



ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ
ΔΥΤΙΚΗΣ ΜΑΚΕΔΟΝΙΑΣ
ΠΟΛΥΤΕΧΝΙΚΗ ΣΧΟΛΗ
ΤΜΗΜΑ ΗΛΕΚΤΡΟΛΟΓΩΝ ΜΗΧΑΝΙΚΩΝ ΚΑΙ
ΜΗΧΑΝΙΚΩΝ ΥΠΟΛΟΓΙΣΤΩΝ ΠΡΟΓΡΑΜΜΑ ΣΠΟΥΔΩΝ
ΗΛΕΚΤΡΟΛΟΓΩΝ ΜΗΧΑΝΙΚΩΝ Τ.Ε

ΠΤΥΧΙΑΚΗ ΕΡΓΑΣΙΑ

Καταγραφή και ανάλυση δεδομένων κατανάλωσης
οικιακής εγκατάστασης

Ασλάνη Κωνσταντίνα

A.M.: HN08107

Επιβλέπων: Επιμ. Καθηγητής Άγγελος Σ. Μπουχουράς

(Υπογραφή)

.....

Κωνσταντίνα Ασλάνη

Ηλεκτρολόγος Μηχανικός Τ.Ε., ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ ΔΥΤΙΚΗΣ ΜΑΚΕΔΟΝΙΑΣ

© 2023 – All rights reserved

ΠΕΡΙΛΗΨΗ

Ο πρωταρχικός στόχος της παρούσας πτυχιάκης είναι η διεξαγωγή μιας μελέτης περίπτωσης σε ορισμένα νοικοκυριά προκειμένου να μετρηθεί και να αξιολογηθεί η ποσότητα της ηλεκτρικής ενέργειας που χρησιμοποιείται με τη χρήση δεδομένων από έξυπνους μετρητές.

Σημαντικό σκοπό αποτελεί η πραγματοποιηθεί ανάλυση των δεδομένων σε ωριαία βάση, προκειμένου να κατανοηθεί καλύτερα η επίδραση που μπορεί να έχουν οι πιο λεπτομερείς μετρήσεις στην ικανότητα ελέγχου της ποσότητας ηλεκτρικής ενέργειας που καταναλώνεται.

Η εργασία εκπονήθηκε με την προμήθεια ηλεκτρολογικού εξοπλισμού και συγκεκριμένα ψηφιακών μετρητών από το πανεπιστήμιο Δυτικής Μακεδονίας του τμήματος ηλεκτρολόγων μηχανικών.

Λέξεις Κλειδιά: Ψηφιακοί μετρητές,κατανάλωση φορτίου,αρμονικές παραμορφ ,συλλογή δεδομένων



ABSTRACT

The primary objective of this thesis is to conduct a case study in some households in order to measure and evaluate the amount of electricity used using data from smart meters. An important objective is to analyze the data on an hourly basis in order to better understand the effect that more detailed measurements can have on the ability to control the amount of electricity consumed.

The work was prepared with the supply of electrical equipment and specifically digital cash from the University of Western Macedonia, Department of Electrical Engineering

Keywords: Digital meters, load consumption, harmonics, data collection

ΠΙΝΑΚΑΣ ΠΕΡΙΕΧΟΜΕΝΩΝ

Περίληψη	i
Abstract	iii
Πίνακας Περιεχομένων	v
Πίνακας Σχημάτων	vi
Πίνακας εικόνων	vii
Εισαγωγή	1
Κεφάλαιο 1: Εμβάθυνση στην έννοια του ψηφιακού μετρητή	2
1.1 Ιστορική αναδρομή στην χρήση ψηφιακού μετρητή.....	2
1.2 Μετρητής ηλεκτρικής ενέργειας και περιορισμούς που εμφανίζει.	3
1.3 Ανάλυση τρόπου λειτουργίας του μετρητή	4
1.4 Έξυπνο δίκτυο	4
1.5 Ενσωμάτωση του μετρητή σε επιχείρηση και κατανάλωση ενέργειας.....	5
Κεφάλαιο 2 : Μετρητές	8
2.1 Ανάλυση τρόπου λειτουργίας του μετρητή	8
2.2 Η ακριβεια μέτρησης ηλεκτρικού ρεύματος στον μετρητή	10
2.3 Φάσμα και ποσοστό αρμονικών παραμορφώσεων	12
2.4 Μετρητής Meazon DinRail V4 NB	14
2.5 Παραμόρφωση THD	16
2.6 Μετρητής HAM Din Switch	18
Κεφάλαιο 3 : Συλλογή δεδομένων μέσω των μετρητών meazon & ham	19
3.1 Μεθοδολογία και συλλογή δεδομένων της έρευνας	19
3.2 Πλατφόρμες μετρητών για την λήψη δεδομένων	20
3.3 Εμφάνιση αποτελεσμάτων της εργαστηριακής έρευνας	27
3.4 Διεξαγωγή συμπερασμάτων για τις συσκευές	37
Αναφορές	40
Βιβλιογραφία	42

ΠΙΝΑΚΑΣ ΣΧΗΜΑΤΩΝ

Σχήμα1.1:Συνολική κατανάλωση οικίας 4/10/2021	21
Σχήμα1.2:Συνολική κατανάλωση οικίας 2/10/2021	21
Σχήμα1.3:Συνολική κατανάλωση οικίας 4/11/2021	22
Σχήμα1.4:Συνολική κατανάλωση οικίας 6/11/2021	22
Σχήμα1.5:Συνολική κατανάλωση οικίας 6/12/2021	23
Σχήμα1.6: Κατανάλωση κινητού τηλεφώνου 6/12/2021	24
Σχήμα1.7: Κατανάλωση πλυντηρίου ρούχων 6/12/2021	24
Σχήμα1.8: Κατανάλωση πλυντηρίου ρούχων 6/12/2021	24
Σχήμα1.9: Κατανάλωση κινητού τηλεφώνου 25/12/2021	26
Σχήμα1.10:Συνολική κατανάλωση οικίας 4/1/2022.....	28
Σχήμα1.11: Κατανάλωση κινητού τηλεφώνου 4/1/2022	28
Σχήμα1.12: Συνολική κατανάλωση οικίας 1/1/2022.....	31
Σχήμα1.13: Κατανάλωση κινητού τηλεφώνου 1/1/2022	32
Σχήμα1.14: Κατανάλωση πλυντηρίου ρούχων 1/1/2022	33
Σχήμα1.15: Κατανάλωση πιστολάκι μαλλιών 1/1/2022	34
Σχήμα 1.16: Κατανάλωση λάμπα φθορισμού 19/11/2021.....	37
Σχήμα 1.17: Κατανάλωση λάμπα φθορισμού 9/1/2022.....	37
Σχήμα 1.18: Κατανάλωση λάμπα φθορισμού 11/1/2022.....	37
Σχήμα 1.19: Κατανάλωση πιστολάκι μαλλιών 2/12/2021.....	38

ΠΙΝΑΚΑΣ ΕΙΚΟΝΩΝ

Εικόνα 1.1: Απεικόνιση ψηφιακού μετρητή	5
Εικόνα 2.1: Ένδειξη κατανάλωσης συσκευής σε ψηφιακό μετρητή	7
Εικόνα 3.1: Μη γραμμικό φορτίο.....	11
Εικόνα 4.1: Ανορθώτης διόδων πλήρους κύματος	11
Εικόνα 5.1: Σχεδιάγραμμα συλλογής δεδομένων με τον μετρητή της meazon απο συσκευες...	14
Εικόνα 6.1: Αρμονική απεικόνιση τάσης και ρεύματος αντλίας θερμότητας.....	16
Εικόνα 7.1: Ψηφιακός μετρητής Ham switch.....	18
Εικόνα 8.1: Dashboard μετρητή meazon.....	20
Εικόνα 9.1: Επιλογή παραμέτρων για την λήψη δεδομένων.....	21
Εικόνα 10.1: Ενδείξεις κατανάλωσης μέσω του dashboard.....	22
Εικόνα 11.1: Ενδείξεις κατανάλωσης μέσω του dashboard.....	22
Εικόνα 12.1: Ενδείξεις κατανάλωσης ενεργού ισχύος κατά την ώρα συλλογής δεδομένων.....	23
Εικόνα 13.1: Ενδείξεις κατανάλωσης 3 φάσεων σύμφωνα με την πιο πρόσφατη ανανέωση.....	23
Εικόνα 14.1: Dashboard μετρητή Ham.....	24
Εικόνα 15.1: Μετρήσεις κινητού στο dashboard της Ham.....	25
Εικόνα 16.1: Επιλογές παραμέτρων για το κινητό του μετρήτη Ham.....	25

ΕΙΣΑΓΩΓΗ

Οι ψηφιακοί μετρητές έχουν αναπτυχθεί για να ικανοποιούν την ανάγκη για υψηλότερες ακρίβειες μέτρησης και μεγαλύτερη ταχύτητα απόκρισης στις αλλαγές τάσης από ό,τι μπορεί να επιτευχθεί με τα αναλογικά όργανα. Είναι τεχνικά ανώτεροι από τους αναλογικούς μετρητές σχεδόν από κάθε άποψη. Η δυαδική φύση της ανάγνωσης εξόδου από ένα ψηφιακό όργανο μπορεί να εφαρμοστεί εύκολα σε μια οθόνη που έχει τη μορφή διακριτών αριθμών.

