά αποθηκεύουν την ενέργεια σε μαγνητικό ή ηλεκτρικό πεδίο κατά τις ημιπεριόδους του εναλλασσόμενου ρεύματος,χωρίς να γίνεται η κατανάλωσή της. Επομένως, η ενέργεια αυτή αποδίδεται και πάλι στο ίδιο το κύκλωμα,με την ολοκλώρωση μιας περιόδου.

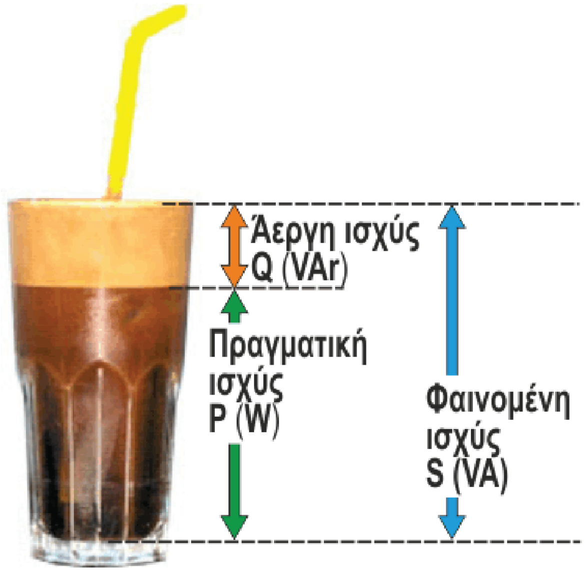
Αυτής της μορφής η ενέργεια, παρ'όλο που δεν καταναλώνεται προκαλεί κάποια προβλήματα γιατί για την μεταφορά της απαιτούνται ρεύματα που προκαλούν ωμικές απώλειες στις ωμικές αντιστάσεις μέχρι το σημείο που είναι αναγκαία η άεργος ισχύς. Στα κομβικά σημεία λοιπόν, που υπάρχει αυτή η ισχύς δημιουργείται αυξημένο ρεύμα,οπότε υπάρχει και αυξημένη απώλεια στα δίκτυα που τα τροφοδοτούν.

Ένας τρόπος ώστε να αντιμετωπίσουμε αυτό το πρόβλημα είναι να τοποθετήσουμε ένα πηνίο (αυτεπαγωγή) και έναν πυκνωτή (χωρητικότητα). Με αυτόν τον τρόπο κάθε φορά που το ένα από τα δύο θα χρειάζεται την άεργο ισχύ απ' το δίκτυο, το άλλο θα την επιστρέφει πίσω σε αυτό. Οπότε για την λειτουργία των στοιχείων θα ταλαντώνεται συνεχώς η ισχύς, μεταξύ αυτεπαγωγής και χωρητικότητας,χωρίς να χρειάζεται να μεταφερθεί και να μην προκαλεί το πρόβλημα των αυξημένων ρευμάτων,συνεπώς και των απωλειών.

Έτσι, σχεδιάζοντας οι αρμόδιοι τα χωρητικά και επαγωγικά στοιχεία του εκάστοτε κυκλώματος,θα πρέπει να λαμβάνουν υπόψην τους το γεγονός της άεργου ισχύος και αυτό γιατί επιβαρύνεται και είναι ένα μη χρήσιμο έργο ως προς αυτό.



«Θεωρία Ισχύος»



«Άεργος Ισχύς»

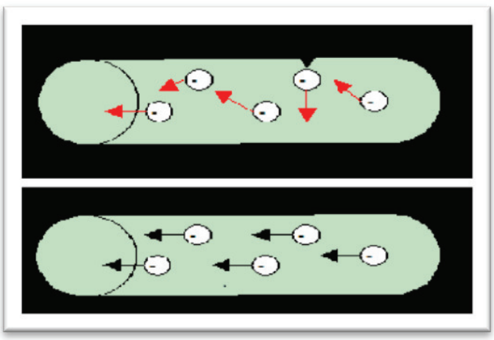
1.4 ΔΙΑΦΟΡΑ ΔΥΝΑΜΙΚΟΥ-ΤΑΣΗ ΡΕΥΜΑΤΟΣ

Πριν αναλύσουμε το **«τι είναι η τάση ρεύματος»** να πούμε **«τι είναι η Διαφορά Δυναμικού».** Η Διαφορά Δυναμικού (Δ.Δ) είναι η ενέργεια που χρειάζεται ένα ηλεκτρικό φορτίο ή μία μάζα ώστε να μπορέσει να μετακινηθεί από κάποιο σημείο σε κάποιο άλλο. Η Δ.Δ ορίζεται ως το πηλίκο της ενέργειας προς την μονάδα του φορτίου/μάζας. Δυναμικό είναι η ενέργεια που χρειάζεται κάθε φορά στο σημείο όπου και βρίσκεται.

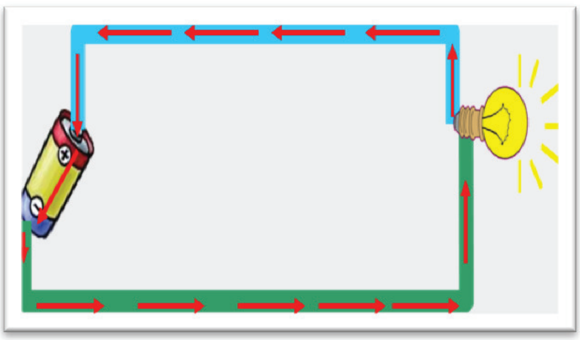
Γνωρίζοντας λοιπόν πλέον τι είναι η Διαφορά Δυναμικού και το Δυναμικό,μπορούμε να ορίσουμε την τάση ρεύματος ή αλλιώς η ηλεκτρική τάση. **Τάση ρεύματος** ονομάζεται η διαφορά δυναμικού μεταξύ 2 σημείων.

1.5 ΗΛΕΚΤΡΙΚΟ ΡΕΥΜΑ

Το **ηλεκτρικό ρεύμα** είναι ένα απ' τα είδη των *«ηλεκτρικών φαινομένων».* Τι είναι όμως το «ηλεκτρικό ρεύμα»; Όλα τα υλικά σώματα αποτελούνται από άτομα. Κάθε άτομο με την σειρά του αποτελείται από τον πυρήνα και γύρω απ' αυτόν περιστρέφονται μικροσκοπικά σωματίδια, *τα ηλεκτρόνια.* Τα ηλεκτρόνια τα οποία διαθέτουν αρνητικό φορτίο, εξισορροπούνται απ' το θετικό φορτίο του πυρήνα. Σε ορισμένα υλικά που ονομάζονται μέταλλα, ο πυρήνας δεν μπορεί να συγκρατήσει τα ηλεκτρόνια σταθερά στην τροχιά τους κι έτσι αυτά περιφέρονται ελεύθερα στο εσωτερικό του υλικού. Σε γνώριμες συνθήκες, η κίνηση τους γίνεται τυχαία, εαν όμως εφαρμοστεί μια *διαφορά δυναμικού* (Δ.Δ) στα άκρα του, τότε τα ηλεκτρόνια (με το αρνητικό φορτίο τους) έλκονται απ΄τον θετικό πόλο της πηγής. Επομένως, κινούνται όλα μαζί προς την ίδια κατεύθυνση. Αυτή την συντονισμένη και προσανατολισμένη κίνηση των ηλεκτρονίων κατα μήκος ενός ηλεκτροφόρου αγωγού την ονομάζουμε «ηλεκτρικό ρεύμα».



«Εικόνα 1»



«Εικόνα 2»

Το μέγεθος που μετρά το ηλεκτρικό ρεύμα *είναι η ένταση του ηλεκτρικού ρεύματος*, που ορίζεται ως:

$\mathbf{I = \frac{dQ}{dT}}$ **,** δηλαδή ένταση του ηλεκτρικού ρεύματος είναι ο ρυθμός διέλευσης του ηλεκτρικού φορτίου από τη διατομή ενός αγωγού. Πιο απλά, σε συγκεκριμένο χρονικό διάστημα περνάει από τη διατομή του αγωγού ηλεκτρικό φορτίο. Η ένταση του ηλεκτρικού ρεύματος δείχνει πόσο φορτίο περνά στη μονάδα του χρόνου.

Αποτελέσματα του ηλεκτρικού ρεύματος

Το ηλεκτρικό ρεύμα είναι η κοινή αιτία πολλών φαινομένων και σ' αυτό στηρίζεται η λειτουργία δεκάδων συσκευών που χρησιμοποιούμε στην καθημερινή μας ζωή. Μπορούμε να κατατάξουμε τα φαινόμενα που προκαλεί το ηλεκτρικό ρεύμα στις ακόλουθες κατηγορίες.

- **Θερμικά αποτελέσματα:** Το ηλεκτρικό ρεύμα προκαλεί τη θέρμανση των σωμάτων τα οποία διαρρέει. Συσκευές που λειτουργούν με βάση τα θερμικά αποτελέσματα του ηλεκτρικού ρεύματος είναι ο θερμοσίφωνας, η ηλεκτρική κουζίνα, οι θερμοσυσσωρευτές.
- **Ηλεκτρομαγνητικά αποτελέσματα:** Οι αγωγοί τους οποίους διαρρέει ηλεκτρικό ρεύμα δημιουργούν γύρω τους μαγνητικά πεδία. Έτσι μπορούν και αλληλεπιδρούν με σιδερένια υλικά, μαγνήτες ή και μεταξύ τους, ασκώντας μαγνητικές δυνάμεις. Στα ηλεκτρομαγνητικά φαινόμενα στηρίζεται η λειτουργία των ηλεκτρομαγνητικών γερανών, οι αυτόματοι διακόπτες, οι κεφαλές εγγραφής ήχου και εικόνας, καθώς και η κίνηση των τρένων μαγνητικής ανύψωσης κ.λπ. Στα ίδια φαινόμενα στηρίζεται η κατασκευή των ηλεκτροκινητήρων, με τους οποίους κινούνται τα ηλεκτρικά τρένα και λεωφορεία, λειτουργούν τα ηλεκτρικά ψυγεία, ο εκκινητής (μίζα) του αυτοκινήτου κ.λπ.
- **Χημικά αποτελέσματα:** Όταν ηλεκτρικό ρεύμα διέρχεται διαμέσου χημικών ουσιών, προκαλεί χημικές μεταβολές. Εκμεταλλευόμαστε τα χημικά φαινόμενα που προκαλεί το ηλεκτρικό ρεύμα στην κατασκευή των ηλεκτρικών μπαταριών, των συσσωρευτών ηλεκτρικής ενέργειας, στην παρασκευή χημικών στοιχείων, όπως νατρίου, υδρογόνου, αλουμινίου κ.λπ.
- **Φωτεινά αποτελέσματα:** Σε κάποιες περιπτώσεις το ηλεκτρικό ρεύμα προκαλεί την εκπομπή φωτός είτε λόγω αύξησης της θερμοκρασίας (λαμπτήρας πυράκτωσης) είτε λόγω της διέλευσής του από αέρια (λαμπτήρας φθορισμού).

❖ **Φορά του ηλεκτρικού ρεύματος**

Επειδή η ένταση του ηλεκτρικού ρεύματος έχει φορά, για τη μέτρησή του σε ένα σημείο θεωρούμε μία θετική φορά. Έτσι, αν το μέγεθος είναι θετικό σημαίνει ότι το δυναμικό μειώνεται κατά τη φορά που επιλέξαμε, ενώ αν το μέγεθος είναι αρνητικό σημαίνει ότι το δυναμικό αυξάνεται κατά την κατεύθυνση που επιλέξαμε. Όταν σημειώνουμε γραφικά τη φορά της έντασης του ηλεκτρικού ρεύματος με βέλος, τότε δείχνει κατά τη φορά μείωσης του δυναμικού.

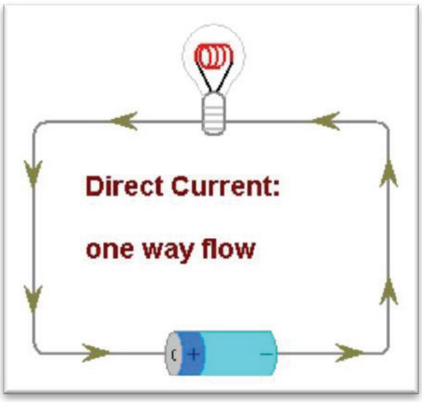
Η φορά του ηλεκτρικού ρεύματος είναι η φορά κίνησης των ηλεκτρικών φορτίων, η οποία δεν ταυτίζεται απαραίτητα με τη φορά της έντασης του ηλεκτρικού ρεύματος. Η φορά της έντασης του ηλεκτρικού ρεύματος είναι ταυτόσημη με τη φορά κίνησης των ηλεκτρικών φορτίων, όταν το ηλεκτρικό ρεύμα οφείλεται αποκλειστικά στην κίνηση θετικών φορτίων στον αγωγό. Παλιότερα πίστευαν ότι τα ελεύθερα κινούμενα φορτία στα μέταλλα ήταν θετικά, δηλαδή ότι οι δύο φορές, της έντασης και της κίνησης των φορτίων στους αγωγούς αυτούς, ταυτίζονταν.

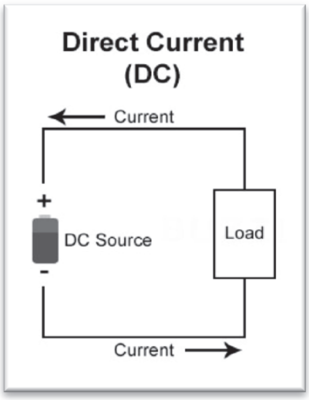
1.5.1 ΣΥΝΕΧΕΣ ΡΕΎΜΑ (DIRECT CURRENT/DC)

Το συνεχές ρεύμα έχει σταθερό μέτρο έντασης, με το οποίο λειτουργούν τα περισσότερα κυκλώματα και το οποίο παράγουν οι μπαταρίες. Αυτά τα κυκλώματα είναι μικρά ηλεκτρικά κυκλώματα ή ηλεκτρονικά κυκλώματα· επειδή έχει σταθερή ένταση, υποχρεωτικά παράγεται από σταθερή τάση, δεδομένου ότι το κύκλωμα δεν αλλάζει σημαντικά με την πάροδο του χρόνου. Η ροή των ηλεκτρονίων είναι σταθερή σε μια ενιαία κατεύθυνση.

Συνεχές ρεύμα είναι η σταθερή ροή των ηλεκτρονίων σε μια ενιαία κατεύθυνση, πχ. σ' ένα κάλώδιο, αλλά μπορεί να είναι και μέσω ημιαγωγών και μέσω κενού όπως το ηλεκτρόνιο. Στο συνεχές ρεύμα τα ηλεκτρόνια ρέουν προς την ίδια κατεύθυνση. Στο παρελθόν ονομαζόταν γαλβανικο ρεύμα. Ένα ρεύμα του οποίου η τιμή αλλά όχι η πολικότητα μεταβάλλεται συναρτήσει του χρόνου θεωρείται συνεχές.

Το συνεχές ρεύμα έχει **σταθερό μέτρο έντασης**, με το οποίο λειτουργούν τα περισσότερα κυκλώματα και το οποίο παράγουν οι μπαταρίες και γεννήτριες συνεχούς ρεύματος. Επειδή έχει σταθερή ένταση, υποχρεωτικά παράγεται απο σταθερή τάση, δεδομένου ότι το κύκλωμα δεν αλλάζει σημαντικά με την πάροδο του χρόνου.



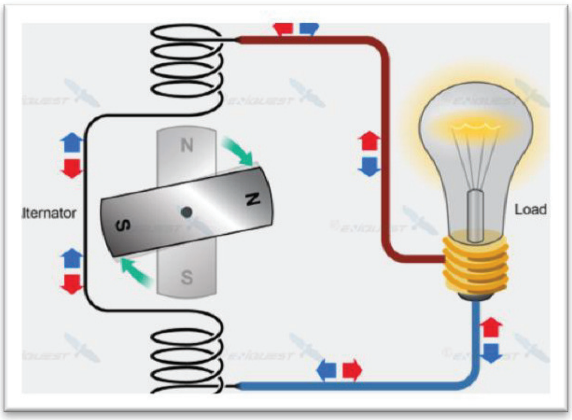


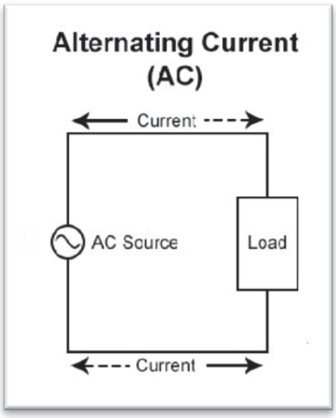
«DC (Direct Current)»

1.5.2 ΕΝΑΛΛΑΣΣΟΜΕΝΟ ΡΕΥΜΑ (ALTERNATING CURRENT/AC)

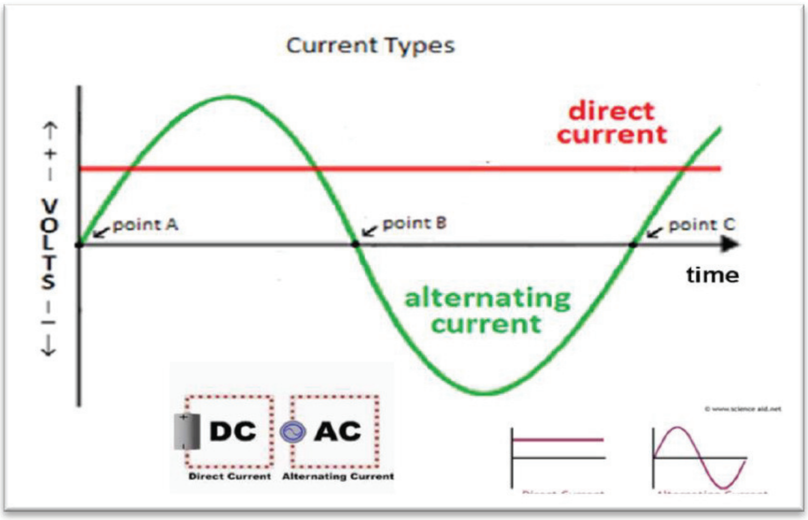
Στο εναλλασσόμενο ρεύμα *η ένταση* και *η κατεύθυνση* μεταβάλλονται περιοδικά, αυτό σημαίνει πως αυτές οι 2 ιδιότητες επαναλαμβάνονται εξίσου με τον ίδιο τρόπο μέσα σ' ένα συγκεκριμένο χρόνο. Τα ηλεκτρόνια μεταβάλλονται από την μια και την άλλη κατεύθυνση. Το εναλλασσόμενο ρεύμα έχει την δυνατότητα να μετατρέπει την τάση του σε υψηλότερες ή χαμηλότερες τιμές και λόγω των μικρών απωλειών του κατα την μεταφορά αλλά και σε λεπτότερα καλώδια,επικράτησε έναντι του συνεχούς στην διανομή της ηλεκτρικής ενέργειας.

Εναλλασσομενο ρεύμα είναι το ηλεκτρικό ρεύμα του οποίου η ένταση και η κατεύθυνση μεταβάλλονται περιοδικά·δηλαδή οι ιδιότητές τους αυτές επαναλαμβάνονται με τον ίδιο τρόπο μετά την πάροδο συγκεκριμένου διαστήματος-χρόνου. Η ροή των ηλεκτρονίων μεταβάλλεται από την μία κατεύθυνση στην άλλη. Το **συνεχές ρεύμα(AC)** λόγω της ευκολότερης και οικονομικότερης μετάδοσής του (μικρότερες απώλειες κατά την μεταφορά και πιο λεπτά καλώδια μεταφοράς) καθώς και της ευκολίας που παρέχει στην μετατροπή της τάσης του σε υψηλότερες ή χαμηλότερες τιμές, έχει επικρατήσει έναντι του συνεχούς στην διανομή της ηλεκτρικής ενέργειας.





«AC (Alternating Current)»



«AC & DC»

1.5.3 ΜΟΝΟΦΑΣΙΚΟ ΚΑΙ ΤΡΙΦΑΣΙΚΟ ΡΕΥΜΑ

Η παροχή του ηλεκτρικού ρεύματος γίνεται από το υφιστάμενο ηλεκτρικό δίκτυο ή δίκτυο ηλεκτροδότησης. Γενικά, ηλεκτρικό ρεύμα που παρέχεται είναι εναλλασσόμενο ημιτονοειδές ηλεκτρικό ρεύμα, ενεργής τάσης 230V και συχνότητας 50Hz. Λιγότερο διαδεδομένο είναι το ηλεκτρικό ρεύμα με χαρακτηριστικά 110V και συχνότητα 60Hz, που χρησιμοποιείται στις Ηνωμένες Πολιτείες Αμερικής.

Στον κάθε καταναλωτή παρέχονται πάντα ένα τριπλό καλώδιο, που το αποτελούν ο **ουδέτερος** (Ο) στον οποίο δεν παρέχεται από τον πάροχο ρεύμα, και οι **φάσεις**, στα οποία παρέχεται το ρεύμα, ενώ ο καταναλωτής είναι υποχρεωμένος να παρέχει για ασφάλεια μία *γείωση*. Ανάλογα με τις παρεχόμενες φάσεις της, η παροχή είναι **μονοφασική** ή **τριφασική**.

- Μονοφασική παροχή:Στον καταναλωτή παρέχεται μία φάση (R). Αν συνδεθεί μέσω ενός κυκλώματος η φάση με τον ουδέτερο τότε δημιουργείται κύκλωμα εναλλασσόμενου ρεύματος.

- Τριφασική παροχή:Στον καταναλωτή παρέχονται τρεις φάσεις (R,S,T). Η κάθε φάση διαφέρει από τις άλλες δύο κατά 120 μοίρες. Έτσι, αν συνδεθούν δύο φάσεις θα προκύψει ρεύμα παρόμοιο με της κάθε φάσης ενώ θα παρουσιαστεί και βραχυκύκλωμα εν μέρει. Αν συνδεθούν και οι τρεις φάσεις θα δημιουργηθεί πλήρως βραχυκύκλωμα και το τελικό καλώδιο δε θα φέρει καθόλου ρεύμα. Συνήθως η ηλεκτρολογική εγκατάσταση χωρίζεται σε τρία μέρη, όπου κάθε μέρος ηλεκτροδοτείται από μία φάση, όπως και στη μονοφασική παροχή.