Από την άποψη του πελάτη, οι έξυπνοι μετρητές έχουν διάφορα πιθανά οφέλη. Για παράδειγμα, οι χρήστες μπορούν να προβλέψουν τους λογαριασμούς με βάση τα δεδομένα που αποκτήθηκαν και έτσι να ρυθμίσουν την κατανάλωση ενέργειας για να ελαχιστοποιήσουν το κόστος ηλεκτρικής ενέργειας

Τα δεδομένα κατανάλωσης ενέργειας σε όλα τα επίπεδα πρέπει να αποκτώνται, να ενσωματώνονται και να αξιολογούνται στο Έξυπνο Δίκτυο και πρέπει να συσχετιστεί ένας νέος τύπος συστήματος μέτρησης με ευφυΐα και δυνατότητες επικοινωνίας.

Η προηγμένη υποδομή μέτρησης είναι μια τεχνολογία που μπορεί να χρησιμοποιηθεί για την παρακολούθηση και τη διαχείριση της χρήσης ενέργειας σε πραγματικό χρόνο.

Η παρούσα διπλωματική εργασία ασχολείται με τις ωριαίες τιμές κατανάλωσης ενέργειας που λαμβάνονται από τον πάροχο ενέργειας. Αυτές οι τυποποιημένες τιμές βοηθούν τους παρόχους ενέργειας και τους καταναλωτές να γνωρίζουν την ενεργειακή τους κατανάλωση, η οποία αναφέρεται σε ωριαία βάση. Στην πραγματικότητα, η συμπεριφορά των καταναλωτών μπορεί να μελετηθεί και τα αποτελέσματα που λαμβάνονται μπορούν να βοηθήσουν τους καταναλωτές στην αλλαγή της συμπεριφοράς τους, ιδίως όταν συσχετίζονται με μια ενδεχομένως μεταβαλλόμενη τιμή.

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 1: ΕΜΒΑΘΥΝΣΗ ΣΤΗΝ ΕΝΝΟΙΑ ΤΟΥ ΨΗΦΙΑΚΟΥ ΜΕΤΡΗΤΗ

1.1 Ιστορική αναδρομή στην χρήση ψηφιακού μετρητή

Στα πρώτα χρόνια, η ηλεκτρική ενέργεια είναι διαθέσιμη μόνο σε ένα συγκεκριμένο τμήμα της εύπορης κοινωνίας. Η πρόοδος της τεχνολογίας με την πάροδο του χρόνου ενθάρρυνε την ικανοποίηση των απαιτήσεων των απλών ανθρώπων σε όλα τα μέρη του κόσμου. Η ιστορία του μετρητή ηλεκτρικής ενέργειας είναι καλά συνδεδεμένη με τη συμμετοχή ερευνητών από το παρελθόν. Η γενική χρήση του ηλεκτρισμού στις αρχές της δεκαετίας του 1870 περιορίζεται μόνο στους τηλέγραφους και στις λάμπες τόξου. Με την εφεύρεση του ηλεκτρικού λαμπτήρα από τον Thomas Elva Edison, η αγορά ηλεκτρικής ενέργειας άνοιξε ευρέως στο κοινό το έτος 1879. Ο Oliver B. Shallenberger εισήγαγε τον αμπεροωρομετρητή εναλλασσόμενου ρεύματος το έτος 1888. Τελικά, η προοδευτική ανάπτυξη της τεχνολογίας μέτρησης οδήγησε στο διαφωτισμό της ζωής πολλών απλών ανθρώπων.

Οι ηλεκτρικές συσκευές που μπορούν να ανιχνεύουν και να εμφανίζουν την ενέργεια με τη μορφή ενδείξεων ονομάζονται μετρητές ηλεκτρικής ενέργειας. Οι παραδοσιακοί μετρητές χρησιμοποιούνται από τα τέλη του 19ου αιώνα^[1] ανταλλάσσουν δεδομένα μεταξύ ηλεκτρονικών συσκευών σε ένα μηχανογραφημένο περιβάλλον τόσο για την παραγωγή όσο και για τη διανομή ηλεκτρικής ενέργειας. Στους περισσότερους από τους παραδοσιακούς μετρητές ηλεκτρικής ενέργειας χρησιμοποιούνται δίσκοι αλουμινίου για την εύρεση της χρήσης της ενέργειας.

1.2 Μετρητής ηλεκτρικής ενέργειας και περιορισμούς που εμφανίζει.

Ο σημερινός μετρητής ηλεκτρικής ενέργειας λειτουργεί ψηφιακά, αλλά εξακολουθεί να έχει ορισμένους περιορισμούς.

Ορισμένοι από τους περιορισμούς που αντιμετωπίζει ο παραδοσιακός μετρητής ηλεκτρικής ενέργειας είναι οι εξής:

1. Οι μετρητές είναι αναξιόπιστοι από τη φύση τους, καθώς ο καταναλωτής πρέπει να αναμένει το μηνιαίο λογαριασμό ρεύματος.
2. Η διαδικασία μέτρησης υποστηρίζεται από μια συγκεκριμένη μηχανική δομή και ως εκ τούτου ονομάζονται ηλεκτρομηχανικοί μετρητές.
3. Για να πραγματοποιηθούν οι μετρήσεις των μετρητών, πρέπει να απασχοληθεί μεγάλος αριθμός επιθεωρητών.
4. Η επεξεργασία των πληρωμών είναι δαπανηρή και χρονοβόρα.
5. Δεν μπορούν να εισαχθούν νέου τύπου τιμολόγια σε ωριαία βάση με τους αντίστοιχους μετρητές για την ενθάρρυνση του καταναλωτή.
6. Η ανάπτυξη εφαρμογών λογισμικού μετρητών και υποστηρικτικής υποδομής δικτύου είναι περίπλοκη.

Εκτός από τους προαναφερθέντες περιορισμούς, υπάρχουν επίσης πολλά άλλα στοιχεία που δημιουργούν ένα τεράστιο χάσμα μεταξύ του καταναλωτή και του διανομέα λόγω της εγκατάστασης των παραδοσιακών μετρητών. Οι μετρητές είναι διαφορετικών τύπων. Παρόλο που η έγκαιρη ανάπτυξη των μετρητών ηλεκτρικής ενέργειας βοηθά τον καταναλωτή να αποκτήσει γνώση σε σχέση με την κατανάλωση ηλεκτρικής ενέργειας, τα στατιστικά στοιχεία της κατανάλωσης δεν θα μπορούσαν να αλλάξουν.

Ο έξυπνος μετρητής είναι ένας ενεργειακός μετρητής που είναι φιλικός προς το περιβάλλον και χρησιμοποιείται για τη μέτρηση της ποσότητας ηλεκτρικής ενέργειας σε όρους κιλοβατώρας (Kilowatt - hours). Δεν είναι τίποτα περισσότερο από ένα κομμάτι εξοπλισμού που προσφέρει άμεσο όφελος στους πελάτες που ενδιαφέρονται να μειώσουν το κόστος του μηνιαίου λογαριασμού ηλεκτρικής ενέργειας. Αποτελούν μέρος του τμήματος προηγμένης υποδομής μετρητών και η δουλειά τους είναι να διασφαλίζουν ότι ο πάροχος ενέργειας λαμβάνει αυτόματα ακριβείς ενδείξεις από τους μετρητές.