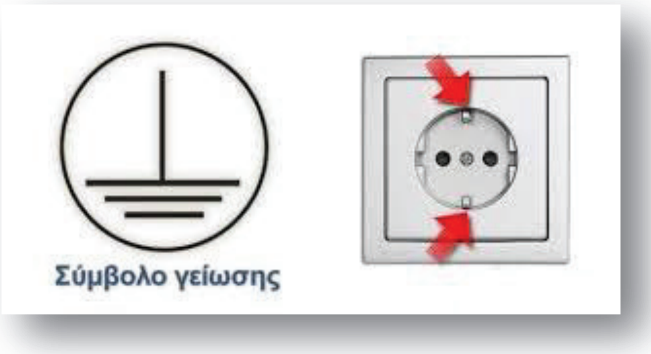
Η διαφορά φάσης μεταξύ δύο διαδοχικών φάσεων είναι η συγκεκριμένη και χαρακτηριστική της συγκεκριμένης παροχής. Γενικά, η διαφορά φάσης δύο διαδοχικών φάσεων σε μια περιοχή **ν** φάσεων δίνεται απ' τον τύπο:

$$\Delta_{\varphi} = \frac{360^{\circ}}{\nu}$$

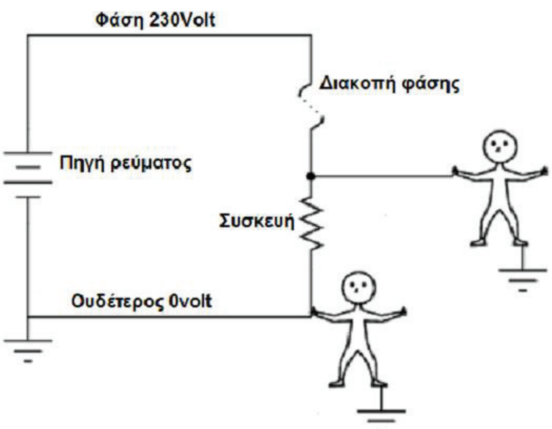
1.5.4 ΓΕΙΩΣΗ

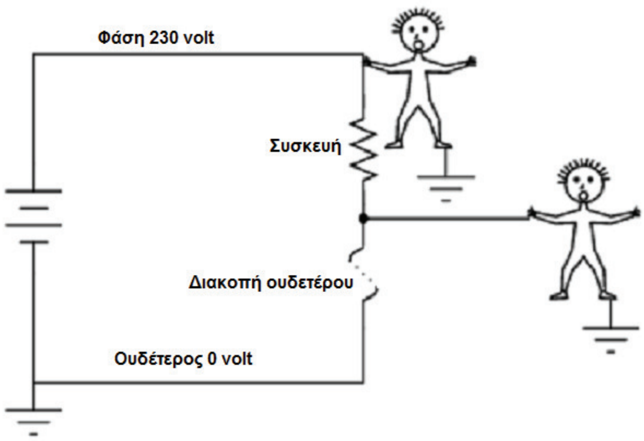
Ένας όρος που πολλές φορές ακούμε και συντάμε όταν αναφερόμαστε στο ηλεκτρικό ρεύμα είναι η **γείωση**. Οι περισσότεροι ίσως και χωρίς να αντιλαμβανόμαστε τι ακριβώς είναι, καταλαβαίνουμε ότι αφορά την προστασία μας απ' το ρεύμα. Η γείωση λοιπόν, είναι η αγώγιμη σύνδεση ενός ακροδέκτη ηλεκτρικού κυκλώματος με το έδαφος ή άλλο αντικείμενο μηδενικού δυναμικού. Ο συμβολισμός της γίνεται με 3 γραμμές παράλληλες αλλά και άνισες μεταξύ τους. Οποιοδήποτε σημείο είναι συνδεδεμένο με τη γείωση έχει δυναμικό ίσο με το μηδέν, δηλαδή V γειωμένο=0.

Έτσι αντιλαμβανόμαστε πως η γείωση έχει έναν απ' τους βασικότερους λόγους ύπαρξης σε κάθε είδους εγκατάσταση. Από τον κεντρικό πίνακα ξεκινάει το καλώδιο της και μοιράζεται σε όλες τις πρίζες τους σπιτιού. Απ' τον πίνακα όμως ξεκινάει και μια καλωδίωση προς το κεντρικό κουτί της ΔΕΗ. Με την ίδια λογική κάθε σπίτι κατά την κατασκευή του είναι υποχρεωμένο να τοποθετεί στα θεμέλια του μια γείωση για την καλύτερη αγωγιμότητα.



«Grounding»



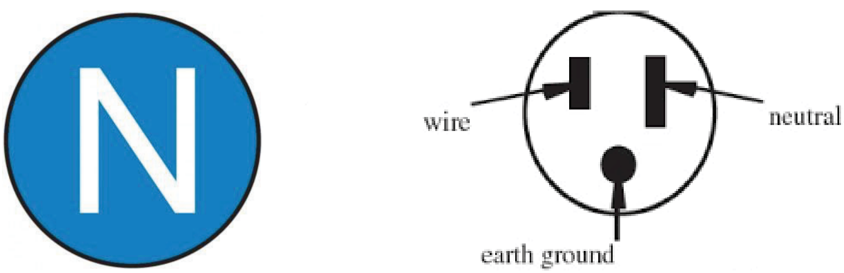


«Εικόνα 1-κομμένη φάση» **«Εικόνα 2-κομμένος ουδέτερος»**

1.5.5 ΟΥΔΕΤΕΡΟΣ

Ο **ουδέτερος** είναι ο αγωγός που "επιστρέφει" το ρεύμα προς το μετασχηματιστή της περιοχής μας, ώστε να "κλείσει" το κύκλωμα που λέμε σε απλή γλώσσα και να λειτουργήσουν οι συσκευές μας. Συμβολίζεται με το γράμμα (**N**) σε διεθνή μορφή. Κάθε συσκευή όπως γνωρίζουμε για να λειτουργήσει, χρειάζεται δύο αγωγούς, τη φάση (είναι ο αγωγός που φέρνει το ρεύμα προς τη συσκευή) και τον ουδέτερο (είναι ο αγωγός που "παίρνει" το ρεύμα από τη συσκευή μας και το γυρίζει στο μετασχηματιστή όπου γειώνεται εκεί.) Στην ουσία ο **ουδέτερος** είναι κάτι, θα μπορούσαμε να πούμε σαν γείωση, που φτάνει με αντίσταση σχεδόν το 0 (μηδέν) στο μετασχηματιστή. Σε δίκτυα TN ονομάζεται και αγωγός προστασίας. Θα παρατηρήσουμε ότι γειώνεται σε πάρα πολλά σημεία μέχρι το μετασχηματιστή όπου και επιστρέφει. Θα δούμε ότι γειώνεται και στην ιδιωτική μας γείωση στο σπίτι μας. Και όλο αυτό για να αυξηθεί και η προστασία μας.

Η χρησιμότητα του ουδέτερου αποδεικνύεται και στην περίπτωση που μία συσκευή τροφοδοτείται με αγωγό φάσης και ο ουδέτερος κοπεί, αυτή θα σταματήσει να λειτουργεί, αλλά στο σημείο που είναι κομμένος ο αγωγός, αυτό θα έχει ρεύμα. Πρακτικά αυτό σημαίνει πως εαν κάποιος ακουμπήσει αυτό το σημείο θα πάθει ηλεκτροπληξία, διότι το ρεύμα θα ξαναβρεί την διαδρομή του προς τη γη, ώστε να κλείσει το κύκλωμα, όπως προείπαμε.



«Neutral»

2 ΗΛΕΚΤΡΙΚΟ ΔΙΚΤΥΟ

Το ηλεκτρικό δίκτυο είναι ένα δίκτυο συνδεδεμένο, για να εξασφαλίζει την μεταφορά της ηλεκτρικής ενέργειας απο τους παραγωγούς προς τους καταναλωτές.

Αποτελείται απο 3 μέρη:

- Παραγωγή της ηλεκτρικής ενέργειας. : Τα εργοστάσια παραγωγής ηλεκτρικής ενέργειας παράγουν ηλεκτρική ενέργεια χρησιμοποιώντας ορυκτά καύσιμα (άνθρακα, φυσικό αέριο, βιομάζα) ή τον αέρα, το νερό, τα πυρηνικά καύσιμα και τον ήλιο.
- Μεταφορά της ηλεκτρικής ενέργειας. Σε αυτή την φάση η ηλεκτρική ενέργεια μεταφέρετε από τα μεγάλα εργοστάσια στα κέντρα ζήτησης.
- Διανομή της ηλεκτρικής ενέργειας. Η ενέργεια φτάνει στους υποσταθμούς, γίνεται υποβιβασμός τάσης με τη βοήθεια μετασχηματιστών και μεταφέρεται μέσω γραμμών διανομής. με περαιτέρω υποβιβασμό τάσης, γίνεται κατάλληλη για χρήση από οικιακά δίκτυα.

2.1 ΙΣΤΟΡΙΚΗ ΑΝΑΔΡΟΜΗ–ΤΟ ΗΛΕΚΤΡΙΚΟ ΡΕΥΜΑ ΣΤΗΝ ΕΛΛΑΔΑ

Ιστορική αναδρομή

Μεταφορά ηλεκτρικής ενέργειας

Για να λυθεί το πρόβλημα της μεταφοράς της ηλεκτρικής ενέργειας σε μεγάλες αποστάσεις, ο William Stanley κατασκεύασε το πρώτο επαγωγικό πηνίο, που αποτέλεσε τον προάγγελο 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 τη 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 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 τη βοήθεια εναέριων γραμμών να διανεμηθεί σε βιομηχανίες που χρησιμοποιούν μέση τάση και σε σπίτια που χρησιμοποιούν χαμηλή τάση.

Έχουμε δύο τύπους δικτύου, ανάλογα με την τάση της ηλεκτρικής ισχύος που διακινεί, το δίκτυο (Σύστημα) Μεταφοράς και το δίκτυο Διανομής.

Το δίκτυο Μεταφοράς, διοχετεύει την ηλεκτρική ισχύ από τους σταθμούς παραγωγής στους υποσταθμούς μεταφοράς. Η μεταφορά γίνεται σε υψηλή τάση, μέσω του δικτύου υψηλής τάσης (150kV) και υπερυψηλής (400kV) για να μειωθούν οι απώλειες ισχύος, όταν οι αποστάσεις είναι μεγάλες. Οι γραμμές Μεταφοράς δεν μπορούν να τροφοδοτήσουν άμεσα τους καταναλωτές που χρησιμοποιούν χαμηλή τάση (220/380V) αλλά φθάνουν μέχρι ορισμένα σημεία, τους υποσταθμούς μεταφοράς, όπου γίνεται υποβιβασμός της τάσης στη μέση τάση, δηλαδή στα 20 kV του δικτύου. Οι υποσταθμοί αποτελούν κόμβους στο δίκτυο του ηλεκτρισμού. Από αυτά τα σημεία όπου βρίσκονται οι υποσταθμοί μεταφοράς, αρχίζουν οι γραμμές διανομής, που καταλήγουν στους υποσταθμούς διανομής όπου γίνεται υποβιβασμός της μέσης τάσης στη χαμηλή τάση που χρησιμοποιούν οι περισσότεροι καταναλωτές.

Τα συστατικά στοιχεία των γραμμών μεταφοράς είναι:

- Πυλώνες ή πύργοι, στους οποίους στηρίζονται οι αγωγοί των εναέριων γραμμών
- Μονωτήρες, μέσω των οποίων αναρτώνται στους πυλώνες οι αγωγοί γραμμών
- Αγωγοί, κυρίως από χαλκό και αλουμίνιο.
- Το δίκτυο Διανομής, περιλαμβάνει:
- το δίκτυο διανομής μέσης τάσης (20kV) που μεταφέρει την ηλεκτρική ενέργεια από τους υποσταθμούς μεταφοράς στους υποσταθμούς διανομής.
- το δίκτυο διανομής χαμηλής τάσης (220/380V) που μεταφέρει την ηλεκτρική ενέργεια από τους υποσταθμούς διανομής στους καταναλωτές.

Το ηλεκτρικό ρεύμα στην Ελλάδα

Το 1889 το ηλεκτρικό ρεύμα «καταφθάνει» και στην Ελλάδα. Η «Γενική Εταιρία Εργοληψειών» κατασκευάζει στην Αθήνα την πρώτη παραγωγική μονάδα ηλεκτρικής ενέργειας. Το πρώτο κτίριο που φωτίζεται είναι τα Ανάκτορα και σύντομα επεκτείνεται και στην τότε πόλη της Αθήνας. Την ίδια χρονιά ηλεκτροδοτήθηκε και η Θεσσαλονίκη, η οποία βέβαια ανήκε στην Οθωμανική Αυτοκρατορία. Βέλγικη Εταιρία αναλαμβάνει την κατασκευή εργοστασίου παραγωγής ηλεκτρικής ενέργειας μετά από ανάθεση από τις τουρκικές αρχές. Έπειτα απο 10 χρόνια εμφανίζονται στον ελλαδικό χώρο πολυεθνικές εταιρίες όπως η Thomson-Houston όπου σε συνεργασία της Εθνικής Τράπεζας ιδρύουν την «Ελληνική Ηλεκτρική Εταιρία», η οποία αναλαμβάνει την ηλεκτροδότηση μεγάλων ελληνικών πόλεων. Μέχρι το 1929 ηλεκτροδοτήθηκαν 250 πόλεις,δηλαδή πάνω απο 5.000 κάτοικοι.Σε περιοχές πιο απομακρυσμένες και πιο αραιοκατοικημένες ανέλαβαν την ηλεκτροδότηση ιδιώτες ή οι κοινότικές αρχές.Το 1950 υπήρχαν περίπου 400 εταιρίες παραγωγής ηλεκτρικής ενέργειας.

Τα πρωτογενή καύσιμα που χρησιμοποιούσαν οι μονάδες ήταν το πετρέλαιο και τον γαιάνθρακα που εισάγονταν απο το εξωτερικό. Σε συνδυασμό λοιπόν, οι εισαγωγές της πρώτης ύλης, με τις πολυάριθμες μικρές μονάδες να κάνουν την τιμή του ρεύματος να φτάνει στα ύψη. Αυτό είχε σαν αποτέλεσμα να είναι δυσπρόσιτο σε πολλούς. Επίσης, πολλές φορές το ρεύμα παρεχόταν με ωράριο και να γίνονται συχνές ξαφνικές διακοπές.

Τον Αύγουστο του 1950 ιδρύεται η ΔΕΗ, της οποίας οι δραστηριότητες παραγωγής, μεταφοράς και διανομής του ρεύματος συγκεντρώθηκαν σε έναν δημόσιο φορέα. Η ΔΕΗ άμεσα στράφηκε προς την αξιοποίηση των εγχώριων πηγών ενέργειας, ενώ ξεκίνησε και την ενοποίηση των δικτύων μεταφοράς ηλεκτρικής ενέργειας σε ένα εθνικό διασυνδεδεμένο σύστημα. Το ελληνικό υπέδαφος όντας πλούσιο σε λιγνιτικά κοιτάσματα, άρχισαν να εξορύσσονται και να χρησιμοποιούνται για τις λιγνιτικές μονάδες ηλεκτροπαραγωγής. Την ίδια χρονική περίοδο η ΔΕΗ άρχισε να αξιοποιεί την δύναμη των υδάτων με την κατασκευή υδροηλεκτρικών σταθμών στους διάφορους μεγάλους ποταμούς της χώρας.

Στις αρχές του 2001 η ΔΕΗ λειτουργεί ως ανώνυμη εταιρία (Α.Ε), ενώ στο τέλος του ίδιου έτους είχε κάνει τα πρώτα βήματα στα Χρηματηστήρια Αξιών Αθηνών και Λονδίνου.

Σήμερα η ΔΕΗ δραστηριοποιείται ως Παραγωγός και είναι ο κύριος Προμηθευτής ηλεκτρικής ενέργειας στην Ελλάδα· είναι κάτοχος του 75% περίπου της εγκατεστημένης ισχύος των θερμοηλεκτρικών σταθμών ηλεκτροπαραγωγής στην ηπειρωτική Ελλάδα, συμπεριλαμβάνοντας στο ενεργειακό της μείγμα λιγνιτικούς, υδροηλεκτρικούς και πετρελαικους σταθμούς, όπως και σταθμούς φυσικού αερίου και μονάδες ανανεώσιμων.

3 ΜΕΤΡΗΤΕΣ ΤΑΣΗΣ ΡΕΥΜΑΤΟΣ-ΥΔΡΟΜΕΤΡΗΤΕΣ-ΓΚΑΖΙΟΥ

Στην καθημερινότητα μας παντού χρησιμοποιούμε το ηλεκτρικό ρεύμα, στα σπιτια,(φωτισμός,λευκές ηλεκτρικές συσκευές,συσκευές ψυχαγωγίας) στις επιχειρήσεις(γραμμές παραγωγής,μηχανήματα όπως εκτυπωτές και υπολογιστές),και σε δημόσιους χώρους-πόλεις-δρόμους. Γι' αυτό χρειάζονται ειδικές συσκευές καταγραφής της κατανάλωσης, οι μετρητές ρεύματος. Για πολλές δεκαετίες οι συσκευές που έκαναν την μέτρηση τάσης ρεύματος ήταν οι ηλεκτρομηχανικοί. Τα τελευταία χρόνια όμως έχουμε μεταβεί στην νέας γενιάς μετρητές του έξυπνους ή διαφορετικά γνωστούς ως "smart meters".

Φυσικά δεν υπάρχουν μονό μετρητές ρεύματος αλλά φυσικού αερίου, γκαζιού και νερού. Ακόμα βέβαία στην Ελλάδα δεν έχει γίνει η μετάβαση σε όλα αλλά σε σύγχρονα σπίτια.

Οι **υδρομετρητές** όπως αλλιώς λέγονται, χρησιμοποιούνται για την μέτρηση του όγκου του νερού. Σε πολλέ ανεπτυγμένες χώρες υπάρχουν σε πολλά κατοικημένα και εμπορικά κτίρια στο δημόσιο σύστημα παροχής νερού. Υπάρχουν διάφοροι τύποι υδρομετρητών, οι οποίοι είναι βασισμένοι στις διάφορε μεθόδους μέτρησης ροής, τα απαραίτητα ποσοστά κατανάλωσης αλλά και στις απαιτήσεις ακρίβειας της μέτρησης. Ενδεικτικά αναφέρουμε τους

- Ταχυμετρικούς (καλίνδρους λαδιού)
- Ογκομετρικούς
- Βιομηχανικοί υγρού τύπου

«Μετρητής Νερού-Υδρομετρητές»

Οι **μετρητές γκαζιού(gas)** είναι εξειδικευμένοι μετρητές ροής, οι οποίοι χρησιμοποιούνται για την μέτρηση όγκου αερίου καυσίμων, όπως το υγροποιημένο αέριο πετρελαίου και το φυσικό αέριο. Αυτού του είδους οι μετρητές χρησιμοποιούνται τόσο για οικιακή χρήση όσο και για εμπορική και βιομηχανική.Τύποι μετρητών γκαζιού:

- **Μετρητές διαφράγματος/φυσητήρων(Diaphragm/Bellows Meters):** Κλασσικός τύπος μετρητή γκαζιού, τους οποίους συναντάμε σχεδόν σε όλες τα οικιακά και μικροεμπορικά κτίρια.
- **Ροόμετρα(Rotary Meters)**:Περιστροφικοί υψηλής επεξεργασίας, ώστε να μπορούν να χειρίζονται υψηλούς όγκους και πιέσεις.
- **Μετρητές στροβίλων(Turbine Meters):** Εξάγουν τον όγκο του αερίου καθορίζοντας την ταχύτητα του αερίου που κινείται μέσω του μετρητή.
- **Μετρητές οπών(Orifice Meters):** Είναι μετρητής διαφορικού τύπου, όπου όλες συνάγουν τον ρυθμό ροής αερίου μετρώντας τη διαφορά πίεσης σε μια σκόπιμη σχεδιασμένη και εγκατεστημένη διαταραχή ροής.

«Μετρητής Γκαζιού»

4 ΗΛΕΚΤΡΟΜΗΧΑΝΙΚΟΙ ΜΕΤΡΗΤΕΣ

Για να γίνει σωστά η διαχείριση της ενέργειας, ο βέλτιστος τρόπος είναι η **μέτρηση.** Η πρώτης γενιάς μετρητές που εγκαταστάθηκαν ήταν οι ηλεκτρομηχανικοί, όπως προαναφέραμε (μονοφασικοί και τριφασικοί) Στην χώρα μας προς παρόν σε πλειονότητα είναι ακομα οι ηλεκτρομηχανικοί μετρητές.

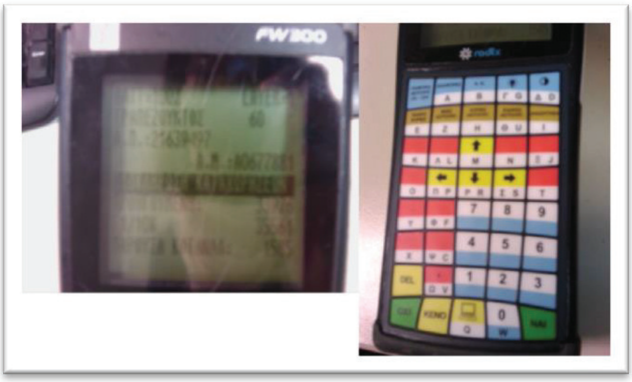
4.1 Πως λειτουργεί ο ηλεκτρομηχανικός μετρητής

Ο συμβατικός ηλεκτρομηχανικός μετρητής λειτουργεί με βάσει την αρχή της ηλεκτρομαγνητικής επαγωγής. Διαθέτει ένα περιστρεφόμενο μη μαγνητικό αλλά ηλεκτρικά αγώγιμο μεταλλικό δίσκο, συνήθως είναι δίσκος αλουμινίου. Αυτός ο δίσκος είναι τοποθετημένος σε εναν άξονα ανάμεσα σε δύο ηλεκτρομαγνήτες. Περιστρέφεται με ταχύτητα ανάλογη προς την ισχύ που περνάει μέσα από τον μετρητή. Έτσι, ο αριθμός των στροφών του δίσκου είναι ανάλογος με την χρήση ενέργειας.