1.3 Ανάλυση τρόπου λειτουργίας του μετρητή

Ο ψηφιακός μετρητής ηλεκτρικής ενέργειας χρησιμοποιεί ψηφιακή διεπαφή, διασύνδεση οπτικών ινών, διεπαφή δεδομένων και το υψηλής ταχύτητας Ethernet οπτικής ίνας χρησιμοποιείται στο φυσικό στρώμα και στο επίπεδο σύνδεσης. Τα σήματα ηλεκτρικού ρεύματος και τάσης ψηφιοποιούνται με ηλεκτρομαγνητικό ή ηλεκτρονικό μετασχηματιστή πρόσθιου ψηφιακού υποσταθμού και το ψηφιακό σήμα μεταδίδεται στη μονάδα συγχώνευσης (ισοδύναμο με την επεξεργασία αναλογικού σήματος και τον μετατροπέα A/D) από την οπτική ίνα. Η μονάδα συγχώνευσης εξάγει κανονιστικό πλαίσιο ψηφιακού σήματος το οποίο βασίζεται στο πρότυπο IEC61850. Ο ψηφιακός μετρητής ισχύος μπορεί να υπολογίσει την παράμετρο ηλεκτρικής ενέργειας λαμβάνοντας αυτό το πλαίσιο ψηφιακού σήματος. Ο ψηφιακός μετρητής ηλεκτρικής ενέργειας είναι ένας καθαρός εξοπλισμός επεξεργασίας ψηφιακού σήματος ή ένας εξοπλισμός πληροφορικής. Απαιτεί ο εξοπλισμός να είναι αξιόπιστος, ο αλγόριθμος να είναι επιστημονικός και να ελαχιστοποιείται το σφάλμα υπολογισμού^[2]. Η συσκευή μέτρησης ηλεκτρικής ενέργειας ψηφιακού υποσταθμού αποτελείται από ηλεκτρονικό τύπο τάσης, μετασχηματιστή ρεύματος, μονάδα συνδυασμού, ψηφιακό μετρητή ηλεκτρικής ενέργειας και σύγχρονο ρολόι δειγματοληψίας ολικού σταθμού καθώς και καλώδιο σύνδεσης. Σε σύγκριση με τον παραδοσιακό μετρητή ηλεκτρικής ενέργειας, το ψηφιακό σήμα ρεύματος και τάσης της συσκευής μέτρησης του ψηφιακού υποσταθμού θα πρέπει να εγγυάται τον συγχρονισμό για να εξασφαλίσει την ακριβή μέτρηση. Επομένως, είναι απαραίτητο να σχεδιαστεί μια νέα συσκευή βαθμονόμησης για να αντικαταστήσει το παραδοσιακό όργανο βαθμονόμησης μετρητή ηλεκτρικής ενέργειας.

Η συσκευή πρέπει να έχει τις ακόλουθες βασικές λειτουργίες:

- πρώτα απ 'όλα, θα πρέπει να είναι εξοπλισμένη με διασύνδεση Ethernet οπτικών ινών.
- Το επίπεδο σύνδεσης πρέπει να έχει την ικανότητα να προσαρμόζεται σε διαφορετικά πρότυπα
- Είναι απαραίτητη η ύπαρξη της λειτουργίας του υπολογισμού της ισχύος^[2].

1.4 Έξυπνο δίκτυο

Ο όρος "έξυπνο δίκτυο" αναφέρεται σε ένα σύστημα που μπορεί να βελτιώσει την αποτελεσματικότητα του δικτύου μέσω του απομακρυσμένου ελέγχου και της αυξημένης αξιοπιστίας, καθώς και μέσω της μέτρησης των καταναλώσεων σε μια επικοινωνία που

υποστηρίζεται από την παροχή δεδομένων (σε πραγματικό χρόνο) στους καταναλωτές, τους προμηθευτές και αντίστροφα^[3].

Σε ένα έξυπνο δίκτυο, η χρήση αυτοματοποιημένων αισθητήρων είναι συνήθης. Αυτοί οι αισθητήρες είναι υπεύθυνοι για την αποστολή των μετρούμενων δεδομένων πίσω στις επιχειρήσεις κοινής ωφέλειας και έχουν τη δυνατότητα να μετατοπίζουν τις διακοπές ρεύματος και να αποφεύγουν τη θέρμανση των γραμμών ρεύματος. Επιπλέον, οι αισθητήρες αυτοί είναι σε θέση να αποφεύγουν τη θέρμανση των γραμμών μεταφοράς ενέργειας. Κάνει χρήση μιας αυτοθεραπευτικής λειτουργίας ως ένα από τα χαρακτηριστικά του. Η ιδέα του έξυπνου δικτύου αποτέλεσε το εννοιολογικό υπόβαθρο για την ανάπτυξη του έξυπνου μετρητή. Αναμένεται ότι οι εγκαταστάσεις του θα μειώσουν τις εκπομπές διοξειδίου του άνθρακα κατά 5% ετησίως έως το έτος 2030, και η μείωση αυτή θα παρουσιάσει μεγαλύτερο αντίκτυπο στις αλλαγές στο περιβάλλον.

Ο έξυπνος μετρητής είναι σε θέση να μετρήσει το σύνολο της κατανάλωσης που πραγματοποιείται εντός του σπιτιού. Οι ενδείξεις από τους μετρητές παρέχουν στις εταιρείες παροχής ενέργειας μια πιο ολοκληρωμένη κατανόηση, η οποία επιτρέπει την τροποποίηση των συνηθειών της συνολικής κατανάλωσης ενέργειας μεταξύ του πληθυσμού. Εν κατακλείδι, όλες οι πληροφορίες που παράγονται από τους έξυπνους μετρητές θα βοηθήσουν όλο και περισσότερο στην παραγωγή ευγενών.



Σχήμα 1.1:Απεικόνιση ψηφιακού μετρητή

1.5 Ενσωμάτωση του μετρητή σε επιχείρηση και κατανάλωση ενέργειας

Η ενσωμάτωση των πλεονεκτημάτων του έξυπνου μετρητή στην επιχείρηση θα έχει ως αποτέλεσμα την παροχή ακριβών μετρήσεων. Παρακολουθούν την κατανάλωση με βάση διαστήματα που είναι είτε ωριαία είτε μικρότερα της ώρας.

Ένας Έξυπνος μετρητής χαρακτηρίζεται από την ικανότητά του να αποθηκεύει δεδομένα σε μη πτητικό μέσο, να συνδέεται ή να αποσυνδέεται εξ απόστασης, να ανιχνεύει αλλοιώσεις και να επικοινωνεί και προς τις δύο κατευθύνσεις. Στέλνουν τα δεδομένα που έχουν συλλέξει στον κεντρικό μετρητή χρησιμοποιώντας ένα σύστημα απομακρυσμένης αναφοράς. Αυτός ο κεντρικός μετρητής είναι υπεύθυνος για την παρακολούθηση των λειτουργικών δυνατοτήτων

του έξυπνου μετρητή. Η αξιοποίηση των έξυπνων μετρητών επιτρέπει τη βελτίωση της διαχείρισης και του ελέγχου του δικτύου ηλεκτρικής ενέργειας από επιχειρησιακή άποψη^[4].

Ο όρος "κατανάλωση ενέργειας" αναφέρεται στη συνολική ποσότητα ηλεκτρικής ενέργειας που χρησιμοποιείται σε ένα ενιαίο οικιακό περιβάλλον. Η ποσότητα ισχύος που χρησιμοποιείται αποτελεί βασικό στοιχείο της παροχής ηλεκτρικής ενέργειας. Οι άνθρωποι πρέπει να έχουν μεγαλύτερη συνείδηση της σημασίας της αποθήκευσης ενέργειας για μετέπειτα χρήση. Τα ενεργειακά πρότυπα μεταβάλλονται σταδιακά ως αποτέλεσμα της καθημερινής χρήσης της ηλεκτρικής ενέργειας. Αυτή η μεταβολή των προτύπων κατανάλωσης μπορεί να οφείλεται σε καιρικές συνθήκες ή σε περιττή κατανάλωση ενέργειας από τους κατοίκους, όπως η αύξηση του αριθμού των συσκευών σε κάθε νοικοκυριό ή η απρόσεκτη στάση απέναντι στη χρήση, όπως το να μην κλείνετε τα φώτα ή την τηλεόραση όταν δεν τα χρησιμοποιείτε. Αυτοί οι παράγοντες ενδέχεται να έχουν σημαντικότερο αντίκτυπο στον τελικό χρήστη.

Η συντριπτική πλειονότητα των ανθρώπων δίνει ελάχιστη προσοχή στην ενεργειακή απόδοση και την εξοικονόμηση ενέργειας, επειδή η ενέργεια που παρέχεται από τις εταιρείες ενέργειας είναι τόσο άφθονη. Η νοοτροπία των επιχειρήσεων κοινής ωφέλειας μετατοπίζεται από το να δίνουν σημαντική έμφαση στην κατανάλωση. Είναι ευθύνη των ενεργειακών εταιρειών να διαδραματίσουν σημαντικό ρόλο στην ανάπτυξη της τεχνολογίας των έξυπνων μετρητών και να εμπλέξουν το ευρύ κοινό στη διαδικασία μετριασμού των αρνητικών επιπτώσεων της κατανάλωσης ενέργειας, εκπαιδευοντάς το σχετικά με τις επιπτώσεις της συνέχισης με τον τρέχοντα ρυθμό.

Όταν πρόκειται για την κατανάλωση συσκευών σε ένα σπίτι, οι ενέργειες των ανθρώπων αναφέρονται ως συμπεριφορά των καταναλωτών. Το κόστος είναι ευθέως ανάλογο προς το γινόμενο του αριθμού των χρήσεων και της αντίστοιχης διάρκειας αυτών των χρήσεων-επομένως, εάν ο πελάτης έχει υψηλή κατανάλωση, μπορούμε να υποθέσουμε ότι η χρήση της συσκευής του είναι επίσης υψηλή- κατά συνέπεια, το κόστος είναι ευθέως ανάλογο προς το γινόμενο του αριθμού των χρήσεων.