Κοντά στον μεταλλικό δίσκο είναι τοποθετημένα δύο πηνία. Το ένα παράγει μαγνητική ροή ανάλογη προς την τάση και το άλλο πηνίο παράγει μαγνητικό πεδίο αναλογικό προς το ρεύμα. Αυτά τα δύο μαγνητικά πεδία δρουν στον μεταλλικό δίσκο με στροβιλικά ρεύματα

«Electromechanical Meter»

Για να μπορέσει ο τεχνικός-υπεύθυνος της ΔΕΗ να κάνει την καταμέτρηση ρεύματος χρειάζεται μια ειδική συσκευή, η οποία έχει όλες τις παροχές πρέπει να ελέγξει. Ο φορητός καταχωρητής εμφανίζει στην οθόνη τις τιμές που εκάστοτε καταναλωτή όπως διεύθυνση/αριθμός παροχής/αριθμός μετρητή/προηγούμενη καταμέτρηση/ νέα καταμέτρηση κτλ. Εν συνεχεία οι πληροφορίες αυτές προσκομίζονται στην υπηρεσία για να περαστούν στην βάση δεδομένων και να εκτυπωθεί ο λογαριασμός του καταναλωτή.



«Φορητός καταχωρητής ρεύματος»

4.2 Κλοπή ρεύματος

Εδώ και πολλά χρόνια είναι γνωστό σε μεγάλο ποσοστό ότι τα ηλεκτρομηχανικοί μετρητές μπορούν εύκολα να παραβιαστούν για εξοικονόμηση χρημάτων στον λογαριασμό της ΔΕΗ.

Μέσα στα χρονιά έχουν δημοσιευτεί αρκετά άρθρα και στοιχεία για κλοπές ρεύματος σε σπίτια και επιχειρήσεις.

Πιο συγκεκριμένα χιλιάδες παραβάσεις τον μήνα, εντόπισαν από τον Ιανουάριο μέχρι και τον Ιούνιο τα συνεργεία του ΔΕΔΔΗΕ, έχοντας εντατικοποιήσει τους ελέγχους, παρά τις σημαντικές ελλείψεις σε προσωπικό. Η αυξητική πορεία των ρευματοκλοπών αποκαλύπτεται από τα στοιχεία που έχει στη διάθεσή του το «Έθνος», καθώς το 2012 είχαν εντοπιστεί 4.370 περιπτώσεις, ενώ το 2015 αυξήθηκαν σχεδόν κατά 100%, έχοντας εκτοξευθεί στις 8.587.

Τι γίνεται, όμως, με όσους συλλαμβάνονται να κάνουν ρευματοκλοπή; Η απάντηση που δίνουν στελέχη του ΔΕΔΔΗΕ είναι ότι παραπέμπονται στον εισαγγελέα και έρχονται αντιμέτωποι με ποινές φυλάκισης, ενώ καλούνται να πληρώσουν όλο το ποσό που έκλεβαν με βάση το μέγεθος της κατανάλωσης που απέφευγαν, συνυπολογίζοντας πρόστιμα και προσαυξήσεις.

Πρέπει να τονιστεί ότι το ετήσιο μέγεθος της κατανάλωσης που κλέβεται είναι 100.000 μεγαβατώρες, ποσότητα που αντιστοιχεί περίπου στο 0,2% της συνολικής κατανάλωσης ηλεκτρικής ενέργειας. Με πολύ απλούς και συντηρητικούς υπολογισμούς κάθε χρόνο εξανεμίζονται 15 εκατ. ευρώ. Χρηματικό ποσό το οποίο επιβαρύνονται οι υπόλοιποι καταναλωτές.

4.3 Παραβίαση ρολογιών

Τα 7 τρικ που μπλοκάρουν τους μετρητές

• Πλήρης αποσύνδεση ειδικών εξαρτημάτων του μετρητή, τα οποία επιτρέπουν στο ρεύμα να φτάνει στον καταναλωτή, χωρίς να καταγράφεται η κατανάλωση. Συνδέοντας τη γραμμή από τον πίνακα στον μετρητή κατευθείαν στην ασφάλεια του ρολογιού, οι δράστες καταφέρνουν να μη γράφει ο μετρητής την κατανάλωση. Με το λεγόμενο «μπάι πας», το ρεύμα πηγαίνει απευθείας στο νοικοκυριό, χωρίς να περνάει από τον μετρητή της ΔΕΗ.

• Αλλοίωση της ένδειξης του μετρητή, επιβραδύνοντας την ταχύτητα κίνησής του. Πρόκειται για την πλέον διαδεδομένη μέθοδο ρευματοκλοπής, που γίνεται μόνο από ηλεκτρολόγους και δεν είναι δυνατό να εντοπιστεί παρά μόνο εάν υπάρξει καταγγελία.

• Τρύπημα του ρολογιού από το πλάι με μεταλλικό αντικείμενο και σφήνωμα του δίσκου με ένα καρφί ή ξυλάκι, ώστε να μην περιστρέφεται και να μην καταγράφει ο μετρητής.

• Τοποθέτηση ειδικών μαγνητών που ακινητοποιούν την κλασική ροδέλα του μετρητή του ρολογιού, με αποτέλεσμα αυτός να μη γράφει μονάδες και να μην υπάρχει επιπλέον χρέωση στον λογαριασμό.

• Ψεκασμός των επαφών με ειδικό σπρέι ψύξης ώστε να παγώνουν και να μην γράφουν οι μετρητές.

• Κάθε μετρητής έχει ένα λαμάκι μέτρησης τάσης. Οι επιτήδειοι το θέτουν εκτός λειτουργίας ή το αφαιρούν, έτσι ώστε να μη γράφει καθόλου την κατανάλωση ηλεκτρικού ρεύματος.

• Ιδιαίτερα δημοφιλής στην επαρχία και ειδικά στις αγροτικές περιοχές είναι η μέθοδος να κατεβάζουν ρεύμα με άγκιστρα απευθείας από τις κολόνες της ΔΕΗ. Η παράνομη τροφοδότηση αυτού του τύπου είναι πολύ επικίνδυνη, ενώ δύσκολα εντοπίζεται από τα ειδικά συνεργεία της ΔΕΗ, καθώς οι ελλείψεις σε προσωπικό και η γεωμετρική αύξηση των περιστατικών λειτουργούν υπέρ των παραβατών.

5 ΕΙΣΑΓΩΓΗ - ΕΞΥΠΝΟΙ ΜΕΤΡΗΤΕΣ

Τα τελευταία χρόνια έχουν εμφανιστεί νέες τεχνολογίες στο κομμάτι των έξυπνων μετρητών, οι οποίοι δίνουν την δυνατότητα μέτρησης της ενέργειας, τάσης, συχνότητας και άλλων μεγεθών αλλά και διαχείρισης, επεξεργασίας και αποθήκευσης πληροφοριών. Εξαιτίας των απαιτήσεων των πελατών για πιο ακριβή αποτελέσματα και χάρη στην τεχνολογική εξέλιξη των κατασκευαστικών εταιριών, πλέον οι μετρητές έχουν γίνει ανθεκτικότεροι και μπορούν υπό συνθήκες να λειτουργούν σωστά πάνω απο 20-25 χρόνια.

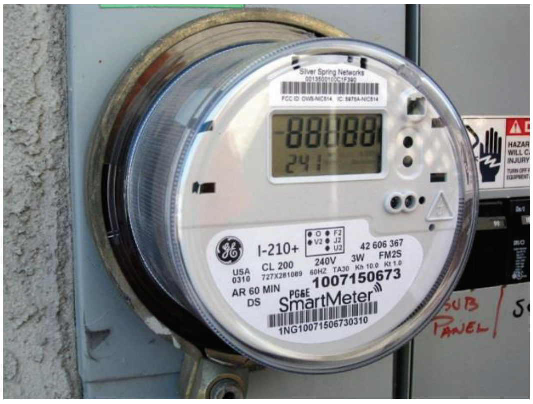
Η νέας τεχνολογίας έξυπνοι μετρητές θα μετρούν με ψηφιακό τρόπο την κατανάλωση ρεύματος και θα είναι online συνδεδεμένοι ασύρματα με τον πάροχο. Με αυτόν τον τρόπο πλέον θα γίνεται η μέτρηση σε πραγματικό χρόνο σε διάστημα 30 δευτερολέπτων και θα αποστέλονται τα δεδομένα στην βάση δεδομένων αυτόματα μέσω ενός ασφαλούς ασύρματου δικτύου. Σημαντικό είναι το γεγονός ότι ο καταναλωτής για πρώτη φορά θα βλέπει πόσο ρεύμα έχει καταναλώσει αλλά και ο πάροχος θα εντοπίζει άμεσα τις βλάβες και τα προβλήματα του δικτύου. Επίσης, η σύνδεση όπως και η διακοπή θα γίνεται εξ'αποστάσεως.

5.1 SMART METERS

Είναι μια ηλεκτρονική συσκευή-μετρητής που καταγράφει την κατανάλωση της ηλεκτρικής ενέργειας που καταναλώνει ένα σπίτι(residential smart meters) ή μια περιοχή(industrial smart meters), ανα τακτά χρονικά διαστήματα και τις αποστέλει σε ένα πρόγραμμα τιμολόγησης. Οι έξυπνοι μετρητές έχουν την δυνατότητα να επιτρέπουν την αμφίδρομη επικοινωνία μεταξύ μετρητή και κεντρικού συστήματος και μπορούν να συλλέξουν δεδομένα για απομακρυσμένες αναφορές.

Επίσης, οι πληροφορίες σχετικά με την ποσότητα ηλεκτρικής ενέργειας που χρησιμοποιείται, απεικονίζεται στην φορητή ασύρματη οθόνη προβολής, οπότε ο καταναλωτής μπορεί να έχει τον έλεγχο, στο τι ρεύμα καταναλώνει. Πως γίνεται αυτό; Στην οθόνη λοιπόν, αναγράφεται η μετρήσιμη ενέργεια σε κιλοβατώρες(kWh), που χρεώνει η εκάστοτε εταιρία. Ο μετρητής δείχνει πόσο και από ποιες συσκευές καταναλώνεται το ανάλογο ρεύμα, το οποίο αναγράφεται στον λογαριασμό. Έπειτα,εισάγοντας το κόστος χρέωσης της kWh, μπορεί ο χρήστης να δει το ποσό που δαπανάται. Μ' αυτόν τον τρόπο μπορεί να κάνει άμεσα αλλαγές στην καθημερινή χρήση των οικιακών του συσκευών, ώστε να κερδίζει χρήματα και να μειώσει την δαπανούμενη ενέργεια, ώστε να βοηθήσει και στην προστασία του περιβάλλοντος.

Η επικοινωνία του μετρητή με το δίκτυο μπορεί να πραγματοποιηθεί μέσω σταθερών ενσύρματων συνδέσεων ή μέσω ασύρματης σύνδεσης(Ethernet,GSM,GPRS,3G). Χαρακτηριστικό των έξυπνων μετρητών είναι πως περιλαμβάνουν αισθητήρες πραγματικού χρόνου (real-time sensors) ή σχεδόν σε πραγματικό χρόνο, για την ειδοποίηση διακοπής ρεύματος και παρακολούθησης της ποιότητας της ηλεκτρικής ενέργειας.



«Different Types of Smart Meters»

5.2 ΜΟΝΑΦΑΣΙΚΟΣ ΚΑΙ Ο ΤΡΙΦΑΣΙΚΟΣ ΜΕΤΡΗΤΗΣ

Αρχικά, υπάρχουν 2 είδη συστημάτων, τα **μονοφασικά** και τα **τριφασικά.** Το κύκλωμα του οποίου το φορτίο τροφοδοτείται από μια πηγή τάσης μέσω δύο αγωγών ονομάζεται **μονοφασικό κύκλωμα.** Τα μονοφασικά κυκλώματα παρουσιάζουν βέβαια μειονοκτήματα όπως απώλειες μεταφοράς για δεδομένη ενεργό ισχύ και είναι υψηλές. Εν συνεχεία υιοθετήθηκε το τριφασικό σύστημα όπου οι πηγές ακολουθούν στις εξής σχέσεις:

$$\boldsymbol{V_A} = \boldsymbol{V_m \, cos\omega t} \qquad \boldsymbol{V_B} = \boldsymbol{V_m \, cos(\omega t - 120°)} \qquad \boldsymbol{V_c} = \boldsymbol{V_m \, cos(\omega t - 240°)}$$

Τα είδη των μετρητών που θα δούμε είναι ο μονοφασικός και ο τριφασικός. Όπως μπορούμε να καταλάβουμε ο μονοφασικός μετρητής διαθέτει 1φάση ρεύματος(1-phase) μαζί με τον ουδέτερο, ενώ ο τριφασικός μετρητής διαθέτει 3 φάσεις(3-phases) μαζί με τον ουδερο.

Παρακάτω θα παρουσιάσουμε 2 κατηγορίες μετρητών, τους residential meters και τους industrial meters. *Οι residential meters* είναι οι οικιακοί μετρητές, οι οποίοι όπως καταλαβαίνουμε κι απ΄την ονομασία τους τοποθετούνται για οικιακή χρήση. Σε αντίθεση με τους *industrial meters* που είναι οι βιομηχανικοί, οι οποίοι τοποθετούνται για βιομηχανική χρήση. Όπως μπορούμε να καταλάβουμε κι απ' το όνομα τους, οι μεν είναι απλές συσκευές που μπορούν να υποστηρίξουν τάσεις ρεύματος που έχει ένα σπίτι, ενώ οι δε είναι κατασκευασμένοι για μεγάλα φορτία και μεγάλες τάσεις ρεύματος.

5.3 RESIDENTIAL METERS

Απ' την κατηγορία των οικιακών μετρητών διαλέξαμε τον E350 , οποίος διαθέτει 2 είδη μετρητών, τους μονοφασικούς (1-phase) και τους τριφασικούς (3-phase).

Ο E350 συνδέεται απευθείας στην κατοικία, όπως η παλαιότερης γενιάς μετρητές. Έχει την δυνατότητα να καταγράφει την ενεργό(active) και ανενεργό(reactive) κατανάλωση ενέργειας σε όλα τα μονοφασικά και τριφασικά δίκτυα.

Στην βασική του έκδοση παρέχει καταχωρητές ενέργειας για τιμολόγηση,κόκκινες δοκιμαστικές διόδους για active και reactive ενέργεια.

Όπως έχουμε αναφέρει πρωτύτερα για τους έξυπνους μετρητές, έτσι και εδώ μπορούμε να πάρουμε τα δεδομένα που καταγράφονται αλλά να έχουμε και διάφορες μορφές επικοινωνίας με τον μετρητή, μέσω του optical interface και την βοήθεια του optical probe. Εξειδικευμένο προσωπικό δύναται να επικοινωνεί με τον μετρητή όχι μόνο για να διαβάζει την κατανάλωση ρεύματος αλλά και για να βλέπει γενικότερα την συμπεριφορά του μετρητή μεσ' το δίκτυο κατά την διάρκεια της λειτουργίας του. Επομένως, με την βοήθεια π.χ του MAP tool(parameterization tool της εταιρίας Landis&Gyr που παρέχεται μόνο για ους δικούς της μετρητές),SEP2(parameterization tool της εταιρίας Iskraemeco) μπορεί να διαβάσει την γενικότερη συμπεριφορά του προιόντος.

Πολύ σημαντικό είναι πως μελετώντας τον μετρητή, βλέπουμε πως η εταιρία, μας εγγυάται την προστασία αυτού του interface από τις διάφορες πιθανότητες απάτης-κλοπής. Κατά την παραγωγή του εκάστοτε μετρητή απ' το εργοστάσιο, κλειδώνεται το interface και από κει και πέρα κανένας δεν έχει πρόσβαση στα data του. Αυτό διασφαλίζεται με κάποια keys, τα οποία τα διαθέτει συγκεκριμένη ομάδα, η οποία κάνει το parameterization και στην συνέχεια τα παρέχει στον αγοραστή του μετρητή˙ οπότε και μπορεί να αλλάξει τους κωδικούς.

Εν συνεχεία, αυτό το μοντέλο μετρητή προσφέρει στον πελάτη την δυνατότητα να μπορεί να επεκταθεί με διάφορες μονάδες AMR για επιπρόσθετες λειτουργίες και επικοινωνίες μέσω μιας επιπρόσθετης συσκευής το module,το οποίο θεωρείται και η καρδιά του μετρητή. Τα modules προσφέρουν διαφόρων μορφών συνδέσεις που είναι τα PLC, GSM/GPRS και Ethernet. Με την βοήθεια των modules γίνεται η εισαγωγή και εξαγωγή πολλαπλών τιμών με εξωτερικό ρυθμό ελέγχου. Για παράδειγμα, όταν ο τεχνικός της εκάστοτε εταιρίας χρειάζεται να επικοινωνήσει με τον μετρητή ακόμα και εξ' αποστάσεως θα κάνει την σύνδεση με την βοήθεια του module, γιατί αυτή η συσκευή δίνει την δυνατότητα στον μετρητή να έρθει σε επαφή με τον εξωτερικό περιβάλλον-δίκτυο. Γι' αυτό σε περίπτωση που το module αδυνατεί να συνδεθεί με το δίκτυο, δεν σημαίνει απαραίτητα πως ο ίδιος ο μετρητής έχει κάποιο πρόβλημα.

«E350-3phase Smart Meter»

ΚΑΤΑΣΚΕΥΑΣΤΙΚΑ ΧΑΡΑΚΤΗΡΙΣΤΙΚΑ

Ο Ε350 κατασκευάζεται απ' την εταιρία Landis & Gyr και διαθέτει τα εξής χαρακτηριστικά:

- Καταγραφή ενεργού και ανενεργού ενέργειας σε όλα τα τεταρτημόρια
- έλεγχο ταχύτητας ο οποίος πραγματοποιείται μέσω του AMR module
- Εμφάνιση δεδομένων στην οθόνη LCD
- Στοιχεία μέτρησης στην τεχνολογία DFS(Direct Field Sensor) με χαρακτηριστικά μέτρησης, συμπεριλαμβανομένης της καμπύλης επιπέδου φορτίου, υψηλή σταθερότητα και ιδιαιτέρως καλή προστασία από παρεμβολές.
- Ο μετρητής αυτός είναι συνήθως Class B. Σε συνδιασμό με κάποια επικοινωνία μπορεί να γίνει προιόν Class A. Σε οικιακό περιβάλλον, αυτό μπορεί να προκαλέσει ραδιοπαρεμβολές, οπότε ο χρήστης μπορεί να λάβει τα κατάλληλα μέτρα.
- Μεγάλη μέτρηση εύρους από το ρεύμα έναρξης εως το μέγιστο ρεύμα
- Serial interface με οπτική είσοδο έξοδο για αυτόματη ανάγνωση δεδομένων
- AMR interface για την ανάγνωση του μετρητή μέσω του IEC Tool
- Αποθήκευση πληροφοριών διαφόρων συμβάντων(π.χ διακοπής ρεύματος)
- Εμφανίζεται η τιμή τάσης
    - Ένδειξη κατεύθυνσης ενέργειας
    - Ένδειξη ισχύος

E35c-Ο τρόπος επικοινωνίας αυτού του μετρητή γίνεται με GSM/GPRS interface , Ethernet και PLC versions. Θα αναφερθούμε παρακάτω στους τρόπους επικοινωνίας (τα modules)των μετρητών.

Οι κύριες είσοδοι του μετρητή είναι:

- Ο μετρητής λόγω του ότι είναι μονοφασικός διαθέτει μια φάση σύνδεσης(L1(S)) και έναν ουδέτερο ενώ όταν είναι τριφασικός διαθέτει 3 φάσεις (L1, L2, L3 και τον ουδέτερο (N)
- Μέτρηση ενέργειας και τροφοδοσία του μετρητή
- Επικοινωνία PLC με μονάδες επικοινωνίας

- Display button

Οι κύριες έξοδοι του μετρητή είναι:

- Διαθέτει μια LCD για την εμφάνιση τιμών μέτρησης
- Οπτικές εξόδους ελέγχου για την ενεργό και ανενεργό ισχύ.
- Οπτική διεπαφη για την αυτόματη ανάγνωση δεδομένων με την βοήθεια του κατάλληλου τερματικού και της ανάλογης εφαρμογής
- Διασφάλισμένη διεπαφή AMR για τη ανάγνωση δεδομένων μέσω AMR (modules)(π.χ PLC, GSM/GPRS, Ethernet ή άλλο μέσο)

Ο μετρητής διαθέτει μια ειδική memory, η οποία περιέχει το σύνολο των παραμέτρων του μετρητή και διασφαλίζει τις αποθηκευμένες τιμές μέτρησης κατά την απώλεια λόγω διακοπής ρεύματος

Αντικλεπτικό Σύστημα

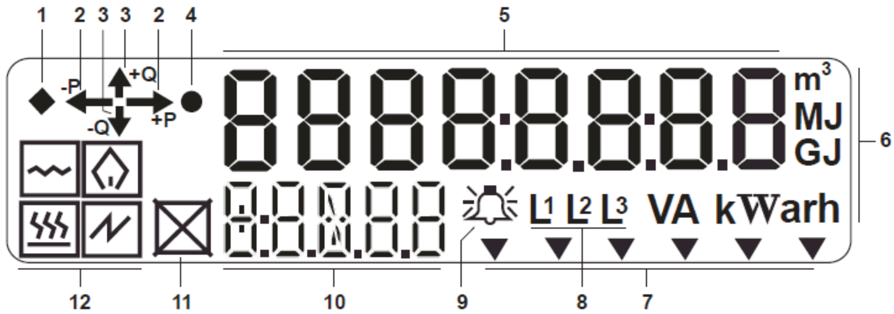
Παραβιάζονται όμως οι έξυπνοι μετρητές;

Μελετώντας έναν μετρητή E350 βλέπουμε τα μέτρα ασφαλείας που λαμβάνει η εταιρεία, ώστε να μην μπορούν οι επιτήδειοι να τους παραβιάσουν. Το συγκεκριμένο μοντέλο διαθέτει 4 προαιρετικές λειτουργίες κατά της παραβίασης:

- Ανίχνευση ανοίγματος καλύμματος ακροδεκτών
- Ανίχνευση μαγνητικού πεδίου συνεχούς ρεύματος
- Στεγανή πρόσβαση κλειδώματος στις συνδέσεις τάσης
- Ανίχνευση της παραβίασης του αποσυνδέτη (μόνο μετρητές αποζεύκτη)

Τι ενδειξεις μπορούμε να δούμε στο Display

Η οθόνη είναι LCD (Liquid Crystal Display), δηλαδή οθόνη υγρών κρυστάλλων
η οποία μπορεί να εμφανίσει εως και 8 ψηφία-τιμές.



«Display of the meter»

1. Ένδειξη ανενεργή αντιπαράθεσης
2. Ένδειξη ενεργής κατεύθυνσης (+P:εισαγωγή, -P:εξαγωγή)
3. Ένδειξη κατεύθυνσης ενεργού ενέργειας (+Q :εισαγωγη, -Q:εξαγωγή)
4. Ενεργή ένδειξη αντιπληθωρισμού
5. Πεδίο τιμής (οκτώ ψηφία 7 τμημάτων)
6. Ενδείξεις μονάδας
7. 6 σύμβολα βέλους για ένδειξη ρυθμού
8. Ενδείξεις τάσης φάσης (αναβοσβήνουν αν το πεδίο περιστροφής αντιστρέφεται)
9. Δείκτης ειδοποίησης παραβίασης ή για περίπτωση κάποιου alert
10. Πεδίο ευρετηρίου (πέντε ψηφία με 7, 8 ή 11 τμήματα, καταγράφει τις τιμολογήσεις-tariffs
11. Αποσύνδεση εικονιδίου
12. Εικονίδια πολυμέσων (ηλεκτρικό ρεύμα,νερό,θέρμανση,φυσικό αέριο)

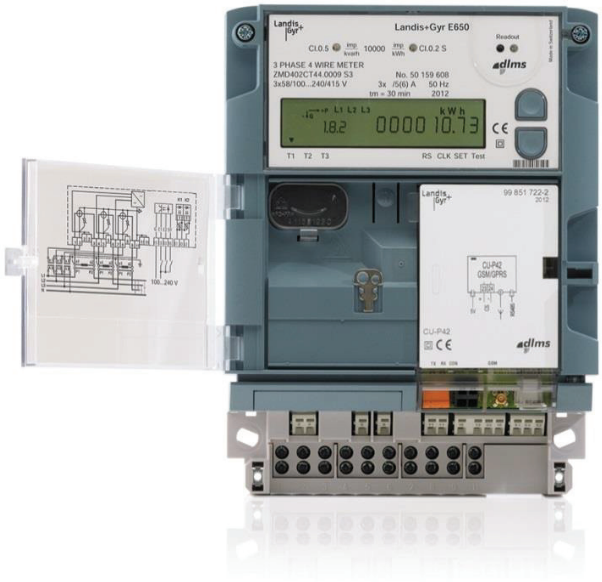
Επεξήγηση ορισμένων σημαντικών ενδείξεων της οθόνης

Ο καταναλωτής αλλά και ο τεχνικός εγκατάστασης, μπορεί βλέποντας κάποια σημαντικά εικονίδια κατά την ενεργοποίηση της συσκευής μπορεί να αντιληφθεί εαν λειτουργεί. Βλέποντας στην εικόνα του Display παραπάνω στον αριθμό 2 και 3 απεικονίζονται η ένδειξη ενεργής κατεύθυνσης και η ένδειξη ενεργή κατεύθυνση ενέργειας(+P) και αντιστοίχως την αρνητική κατεύθυνση ενέργειας(-P).

Τα εικονίδια πολυμέσων (media icons) μας υποδεικνύουν το είδος της μέτρησης που κάνει ο μετρητής, μιας και οι έξυπνοι μετρητές πλέον έχουν την ευχέρεια να κάνουν μετρήσεις και σε άλλα είδη όπως νερό, αέριο, θέρμανση και ηλεκτρική ενέργεια.
Ένα πολύ σημαντικό εικονίδιο είναι το alarm, το οποίο εμφανίζεται στο display, στην περίπτωση που εντοπίζεται παραβίαση στον μετρητή αλλά και στην περίπτωση που υπάρχει και κάποια δυσλειτουργία στη μέτρηση. Οι ενδείξεις VA και kWarh είναι το είδος της μέτρησης δηλαδή η active ενέργεια που καταναλώνεται και θα χρεωθεί ο καταναλωτής και η reactive ενέργεια, η οποία είναι η άεργος ισχύς. Στο πεδίο 10 της παραπάνω εικόνας αναγράφονται οι ταρίφες-τιμολογήσεις. Αυτό σημαίνει πως ανάλογα με την παραμετροποίηση η οποία διαμορφώνεται με βάση την κοστολόγηση του ρεύματος στην εκάστοτε περιοχή, μπορούμε να δούμε την την ημερίσια και νυχτερινή χρεώση. Τέλος στο νούμερο 6 μπορούμε να διαβάσουμε τις κιλοβατώρες που καταναλώνονται.

5.4 INDUSTRIAL METERS

Απ' την κατηγορία των βιομηχανικών μετρητών θα παρουσιάσουμε τον **E650**. Ο βιομηχανικός μετρητής συνδέεται σε βιομηχανίες όπου τα φορτία ρεύματος είναι πολύ μεγαλύτερα. Στις βασικές του λειτουργίες του έχει την ίδια φιλοσοφία με τους οικιακούς μετρητές. Καταγράφει την ενεργό και ανενεργό κατανάλωση ενέργειας, επικοινωνεί με το δίκτυο και διαθέτει κί αυτός όλα τα απαραίτητα αντικλεπτικά μέτρα. Τα δεδομένα εμφανίζονται στο Display και γενικότερα η επικοινωνία μας με τον μετρητή γίνεται μέσω του optical interface, όπου είναι επίσης διαθέσιμα για την απόκτηση διαφόρων δεδομένων. Η επικοινωνία αυτού του μετρητή γίνεται και με επιπρόσθετες τεχνολογίες με το εξωτερικό περιβάλλον, όπως RS232, RS485, PSTN modem, GMS modem, GPRS modem, Ethernet κτλ.



«E650-Smart Meter»

ΚΑΤΑΣΚΕΥΑΣΤΙΚΑ ΧΑΡΑΚΤΗΡΙΣΤΙΚΑ

Ο E650 διαθέτει τα εξής χαρακτηριστικα:

- Καταγραφή της ενεργού, ανενεργού κατανάλωσης σε όλα τα τεταρτημόρια
- Διαθέτει σύστημα τιμολογίων ενέργειας (tariff) και ζήτησης, αποθηκευμένες τιμές, προφίλ φορτίου κτλ.
- Εκτεταμένες λειτουργίες όπως λειτουργίες παρακολούθησης και ολίσθηση μέγιστης ζήτησης.
- Έλεγχος τιμολογήσεων

-Εξωτερικά (External)

- -μέσω εισόδων ελέγχου
- -μέσω διασυνδέσεων επικοινωνίας χρησιμοποιώντας μορφοποιημένες εντολές

-Εσωτερικά (Internal)

- -μέσω ενσωματωμένο χρονοδιακόπτη
- από σήματα συμβάντων που βασίζονται σε παρακολουθούμενες τιμές, όπως τάση, τρέχουσα και ζήτηση.

- Εμφάνιση δεδομένων σε οθόνη (Display) υγρών κρυστάλλων

- Ενεργής και άεργος ισχύς ανά φάση και πραγματικές τιμές RMS τάσεων και ρεύματα με ψηφιακά σήματα επεξεργασίας σήματος (DSP)
- Ευέλικτο σύστημα μέτρησης μέσω παραμετροποίησης
- Σωστή μέτρηση ακόμη και με αποτυχία μεμονομένων φάσεων ή όταν αυτό χρησιμοποιείται σε δίκτυο με 2 φάσεις ή ακόμα και 1 φάσης
- Μεγάλο εύρος μέτρησης απ’ το ρεύμα εκκίνησης στο μέγιστο ρεύμα
- Επαφή εισόδου για παρακολούθηση συναγερμού και αποστολή μηνυμάτων SMS
- Ένδειξη τάσεων φάσης, γωνιών φάσης, περιστροφικού πεδίου και κατεύθυνση ενέργειας
- Αποθήκευση πληροφοριών συμβάντων πχ. Βλάβες τάσης, υπερβαίνοντα και κατώτατα όρια ή μηνύματα σφάλματος. Οι πληροφορίες αυτές μπορούν να διαβαστούν απ’ τις διαθέσιμες διεπαφές. Επίσης, τα γεγονότα που θεωρούνται critical δηλαδή σημαντικά, μπορούν να κοινοποιηθούν στην εταιρία παροχής με την αποστολή ενός μηνύματος SMS.
- Η απομακρυσμένη μετάδοση δεδομένων (μονάδα επικοινωνίας) γίνεται με τις διεπαφές RS232, RS485 κτλ.
- Επίσης, υπάρχει βοηθητική παροχή ρεύματος για επικοινωνία με τον μετρητή εαν δεν υπάρχει τάση μέτρησης. Αυτό πραγματοποιείται με μια external board που ονομάζεται auxilliary..

Ένα πολυ βασικό κομμάτι για τους μετρητές είναι η κλάση. Ο συγκεκριμένος μετρητής είναι συνήθως προιόν B κλάσης (class B). Αυτοί οι μετρητές πληρούν την κλάση ακρίβειας 0.2 για την ενεργό ισχύ και 0.5 για την ανενεργό ισχύ.

Οι κύριες είσοδοι του μετρητή είναι:

- Οι συνδέσεις τάσεων φάσης (U1, U2, U3), τα ρεύματα φάσης (I1, I2, I3) και ο ουδέτερος αγωγός N (neutral)
  - για την επεξεργασία στο σύστημα μέτρησης
  - για την τριφασική τροφοδοσία που προμηθεύεται στον μετρηττή και στην οθόνη τάσης
- Έλεγχοι εισόδου Ut (3 σταθερές που διαθέτει η mainboard συν άλλες 4 που διαθέτουν οι εξωτερικές πλακέτες(auxiliary)
  - Μεταβολή των τιμολογίων για την ενέργεια και την ζήτηση
  - Επαναφορά

- ➢ Αναστολή ζήτησης
- ➢ Συγχρονισμός (optocouplers προστατεύουν το εσωτερικό κύκλωμα από τυχόν παρεμβολές)
- Buttons για τον έλεγχο οθόνης και για λειτουργίες επαναφοράς (reset)

Οι κύριες έξοδοι του μετρητή είναι:

- Display LCD με buttons απεικόνισης για ανάγνωση των δεδομένων χρέωσης (8-digit και επιπρόσθετες πληροφορίες, όπως κατεύθυνση ενέργειας, τύπος ενέργειας, παρουσία τάσης,αριθμός φάσεων)

Σύστημα Μέτρησης:

Τα κυκλώματα εισόδου (διαιρέτες τάσης και μετασχηματιστές ρεύματος) καταγράφουν την τάση και το ρεύμα στην εκάστοτε φάση. Οι μετατροπείς ψηφιοποιούν τις τιμές και τις τροφοδοτεί ως στιγμιαίες ψηφιακες τιμές μέσω βαθμονόμησης σε έναν επεξεργαστή σημάτων.

Επεξεργασία Σήματος:

Ο επεξεργαστής σήματος προσδιορίζει τις ακόλουθες μετρούμενες ποσότητες από τις στιγμιαίες ψηφιακές τιμές τάσης όπως και ρεύματος για την κάθε φάση και σχηματίζει την μέση τιμή τους για ένα δευτερόλεπτο.

Βοηθητική ισχύς με external board (auxiliary)

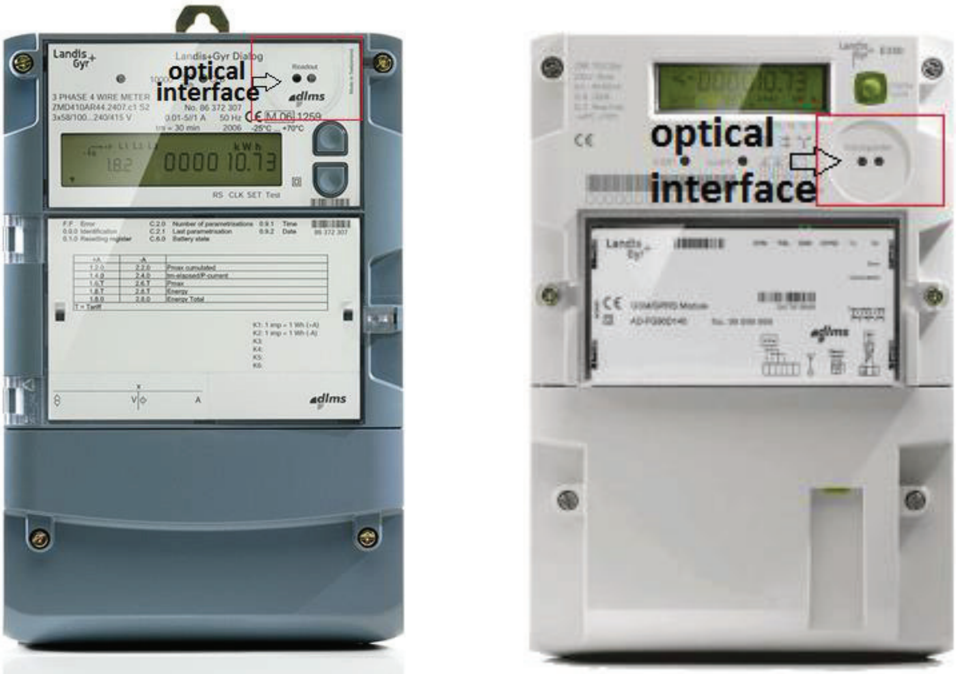
Για εφαρμογές σε μέση ή υψηλή τάση, η τάση μέτρησης μπορεί να απενεργοποιηθεί. Έχοντας γνώσην πως ο μετρητής μπορεί να λάβει κανονικά την τροφοδοσία του από την τάση μέτρησης, αυτή είναι επίσης απενεργοποιημένη και δεν μπορεί να διαβαστεί. Επομένως, η βοηθητική παροχή ρεύματος όντας συνδεδεμένη παράλληλα με την κανονική παροχή ρεύματος, εξασφαλίζει την σωστή λειτουργία του μετρητή χωρίς να υπάρξει διακοπή. Αυτό συμβαίνει για να μπορεί να διαβαστεί οποιαδήποτε στιγμή χρειαστεί. Το βοηθητικό τροφοδοτικό βρίσκεται σε μια εξωτερική πλακέτα, η οποία προστίθεται στον μετρητή κατόπιν παραγγελίας του πελάτη.

5.4.1 RESIDENTIAL METERS VS INDUSTRIAL METERS

Όπως αναφέραμε και στην εισαγωγή, οι residential μετρητές είναι κατασκευασμένοι για οικιακή χρήση, δηλαδή για χαμηλές τάσεις ρεύματος, τόση όση χρειάζεται ένα σπιτι. Έτσι η ακρίβεια μέτρησης έχει απόκλιση 5% (95%-105%).Τι σημαίνει αυτό και γιατί το αναφέρουμε; Τα χρήματα που οφείλει να πληρώσει μια οικεία για την κατανάλωση του ρεύματος που έχει «κάψει» είναι πολύ λιγότερα από αυτά που θα πληρώσει ένα εργοστάσιο ή μια εταιρία. Οπότε δεν χρειάζεται να είναι τόσο ακριβείς στις μετρήσεις του αυτού του είδους ο μετρητής. Επομένως βλέπουμε πως έχει πιο μεγάλη απόκλιση σε σχέση με τον industrial. Ο βιομηχανικός μετρητής έχει 2% απόκλιση(98%-102%). Επίσης, η αντοχή στις τάσεις ρεύματος ή όπως αλλιώς λέμε στην καθημερινότητα μας, το ρεύμα που μπορεί να «σηκώσει» κινούνται σε τελείως διαφορετική κλίμακα. Και η διάρκεια ζωής ενός βιομηχανικού μετρητή είναι διαφορετική αφού το κόστος των υλικών είναι πολύ υψηλότερο. Οπότε όπως μπορούμε να αντιληφθούμε η εμπορική αξία αυτών των 2 κατηγοριών είναι πολύ διαφορετική. Η τιμή ενός οικιακού μετρητή μπορεί να ξεκινήσει απο πολύ χαμηλή τιμή ενώ του βιομηχανικού πολύ μεγαλύτερη.

5.5 DATA READ-OUT

Ο εκάστοτε έξυπνος μετρητής διαθέτει μια οπτική διεπαφή (optical interface) μέσω του οποίου μπορεί να λάβει τα δεδομένα κατανάλωσης του η εταιρία παροχής. Ο πάροχος λοιπόν, με έναν υπολογιστή στον οποίο θα είναι εγκατεστημένο ειδικό προόγραμμα το IEC Tool θα μπορεί να «διαβάσει» (Data Read-out) τις kWh που έχουν καταναλωθεί ενεργής αλλά και ανενεργής ισχύος, όπως και να εκτελέσει αποστολή διαδικασία αποστολής δεδομένων στον μετρητή, μιας και η επικοινωνία είναι ημιαμφίδρομη.



«Optical Interface of Smart Meters »

«Optical Probe»

5.6 DLMS/COSEM

Για να μπορέσουμε να επικοινωνήσουμε με τον μετρητή θα πρέπει να υπάρχει μια κοινή γλώσσα επικοινωνίας, όπως ακριβώς συμβαίνει με όλες τις ηλεκτρονικές συσκευές όταν μιλάμε για το κομμάτι του software. Έτσι δημιουργήθηκε μια γλώσσα για την ανταλλαγή μηνυμάτων με την συσκευή, η DLMS/COSEM.

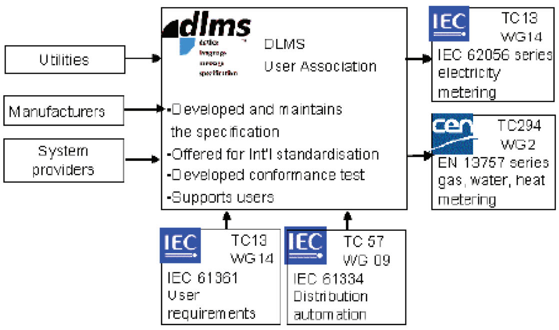
DLMS (Device Language Message Specification)

Το DLMS είναι μια γενικευμένη έννοια για την αφηρημένη μοντελοποίηση οντοτήτων επικοινωνίας και πιο συγκεκριμένα για την επικοινωνία μηνυμάτων συσκευής.

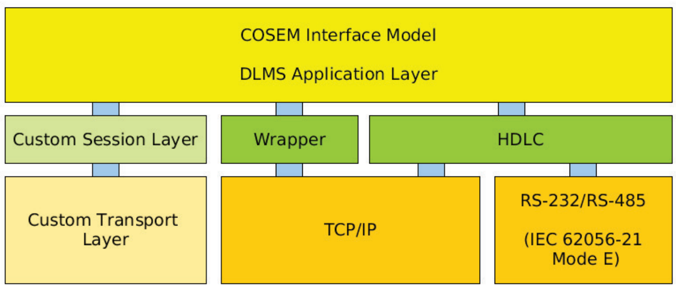
COSEM (Companion Specification for Energy Metering)

Το COSEM καθορίζει τους κανόνες με βάση τα υφιστάμενα πρότυπα για την ανταλλαγή δεδομένων με τους μετρητές.

Το **DLMS/COSEM** είναι ένα πρωτόκολλο, δηλαδή μια κοινή γλώσσα, έτσι ώστε να μπορούν οι εταίροι να επικοινωνήσουν μεταξύ τους. Με την βοήθεια του dlms/cosem μπορούμε να δούμε την λειτουργικότητα του μετρητή. Επίσης, είναι μια μέθοδος ανταλλαγής μηνυμάτων για την επικοινωνία με το μοντέλο αλλά και για την μετατροπή δεδομένων σε μια σειρά απο byte. Μέσω του dlms/cosem μπορεί να γίνει μεταφορά των πληροφοριών μεταξύ του μετρητικού εξοπλισμού και του συστήματος συλλογής δεδομένων. Γενικότερα, είναι ένα σύστημα ταυτοποίησης για όλα τα δεδομένα μέτρησης



«DLMS Protocol»



«COSEM/DLMS Communication Layer»

5.7 OBIS CODE (OBJECT IDENTIFICATION SYSTEM)

Το Σύστημα Αναγνώρισης Αντικειμένων **OBIS** ορίζει κωδικούς αναγνώρισης για όλα τα δεδομένα σε εξοπλισμό μετρήσεων συμβατό με DLMS / COSEM. Οι κωδικοί OBIS είναι σημαντικοί συνδυασμοί τιμών σε κάθε μια από τις έξι ομάδες τιμών **A** έως **F** σε μια ιεραρχική δομή. Χρησιμοποιούνται ως λογικά ονόματα αντικειμένων COSEM και μαζί με τα **class_Id** και **version_Id** αναγνωρίζουν με αδιαμφισβήτητο τρόπο όλες τις παρουσίες αντικειμένων COSEM. Χρησιμοποιούνται επίσης, για τον εντοπισμό δεδομένων σχετικά με την απεικόνιση του εξοπλισμού μέτρησης.

Αυτός ο κώδικας χρησιμοποιείται στο σύστημα PROMOTIC από το πρόγραμμα οδήγησης PmIEC62056. Το πρόγραμμα οδήγησης, αφού λάβει το μήνυμα "Readout - Readouts", αποθηκεύει τη μεγάλη συμβολοσειρά κειμένου στη μεταβλητή "ResultList". Ο κωδικός τιμής OBIS βρίσκεται στην αρχή κάθε σειράς στη συμβολοσειρά.

Συγκεκριμένα:

- στην ομάδα **A** ορίζει <u>το μέσο</u>(1=ηλεκτρισμός,6=θερμότητα,7=αέριο,8=νερό)

-στην ομάδα **B** ορίζει <u>το κανάλι</u>. Κάθε συσκευή με πολλαπλά κανάλια που παράγει αποτέλεσμα μέτρησης,μπορεί να διαχωρίσει τα αποτελέσματα στα κανάλια.

-στην ομάδα **C** ορίζει τη <u>φυσική τιμή</u> (ρεύμα,τάση,ενέργεια,επίπεδο,θερμοκρασία...) κτλ

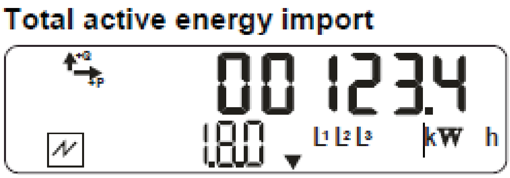
-στην ομάδα **D** ορίζει <u>το αποτέλεσμα υπολογισμού ποσότητας</u> συγκεκριμένου αλγορίθμου

-η ομάδα **E** καθορίζει <u>τον τύπο μέτρησης</u> που ορίζεται από τις ομάδες A...D σε μεμονωμένες μετρήσεις (πχ. switching ranges)

-η ομάδα **F** <u>χωρίζει τα αποτελέσματα</u> που ορίζονται εν μέρει από τις ομάδες A…E. Η τυπική χρήση είναι η προδιαγραφή μεμονωμένων χρονικών διαστημάτων.