Για τις εταιρείες ενέργειας, η ικανοποίηση των προσδοκιών των πελατών τους αποτελεί βασικό μέρος της επιχείρησής τους. Στην πραγματικότητα, η συντριπτική πλειονότητα των πελατών εξαρτάται από την τακτική πληρωμή που πραγματοποιούν κάθε μήνα. Στις περισσότερες περιπτώσεις, δεν γνωρίζουν ποιες συσκευές καταναλώνουν την περισσότερη ενέργεια και πώς μπορούν να βελτιώσουν την ικανότητά τους να ελέγχουν την ποσότητα ενέργειας που χρησιμοποιούν. Αυτές οι πτυχές παίζουν σημαντικό ρόλο στον καθορισμό του τρόπου με τον οποίο ο πελάτης θα συμπεριφερθεί σε μια δεδομένη κατάσταση. Μόνο με την εξέταση του τρόπου με τον οποίο οι άνθρωποι ξοδεύουν το χρόνο και την προσπάθειά τους μπορεί να επιτευχθεί πλήρης κατανόηση της συμπεριφοράς των ανθρώπων.

Τα επίπεδα δραστηριότητας διαφόρων οικιακών συσκευών κατά τη διάρκεια της ημέρας, όπως καταγράφονται από έναν έξυπνο μετρητή που είναι εγκατεστημένος σε μια κατοικία, απεικονίζονται στο παραπάνω σχήμα. Ένας Έξυπνος μετρητής τοποθετείται στο εξωτερικό του σπιτιού και η ωριαία κατανάλωση ηλεκτρικής ενέργειας του ιδιοκτήτη παρακολουθείται με τη χρήση της συσκευής. Αυτό βοηθά τον ιδιοκτήτη του σπιτιού να εξοικονομήσει χρήματα από το λογαριασμό του ηλεκτρικού ρεύματος. Αυτή η μετρητική εγκατάσταση μετατρέπει τα τυπικά σπίτια σε "έξυπνα" σπίτια υψηλής τεχνολογίας.



Σχήμα 2.1: Ένδειξη κατανάλωσης συσκευής σε ψηφιακό μετρητή

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 2 : ΜΕΤΡΗΤΕΣ

2.1 Ανάλυση τρόπου λειτουργίας του μετρητή

Υπάρχουν μερικοί διαφορετικοί τρόποι με τους οποίους ο μετρητής μπορεί να συνδεθεί με τις συσκευές του σπιτιού. Μεταξύ των συσκευών του σπιτιού και του μετρητή, η σύνδεση μπορεί να είναι μια αποκλειστική γραμμή, μια ασύρματη σύνδεση, επικοινωνία μέσω διαδικτύου ή επικοινωνία μέσω δικτύου.

Με τη δημιουργία μιας σύνδεσης μεταξύ του μετρητή και του κέντρου δεδομένων, μπορεί να διατηρηθεί το προστατευμένο σενάριο. Όταν συνδέονται με κινητά τηλέφωνα, οι έξυπνοι μετρητές είναι σε θέση να προσδιορίζουν την ακριβή ποσότητα ενέργειας που χρησιμοποιείται από μια συσκευή, ανεξάρτητα από το αν είναι ενεργοποιημένη ή απενεργοποιημένη ή αν είναι συνδεδεμένη ή αποσυνδεδεμένη.

Για την έξυπνη μέτρηση απαιτείται η εγκατάσταση ενός ή περισσότερων έξυπνων μετρητών, οι οποίοι είναι σε θέση να παρακολουθούν συνεχώς και να παρέχουν στον πελάτη ανατροφοδότηση με βάση τα δεδομένα που συλλέγονται. Οι πελάτες που χρησιμοποιούν έξυπνους μετρητές θα λαμβάνουν ενέργεια που είναι ασφαλής, ασφαλής και προσιτή, ενώ υπάρχει επίσης η πιθανότητα οι έξυπνοι μετρητές να οδηγήσουν σε μείωση των εκπομπών διοξειδίου του άνθρακα^[5]. Απαραίτητα κρίνονται και τα πολύμετρα σε μια εγκατάσταση έξυπνων μετρητών ,εμφανίζοντας μετρήσεις μέσα από τις οποίες μπορεί να προκύψει η προστασία του δικτύου ή ακομη και η εμφάνιση βλάβης.Ευρέως κοινά είναι δυο τύπου πολυμέτρων:

Τα αναλογικά και τα ψηφιακά πολύμετρα είναι οι δύο πιο κοινές ποικιλίες που διατίθενται σήμερα. Τα ψηφιακά πολύμετρα, γνωστά και ως DMM, είναι ο πιο δημοφιλής τύπος. Χρησιμοποιούν μια τεχνολογία γνωστή ως οθόνη υγρών κρυστάλλων (LCD) προκειμένου να παρέχουν πιο ακριβείς ενδείξεις. Στα πρόσθετα πλεονεκτήματα περιλαμβάνονται υψηλότερες αντιστάσεις εισόδου, οι οποίες αποτρέπουν την υπερφόρτωση των ευαίσθητων κυκλωμάτων, καθώς και η προστασία εισόδου.

Οι ενδείξεις σε έναν αναλογικό μετρητή παράγονται από την κίνηση μιας βελόνας κατά μήκος μιας βαθμονομημένης κλίμακας. Αυτοί ήταν εξαιρετικά δημοφιλείς για πολλά χρόνια, αλλά τελευταία έχουν μειωθεί. Η εσωτερική αντίσταση ή σύνθετη αντίσταση είναι μια ιδιότητα που μοιράζονται όλα τα βολτόμετρα. Τα Ω ανά volt είναι η μονάδα μέτρησης που χρησιμοποιείται για την περιγραφή της.

Η εσωτερική αντίσταση του ίδιου του μετρητή συνδέεται με το κύκλωμα που μετράται με παράλληλο τρόπο. Δεδομένου ότι θέλετε αυτή η αντίσταση να έχει όσο το δυνατόν μικρότερη επίδραση στη μέτρηση, η ύπαρξη υψηλότερης αντίστασης είναι προς το συμφέρον σας. Αυτό το αποτέλεσμα δεν είναι πολύ αισθητό για τη συντριπτική πλειονότητα των ηλεκτρικών μετρήσεων ωστόσο, για τα ολοένα και πιο ευαίσθητα ηλεκτρονικά συστήματα του σήμερα, το αποτέλεσμα της πρόσθετης αντίστασης θα μπορούσε να είναι αρκετά αισθητό. Ένα από τα πολλά μειονεκτήματα της χρήσης ενός αναλογικού μετρητή είναι ότι δεν μπορεί να εμφανίσει ψηφιακές τιμές.

Υπάρχουν, ωστόσο, μερικές εφαρμογές που είναι επωφελείς για τους αναλογικούς μετρητές, οπότε είναι απίθανο να εξαφανιστούν αύριο. Οι επιλογές απεικόνισης για τα ψηφιακά πολύμετρα, γνωστά και ως DMM, περιλαμβάνουν τους υγρούς κρυστάλλους και τις ψηφιακές (LCD). Στην οθόνη LCD, οι ενδείξεις από τις μετρήσεις παρουσιάζονται με τη μορφή αριθμητικών τιμών.

Εσωτερικά, τα ψηφιακά πολύμετρα και τα σφιγκτήρες χρησιμοποιούν διαφορετικές μεθοδολογίες για τη μέτρηση εναλλασσόμενου ρεύματος (AC), συνεχούς ρεύματος (DC), αντίστασης και αμπερ. Η ακρίβεια και η προστασία εισόδου είναι δύο χαρακτηριστικά που συμβάλλουν στη χρησιμότητα των ψηφιακών πολυμέτρων.

Ως αποτέλεσμα της εξαιρετικά υψηλής αντίστασης ή σύνθετης αντίστασης εισόδου τους, η οποία κυμαίνεται κάπου μεταξύ 1.000.000 και 10.000.000 Ω , υπάρχει πολύ μικρή επίδραση στη μέτρηση. Σε μετρητές επαρκούς ποιότητας, οι εισοδοί είναι θωρακισμένες τόσο από σφάλματα όσο και από ακατάλληλη χρήση.

Τα όργανα δοκιμών σήμερα αφιερώνουν μεγάλο μέρος της αρχιτεκτονικής στην προστασία από υπερφόρτωση.