Παράδειγμα:

Ο κώδικας αναγνώρισης OBIS 31.7.1.0 (ρεύμα στη φάση L1). Η ομάδα Α του κώδικα αναγνώρισης στο OBIS Code αντιπροσωπεύεται απ’ το εικονίδιο του για την ηλεκτρική ενέργεια. Το ρεύμα στη φάση L1 υποδεικνύεται με το 25.24 A. Και το ενεργό βέλος κατεύθυνσης της ενέργειας L1, L2, L3 και το σύμβολο του βέλους του τρέχοντος ρυθμού.



Παράδειγμα: Το 1.8.0 με βάση το OBIS code μας δείχνει τη συνολική ενέργεια κατά την κατανάλωση ρεύματος. (πχ. 1.8.1: συνήθως, είναι η ένδειξη για την ημερήσια κατανάλωση ρεύματος, 1.8.2: συνήθως, είναι η ένδειξη για την νυχτερινή κατανάλωση ρεύματος).

-kWh είναι η ενεργός κατανάλωση ενώ kVarh μας δείχνει την άεργο ισχύ.

-L1,L2,L3 είναι οι 3 φάσεις που είναι ενεργές

-00123.4 είναι οι κιλοβατόρες που έχουν καταναλωθεί

6 MODULES

Οι **residential meters** όπως και οι i**ndustrial meters** που έχουμε αναφέρει παραπάνω μπορούν να συνδεθούν στο δίκτυο με την βοήθεια μιας επιπρόσθετης συσκευής, το module. Τα modules διαθέτουν διάφορους τρόπους επικοινωνίας όπως **GMS/2G/3G/GPRS/Ethernet/PLC.**

➢ GPRS (General Packet Radio Service)

GPRS είναι μια υπηρεσία της κινητής τηλεφωνίας με προσανατολισμό πακέτων στο παγκόσμιο σύστημα κινητής τηλεφωνίας (GSM) 2G και 3G κυψελοειδούς επικοινωνιακού συστήματος.Αρχικά το GPRS τυποποιήθηκε απ’ το Ευρωπαικό Ινστιτούτο Τηλεπικοινωνιακών Προτύπων (ETSI) σε απάντηση στις προηγούμενες κυτταρικές τεχνολογίες μεταγωγής πακέτων (CDPD και i-mode).

Η χρήση GPRS χρεώνεται συνήθως με βάση την ποσότητα των μεταφερθέντων δεδομένων, σε αντίθεση με τα δεδομένα μεταγωγής κυκλώματος, τα οποία χρεώνονται συνήθως ανά λεπτό χρόνου σύνδεσης.

Το GPRS είναι μια υπηρεσία βέλτιστης προσπάθειας, η οποία συνεπάγεται μεταβλητή απόδοση και λανθάνοντα χρόνο, οποίος εξαρτάται απ’ τον αριθμό των άλλων χρηστών που μοιράζονται την υπηρεσία ταυτόχρονα, σε αντίθεση με την εναλλαγή κυκλωμάτων, όπου μία συγκεκριμένη ποιότητα υπηρεσιών(QoS) είναι εγγυημένη κατά την σύνδεση. Στα συστήματα 2G, το GPRS παρέχει ταχύτητες δεδομένων 56-114 Kbit/s. 2G κυτταρική τεχνολογία σε συνδιασμό με GPRS μερικές φορές περιγράφεται ως 2.5G, δηλαδή μια τεχνολογία μεταξύ της 2G και 3G κινητής τηλεφωνίας. Παρέχει μεταφορά δεδομένων μέσης ταχύτητας, χρησιμοποιώντας χρονική κατανομή πολλαπλής πρόσβασης(TDMA-Time Division Multiple Access), για παράδειγμα στο σύστημα GSM(Global System for Mobile Communication). Το GPRS ενσωματώνεται στο GSM και στις νεότερες εκδόσεις.

➢ GSM (Global System for Mobile Communication)

GSM είναι ένα Ευρωπαικό ψηφιακό σύστημα της κινητής τηλεφωνίας. Το Ευρωπαικό Τηλεπικοινωνιακό Συμβούλιο, το 1982 ξεκίνησε μια μελέτη για την δημιουργία ενός ψηφιακού συστήματος κινητής τηλεφωνίας 2^{ης} γενιάς(2G).Αυτό ονομάστηκε GSM.Το GSM είναι ένα κυψελοειδές ψηφιακό σύστημα , το οποίο με την βοήθεια των ηλεκτρομαγνητικών σημάτων και την τεχνική πολλαπλής πρόσβασης με διαχωρισμό του διαθέσιμου φάσματος συχνοτήτων και την διαίρεση τους σε χρονοθυρίδες για την μετάδοση σημάτων. **Ζώνες Συχνοτήτων(GSM 900/1800/1900).** Ωστοσο, στους έξυπνους μετρητές, ο τρόπος λειτουργίας του GSM δεν διαφέρει και πολύ. Στην μονάδα επικοινωνίας π.χ E35c (module του E350 3-phase), περιέχεται ένα μόντεμ GSM/GPRS(όπως τα μόντεμ κινητού τηλεφώνου για την μετάδοση των data) και μια διεπαφή M-Bus. Η χρησιμότητα του είναι για να προσφέρει ανάγνωση αλλά και αποστολής δεδομένων των μετρητών από ένα κεντρικό σύστημα μέσω του δικτύου τηλεφωνίας. Το GSM ακολουθεί εκεκριμένα πρότυπα όπως EN 301 419-1.

➢ Ethernet

Το **Ethernet** είναι το συνηθέστερα χρησιμοποιούμενο πρότυπο δίκτυο υπολογιστών ενσύρματης τοπικής δικτύωσης υπολογιστών.Το Ethernet επισήμος έγινε αποδεκτό απ τον παγκόσμιο οργανισμό IEEE ως πρότυπο 802.3 για ενσύρματα τοπικά δίκτυα (LAN).

Αρχικά, επέτρεπε ονομαστικούς ρυθμούς μετάδοσης της τάξης των 3 Mbps, μέσω ενός ομοαξονικού καλωδίου στο οποίο συνδέονταν οι επιμέρους υπολογιστές του δικτύου. Τη διασύνδεση αναλάμβανε μια κάρτα δικτύου προσαρτημένη σε κάθε κόμβο,με κάθε κάρτα να χαρακτήρίζεται από μια μοναδική,48-bit MAC-address. Σήμερα, έχουν παρουσιαστεί νέες εκδόσεις του Ethernet, οι οποίες χρησιμοποιούν είτε καλώδια χαλκού UTP είτε καλώδια STP.

Ethernet 10Mbps/Fast Ethernet 100Mbps /Gigabit Ethernet 1Gbps/ 10 Gigabit Ethernet 10Gbps.

➢ PLC (Power Line Carrier)

PLC είναι η γραμμή επικοινωνίας ρεύματος, (κομιστής γραμμής ρεύματος)

Η τεχνολογία PLC μπορεί να χρησιμοποιήσει την οικιακή καλωδίωση ηλεκτροδότησης σαν μέσο μετάδοσης. Αυτή είναι μια τεχνική που χρησιμοποιείται στην οικιακή αυτοματοποίηση για την απομακρυσμένη διαχείριση του φωτός και των οικιακών συσκευών χωρίς την εγκατάσταση επιπρόσθετης καλωδίωσης ελέγχου.Τυπικά, οι συσκευές αυτές λειτουργούν εκπέμποντας απ’ τον πομπό σε συχνότητα κύματος μεταξύ 20 και 200kHz στην καλωδίωση του οικιακού ρεύματος.Το κύμα είναι διαμορφωμένο σε ψηφιακά σήματα. Κάθε δέκτης του συστήματος έχει μια διεύθυνση και μπορεί να δεχτεί αποκλειστικές εντολές απ΄τα σήματα που στέλνει ο πομπός και αποκωδικοποιεί ο δέκτης. Αυτές οι συσκευές έχουν την δυνατότητα να τοποθετηθούν είτε σε μια απλή πρίζα είτε να καλωδιωθούν μόνιμα. Έτσι και στους μετρητές, η μονάδα επικοινωνίας διαθέτει ένα modem PLC και μια διεπαφή M-Bus. Το modem επιτρέπει να επικοινωνεί η μονάδα τα δεδομένα της, σε δεδομένα συγκεντρωτή μέσω του φορέα της ηλεκτρικής γραμμής. Μπορεί να χρησιμοποιηθεί σε δίκτυα 50Hz kai 60Hz και έχει ταχύτητα μετάδοσης 1200bit/2400bit. To M-Bus χρησιμοποιείται για την σύνδεση μέχρι και 4 πολλαπλών ενεργειακών συσκευών. Επίσης έχει την δυνατότητα να χρησμοποιηθέι για εξυπηρέτηση υπηρεσιών.

«E35c-module»

«E65c-module»

7. ΕΙΣΑΓΩΓΗ ΣΤΑ SMART GRIDS

Η μεταφορά της ηλεκτρικής ενέργειας από τον ηλεκτροπαραγωγό σταθμό στο σπίτι του καταναλωτή έχει επιτευχθεί από τον 19ον αιώνα. Τα δίκτυα της ηλεκτρικής ενέργειας είναι γνωστά ως τα πιο πολύπλοκα συστήματα που έγιναν από τον άνθρωπο. Παρόλα αυτά οι τεχνολογίες που είναι διαθέσιμες για να παράγουν, να μεταδίδουν και να διανέμουν την ηλεκτρική ενέργεια ήταν ανέκαθεν ανεπτυγμένες και σύγχρονες για την εποχή τους.

Ο όρος «έξυπνα δίκτυα» αναφέρεται στη χρησιμοποίηση των τεχνολογιών, εργαλείων και τεχνικών για να εκσυγχρονίσουν περαιτέρω τα ηλεκτρικά δίκτυα. Από την εισαγωγή της ορολογίας έξυπνα δίκτυα υπήρξαν πολλές κριτικές για τη χρήση της λέξης έξυπνα. Η πραγματικότητα είναι ότι και στο παρελθόν υπήρχαν αρκετές έξυπνες τεχνολογίες αλλά ήταν πολύ ακριβές για μαζική χρήση και έτσι εφαρμόζονταν μόνο σε κρίσιμες υποδομές. Με την ταχεία ανάπτυξη των ηλεκτρονικών, της επικοινωνίας και της πληροφορικής, οι έξυπνες τεχνολογίες μπορούν να κατασκευαστούν με πολύ χαμηλότερες τιμές και να εφαρμοστούν ευρέως σε πολλούς τομείς.

Οι νέες τεχνολογίες που χρησιμοποιούνται σήμερα για τα έξυπνα δίκτυα είναι οι αισθητήρες, οι οποίοι μετρούν παραμέτρους όπως θερμοκρασίες, τάση και ένταση ρεύματος, τα συστήματα επικοινωνίας, τα οποία στηρίζουν την αμφίδρομη επικοινωνία με τη συσκευή, τα συστήματα ελέγχου, τα οποία επιτρέπουν στη συσκευή να ρυθμιστεί από απόσταση, τα συστήματα υποστήριξης αποφάσεων και οι οθόνες, οι οποίες είναι πιο κατανοητές στο χρήστη και οι οποίες παρουσιάζουν μια γενική εικόνα της κατάστασης και εκτελούν αναλύσεις δεδομένων, οι οποίες βοηθούν τις δραστηριότητες του χρήστη.

Πολλές χώρες έχουν επενδύσει σε τεχνολογίες έξυπνων δικτύων αφού αναμένονται πολλαπλά οφέλη με την ανάπτυξη των έξυπνων δικτύων. Ένας από τους βασικούς παράγοντες για την εφαρμογή των smart grids είναι η αξιοπιστία. Οι αισθητήρες πραγματοποιούν μετρήσεις σε πραγματικούς χρόνους σε όλο το δίκτυο, επιτρέποντας στους χειριστές να έχουν ξεκάθαρη εικόνα του δικτύου και να γνωρίζουν την κατάστασή του. Τα προηγμένα συστήματα διαχείρισης διανομής που χρησιμοποιούνται, χειρίζονται δεδομένα σε πραγματικούς χρόνους, παρέχοντας αναλυτικές πληροφορίες αλλά και με δυνατότητες διόρθωσης δικτύου από απόσταση ανοίγοντας και κλείνοντας διακόπτες.

Πολλές χώρες επίσης, εστιάζουν την προσοχή τους στην ενεργειακή απόδοση και στις ανανεώσιμες πηγές ενέργειας στην προσπάθειά τους να μειώσουν τις εκπομπές άνθρακα. Αυτή η εξέλιξη αναγκάζει όλον τον ενεργειακό τομέα να έρθει αντιμέτωπος με νέες προκλήσεις και με νέους τρόπους διαχείρισης της ενέργειας, ώστε να μειωθεί η κατανάλωση ενέργειας σε στιγμές αιχμής. Με τη χρήση έξυπνων δικτύων μπορεί να ελεγχθεί η ενεργειακή κατανάλωση, ώστε να μειωθεί η ενεργειακή ζήτηση τις ώρες αιχμής.

Σε πολλές χώρες αρκετά έργα βρίσκονται υπό εξέλιξη ενώ συνεχώς νέες τεχνολογίες αναπτύσσονται,.Έτσι, γίνονται πολλές δοκιμές με αποτέλεσμα το δίκτυο να αποτελείται από σύγχρονα και παλιά εξαρτήματα που πρέπει να λειτουργούν αρμονικά μεταξύ τους. Γι' αυτό και η τυποποίηση και η εφαρμογή των προτύπων είναι αναγκαία και χρήσιμη, ώστε να επιτευχθεί η συμβατότητα του συστήματος. Πέραν των 100 διεθνών προτύπων που βρίσκονται σε ισχύ είναι εφαρμόσιμα στα έξυπνα δίκτυα.

Τα έξυπνα δίκτυα σε όλον τον κόσμο αναμένεται να συνεχίσουν να αναπτύσσονται στην πορεία του χρόνου. Προβλέπεται ότι ο τρόπος που χρησιμοποιούμε την ενέργεια στην καθημερινή μας ζωή θα αλλάξει, όπως άλλαξε και το διαδίκτυο τον τρόπο με τον οποίο δουλεύουμε, εκπαιδευόμαστε και διασκεδάζουμε στη σύγχρονη εποχή.

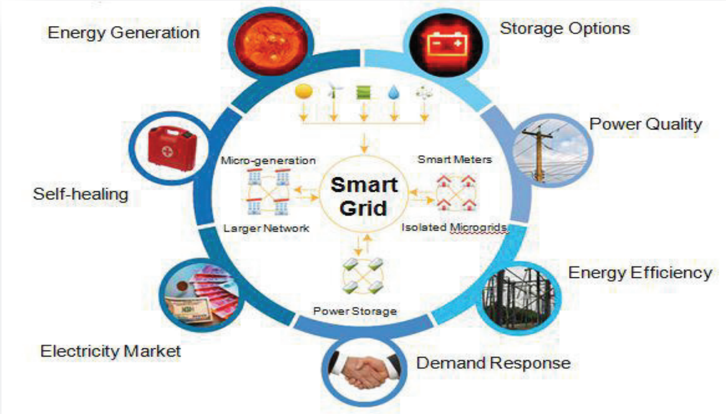
7.2 ΟΡΙΣΜΟΣ ΕΝΟΣ ΕΞΥΠΝΟΥ ΔΙΚΤΥΟΥ

Σύμφωνα με το Electric Power Research Institute (ERPI), το Έξυπνο Δίκτυο παρουσιάζεται ως «μία ευφυής υποδομή παροχής ηλεκτρικής ενέργειας η οποία υποστηρίζεται από τις τελευταίες τεχνολογίες στον τομέα της επικοινωνίας, του υπολογισμού και της ηλεκτρονικής, προκειμένου να ανταποκριθεί στις μελλοντικές απαιτήσεις της κοινωνίας σε ηλεκτρική ενέργεια». Σε μια άλλη εκδοχή, το Γραφείο Μεταφοράς και Διανομής Ενέργειας του Department of Energy (DoE) των ΗΠΑ, ορίζει το Έξυπνο Δίκτυο ως τη λύση που «θα εξασφαλίσει την αξιοπιστία, την ασφάλεια και την αποδοτικότητα του ηλεκτρικού συστήματος μέσω ανταλλαγής πληροφοριών, κατανεμημένης παραγωγής και αποθήκευσης της ενέργειας». Η Ευρωπαϊκή Επιτροπή, μέσω του COM(2011) 202 “Smart Grids: from innovation to deployment” παρουσιάζει το Έξυπνο Δίκτυο ως «ένα εξελιγμένο ηλεκτρικό δίκτυο, του οποίου αναπόσπαστο κομμάτι είναι η αμφίδρομη επικοινωνία μεταξύ παραγωγού και καταναλωτή και τα ευφυή συστήματα μέτρησης και παρακολούθησης της λειτουργίας του». Ενώ το European Commission Task Force for Smart Grid ορίζει το Έξυπνο Δίκτυο ως «ένα ηλεκτρικό δίκτυο το οποίο με αποδοτικό τρόπο μπορεί να ενσωματώσει τη συμπεριφορά και τις δράσεις όλων των παραγόντων που βρίσκονται συνδεδεμένοι σε αυτό – παραγωγοί, καταναλωτές ή και καταναλωτές που παράγουν ενέργεια – ώστε να διασφαλίσει ένα οικονομικά αποδοτικό, βιώσιμο σύστημα ενέργειας με χαμηλές απώλειες και υψηλής ποιότητας υπηρεσία, σε ένα ασφαλές και αξιόπιστο δίκτυο». Από τους πιο πάνω ορισμούς μπορεί κανείς να καταλάβει πως ένα Έξυπνο Δίκτυο δεν είναι τίποτα άλλο παρά η μετεξέλιξη του τρέχοντος ηλεκτρικού δικτύου σε ένα δίκτυο στο οποίο η τεχνολογία της πληροφορίας θα έχει τον πρώτιστο ρόλο. Στην ουσία, η τεχνολογία της πληροφορίας θα επιτρέπει πλέον τον απομακρυσμένο έλεγχο όλων των σταδίων από την παραγωγή στην κατανάλωση, την αμφίδρομη επικοινωνία μεταξύ παραγωγής και κατανάλωσης (δίνοντας την ευκαιρία στον καταναλωτή να μετέχει και στην παραγωγή ως prosumer), την εξασφάλιση βιωσιμότητας (sustainability) και ποιότητας υπηρεσιών, την κατανεμημένη (distributed) παραγωγή ηλεκτρικής ενέργειας, την επεξεργασία της πληροφορίας σε τοπικό επίπεδο (χωρίς να απαιτείται αποστολή της σε ένα κεντρικό σημείο), την αποθήκευσή της παραγόμενης ενέργειας και την έξυπνη μέτρηση της κατανάλωσής της. Όλα αυτά έχοντας ως κυρίαρχο στόχο την εξασφάλιση αξιοπιστίας, αποδοτικότητας και ασφάλειας.

• Αξιοπιστία (Reliability) μέσω του σχεδιασμού του συστήματος με τέτοιο τρόπο ώστε να μπορεί να λειτουργεί αυτοάνοσα – ανιχνεύοντας την αιτία των προβλημάτων του και διορθώνοντάς τα, βρίσκοντας παράλληλα εναλλακτικούς τρόπους τροφοδότησης σε περιπτώσεις που οι υφιστάμενοι δεν μπορούν να ανταποκριθούν στις απαιτήσεις. Κάτι τέτοιο προφανώς μειώνει και τον κίνδυνο για blackouts, τα οποία έχουν σημαντικό αντίκτυπο σε οικονομικό αλλά και σε κοινωνικό επίπεδο.

• Αποδοτικότητα (Efficiency) μέσω της αξιοποίησης εναλλακτικών μορφών ενέργειας για τη βελτιστοποίηση της διαδικασίας παραγωγής-μεταφοράς και διάδοσης ενέργειας αλλά και μέσω της εμπλοκής του πελάτη στη διαδικασία εξοικονόμησης ενέργειας πράγμα το οποίο μπορεί να επιτευχθεί μέσω ευέλικτων προγραμμάτων demand-response.

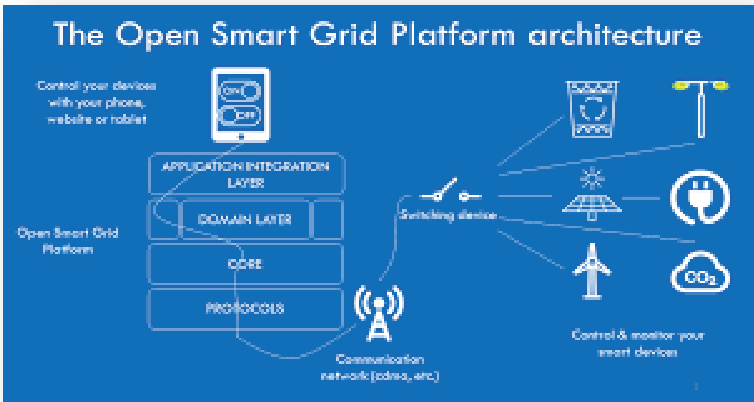
• Ασφάλεια (Security) μέσω πιο προσεγμένου ελέγχου και παρακολούθησης της διαδικασίας ηλεκτροδότησης.