Πίνακας 1: Σύμβολα και περιγραφές που εμφανίζονται σε όργανα δοκιμών

Σύμβολα	Μέτρηση Λειτουργίες	Περιγραφές
AC	AC Voltage	Measures amount of AC Electrical Pressure
DC	DC Voltage	Measures amount of DC Electrical Pressure
mV	Milli Volts	.00V or 1/1000V
A	Amperes	Measures amount of electron flow
mA	Milli Amperes	.001 or 1/1000A
Ω	Ohms	Measurement of resistance to the flow of electron
	Diode	Device used to control direction of electron flow
	Audible Continuity	Audible indication of continuity for low resistance
	Capacitance	Device used to store electrical potential

2.2 Η ακρίβεια μέτρησης ηλεκτρικού ρεύματος στον μετρητή

Η ακρίβεια της πλειονότητας των μετρητών εκφράζεται ως +/- ποσοστό εισόδου εκτός από +/- αριθμό μετρήσεων, το οποίο γράφεται ως +/- X% εκτός από τον αριθμό μετρήσεων. Για παράδειγμα, το Ideal 61-342 είναι μια οθόνη με αριθμό μετρήσεων 4000 και ακρίβεια +/- 0,5 % συν 5 % για την τάση συνεχούς ρεύματος. Το ψηφίο που είναι το λιγότερο σημαντικό σε σχέση με το εύρος και την ανάλυση της οθόνης αναφέρεται ως τομετρητής ή κατώτατο όριο και αναπαρίσταται με τον αριθμό +5. Η ροή των ηλεκτρονίων αναφέρεται ως ρεύμα και το ρεύμα είναι αυτό που επιτρέπει τη λειτουργία του ηλεκτρικού εξοπλισμού. Όταν το μηχάνημα τίθεται σε λειτουργία, γίνεται αυτό που οι ηλεκτρολόγοι αποκαλούν "φορτίο" στο κύκλωμα. Μια λάμπα, ένα στερεοφωνικό, ένας κινητήρας ή ένα θερμαντικό στοιχείο είναι όλα παραδείγματα φορτίων- φορτίο είναι κάθε ηλεκτρικό εξάρτημα που απαιτεί ρεύμα για να λειτουργήσει. Τα αμπερ, συντομογραφημένα σε αμπερ, είναι οι μονάδες που χρησιμοποιούνται για τη μέτρηση του ρεύματος. Κάθε φορτίο έχει ένα μέγιστο ονομαστικό ρεύμα το οποίο δεν πρέπει να ξεπεραστεί σε καμία περίπτωση. Όταν ένα φορτίο απορροφά υπερβολικό ρεύμα, παράγεται υπερβολική ποσότητα θερμότητας, η οποία έχει τη δυνατότητα να προκαλέσει βλάβη στη μόνωση, αστοχία του εξαρτήματος, ακόμη και πιθανούς κινδύνους πυρκαγιάς. Είναι πιθανό να υποστεί ζημιά η απόδοση του φορτίου, εάν δεν επιτευχθεί το όριο του ονομαστικού ρεύματος. Υπάρχουν μερικές διαφορετικές προσεγγίσεις για τον προσδιορισμό της ποσότητας του ρεύματος που ρέει μέσω ενός κυκλώματος, αλλά η χρήση ενός μετρητή σφικτήρα είναι η πιο κοινή και απλή προσέγγιση.

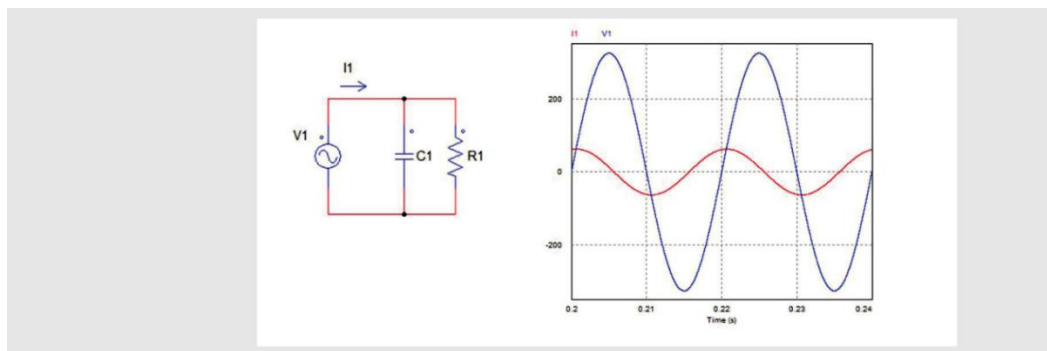
Σε σύγκριση με τη χρήση ενός πολυμέτρου συνδεδεμένου σε σειρά με το κύκλωμα, αυτή η έμμεση μέτρηση είναι εγγενώς πιο ασφαλής. Όταν χρησιμοποιείτε σφικτήρα για τη λήψη μέτρησης, μπορείτε να σφίξετε είτε τον θερμό αγωγό είτε τον ουδέτερο αγωγό, αλλά όχι και τα δύο ταυτόχρονα.

Για να μετρήσουμε με ένα μετρητή, πρέπει να ανοίξουμε το κύκλωμα και να πραγματοποιήσουμε τη μέτρηση ενώ το φορτίο είναι συνδεδεμένο σε σειρά. Λόγω του γεγονότος ότι το πολύμετρο είναι πλέον ενσωματωμένο στο κύκλωμα που μετράται, αυτή είναι η μέτρηση που ενέχει τον μεγαλύτερο κίνδυνο για τον χρήστη.

Σε ένα κύκλωμα, τα αρμονικά ρεύματα είναι εκείνα που ρέουν σε πολλαπλάσια της θεμελιώδους συχνότητας, η οποία είναι 60 Hertz (Hz). Για παράδειγμα, η τρίτη αρμονική είναι το ρεύμα που διαρρέει ένα κύκλωμα στα 180 Hz (60 Hz επί 3). Τέτοια ρεύματα δεν εμφανίζονται άμεσα στα πολύμετρα και στις περισσότερες περιπτώσεις δεν ανακαλύπτονται μέχρι να αρχίσουν να εκδηλώνονται ασυνήθιστα προβλήματα ελέγχου και εξοπλισμού. Τα αρμονικά προβλήματα μπορούν να εντοπιστούν συγκρίνοντας τις ενδείξεις ρεύματος που λαμβάνονται από ένα μετρητή με κλίμακα που ανταποκρίνεται στο μέσο όρο με εκείνες που λαμβάνονται από ένα μετρητή αληθούς μέσου όρου υψηλής ποιότητας στο ίδιο κύκλωμα. Ο μετρητής αληθινών τιμών θα δείχνει τόσο το ρεύμα των 60 Hz όσο και τυχόν αρμονικά ρεύματα που υπάρχουν, ενώ ο μετρητής που ανταποκρίνεται στο μέσο όρο θα δείχνει μόνο το ρεύμα των 60 Hz.

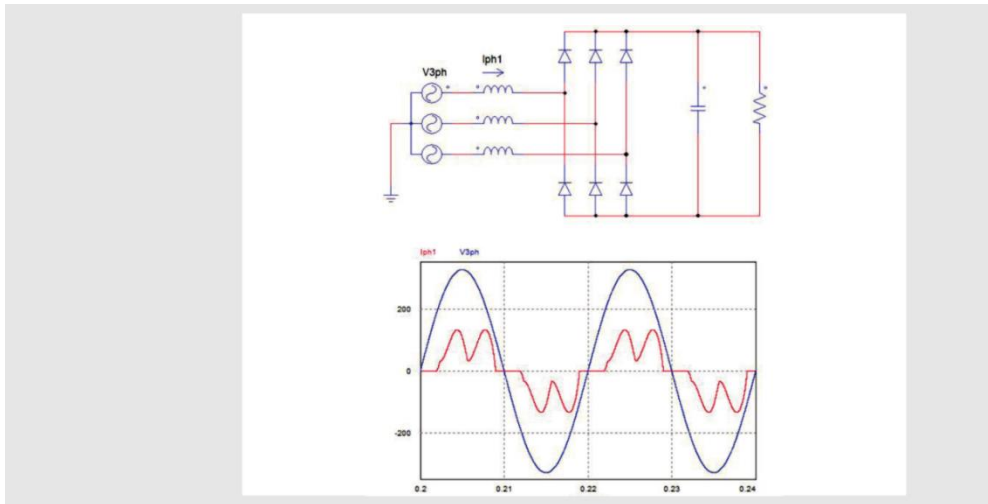
Είναι δυνατόν να προκύψουν προβλήματα τόσο κατά την παραγωγή αυτών των αρμονικών ρευμάτων όσο και κατά την αντανάκλασή τους πίσω στο ηλεκτρικό σύστημα διανομής. Το εναλλασσόμενο ρεύμα (ac) που παρέχεται στα 60 Hertz πρέπει να μετατραπεί σε συνεχές ρεύμα (dc) από τα σύγχρονα ηλεκτρονικά κυκλώματα, τα ηλεκτρονικά να λειτουργήσουν σωστά, επειδή απαιτείται συνεχής τάση και συνεχές ρεύμα.

Ως εκ τούτου, ο όρος "μη γραμμικά φορτία" χρησιμοποιείται για να αναφερθεί σε αυτού του είδους τα ηλεκτρονικά φορτία. Τα αρμονικά ρεύματα δημιουργούνται από μη γραμμικά φορτία όπως αυτά, τα οποία στη συνέχεια ανακλώνται πίσω στο σύστημα. Αρμονικά ρεύματα μπορούν να βρεθούν σε όλο το φάσμα, αλλά η ισχύς τους συνήθως εξασθενεί καθώς αυξάνεται η συχνότητα των ταλαντώσεων.



Εικόνα 3.1: Μη γραμμικό φορτίο

Σε αντίθεση με τα γραμμικά φορτία, τα μη γραμμικά φορτία έχουν σύνθετη αντίσταση που μετατοπίζεται ανάλογα με τη στιγμιαία τάση που εφαρμόζεται. Αυτό έχει ως αποτέλεσμα την ανάληψη ρεύματος που δεν είναι ημιτονοειδής όταν η τάση που εφαρμόζεται βρίσκεται σε αυτή την κατάσταση. Για να το θέσουμε αλλιώς, αυτός ο τύπος φορτίου δεν έχει σχέση μεταξύ ρεύματος και τάσης που είναι σταθερή καθ' όλη τη διάρκεια της εναλλασσόμενης περιόδου. Ένας ανορθωτής διόδων, με όλες τις πιθανές παραλλαγές του (ανορθωτής διόδων πλήρους κύματος, ανορθωτής διόδων μισού κύματος, μονοφασικός ή τριφασικός ανορθωτής διόδων), είναι το απλούστερο κύκλωμα που μπορεί να χρησιμοποιηθεί για την αναπαράσταση ενός μη γραμμικού φορτίου.



Εικόνα 4.1: Ανορθώτης διόδων πλήρους κύματος

Είναι απαραίτητο να εισαχθεί η ιδέα του σημείου κοινής σύζευξης προκειμένου να γίνει κατανοητός ο τρόπος με τον οποίο η παραμόρφωση μεταφέρεται από την έγχυση αρμονικών ρεύματος σε παραμόρφωση αρμονικής τάσης. Αυτό μπορεί να επιτευχθεί θεωρώντας το σημείο ως κοινό σημείο σύνδεσης (PCC). Είναι το σημείο στο οποίο η γραμμή διανομής, η οποία είναι συνήθως δημόσια, φτάνει στον τελικό χρήστη και σε αυτό το σημείο θα καθοριστούν τα συγκεκριμένα φορτία που πρόκειται να συνδεθούν. Επομένως, για τους χρήστες του βιομηχανικού ή εμπορικού τομέα, το σημείο αυτό μπορεί να "εξυπηρετείται" από έναν μετασχηματιστή διανομής (όπως ένας μετασχηματιστής MV σε MV), μια μακρά γραμμή διανομής ή έναν συνδυασμό των δύο. Εναλλακτικά, το σημείο αυτό μπορεί να "εξυπηρετείται" από συνδυασμό και των δύο.

2.3 Φάσμα και ποσοστό αρμονικών παραμορφώσεων

Το πλάτος, επίσης γνωστό ως τιμή ρίζας μέσου τετραγώνου, μιας συγκεκριμένης αρμονικής I_n μπορεί να εκφραστεί σε σχέση με τη θεμελιώδη I_1 , ή μπορεί να εκφραστεί σε σχέση με την rms τιμή του συνολικού ρεύματος I_{rms} .

$$i_n(\%) = 100 \frac{I_n}{I_1} \leftrightarrow i_n(\%) = 100 \frac{I_n}{I_{rms}}(1)$$

Το φάσμα των αρμονικών παραμορφώσεων πρόκειται για μια γραφική αναπαράσταση της έννοιας που παρουσιάστηκε προηγουμένως, η οποία επιτρέπει την εύκολη ανάλυση της αποσύνθεσης ενός παραμορφωμένου σήματος. Υπάρχουν πολλά όργανα ποιότητας ισχύος που μπορούν να σας δώσουν μια τέτοια αναπαράσταση.

Όταν υπάρχουν αρμονικές, είναι σημαντικό να προσδιορίζονται με ακρίβεια οι εκφράσεις της Ενεργού Ισχύος, της Άεργου Ισχύος και της Φαινόμενης Ισχύος:

○ $P = V \times I \times \text{COS}\phi$ (W) (2)

○ $Q = V \times I \times \text{SIN}\phi$ (Var) (3)

○ $S = V \times I$ (VA) (4)

Η τιμή cos, γνωστή και ως συντελεστής ισχύος μετατόπισης, καθορίζεται από τη μετατόπιση φάσης που εμφανίζεται μεταξύ της θεμελιώδους συχνότητας και της τάσης και του ρεύματος.:

$$DPF = \text{COS}\phi = \frac{P_1}{S_1}(5)$$

P1 - Ενεργός ισχύς του θεμελιώδους

S1 - Φαινόμενη ισχύς της θεμελιώδους

Ωστόσο, όταν υπάρχουν αρμονικές, η εξίσωση που χρησιμοποιήθηκε προηγουμένως δεν μπορεί πλέον να χρησιμοποιηθεί για τον υπολογισμό του συνολικού συντελεστή ισχύος. Αυτό συμβαίνει επειδή είναι απαραίτητο να ληφθεί υπόψη η ισχύς που προκαλείται από τις αρμονικές, οι οποίες περιλαμβάνουν αρμονικές τάσης και ρεύματος που εμφανίζονται σε διάφορες συχνότητες:

$$PF = \frac{P}{S}(6)$$

Οπου,

P = Ενεργός ισχύς, λαμβάνοντας υπόψη τις αρμονικές και τη μετατόπιση φάσης μεταξύ τάσης και ρεύματος για κάθε μεταβλητή:

$$P = \sum_{n=1}^N V \times I \times \text{COS}\phi_n(7)$$

Η S=εργός ισχύς μπορεί να αναπαρασταθεί σε τρισδιάστατο άξονα λαμβάνοντας υπόψη όχι μόνο την ενεργό ισχύ (P) και την άεργο ισχύ (Q), αλλά και την ισχύ παραμόρφωσης (D).

Το μέτρο του άξονα αυτού είναι 1:

$$S = \sqrt{P^2 + Q^2 + D^2}(8)$$

Σε ένα σύστημα ή μια εγκατάσταση στην οποία το πιο παραμορφωμένο σήμα είναι το ρεύμα και η τάση είναι σχεδόν ημιτονοειδής στη θεμελιώδη συχνότητα, και ανακτώντας το Irms ως συνάρτηση του THD, σε αυτό το σενάριο, το ρεύμα είναι το πιο παραμορφωμένο σήμα.ι

$$P \approx P_1 \approx U_1 \times I_1 \times \text{COS}\phi_1(9)$$

$$I_{RMS} = I_1 + \sqrt{1 + THD_i^2}(10)$$

2.4 Μετρητής Meazon DinRail V4 NB

Οι εταιρείες και τα νοικοκυριά εισέρχονται σε μια νέα φάση προσφοράς υπηρεσιών όταν η Meazon εισάγει την ολική αρμονική παραμόρφωση με τη μέτρηση του αρμονικού περιεχομένου των ηλεκτρικών φορτίων που παρακολουθούνται από ένα τριφασικό υπομετρητή ενέργειας Meazon. Αυτό μπορεί να γίνει με τη μέτρηση της συνολικής αρμονικής παραμόρφωσης ή THD. Εκτός από το αρμονικό περιεχόμενο στο σύνολό του, μπορεί κανείς να παρακολουθεί, να αναλύει και να ανταποκρίνεται σε κάθε μεμονωμένη αρμονική σε πραγματικό χρόνο. Αυτό επιτρέπει τη γρήγορη ανάληψη δράσης σε περίπτωση που αυτό είναι απαραίτητο.

Το νέο προϊόν υπομέτρησης ενέργειας, Meazon DinRail V4 NB, είναι μια πιστοποιημένη από το UL πολύπλευρη πλατφόρμα προϊόντος με εκπληκτικά χαρακτηριστικά, όπως αναφορά ενέργειας 20 χιλιοστών του δευτερολέπτου, μέτρηση ολικής αρμονικής παραμόρφωσης, υψηλή ακρίβεια, επιλογές συνδεσιμότητας ZigBee, NB-IoT, WiFi και USB, για να αναφέρουμε μερικά από αυτά. Αυτά τα χαρακτηριστικά συσκευάζονται σε έναν παράγοντα μορφής που συνεχώς συρρικνώνεται, γίνεται ευκολότερο στη χρήση και την εγκατάσταση και λειτουργεί υπό ένα ασφαλές, κλιμακούμενο και ευέλικτο

Η νέα πλατφόρμα προϊόντων Meazon IoT είναι ιδανική για τις καινοτόμες επιχειρήσεις κοινής ωφέλειας για την παροχή υπηρεσιών στους πελάτες τους στο πλαίσιο μιας ενιαίας πλατφόρμας υπηρεσιών προστιθέμενης αξίας, ενσωματωμένης στα συστήματα υποστήριξης των επιχειρήσεών τους. Οι υπηρεσίες αυτές περιλαμβάνουν τη διαχωρισμό της ενέργειας και την ενεργειακή απόδοση.