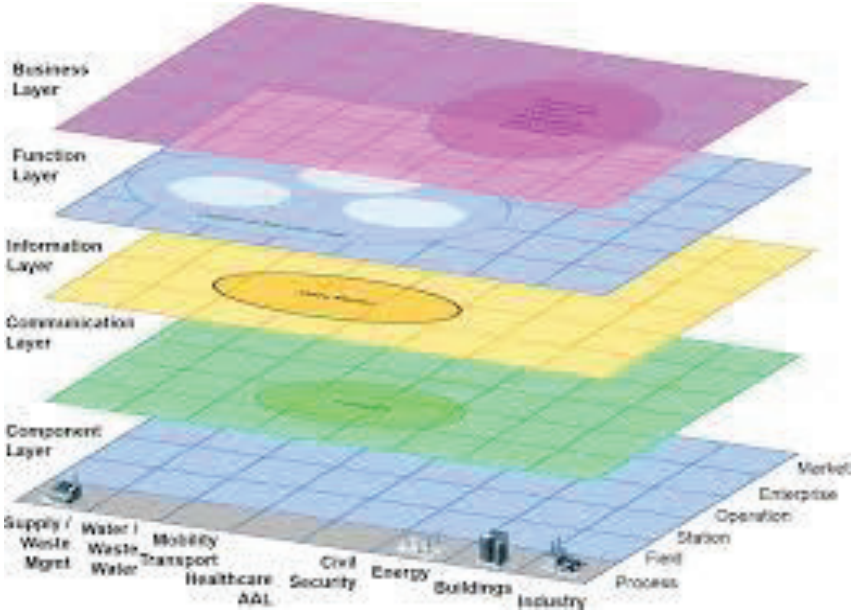


«Smart Grid»

7.3 ΑΡΧΙΤΕΚΤΟΝΙΚΗ ΤΟΥ ΕΞΥΠΝΟΥ ΔΙΚΤΥΟΥ

Από μια ελαφρώς διαφορετική οπτική γωνία, ένα έξυπνο δίκτυο μπορεί να θεωρηθεί ως ένα δίκτυο επικοινωνίας δεδομένων που επιτυγχάνει ευελιξία, αδιάκοπη ικανότητα διαλειτουργικότητας μεταξύ των διαφόρων προηγμένων συστατικών στοιχείων του συστήματος για την αποτελεσματική αξιοποίηση της ενέργειας, πάντα με την υποστήριξη των συσκευών διαχείρισης ενέργειας. Οι end-to-end αρχιτεκτονικές για το smart grid αποτελούνται από τρία κύρια επίπεδα τα 1)Application Layer 2)Power Layer και 3) Communication Layer τα οποία περιγράφονται παρακάτω αναλυτικά.





«Smart Grid Architecture»

7.3.1 APPLICATION LAYER

Περιλαμβάνει τις εξελιγμένες εφαρμογές για ζητήματα όπως η διαχείριση της απόκρισης στη ζήτηση, οι διακοπές λειτουργίας, οι προηγμένες υποδομές για την καταγραφή και την αποστολή μετρήσεων και η ανίχνευση των σφαλμάτων, που θα λειτουργούν σε όλο το δίκτυο, εξασφαλίζοντας την ύπαρξη διαλειτουργικότητας μεταξύ τους. Οι κύριες εφαρμογές είναι :

• ***Substation Automation***: Τα αυτοματοποιημένα συστήματα (substation automation systems – SASs) είναι υπεύθυνα για την επίβλεψη, τον έλεγχο και την προστασία των υποσταθμών ηλεκτρικής ενέργειας, καθώς και των επιμέρους συσκευών. Συλλέγουν τα δεδομένα και εκτελούν λειτουργίες για την ορθή δρομολόγηση της ενέργειας από τις γεννήτριες στα φορτία, μέσω του σύνθετου δικτύου των γραμμών μεταφοράς.

• ***Overhead Transmission Line Monitoring***: Αποτελεί μία από τις πιο σημαντικές εφαρμογές για την μετάδοση και την μεταφορά της ενέργειας, καθώς οι γραμμές μεταφοράς είναι ευάλωτες στον πάγο, στην υπερθέρμανση και στους κεραυνούς. Έτσι, για την παρακολούθηση αυτών των συστημάτων αναπτύχθηκαν κόμβοι σε ορισμένα τμήματα των γραμμών μεταφοράς που επικοινωνούν με τον κόμβο αναμετάδοσης, μεταδίδοντας τα δεδομένα που συλλέγονται από τους αισθητήρες.

• ***Home Energy Management (HEM):*** Η συγκεκριμένη εφαρμογή επικεντρώνεται στη διαχείριση ενέργειας από την πλευρά των καταναλωτών, δηλαδή στην παρακολούθηση και τον έλεγχο των οικιακών συσκευών, ώστε να ισορροπηθεί και να βελτιστοποιηθεί η παροχή και η κατανάλωση ενέργειας. Αποτελούνται από έξυπνους μετρητές, έξυπνες συσκευές, οικιακές οθόνες προβολής και προηγμένα συστήματα ελέγχου. Το θεμελιώδες καθήκον του HEM είναι η ενεργειακή απόδοση, η μέτρηση των δεδομένων και η μετάδοση τους. Τα στοιχεία για την κατανάλωση συγκεντρώνονται σε πραγματικό χρόνο από κάθε συσκευή και μεταφέρονται σε ένα συγκέντρωση δεδομένων πίσω στον παροχο. Έτσι, η στατιστική ανάλυση, τα διάφορα είδη υποστήριξης, και η γνώση των δεδομένων κατανάλωσης και τιμολόγησης της ηλεκτρικής ενέργειας, ενημερώνουν τους πελάτες σχετικά με την καταναλωτική τους συμπεριφορά.

• ***Advanced Metering Infrastructure (AMI):*** Η υποδομή προηγμένης μέτρησης αποτελεί την δημιουργία ενός αμφίδρομου δικτύου επικοινωνίας μεταξύ των έξυπνων μετρητών και των συστημάτων των παροχών. Υποστηρίζει την ενσωμάτωση των προηγμένων αισθητήρων, των έξυπνων μετρητών, των συστημάτων παρακολούθησης, του υλικού (hardware) του υπολογιστή, του λογισμικού και των συστημάτων διαχείρισης δεδομένων, με απώτερο σκοπό τη συλλογή και τη διανομή των πληροφοριών μεταξύ των μετρητών και των παροχών, επιτρέποντας τη συμμετοχή των καταναλωτών στη διαχείριση της κατανάλωσης της ενέργειας. Παράλληλα με την υλική ανάπτυξη των έξυπνων μετρητών, αποτελεί ένα περίπλοκο δίκτυο επικοινωνίας. Η ευαισθητοποίηση των καταναλωτών, οι διαδραστικές υπηρεσίες για τη ρύθμιση της ζήτησης της ενέργειας, η αποφυγή περιπτώσεων απάτης που σχετίζονται με τον ηλεκτρισμό και οι έγκαιρες και ακριβείς υπηρεσίες τιμολόγησης, είναι τα πλεονεκτήματα των συστημάτων AMI.

• ***Wide-Area Situational Awareness (WASA) Systems***: Ορίζονται ως η ενσωμάτωση ενός συνόλου τεχνολογιών για την αποτελεσματική παρακολούθηση του συστήματος ηλεκτρικής ενέργειας, και παρέχοντας μια συνολική, δυναμική εικόνα της λειτουργίας του δικτύου. Η παρακολούθηση ευρείας περιοχής και η επίγνωση της κατάστασης, είναι από τις βασικές λειτουργίες των έξυπνων δικτύων. Η αξιοπιστία, η ασφάλεια και η διαλειτουργικότητα μεταξύ των διασυνδεδεμένων συστημάτων και συσκευών, είναι προτεραιότητα για τις υπηρεσίες κοινής ωφελείας. Τυχών ανωμαλίες, όπως η διαταραχή στην παροχή ηλεκτρικού ρεύματος, μπορεί να οδηγήσουν στην εξάπλωση του προβλήματος που θα απειλήσει τη συνολική αξιοπιστία και την ασφάλεια του συστήματος. Οι σύγχρονοι μετρητές φάσης (synchrophasors) θεωρούνται ως νέες τεχνολογίες μέτρησης ευρείας περιοχής. Το κύριο καθήκον τους είναι η μέτρηση των διαφόρων τμημάτων του συστήματος ισχύος και η τοποθέτηση αυτών των μετρήσεων στην ίδια χρονική βάση, παρουσιάζοντας μία συνολική όψη του συστήματος ηλεκτρικής ενέργειας κατά την ίδια στιγμή, απλοποιώντας έτσι τη σύγκριση των διαφόρων τμημάτων του συστήματος ισχύος σε πραγματικό χρόνο.

• ***Demand Response Management***: Η διαχείριση της απόκρισης στη ζήτηση (DRM), αποτελεί τον έλεγχο της ζήτησης της ενέργειας και των φορτίων κατά τη διάρκεια κρίσιμων καταστάσεων αιχμής, ώστε να επιτευχθεί ισορροπία μεταξύ της παροχής ηλεκτρικής ενέργειας και της ζήτησης της. Στόχος είναι η καλύτερη αξιοποίηση της διαθέσιμης ενέργειας και η πιο αξιόπιστη και φθηνότερη λειτουργία του συνολικού συστήματος ηλεκτρικής ενέργειας. Οι πελάτες μπορούν να συμμετέχουν στην αγορά της ενέργειας αλλάζοντας την προσέγγιση τους όσον αφορά την κατανάλωση, και αντί να εκτίθενται σε σταθερές τιμές, να ευνοηθούν μειώνοντας τα έξοδα τους ή ακόμα και να έχουν κέρδος. Οι προσδοκίες από τα προγράμματα απόκρισης στη ζήτηση (DR programs), είναι η βελτίωση της αξιοπιστίας του συστήματος και η επίτευξη ενεργειακής αποδοτικότητας. Μερικοί από τους μηχανισμούς που παρουσιάζουν διαφορετικές τιμές για την ηλεκτρική ενέργεια για διάφορες χρονικές περιόδους και συνθήκες είναι οι time of use (TOU) rate, critical peak pricing (CPP), extreme day pricing (EDP), extreme day CPP (ED-CPP), και real time pricing (RTP).

• ***Outage Management***: Η διακοπή ρεύματος ορίζεται ως η απώλεια στην παροχή ηλεκτρικής ενέργειας για μια περίοδο μικρής ή μεγάλης διάρκειας. Βραχυκυκλώματα, ελλείψεις σε σταθμούς παραγωγής ηλεκτρικής ενέργειας καθώς και ζημιές σε γραμμές μεταφοράς ή διανομής, μπορεί να θεωρηθούν ως οι λόγοι για τις διακοπές ρεύματος. Η ανίχνευση της διακοπής, η διαχείριση και η αποκατάσταση είναι πολύ κρίσιμοι παράγοντες για την αξιόπιστη παράδοσης της ηλεκτρικής ενέργειας, την ποιότητα των υπηρεσιών (QoS) και την ικανοποίηση των πελατών. Στις διαδικασίες αποκατάστασης χρησιμοποιούνται τα συστήματα διαχείρισης της διακοπής (outage management systems - OMSs), για την πρόβλεψη της θέσης διακοπής, την αποκατάσταση των υπηρεσιών, τις πρόσθετες υπηρεσίες προς τον πελάτη και την ανάλυση και την πρόβλεψη της διακοπής. Πρόσφατες έρευνες και δραστηριότητες αποσκοπούν στη βελτίωση των διαδικασιών διαχείρισης της διακοπής με τη χρήση των *smart* grid τεχνολογιών.

• ***Distribution Automation (DA):*** Ένα σύστημα διανομής ηλεκτρικής ενέργειας λειτουργεί ως γέφυρα μεταξύ του συστήματος μεταφοράς και των εγκαταστάσεων του τελικού χρήστη. Η ηλεκτρική ενέργεια παρέχεται μέσω των συστημάτων διανομής. Η αυτοματοποιημένη διανομή (DA) είναι σημαντική για την παροχή αποτελεσματικότητας, αξιοπιστίας και ποιότητας από την πλευρά των ηλεκτρικών υπηρεσιών. Ορίζεται ως η ικανότητα παρακολούθησης, ελέγχου, χειρισμού και συντονισμού των επιμέρους συνιστωσών της διανομής σε πραγματικό χρόνο, αυτόματα και εξ αποστάσεως. Έτσι εξασφαλίζονται πολύ πιο γρήγορα οι διορθώσεις σφαλμάτων, η μείωση των επιπτώσεων και η διάρκεια των διακοπών. Η περιοχή ελέγχου του φορτίου, η εξισορρόπηση του φορτίου και ο υπολογισμός της τάσης χαλάρωσης, είναι μερικές από τις προηγμένες εφαρμογές όπου ένα σύστημα DA είναι ικανό να αποδώσει.

• ***Distribution Management***: Τα δίκτυα διανομής είναι πλέον πολύ πολύπλοκα για να ελέγχονται και να παρακολουθούνται χειροκίνητα. Ένα προηγμένο σύστημα διαχείρισης διανομής (distribution management system - DMS) υποχρεούται να παρέχει καθολική επισκόπηση του δικτύου διανομής και να προσδιορίζει τις τυχόν ανωμαλίες του συστήματος. Η διαχείριση της διανομής μπορεί να οριστεί ως η ικανότητα διαχείρισης, λειτουργίας και συντήρησης όλων των επιμέρους στοιχείων της διανομής της ηλεκτρικής ενέργειας και η παροχή αξιόπιστης, ασφαλούς και αποτελεσματικής παροχής ρεύματος. Το σύστημα DM θεωρείται ένα από τα πιο σημαντικά συστήματα στη βιομηχανία της ηλεκτρικής ενέργειας και χαρακτηρίζεται ως ο πραγματικός εγκέφαλος των μελλοντικών δικτύων διανομής. Είναι ουσιαστικά ένα πλήρες σύστημα για την διαχείριση της συνολικής λειτουργίας του δικτύου σε πραγματικό χρόνο. Η ανταλλαγή δεδομένων, η δημιουργία αντιγράφων ασφαλείας, και ο συντονισμός σε ένα σύστημα DM, επιτυγχάνονται πάντα μέσω της σύνδεσης με ένα δίκτυο wide area (WAN). Τα σημερινά συστήματα DM βασίζονται στα υπάρχοντα συστήματα SCADA. Οι υποσταθμοί παρακολουθούνται εξ αποστάσεως από τα συστήματα SCADA στα δίκτυα διανομής, και τα δεδομένα που συλλέγονται δεν είναι διαθέσιμα σε άλλο σύστημα, κάτι που απαιτεί χειροκίνητο συντονισμό. Η πλήρης ενσωμάτωση του συστήματος DM είναι απαραίτητη για να επιτευχθεί έξυπνη επικοινωνία μεταξύ των διαφόρων στοιχείων του δικτύου διανομής. Σχεδόν το 90% του συνόλου των διακοπών προέρχονται από το δίκτυο διανομής, τονίζοντας έτσι τη σημασία των έξυπνων τεχνολογιών διανομής και προτρέποντας τους πάροχους να ανοικοδομήσουν τα συστήματα SCADA ή να κάνουν επενδύσεις σε ευφυή συστήματα διαχείρισης της διανομής.

• ***Meter Data Management***: Η διαχείριση των δεδομένων από τις μετρητικές διατάξεις είναι μια βασική απαίτηση των smart grids, καθώς ο όγκος των μετρητικών δεδομένων αυξάνεται δραματικά λόγω της επικοινωνίας πραγματικό χρόνο μεταξύ των έξυπνων μετρητών και των κέντρων των παροχών. Τα στοιχεία μέτρησης πρέπει να αποθηκευτούν, να διαχειριστούν και να αναλυθούν περαιτέρω για τη δυναμική τιμολόγηση, την καλύτερη εξυπηρέτηση των πελατών, την διαχείριση των διακοπών, την ανταπόκριση στη ζήτηση και τη διαχείριση της κατανάλωσης ενέργειας. Ένα σύστημα διαχείρισης μετρητικών δεδομένων (meter data management system - MDMS) είναι υπεύθυνο για την αποθήκευση και την επεξεργασία των δεδομένων μέτρησης πριν γίνουν διαθέσιμα από άλλες εφαρμογές. Οι έξυπνοι μετρητές μεταφέρουν τα συναχθέντα στοιχεία στο MDMS μέσω ενός δικτύου αμφίδρομης επικοινωνίας. Το MDMS ενεργεί ως ένα σύστημα βάσης δεδομένων για την αποθήκευση και την ανάλυση των δεδομένων μέτρησης και έχει επιπλέον δυνατότητες, όπως η διαχείριση όλων των ειδών των μετρητών (για ηλεκτρισμό, φυσικό αέριο, θέρμανση), η μετάδοση δεδομένων εκτός των δασμολογικών, η λειτουργία σαν διακόπτης, κ.λπ.

• ***Renewable Distributed Energy Resources (DER) and Storage***: Οι ανανεώσιμες πηγές ενέργειας παίζουν σημαντικό ρόλο στο μελλοντικό δίκτυο ηλεκτρικής ενέργειας και στο περιβάλλον, καθώς είναι η τεχνολογία που προσφέρει λιγότερες εκπομπές ρύπων, χαμηλότερο κόστος καυσίμων και μείωση της ροής ηλεκτρικής ενέργειας στις γραμμές μεταφοράς. Παρόλα αυτά, οι πηγές αυτές, όπως η ηλιακή και η αιολική, μπορεί να μην είναι διαθέσιμες ή να μην πληρούν τα αναμενόμενα επίπεδα παραγωγής όλη την ώρα. Σε αυτό το πλαίσιο, τα συστήματα αποθήκευσης ενέργειας μπορεί να παρέχουν την ενέργεια κατά τη διάρκεια περιόδων μειωμένης παραγωγής. Η ενσωμάτωση των συστημάτων αποθήκευσης ενέργειας στα DERS θα αυξήσει τα πλεονεκτήματα τους, με αποτέλεσμα την παροχή ενός συνεχούς, ελεγχόμενου και ταχείας δράσης δικτύου ηλεκτρικής ενέργειας, με αυξημένη αξιοπιστία και ικανότητα παροχής ισχύος.

• ***Vehicle to Grid (V2G):*** Στα ηλεκτρικά οχήματα, η εναλλασσόμενη ισχύς (συνήθως 10 με 200 kW) που απαιτείται για την πρόσφυση παρέχεται από μια ομάδα μπαταριών ή κυψελών καυσίμου. Η ίδια ομάδα, όταν είναι πλήρως φορτισμένη και συνδεθεί με το δίκτυο μπορεί να αντιστρέψει τη ροή ρεύματος δρομολογώντας την αποθηκευμένη ενέργεια από το αυτοκίνητο στο δίκτυο ηλεκτρικής ενέργειας, υλοποιώντας έτσι το λεγόμενο Vehicle to Grid ή τη λειτουργία V2G. Έτσι τα ηλεκτρικά οχήματα ενεργούν ως κατανεμημένοι πόροι, καθώς η ενέργεια που προηγουμένως απορροφήθηκε από το δίκτυο ή παράχθηκε από κινητική ενέργεια κατά την κίνηση, μπορεί να σταλεί πίσω στον παροχὸ, συμβάλλοντας στην ομαλή καμπύλη φορτίου στη βελτίωση της εφεδρικής χωρητικότητας και στην αξιοπιστία του συστήματος ηλεκτρικής ενέργειας. Ένας από τους σημαντικότερους ρόλους της λειτουργίας V2G είναι η δυνατότητα να υποστηρίξει τις ανανεώσιμες πηγές ενέργειας. Η ενσωμάτωση και η διαλυτότητα των ανανεώσιμων πηγών ενέργειας μπορεί να δημιουργήσουν πρόβλημα αν η διακύμανση της προσφοράς δεν μπορεί να συγκριθεί με την υπάρχουσα διακύμανση του φορτίου λόγω των πρόσθετων πόρων. Επιπλέον, η λειτουργία V2G μπορεί να χρησιμοποιηθεί σαν εφεδρικό μέσο ή και μέσο αποθήκευσης για την παραγωγή ενέργειας από ανανεώσιμες πηγές.

• ***Electrical Vehicles (EVs) Charging:*** Τα ηλεκτρικά οχήματα (EVs) θα μπορούσαν να αποτελέσουν μία από τις βασικές λύσεις για το αυξανόμενο κόστος της ενέργειας, την αύξηση των τιμών του πετρελαίου, και το φαινόμενο του θερμοκηπίου. Η αποθήκευση της ενέργειας φαίνεται να είναι η βασική τεχνολογία για την υλοποίηση της τεχνολογίας των EVs. Για να γίνει αυτή η τεχνολογία πρακτική και πραγματική, θα πρέπει να κατασκευαστούν όλο και περισσότεροι σταθμοί φόρτισης. Μία από τις προκλήσεις είναι ο χρόνος φόρτισης τους. Μία από τις προτεινόμενες μεθόδους για να μειωθεί ο χρόνος φόρτισης είναι η αύξηση της τάσης φόρτισης και του ρεύματος, κάτι που μπορεί να προκαλέσει αύξηση στην χωρητικότητα των φορτιστών, στο μέγεθος, στο κόστος και προβλήματα με την ασφάλεια.

7.3.2 POWER LAYER

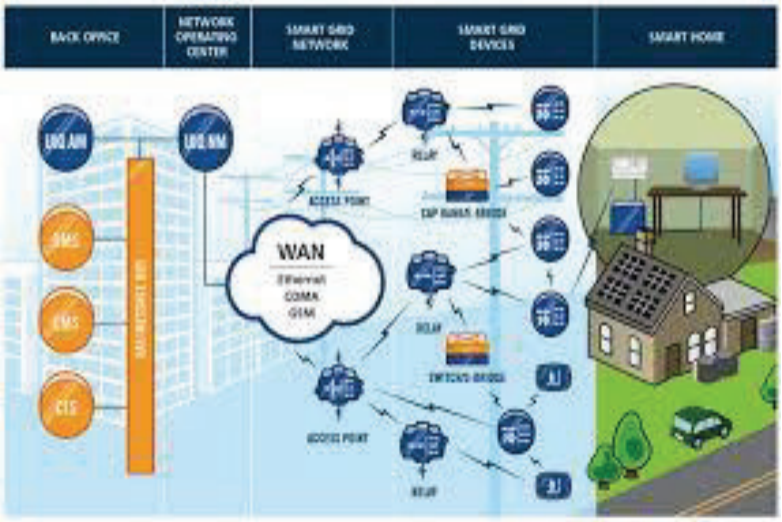
Η θεμελιώδης καινοτομία που θα εισάγει το smart grid αφορά την ενσωμάτωση των ανανεώσιμων πηγών ενέργειας που διαταράσσουν την ισορροπία για την πρόβλεψη των διαθέσιμων πηγών ενέργειας, την αντικατάσταση της μονόδρομης επικοινωνίας του συστήματος και την εισαγωγή αμφίδρομης επικοινωνίας μεταξύ του πελάτη και του πάροχου που θα επιτρέψει τη δυνατότητα να εξισορροπηθεί η προσφορά και η ζήτηση της ενέργειας. Συμπερασματικά το συγκεκριμένο επίπεδο αφορά τα συστήματα παραγωγής, μεταφοράς και διανομής, καθώς και τα οικιακά συστήματα των πελατών. Οι αλλαγές που εφαρμόζονται σε αυτό το επίπεδο θα επηρεάσουν και την ενεργή συμμετοχή των πελατών στο δίκτυο.