Εικόνα 5.1 Σχεδιάγραμμα συλλογής δεδομένων με τον μετρητή meazon απο συσκευες

Στην παρούσα πτυχιακή εργασία χρησιμοποιείται το συγκεκριμένο μοντέλο για την συλλογή τιμών κατανάλωσης μιας οικιακής εγκατάστασης και την συλλογή δεδομένων απο τις αρμονικές παραρμωφώσεις που προκύπτουν απο τις τιμές της εγκατάστασης.

Οι πληροφορίες για τις αρμονίες μπορούν να ενημερώνονται άμεσα, να αναλύονται και να γίνονται έγκαιρες παρεμβάσεις χωρίς να χρειάζεται να χρησιμοποιηθούν ακριβά εργαλεία, αλλά με τη χρήση ενός σιδηρομετρητή που συνήθως εγκαθίσταται για την παρακολούθηση της κατανάλωσης. Αυτό καθίσταται εφικτό με τη χρήση των ενεργειακών υπομετρητών Meazon.

Ουσιαστικά, ο Smart Meter είναι ένας φιλικός προς το περιβάλλον μετρητής ενέργειας που χρησιμοποιείται για τη μέτρηση της ηλεκτρικής ενέργειας σε KWh (κιλοβατώρες). Είναι απλώς μια συσκευή που προσφέρει άμεσο όφελος στους καταναλωτές που θέλουν να εξοικονομήσουν χρήματα στον λογαριασμό ρεύματος. Ανήκουν σε τμήμα Advanced Meter Infrastructure και είναι υπεύθυνοι για την αυτόματη αποστολή ενδείξεων των μετρητών στον προμηθευτή ενέργειας. Η ακριβής ένδειξη του μετρητή θα παρέχεται με τη συμπερίληψη σταθερών πλεονεκτημάτων από τον Έξυπνο Μετρητή. Καταγράφουν την κατανάλωση με βάση ωριαία ή μικρότερα από ωριαία διαστήματα. Ένας Έξυπνος μετρητής διαθέτει μη πτητική αποθήκευση δεδομένων, δυνατότητα απομακρυσμένης σύνδεσης ή αποσύνδεσης, ανίχνευσης παραβίασης και αμφίδρομης επικοινωνίας^[6].

Εκτελούν απομακρυσμένη αναφορά των συλλεγόμενων δεδομένων στον κεντρικό μετρητή. Αυτός ο κεντρικός μετρητής παρακολουθεί τη λειτουργικότητα του Έξυπνου Μετρητή. Από λειτουργική άποψη, η χρήση Smart Metering επιτρέπει βελτιωμένη διαχείριση και έλεγχο του δικτύου ηλεκτρικής ενέργειας.

Μερικά από τα οφέλη των Έξυπνων Μετρητών είναι τα εξής:

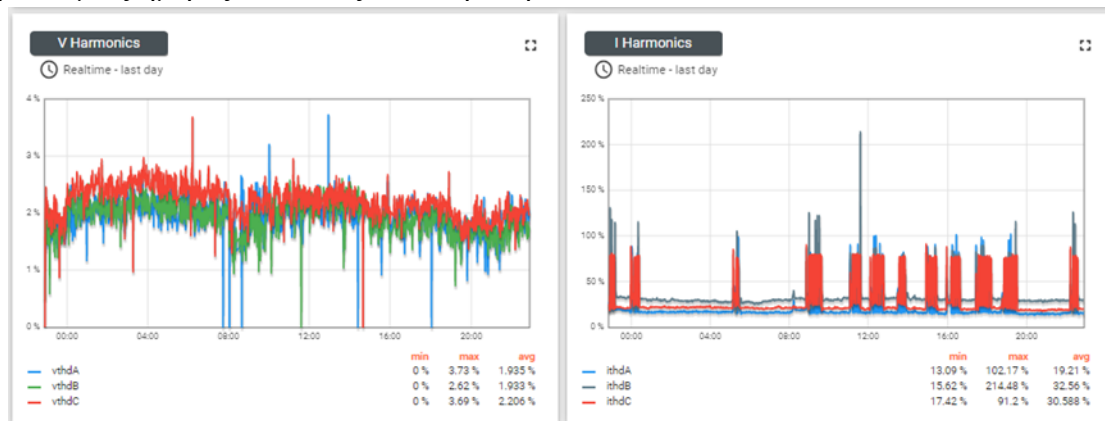
- Χαμηλό λειτουργικό κόστος.
- Εξοικονόμηση χρόνου στους καταναλωτές και τις εταιρείες κοινής ωφέλειας για την αναφορά της ένδειξης του μετρητή στους παρόχους ενέργειας.
- Επιτρέπεται η ηλεκτρονική πληρωμή λογαριασμών ρεύματος.
- Η κατανάλωση ενέργειας μπορεί να μειωθεί σημαντικά κατά τις υψηλές αιχμές με μια πολιτική ενημέρωσης.
- Έχει τη δυνατότητα αυτόματης απενεργοποίησης των συσκευών όταν δεν χρησιμοποιούνται^[6].

Η συνολική ποσότητα ενέργειας που καταναλώνεται σε ένα μεμονωμένο νοικοκυριό αναφέρεται ως κατανάλωση ενέργειας. Η κατανάλωση ενέργειας είναι μια σημαντική πτυχή της παροχής ηλεκτρικής ενέργειας. Οι άνθρωποι πρέπει να γνωρίζουν τη διατήρηση της ενέργειας για μελλοντική χρήση. Με την καθημερινή χρήση ηλεκτρικής ενέργειας, τα ενεργειακά πρότυπα μεταβάλλονται. Αυτή η διακύμανση των προτύπων κατανάλωσης μπορεί να προκληθεί από καιρικές συνθήκες ή άσκοπη χρήση ρεύματος από τους κατοίκους, όπως η αύξηση των συσκευών στα αντίστοιχα νοικοκυριά και η απρόσεκτη συμπεριφορά του χρήστη^[6].

Αυτοί οι παράγοντες ενδέχεται να έχουν μεγαλύτερες επιπτώσεις στον τελικό χρήστη. Καθώς η ενέργεια που παρέχεται από τις εταιρείες ενέργειας είναι τεράστια, οι περισσότεροι

άνθρωποι παραμελούν την ενέργεια και την εξοικονόμησή της. Η σημασία της κατανάλωσης μειώνεται στη νοοτροπία των επιχειρήσεων κοινής ωφέλειας. Οι επιχειρήσεις κοινής ωφελείας ενέργειας θα πρέπει να διαδραματίσουν σημαντικό ρόλο στην προώθηση της τεχνολογίας των έξυπνων μετρητών και θα πρέπει να κάνουν τους ανθρώπους να συμμετέχουν στη μείωση των ενεργειακών συνεπειών ευαισθητοποιώντας τον αντίκτυπο του τρέχοντος επιπέδου κατανάλωσής τους^[6].

Το αρμονικό περιεχόμενο της τάσης και του ρεύματος μιας αντλίας θερμότητας κατά τη διάρκεια μιας ημέρας απεικονίζεται στην παρακάτω εικόνα:



Εικόνα 6.1: Αρμονική απεικόνιση τάσης και ρεύματος αντλίας θερμότητας^[7]

2.5 Παραμόρφωση THD

Η συνολική αρμονική παραμόρφωση (THD) ενός σήματος είναι μια μέτρηση που μπορεί να χρησιμοποιηθεί για τον προσδιορισμό της ποσότητας της αρμονικής παραμόρφωσης που υπάρχει στο σήμα. Η THD ορίζεται ως ο λόγος του αθροίσματος των δυνάμεων όλων των αρμονικών συνιστωσών προς την ισχύ της θεμελιώδους συχνότητας. Ποια είναι τα κριτήρια που μας επιτρέπουν να κρίνουμε την επίδραση που ασκούν οι αρμονικές στις διάφορες συσκευές που εξετάζονται;

Από την άποψη των αρμονικών της τάσης και του ρεύματος, υπάρχουν δυο διαφορετικές επιλογές που μπορούμε να εξετάσουμε:

- Η συσκευή είναι ευαίσθητη σε μία ή δύο γειτονικές αρμονικές και οι αρμονικές αυτές δεν πρέπει να υπερβαίνουν ένα καθορισμένο επίπεδο. Για παράδειγμα, το 5% μιας μόνο αρμονικής ή το 4% της καθεμιάς σε δύο γειτονικές αρμονικές είναι ένα καλό παράδειγμα ενός επιπέδου που δεν πρέπει να υπερβαίνεται.