7.3.3 COMMUNICATION LAYER

Αντιπροσωπεύει την καρδιά του συστήματος, παρέχοντας τις διασυνδέσεις μεταξύ όλων των συστημάτων και συσκευών. Η τεχνολογία των τηλεπικοινωνιών χρησιμοποιείται σε αυτό το επίπεδο και επιτρέπει την ψηφιοποίηση των δεδομένων, την έξυπνη αυτογνωσία, και την αυξημένη αξιοπιστία. Σήμερα, τα υπάρχοντα δίκτυα ηλεκτρικής ενέργειας πλήττονται από σοβαρά μειονεκτήματα, όπως κατακερματισμένες αρχιτεκτονικές, έλλειψη επαρκούς εύρους ζώνης για την επίτευξη αμφίδρομης επικοινωνίας, έλλειψη διαλειτουργικότητας μεταξύ των εξαρτημάτων του συστήματος και αδυναμία χειρισμού του αυξανόμενου όγκου των δεδομένων από τις έξυπνες συσκευές μέτρησης. Είναι σημαντικό η επικοινωνιακή υποδομή του smart grid να μπορεί να είναι είτε δημόσια είτε ιδιωτική. Για το σκοπό αυτό, ένα δημόσιο δίκτυο όπως το διαδίκτυο (Internet) μπορεί να προσφέρει μια εναλλακτική διαδρομή επικοινωνίας για τον απομακρυσμένο έλεγχο και την επίβλεψη του δικτύου ηλεκτρικής ενέργειας λόγω της ήδη υπάρχουσας τηλεπικοινωνιακής υποδομής του. Σε αυτήν την περίπτωση όμως, ενδέχεται να προκύψουν προβλήματα με την ασφάλεια και την ποιότητα των υπηρεσιών (QoS). Έτσι, οι πάροχοι θα πρέπει να αναλύσουν λεπτομερώς το κόστος και τα οφέλη για να αξιολογήσουν την απόδοση των δημόσιων έναντι των ιδιωτικών δικτύων για τις εφαρμογές του smart grid. Το επίπεδο επικοινωνίας (communication layer) αποτελείται από τρεις κατηγορίες δικτύων μετάδοσης που έχουν να κάνουν με την έκταση που καταλαμβάνουν και κατ' επέκταση με τον πληθυσμό που εξυπηρετούν, το wide-area network (WAN), το field-area network (FAN) και το home-area network (HAN). Οι τρεις κύριες βαθμίδες που βρίσκονται μεταξύ αυτών των τριών δικτύων είναι ο πυρήνας (core backbone), η διανομή στις ενδιάμεσες συνδέσεις μεταξύ του πυρήνα του δικτύου και των υπό δικτύων στην ¨άκρη¨ του συνόλου της ιεραρχίας του δικτύου (backhaul distribution), και το σημείο πρόσβασης (access point). Η επικοινωνία μεταξύ των σημείων συγκέντρωσης στο κομμάτι του backhaul και του κέντρου του πυρήνα, πραγματοποιείται με διάφορα είδη δικτύων, όπως τα δίκτυα τοπολογίας αστέρα (star networks), τα δίκτυα οπτικών ινών ή τα ασύρματα δίκτυα. Ακολουθεί μία σύντομη περιγραφή των κατηγοριών των δικτύων μετάδοσης.

WAN (Wide Area Network)

Το δίκτυο wide-area παρέχει επικοινωνία μεταξύ των παροχών της ηλεκτρικής ενέργειας και των υποσταθμών. Θα πρέπει να εκτείνεται πάνω από τους υποσταθμούς, τις διανεμημένες εγκαταστάσεις για παραγωγή και αποθήκευση ηλεκτρικής ενέργειας, από όλα τα επιμέρους τμήματα της διανομής, και πρέπει να είναι πλήρως αποτελεσματικό και αρκετά επεκτάσιμο. Πρόκειται για ένα δίκτυο επικοινωνίας κορμού (backbone), υψηλού εύρους ζώνης, που χειρίζεται την μετάδοση δεδομένων σε μεγάλες αποστάσεις παρέχοντας προηγμένη επίβλεψη και εφαρμογές που περιλαμβάνουν λήψη πληροφοριών από αισθητήρες. Παρέχει αμφίδρομη επικοινωνία, αυτοματισμό και καθολική παρακολούθηση των εφαρμογών του smart grid. Κάθε εφαρμογή που εκτελείται στα πλαίσια του WAN, έχει ειδικές απαιτήσεις για επικοινωνία και ποιότητα εξυπηρέτησης (quality of service – QoS). Ορισμένες εφαρμογές, όπως συστήματα επίβλεψης για ευρείες περιοχές απαιτούν απόκριση σε πραγματικό χρόνο, κάποια άλλα, όπως ο αυτοματισμός στους υποσταθμούς, απαιτούν υψηλό εύρος ζώνης και γρήγορους χρόνους απόκρισης, και ορισμένες εφαρμογές χρειάζονται μεγάλο εύρος ζώνης και μεγάλο ρυθμό μετάδοσης. Η απομακρυσμένη επικοινωνία μεταξύ των παροχών και των έξυπνων μετρητών είναι απαραίτητη για την ανταλλαγή σχετικών πληροφοριών, όπως οι πληροφορίες τιμολόγησης για τον κάθε πελάτη. Τα κυψελοειδή δίκτυα, το WiMAX και οι ενσύρματες επικοινωνίες θεωρούνται οι καλύτερες υποψήφιες τεχνολογίες για τα WAN. Είναι σημαντικό, το σύστημα του backhaul distribution να λειτουργεί ως σημείο συνάθροισης μεταξύ των FAN και των WAN, όπως ένας υποσταθμός, ένας ασυγκέντρωτης δεδομένων, ένα RF (radio frequency) σημείο πρόσβασης, ή ένας πύργος επικοινωνιών που συλλέγει τις πληροφορίες από τους μετρητές και τις μεταφέρει στον πυρήνα του δικτύου. Επιπλέον, τα σημεία συνάθροισης μπορούν να χρησιμεύσουν ως σημεία αποθήκευσης εφεδρικής ενέργειας κατά την περίοδο κρίσιμων διακοπών και άλλων ειδικών περιπτώσεων. Οι οπτικές και οι μικροκυματικές επικοινωνίες προτιμώνται αν απαιτείται υψηλό εύρος ζώνης και αξιόπιστη επικοινωνία, καθώς στο σημείο αυτό, συγκεντρώνονται μεγάλες ποσότητες σημαντικών δεδομένων που πρέπει να μεταβιβαστούν. Licensed και unlicensed ασύρματες τεχνολογίες, όπως και fixed wire-line τεχνολογίες επικοινωνίας μπορεί να χρησιμοποιηθούν για τη μεταφορά δεδομένων από τα σημεία συνάθροισης προς τα κέντρα δεδομένων. Τέλος, η τεχνολογία της επικοινωνίας που θα επιλεγεί θα εξαρτηθεί ως επί το πλείστον από την αποτελεσματικότητα και την ικανότητα παροχής κατάλληλης κάλυψης.

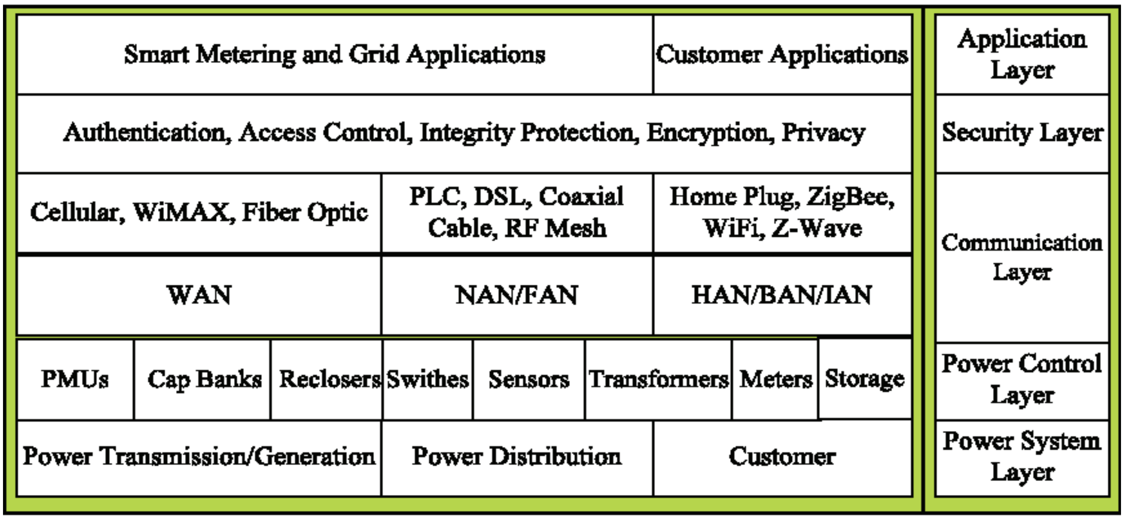


FAN (Field Area Network)

Το δίκτυο field-area μπορεί να περιγραφεί ως το δίκτυο επικοινωνίας για τους τομείς της διανομής της ηλεκτρικής ενέργειας. Περιλαμβάνει την αυτοματοποιημένη διανομή και τον έλεγχο των συσκευών που επικοινωνούν στο κομμάτι του δικτύου από τις μεμονωμένες συνδέσεις και τα σημεία του backhaul μέχρι τον πάροχο της ηλεκτρικής ενέργειας. Το FAN λειτουργεί ως γέφυρα μεταξύ των πελατών και των υποσταθμών, που περιέχει συλλέκτες, σημεία πρόσβασης και συγκεντρωτές δεδομένων. Οι ευφυείς κόμβοι που αναπτύσσονται σε αυτό το κομμάτι, είναι υπεύθυνοι για τη συλλογή και τον έλεγχο των δεδομένων από τα γύρω σημεία συγκέντρωσης. Αυτοί οι κόμβοι συνδέονται σε μια κεντρική πύλη, η οποία υποστηρίζεται πάντα από τις εταιρείες παραγωγής ηλεκτρικής ενέργειας, από όπου μεταδίδονται τα συλλεγόμενα δεδομένα. Τα χαμηλού εύρους ζώνης κανάλια του FAN παρέχουν αξιόπιστη επικοινωνία. Αποτελεί μία αδιάκοπη, ασύρματη ευζωνική πηγή που πληροί τις απαιτήσεις των πάροχων για αξιοπιστία και ανθεκτικότητα. Η περιοχή κάλυψης περιλαμβάνει αστικές-ημιαστικές και αγροτικές περιοχές, υποστηρίζεται από προηγμένες υποδομές μετρητικών εφαρμογών (AMI) και επεκτείνει με ταχείς ρυθμούς το εύρος των εφαρμογών που καλύπτει (π.χ. την προηγμένη αυτοματοποίηση της διανομής και την ενσωμάτωση των κατανεμημένων ενεργειακών πόρων). Η επιλογή της τεχνολογίας της επικοινωνίας ποικίλλει ανάλογα με τις διαφορετικές εφαρμογές. Κάποιοι πάροχοι ηλεκτρικής ενέργειας προτιμούν οπτικές ίνες, λόγο της χαμηλής καθυστέρησης και της ανώτερης απόδοσης που προσφέρουν. Άλλοι προτιμούν την τεχνολογία WiMAX, όπου οι κυψελοειδείς και οι RF mesh τεχνολογίες δεν καλύπτουν πέρα από την επιλεγμένη περιοχή. Επιπλέον, οι τρέχουσες τάσεις της επικοινωνίας για τους αυτοματοποιημένους υποσταθμούς και τα συστήματα αυτόματης διανομής στα πλαίσια του FAN είναι ήδη τυποποιημένα σύμφωνα με το πρωτόκολλο IEC 61850 (International Electrotechnical Commission), όπου υποστηρίζεται η διαλειτουργικότητα μεταξύ των έξυπνων ηλεκτρονικών συσκευών και η καλύτερη επικοινωνία από συσκευή σε συσκευή. Το IEC 61850 υποστηρίζει ένα ευρύ φάσμα εφαρμογών και διαχειρίζεται τις ανάγκες τους. Για παράδειγμα, η καθυστέρηση για την αποστολή των κρίσιμων δεδομένων είναι μεταξύ 3-10ms με την ενσωμάτωση του πρωτοκόλλου IEC 61850.

HAN (Home Area Network)

Το δίκτυο home-area είναι το σημείο σύνδεσης των έξυπνων μετρητών. Οι καταναλωτές θα έχουν την δυνατότητα να γνωρίζουν το κόστος χρήσης της ηλεκτρικής ενέργειας, να προσαρμόζουν την καταναλωτική συμπεριφορά τους και να πάρουν τον έλεγχο των έξυπνων συσκευών. Τα HANs υποστηρίζουν επικοινωνία χαμηλού εύρους ζώνης ανάμεσα στις οικιακές ηλεκτρικές συσκευές και τους μετρητές. Το κύριο καθήκον των οικιακών εφαρμογών είναι να ενημερώνουν τους καταναλωτές σχετικά με τις συμπεριφορές κατανάλωσης μέσω οθονών ή ενός διαδικτυακού περιβάλλοντος. Οι ανάγκες εύρους ζώνης είναι μεταξύ 10 και 100 Kbps ανά συσκευή και δεν υπάρχει επείγουσα ανάγκη για γρήγορη απόκριση. Αναμένεται ότι οι νέες λειτουργίες θα ενσωματωθούν γρήγορα, κάνοντας εφικτή την έξυπνη διαχείριση φορτίου. Το χαμηλό εύρος ζώνης, η αργή ταχύτητα, η οικονομική απόδοση και οι ευέλικτες συνδέσεις προτιμώνται για τα HANs. Οι τεχνολογίες ZigBee, Wi-Fi, HomePlug, Z-wave, M-Bus είναι οι υποψήφιες για αυτήν την κατηγορία. Το ZigBee έχει τη δυνατότητα να λειτουργεί σε μια τοπολογία δικτύου mesh, που προσφέρει ορισμένα πλεονεκτήματα. Για παράδειγμα, ορισμένες συσκευές σε ένα mesh δίκτυο με τεχνολογία ZigBee μπορούν να παραμείνουν ανενεργά (sleep mode) όταν δεν εκτελούν κάποια εργασία, γεγονός που οδηγεί σε εξοικονόμηση ενέργειας. Από την άλλη πλευρά, το Z-wave είναι ένα πρότυπο ασύρματης επικοινωνίας που δεν υφίσταται παρεμβολές και σχεδιάστηκε ειδικά για τον τηλεχειρισμό των συσκευών, έτσι χρησιμοποιείται ευρέως για τα HANs. Ωστόσο, τα μοντέλα πληροφοριών για το επίπεδο εφαρμογής (application layer) δεν έχουν τυποποιηθεί πλήρως για καμία από τις παραπάνω τεχνολογίες.



«Communication Network requirement for smart grids apps»

8.1 ΠΛΕΟΝΕΚΤΗΜΑΤΑ ΕΞΥΠΝΩΝ ΜΕΤΡΗΤΩΝ ΓΙΑ ΤΟΥΣ ΚΑΤΑΝΑΛΩΤΕΣ

Οι εταιρίες κοινής ωφέλειας πιστεύουν ότι ή έξυπνη μέτρηση προσφέρει σημαντικά οφέλη στους ιδιοκτήτες κατοικιών. Πλέον θα λάβουν τέλος οι εκτιμώμενοι λογαριασμοι, δηλαδή οι λογαριασμοί θα έχουν πραγματικό αντίκτυπο της κατανάλωσης και όχι με βάση τα αντίστοιχα εξάμηνα του προηγούμενου έτους ή ετών. Αυτό θα οφείλεται στην real time επικοινωνία του μετρητή που θα βρίσκεται στο σπίτι-επιχείρηση, με τον εκάστοτε πάροχο ρεύματος-εταιρεία.(ΔΕΔΔΗΕ-Elpedison-Watt&Volt, ΚΕΝ κτλ). Ένα άλλο πολύ σημαντικό πλεονέκτημα για τους καταναλωτές είναι πως θα μπορούν να διαχειρίζονται καλύτερα την αγορά ενέργειας, καθώς οι μετρητές θα έχουν οθόνη και θα παρέχουν ολοκληρωμένες πληροφορίες, ώστε οι πελάτες-καταναλωτές να διαχειρίζονται την χρήση της ενέργειας και να μειώνουν τους λογαριασμούς τους και να τους προσαρμόζουν όσο μπορούν καλύτερα στα οικονομικά τους δεδομένα. Επιπροσθέτως, θα καθιερωθεί φθηνότερο κόστος ενέργειας τις ώρες χαμηλής ενεργειακής κατανάλωσης, ώστε να ενθαρρυνθεί η χρήση λιγότερης ηλεκτρικής ενέργειας απ΄ τους καταναλωτές και να μετατοπισθεί η χρήση σε ώρες εκτός αιχμής. Αυτό θα συμβεί με τις λεγόμενες ταρίφες(tariff). Τι είναι όμως οι ταρίφες; Στο display του μετρητή θα εμφανίζονται κάποιες ενδείξεις-κωδικοί οι οποίοι της μορφής 1.8.0/1.8.1/1.8.2/2.8.0. Αυτές οι ενδείξεις μεταφράζονται στον καταναλωτή ως εξής: (*Ενδείξεις ενέργειας στην οθόνη των μετρητών στην Ελλάδα, απ' τον κεντρικό πάροχο-ΔΕΔΔΗΕ)

- 1.8.0: Συνολική κατανάλωση ενέργειας
- 1.8.1: Ημερήσια κατανάλωση ενέργειας
- 1.8.2: Νυχτερινή κατανάλωση ενέργειας
- 2.8.0: Συνολική Παραγωγή Ενέργειας (αυτό θα αφορά αποκλειστικά τις φωτοβολταϊκές εγκαταστάσεις)

Τέλος, ένα βασικό όφελος που θα προσφέρουν οι μετρητές με τον ερχομό τους ειναι ότι χάρη στην real-time επικοινωνία τους θα είναι άμεση η επιδιόρθωση μιας βλάβης ή ενός blackout κυρίως σε απομακρυσμένες περιοχές. Αυτό βέβαια θα είναι σε εφαρμογή τα επόμενα χρόνια, εφ' όσον θα έχουν εγκατασταθεί και τα smart grids.

8.2 ΜΕΙΟΝΕΚΤΗΜΑΤΑ ΤΩΝ ΕΞΥΠΝΩΝ ΜΕΤΡΗΤΩΝ

Όπως όλες οι νέες τεχνολογίες έτσι και οι έξυπνοι μετρητές εκτός από πλεονεκτήματα φέρουν μαζί τους και αρκετά πλεονεκτήματα.

Το μεγαλύτερο μειονέκτημα των έξυπνων μετρητών που θα λειτουργήσει εις βάρος των καταναλωτών είναι πως θα μπορεί ο πάροχος με το που λήγει ο λογαριασμός, άμεσα να διακόπτει την παροχή ρεύματος στην εκάστοτε οικεία ή επιχείρηση, η οποία δεν έχει πληρώσει στην ώρα της τον χρέος· γιατί πλέον θα γίνεται ο έλεγχος εξ΄αποστάσεως. Ένα ακόμη μειονέκτημα των μετρητών είναι η ηλεκτρομαγνητική ρύπανση,αφού θα εκπέμπουν ακτινοβολίες είτε ασυρματα είτε ενσύρματα, λόγω του τρόπου επικοινωνίας τους μεταξύ τους (GPRS/3G/Ethernet κτλ). Επίσης, άγνωστο είναι ακόμα το κόστος αγοράς και εγκατάστασης του μετρητή και των smart grids αλλά και ποια θα είναι η απόσβεση αυτού του νέου συστήματος. Επίπροσθέτως, δεν γνωρίζουμε το ποιος θα πληρώσει αυτό το νέο εγχείρημα και κατά πόσο θα επιβαρυνθεί ο καταναλωτής. Ένα επιπλέον αρνητικό που εντοπίζουμε για τους μετρητές είναι πως δεν θα επικοινωνούν σωστά με τον παροχέα για την σωστή μετάδοση των data, εαν η περιοχή δεν έχει καλό σήμα. Αυτό σημαίνει πως θα τοποθετηθούν επιπρόσθετες κεραίες για την καλυτέρευση του σήματος, επομένως θα επιβαρυνθεί η ανθρώπινη υγεία και το γενικότερο οικοσύστημα. Οπότε οδηγούμαστε στο προηγούμενο μειονέκτημα αυτής της τεχνολογίας. Μεταξύ των άλλων, δεν είναι ξεκάθαρο ακόμα κατα πόσο θα εξοικονομηθούν ενέργεια και χρήματα από αυτήν την διαδικασία. Οι ειδικοί όμως εκφράζουν ανησυχίες και για την ασφάλεια του εξυπνου δικτύου και την δυνατοτητα να τα παραβιάζουν οι hackers είτε τους λογαριασμούς, είτε να υπάρχει παραβίαση προσωπικών δεδομένων. Βέβαια, αυτό συμβαίνει ήδη στο διαδίκτυο, όπου οι επιτήδειοι προσπαθούν συνεχώς να προκαλέσουν προβλήματα σε διάφορα συστήματα όπως στους τραπεζικούς λογαριασμούς, στις δημόσιες υπηρεσίες οι οποίες διαθέτουν τα στοιχεία των πολιτών αλλά και στα διάφορα social medias. Για το λόγο αυτό, οι υπεύθυνοι δηλώνουν πως θα δημιουργήσουν όσο πιο ισχυρά και ασφαλή δίκτυα μπορούν, αν και οι “ηλεκτρονικοί πειρατές” πάντα βρίσκου τρόπους να δημιουργούν προβλήματα .Τέλος, ενας άλλος μεγάλος κίνδυνος είναι το κατά πόσο οι μετρητές θα μπορούν να μολυνθούν απο έναν ιο που μπορεί να εξαπλωθεί μεταξύ διαφορετικών συσκευών και να κόψει μερικές ατομικές παροχές ενεργειας, αυτό ίσως μπορέσει δηλαδή να χρησιμοποιηθεί και για κάποια μορφή τρομοκρατίας.

9. ΕΤΑΙΡΙΕΣ ΠΟΥ ΚΑΤΑΣΚΕΥΑΖΟΥΝ SMART METERS

Ανά τον κόσμο υπάρχουν πολλές εταιρίες οι οποίες κατασκευάζουν τους έξυπνους μετρητές ηλεκτρικής ενέργειας. Μερικές από αυτές ειναι οι εξής:

- **Elster** : Η Elster είναι μια ιδιωτική εταιρεία με την έδρα της στις Η.Π.Α (1836). Είναι ένας κορυφαίος κατασκευαστής στην AMI (Advanced Metering Infrastructure) και ενσωματώνει λύσεις μέτρησης και αξιοποίησης στις βιομηχανίες αερίου, ηλεκτρικού ρεύματος, νερού και συναφών επικοινωνιών και δικτύωσης λύσεων λογισμικού. Οι μετρητές ηλεκτρικού ρεύματος χρησιμοποιούνται για οικιακές, εμπορικές και βιομηχανικές εφαρμογές καθώς και για μετεωρολογικές μετρήσεις.

- **General Electric :** Τα προιόντα της κυμαίνονται από εξοπλισμό παραγωγής ηλεκτρικής ενέργειας, φυσικού αερίου και παραγωγής πετρελαίου

- **Landis & Gyr:** Κορυφαίος παγκόσμιος πάροχος ολοκληρωμένων προιόντων ενεργειακής διαχείρισης, προσαρμοσμένα στις ανάγκες των εταιρειών ενέργειας. Παρέχονται προηγμένες λύσεις στην μέτρηση. Η εταιρία προσφέρει το ευρύτερο χαρτοφυλάκιο προιόντων και υπηρεσιών στους τομείς ηλεκτρισμού, φυσικού αερίου και βιομηχανία μέτρησης θερμότητας.
  Η συγκεκριμένη εταιρία έχει ένα από τα εργοστάσια παραγωγής της στην χώρας μας στην πόλης της Κορίνθου από το 1970. (1896)
- **Iskraemeco:** Η Iskraemeco από την ίδρυση της το 1945, έχοντας μια σημαντική εμπειρία, καινοτομία και καλή κατανόηση απέναντι στους πελάτες της, προσπαθεί με ολοκληρωμένες λύσεις διαχείρισης να ενέργειας να ξεχωρίσει στον χώρο. Διαθέτει ένα πλήρες portfolio έξυπνων μετρητών, ανταποκρινόμενοι στις μελλοντικές ανάγκες των επιχειρήσεων κοινής ωφέλειας και των καταναλωτών για την αποτελεσματικότερη διαχείριση ενέργειας.
- **Itron:** Είναι απ' τους μεγαλύτερους κατασκευαστές έξυπνων μετρητών στον κόσμο, με ένα τεράστιο market share στην αμερικάνικη αγορά της χώρας (North America). Η Itron είναι μια ανεξάρτητη εταιρεία ευφυών δικτύων παγκοσμίως με 8000 επιχειρήσεις κοινής ωφέλειας. Έχει χρησιμοποιήσει την τεχνογνωσία της στην παραγωγή μετρητών νερού, αερίου για να κερδίσει

μεγάλα συμβόλαια και στην αγορά ηλεκτρικών έξυπνων μετρητών. Η εταιρεία πωλεί ολοκληρωμένα έξυπνα δίκτυα και έξυπνες λύσεις διανομής στις επιχειρήσεις ηλεκτρισμού, φυσικού αερίου και νερού ανα τον κόσμο.

«Construction Companies»

10 ΕΤΑΙΡΙΕΣ ΠΑΡΟΧΗΣ ΕΝΕΡΓΕΙΑΣ ΣΤΗΝ ΕΛΛΑΔΑ

Ο βασικός πάροχος ενέργειας στην Ελλάδα είναι η ΔΕΔΔΗΕ (Διαχειριστής Ελληνικού Δικτύου Διανομής Ηλεκτρικής Ενέργειας).Τα τελευταία χρόνια όμως, έχουν αρχίσει να εμφανίζονται όλο και περισσότερες ιδιωτικές εταιρείες παροχής ηλεκτρικού ρεύματος. Αυτό έχει σαν αποτέλεσμα να εντείνεται ο ανταγωνισμός της ηλεκτρικής ενέργειας στην αγορά. Το γεγονός αυτό συμβάλει υπέρ των καταναλωτών, ώστε να αγοράζουν όλο και φθηνότερα το προιόν (την κιλοβατώρα). Οι χαμηλές τιμές και οι προσφορές που πλέον παρέχουν οι ιδιωτικές επιχειρήσεις συνεχώς και απομακρύνονται από αυτές του κεντρικού παρόχου.

Σύμφωνα με τα στατιστικά στοιχεία, αρκετά νοικοκυριά και επιχειρήσεις έχουν μεταπηδήσει στις ιδιωτικές αυτές εταιρείες. Μερικές απο τις εταιρίες αυτές είναι η Elpedison, Protergia, NRG Trading, Volterra, KEN, Watt & Volt, και Green· οι οποίες πλέον μοιράζονται το 7% περίπου που τους έχει παραχωρήσει η ΔΕΔΔΗΕ. Οι Έλληνες καταναλωτές όμως χρειάζονται χρόνο μέχρι να εμπιστευτούν αυτές τις εταιρείες, μιας και στο παρελθόν είχαν υπάρξει επιτήδειοι, οι οποίοι ξεγέλασαν πολλούς καταναλωτές, κλέβοντας τους τα χρήματα. Επομένως, στο μέλλον οι καταναλωτές θα νοιώσουν περισσότερη ασφάλεια και εμπιστευτούν τους νέους παρόχους, οι οποίοι πλέον είναι μεγάλες και αξιόπιστες επιχειρήσεις στον χώρο της ενέργειας.

«Supply Companies»

11 ΠΟΤΕ ΚΑΙ ΠΩΣ ΘΑ ΓΙΝΕΙ Η ΜΕΤΑΒΑΣΗ ΣΤΟΥΣ SMART METERS

Απ’ το 2013 είχαν ξεκινήσει οι διαδικασίες για την μετάβαση απ΄τους ηλεκτρομηχανικους μετρητές στους smart meters .Λόγω όμως διαφόρων προβλημάτων που υπήρξαν, μαζί και η οικονομική κρίση που επικρατεί στην χώρα, το έργο άργησε να ξεκινήσει.Πριν λίγους μήνες λοιπόν, εγκρίθηκε η αντικατάσταση των ηλεκτρομηχανικών μετρητών στους νέας γενιάς «έξυπνους μετρητές» και το έργο εντάχθηκε στο ΕΣΠΑ. Παρακάτω θα αναφέρουμε μερικές βασικές αποφάσεις του Υπουργείου Περιβάλλοντος & Ενέργειας(ΥΠΕΚΑ), το οποίο είναι υποχρεωμένο να ακολουθήσει την οδηγία της Ευρωπαικής Ένωσης, μέχρι το 2020 θα πρέπει να έχει αντικαταστήσει το 80% σε έξυπνους μετρητές.

Η απόφαση του ΥΠΕΚΑ για τους νέους μετρητές περιλαμβάνει τους ακόλουθους όρους των άρθρων:

Α)ΔΕΔΔΗΕ Α.Ε: Ο Διαχειριστής του Ελληνικού Δικτύου Διανομής Ηλεκτρικής Ενέργειας

Β) Ελληνικό Δίκτυο Διανομής Ηλεκτρικής Ενέργειας(ΕΔΔΗΕ), το οποίο είναι το δίκτυο διανομής ηλεκτρικής ενέργειας της ΔΕΗ.

Γ) Έξυπνο Δίκτυο: είναι το αναβαθμισμένο δίκτυο ενέργειας στο οποίο έχουν προστεθεί η αμφίδρομη ψηφιακή επικοινωνία μεταξύ προμηθευτή και καταναλωτή, έξυπνα συστήματα μέτρησης και παρακολούθησης ελέγχου.

Δ) Έξυπνο σύστημα μέτρησης: Είναι το σύστημα που όχι μόνο μετρά αλλά παρέχει και επιπρόσθετες πληροφορίες στον καταναλωτή.

Ε)Εκτίμηση για τις επιπτώσεις της προστασίας δεδομένων.

Με βάση το χρονοδιάγραμμα που έχουν ορίσει, η αντικατάσταση των συστημάτων μέτρησης θα αρχίσει μέχρι την 1.07.2014. Μέχρι την 30.06.2017 θα έχει αντικατασταθεί το 40% του συνόλου, ενώ μέχρι τις 31.12.2020 θα έχει λάβει χώρα η αντικατάσταση τουλάχιστον του 80% των υφιστάμενων μετρητών με ευφυή συστήματα μέτρησης.Με βάση νεότερη ενημέρωση για το ποσό που κοστολογείται το έργο η δημόσια δαπάνη ανέρχεται σε 19.500.000 ευρώ.

Εν συνεχεία αναφέρονται ο Σχεδιασμός, η Υλοποιήση, η Παρακολούθηση, η Προστασία και ασφάλεια δεδομένων.

12 ΥΓΕΙΑ ΚΑΙ ΠΕΡΙΒΑΛΛΟΝ ΠΩΣ ΘΑ ΕΠΗΡΕΑΣΤΟΥΝ

Εδώ και λίγα χρόνια οι «έξυπνοι μετρητές» έχουν αρχίσει να μπαίνουν στην ζωή μας. Κατά πόσο όμως επηρεάζουν την δημόσια υγεία των χρηστών λόγω της εκπεμπόμενης ακτινοβολίας, ακόμα δεν γνωρίζει κανένας.

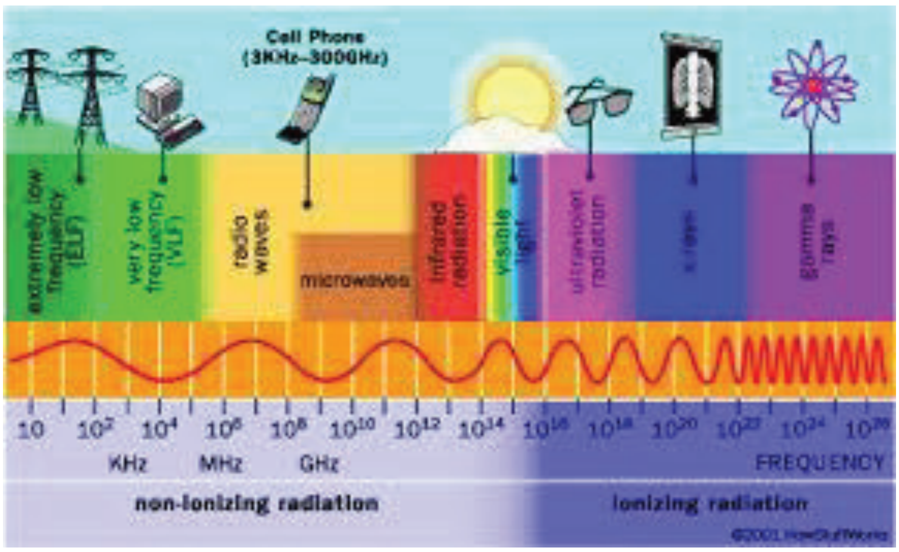
Μια ομάδα επιστημόνων λοιπόν,του καθηγητή Βιοχημείας στο Τμήμα Πανεπιστημίου Πατρών κ.Χρήστος Γεωργίου, ισχυρίζεται πως η ένταση της ακτινοβολίας αρκεί για να προκαλέσει προβλήματα στην ανθρώπινη υγεία. Ο λόγος που το ισχυρίζονται αυτό, είναι γιατί οι έξυπνοι μετρητές θα πρέπει να συνδέονται μεταξύ τους κατα ομάδες με ένα σύστημα των 300.000 συλλεκτών, οπότε αυτό προυποθέτει ασύρματες κεραίες των συλλεκτών-μετρητών, οι οποίες θα είναι εγκατεστημένες κοντά στους μετρητές της εκάστοτε γειτονιάς και η σύνδεση τους θα γίνεται με την ασύρματη τεχνολογία, όπως ακριβώς και της κινητής τεχνολογίας. Εκτός βέβαια απ' την ασύρματη σύνδεση, θα υπάρχουν κ οι ενσύρματες συσκευές διασυνδεδεμένες με PLC(Power Line Carrier), οι οποίες μπορούν να επιβαρύνουν την υπάρχουσα εκπεμπόμενη ηλεκτρομαγνητική ακτινοβολία από τις εσωτερικές καλωδιώσεις στα κτήρια, η οποία προκαλεί προβλήματα υγείας. Μία άλλη ομάδα η οποία προέρχεται απ' το Ινστιτούτο Ramazzini της Μπολόνιας της Ιταλίας ισχυρίζεται πως η ακτινοβολία των GSM και CDMA μπορεί να οδηγήσει σε καρκίνο. Αυτό διαπίστωσαν υλοποιώντας ένα πείραμα σε ζώντες οργανισμούς (αρουραίους).

Αντιθέτως, ο ΔΕΔΔΗΕ που είναι υπεύθυνος για την τοποθέτηση τους στην Ελλάδα, παρουσιάζεται ιδιαιτέρως καθησυχαστικός και ισχυρίζεται πως δεν υπάρχει κανένας κίνδυνος για την δημόσια υγεία. Το μεγαλύτερο ποσοστό των εγκαταστάσεων θα γίνει με PLC τεχνολογία ,ενώ η GPRS τεχνολογία θα είναι σε μικρό ποσοστό. Επίσης, όσον αφορά την GPRS σύνδεση, ο χρόνος αποστολής των δεδομένων θα είναι στο 1 λεπτό το μέγιστο.

Εν συνεχεία, μελετώντας άρθρα από χώρες οι οποίες έχουν ήδη εγκατεστημένους τους έξυπνους μετρητές και έχουν ξεκινήσει τις έρευνες υπό ελεγχόμενες εργαστηριακές συνθήκες, μας επιβεβαιώνουν πως η έκθεση σε ραδιοκύματα είναι αρκετά χαμηλές από τις κατευθυντήριες γραμμές της Διεθνούς Επιτροπής Προστασίας από Μη Ιονίζουσες Ακτινοβολίες (ICNIRP:International Commission on Non-Ionizing Radiation Protection).

Photo Credit to Joshua Hart – www.stopsmartmeters.org

Μελετώντας λοιπόν, διάφορες πηγές δεν μπορούμε με ασφάλεια να καταλήξουμε εαν οι έξυπνοι μετρητές προκαλούν ή όχι προβλήματα υγείας στον άνθρωπο. Θεωρούμε πως είναι νωρίς ακόμα για να έχουμε ασφαλή συμπεράσματα μιας και αυτού του είδους οι μετρητές δεν έχουν πολλά χρόνια ύπαρξης. Εαν προκαλούν πάντως προβλήματα υγείας ίσως οι κατασκευαστικές εταιρείες να βελτιώσουν την ένταση της ακτινοβολίας όπως έχει συμβεί και στην κινητή τηλεφωνία καθώς εξελίσσεται η τεχνολογία.



13 ΝΟΜΟΘΕΣΙΑ ΤΗΣ ΕΥΡΩΠΑΙΚΗΣ ΕΝΩΣΗΣ

Η νομοθεσία της Ευρωπαικής για την Προστασία των δεδομένων,ιδιωτικότηκα και την ασφάλεια

Όσον αφορά την νομοθεσία της Ευρωπαικής Επιτροπής σχετικά με τη Προστασία των δεδομένων έχει θεσπίσει κανόνες οι οποίοι προστατεύουν τους καταναλωτές τους με κανόνες της Ευρωπαικής Ένωσης. Ο κανονισμός ορίζει το ποιός μπορεί να έχει πρόσβαση σε δεδομένα προσωπικού χαρακτήρα και υπο ποιές συνθήκες.

Η Επιτροπή επίσης έχει εκδώσει οδηγίες σχετικά με την προστασία δεδομένων και το απόρρητο των δεδομένων για τους υπεύθυνους επεξεργασίας δεδομένων (σύσταση 2014/724/ ΕΕ της Επιτροπής).

Η ENISA(European Network and Information Security Agency) σε συνεργασία με τις ENER και CNECT, έχει συντάξει μέτρα ασφαλείας για να βοηθήσει τους παρόχους να βελτιώσουν την ανθεκτικότητα του κυβερνοχώρου στις υποδομές. Οι προτάσεις μέτρων ασφαλείας για τα έξυπνα δίκτυα περιλαμβάνει 45 κανόνες ασφαλείας και τν χαρτογράφηση των εντοπισθέντων μέτρων σε πιθανές απειλές.

Έτσι,το 2009 συγκροτήθηκε ομάδα εργασίας για τα Smart Grids από την Ευρωπαική Ένωση για να παρέχει συμβουλές σε θέματα ανάπτυξης των έξυπνων δικτύων. Η Η ομάδα εργασίας αποτελείται από πέντε επίσης, ομάδες εμπειρογνωμόνων που έχουν ως στόχο τους συγκεκριμένουν τομείς. Επιπροσθέτως, μια εκ των ομάδων των εμπειρογνωμόνων επιζητεί να μετριάσει του κινδύνους για τυχόν υποκλοπές των προσωπικών δεδομένων και να αυξήσει την ασφάλεια των συστημάτων.

Τέλος, η Επιτροπή πρότεινε την εκπόνηση ενός κώδικα δικτύου για την ασφάλεια στον κυβερνοχώρο, προκειμένου να συμπληρώσει τους υφιστάμενους εθνικούς κανόνες και να αντιμετωπίσει τα διασυνοριακά ζητήματα.

STOP SMART METERS

Κλείνοντας, καλό είναι να αναφέρουμε ότι υπάρχει ένα μέρος ανθρώπων που είναι τελείως εναντία στο να έχουν μέσα στο σπίτι τους έξυπνους μετρητές και έχουν αναφέρει πολλές θεωρίες για το πώς παραβιάζουν την ιδιωτικοτητά.Στην Αμερική το 2009 που ξεκινούσαν να εγκαταστήσουν οι εταιρίες του έξυπνους μετρητές στα σπίτια χωρίς αδεία για αλλαγή,οι ιδιοκτήτες των σπιτιών είχαν αναφέρει με video που έδειχναν το πώς έμπαιναν οι υπάλληλοι μέσα στις κατοικίες.

«Documentary about smart meters»

14 ΑΝΑΦΟΡΕΣ ΚΑΙ ΗΛΕΚΤΡΟΝΙΚΕΣ ΠΗΓΕΣ

http://www.iskraemeco.com/en/

https://www.landisgyr.com/

https://www.elvaco.se/en/Image/GetDocument/209

https://www.landisgyr.eu/webfoo/wp-content/uploads/2012/09/D000030108-E650-ZMD300xT-Series-3-User-Manual-en-k.pdf

https://el.wikipedia.org/wiki/%CE%94%CE%B9%CE%B1%CF%86%CE%BF%CF%81%CE%AC_%CE%B4%CF%85%CE%BD%CE%B1%CE%BC%CE%B9%CE%BA%CE%BF%CF%8D

http://e-lektronikos.blogspot.com/2013/04/tasi-revmatos-kai-diafora-dynamikou.html

https://el.wikipedia.org/wiki/%CE%92%CE%BF%CE%BB%CF%84

http://politeiamag.blogspot.com/2017/07/blog-post.html

https://el.wikipedia.org/wiki/%CE%95%CE%BD%CE%B1%CE%BB%CE%BB%CE%B1%CF%83%CF%83%CF%8C%CE%BC%CE%B5%CE%BD%CE%BF_%CF%81%CE%B5%CF%8D%CE%BC%CE%B1 (εναλασσόμενο)

https://el.wikipedia.org/wiki/%CE%A3%CF%85%CE%BD%CE%B5%CF%87%CE%AD%CF%82_%CF%81%CE%B5%CF%8D%CE%BC%CE%B1 (συνεχες)

https://el.wikipedia.org/wiki/%CE%97%CE%BB%CE%B5%CE%BA%CF%84%CF%81%CE%B9%CE%BA%CF%8C_%CF%86%CE%BF%CF%81%CF%84%CE%AF%CE%BF

http://emfsafetynetwork.org/safety-precautions/

https://energypress.gr/news/exypnoi-metrites-kindynoys-gia-ti-dimosia-ygeia-vlepoyn-epistimones-kathisyhazei-o-deddie

https://www.gov.uk/government/publications/smart-meters-radio-waves-and-health/smart-meters-radio-waves-and-health

https://www.home-biology.gr/ilektromagnitikes-aktinovolies/aktinovolies-ipsilon-sixnotiton/exipnoi-metrites-reumatos

https://translate.google.gr/translate?hl=el&sl=en&u=http://www.telegraph.co.uk/money/consumer-affairs/six-reasons-say-no-smart-meter/&prev=search

http://www.energylab.gr/products/energy-monitoring/

https://www.dlms.com/faqanswers/generalquestions/howisdlmscosemdifferentfromotherstandards.php

http://dlms.com/documents/archive/Excerpt_GB6.pdf

https://www.dlms.com/information/whatisdlmscosem/index.html

https://www.dikaiologitika.gr/site/7205

http://news247.gr/eidiseis/oikonomia/energy/kondulia-1-2-dis-eyrw-gia-eksypnoys-metrhtes-reumatos-se-olh-thn-ellada.5089193.html

http://www.enikonomia.gr/economy/180921,erchontai-170000-exypnoi-metrites-ilektrikis-energeias-sto-espa-t.html

http://energyin.gr/2017/09/08/%CE%BE%CE%B5%CE%BA%CE%B9%CE%BD%CE%AC-%CE%B5%CE%B3%CE%BA%CE%B1%CF%84%CE%AC%CF%83%CF%84%CE%B1%CF%83%CE%B7-%CE%AD%CE%BE%CF%85%CF%80%CE%BD%CF%89%CE%BD-%CE%BC%CE%B5%CF%84%CF%81%CE%B7%CF%84%CF%8E%CE%BD/

http://www.greenworldinvestor.com/2011/05/10/smart-metering-list-of-top-smart-energy-meter-manufacturers-growing-smaller-as-consolidation-gains-pace/

https://e-class.teilar.gr/modules/document/file.php/MH156/5.%CE%A4%CF%81%CE%B9%CF%86%CE%B1%CF%83%CE%B9%CE%BA%CE%AC%20%CF%83%CF%85%CF%83%CF%84%CE%AE%CE%BC%CE%B1%CF%84%CE%B1.pdf

https://en.wikipedia.org/wiki/Smart_meter

http://www.geenergy.com/products_and_services/products/metering_smart_meters/ansi_smart_meters.jsp

http://www.landisgyr.com

http://www.econews.gr/