-
- Η ευαισθησία της συσκευής εξαρτάται από το αριθμητικό άθροισμα όλων των αρμονικών. Αυτό το άθροισμα δεν πρέπει να είναι υψηλότερο από μια προκαθορισμένη τιμή, όπως για παράδειγμα 5 ή 10 τοις εκατό.

Σύμφωνα με τον τύπο, η συσκευή έχει υψηλό επίπεδο ευαισθησίας στην παρουσία συνολικής αρμονικής παραμόρφωσης (THD):

$$\%THD = \frac{\sqrt{U^1+U^2+\dots}}{U_1} \times 100 \quad (11)$$

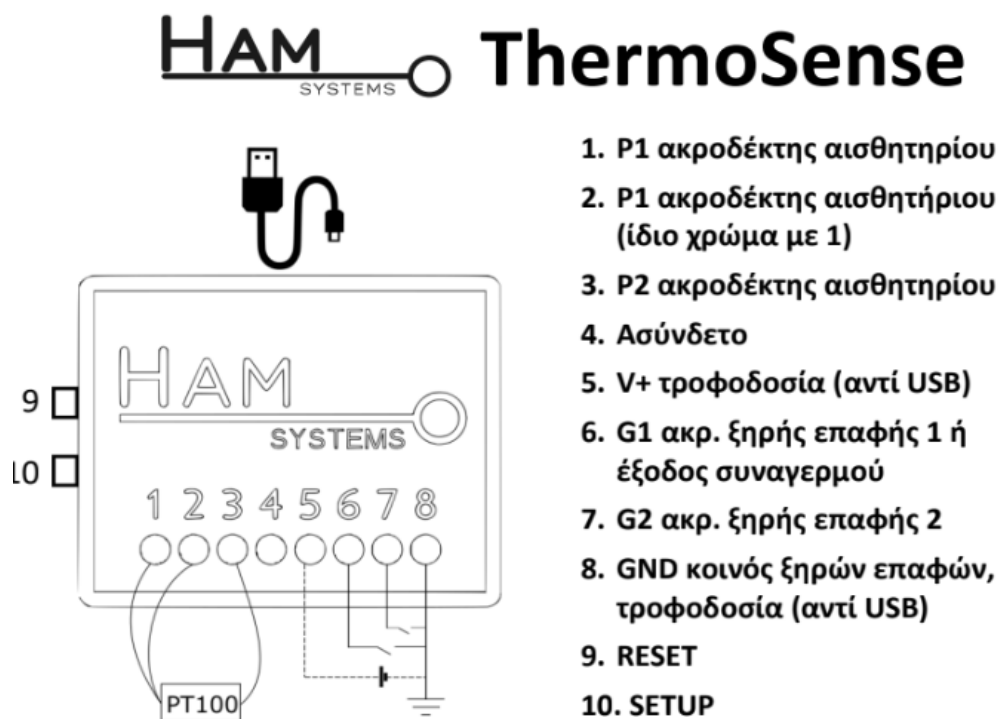
Οι ασύγχρονες μηχανές επηρεάζονται από τις αρμονικές τάσης και ρεύματος με δύο διαφορετικούς τρόπους, οι οποίοι μπορούν να περιγραφούν ως εκδηλώσεις:

- Το πρώτο φαινόμενο σχετίζεται με την επίδραση που έχουν οι αρμονικές στη ροπή: Σύμφωνα με τους υπολογισμούς (καθώς και με τα αποτελέσματα των μετρήσεων), η επίδραση μιας αρμονικής παραμόρφωσης 10% έως 20% είναι πρακτικά ασήμαντη. Τόσο η ροπή εκκίνησης όσο και η μόνιμη ροπή επηρεάζονται από αυτήν, αλλά η μόνιμη ροπή είναι πιο σημαντική.
- Από την άλλη πλευρά, διαπιστώθηκε ότι η ανάπτυξη ταλαντευόμενης ροπής προκαλείται από την παραμόρφωση των αρμονικών. Αυτό οφείλεται στην αλληλεπίδραση μεταξύ των αρμονικών ρευμάτων και του μαγνητικού πεδίου θεμελιώδους συχνότητας. Οι γλώσσες αυτές έχουν σχετικά πλάτη που είναι περίπου ανάλογα με τα σχετικά πλάτη των αντίστοιχων αρμονικών ρευμάτων. Αυτό οφείλεται στο γεγονός ότι τα σχετικά πλάτη των αρμονικών ρευμάτων και των γλωσσών σχετίζονται μεταξύ τους. (Για να το θέσουμε αλλιώς, εάν τα αρμονικά ρεύματα έχουν, σε σύγκριση με το θεμελιώδες ρεύμα, πλάτος 10%, τότε η ταλαντευόμενη ροπή θα έχει, σε σύγκριση με τη θεμελιώδη ροπή, πλάτος συγκρίσιμο). Ωστόσο, η ταλαντωτική ροπή έχει τη δυνατότητα να προκαλέσει τελικά μηχανικές ταλαντώσεις, οι οποίες μπορεί να οδηγήσουν σε φθορά των ρουλεμάν. Αυτό δεν επηρεάζει τις μέσες ροπές, είτε κατά τη διάρκεια της λειτουργίας είτε κατά την εκκίνηση.

2.6 Μετρητής HAM Din Switch

Με τον μετρητή HAM DinSwitch μπορούμε να ελέγξουμε οποιοδήποτε φορτίο ελέγχεται από τον ηλεκτρολογικό σας πίνακα. Έχουμε τον έλεγχο σε πραγματικό χρόνο, σε οποιοδήποτε σημείο του πλανήτη, μέσα από το κινητό σας, για Android και iOS ή από υπολογιστή μέσω web browser.

Ορίζουμε χρονοδιαγράμματα λειτουργίας. Αυτοματοποιούμε με βάση το χρόνο και απενεργοποιούμε τον φωτισμό αυτόματα το βράδυ, ή την ενεργοποίηση του θερμοσίφωνα πριν ξυπνήσουμε. Με την λειτουργία timer, το θερμοσίφωνα μπορεί να κλείνει μόνο του μετά από συγκεκριμένη ώρα είτε το ανοίξουμε τοπικά ή απομακρυσμένα.



Εικόνα 7.1: Ψηφιακός μετρητής Ham switch

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 3 : ΣΥΛΛΟΓΗ ΔΕΔΟΜΕΝΩΝ ΜΕΣΩ ΤΩΝ ΜΕΤΡΗΤΩΝ MEAZON & HAM

3.1 Μεθοδολογία και συλλογή δεδομένων της έρευνας

Η εξέταση των δεδομένων μέσω της χρήσης μιας ερευνητικής προσέγγισης αναφέρεται ως μελέτη περίπτωσης. Κατά τη διάρκεια της έρευνάς μας, ακολουθήσαμε ορισμένα από τα βήματα της μελέτης περίπτωσης. Ακολουθεί κατάλογος των βημάτων αυτών:

- Τα δεδομένα από τους έξυπνους μετρητές έχουν ληφθεί για 5 μήνες και συγκεκριμένα από Οκτώβριο 2021-Φεβρουάριο 2022 λαμβάνονται από έναν τοπικό πάροχο ενέργειας, ο οποίος ζητά να μην αποκαλυφθεί η ταυτότητά του στο πρώτο βήμα της έρευνάς μας. Ο επόπτης μας έχει λάβει αντίγραφο αυτών των πληροφοριών.
- Στη συνέχεια τα δεδομένα αυτά κατατάσσονται σε ειδικά διαμορφωμένα αρχεία excel ώστε να είναι εύκολη η δημιουργία σχεδιαγραμμάτων που θα αναύθουν παρακάτω . Δεδομένου ότι προέρχονται από έναν πάροχο υπηρεσιών κοινής ωφέλειας ενέργειας, τα δεδομένα από τους έξυπνους μετρητές έχουν ήδη ελεγχθεί ως προς την ακρίβειά τους.

Υπάρχουν πολλές διαφορετικές συμβατικές προσεγγίσεις για την αξιολόγηση του μετρητή και των δεδομένων που παρέχει. Αντί να επιλέξουμε τους παραδοσιακούς μετρητές, θα πρέπει να εφαρμόσουμε έξυπνους μετρητές ηλεκτρικής ενέργειας για το ακίνητό μας και συγκεκριμένα τα δυο μοντέλα Meazon κ' Ham που αναφέρθηκαν παραπάνω, επειδή παρέχουν μια πιο ακριβή μέθοδο ανάγνωσης του μετρητή.

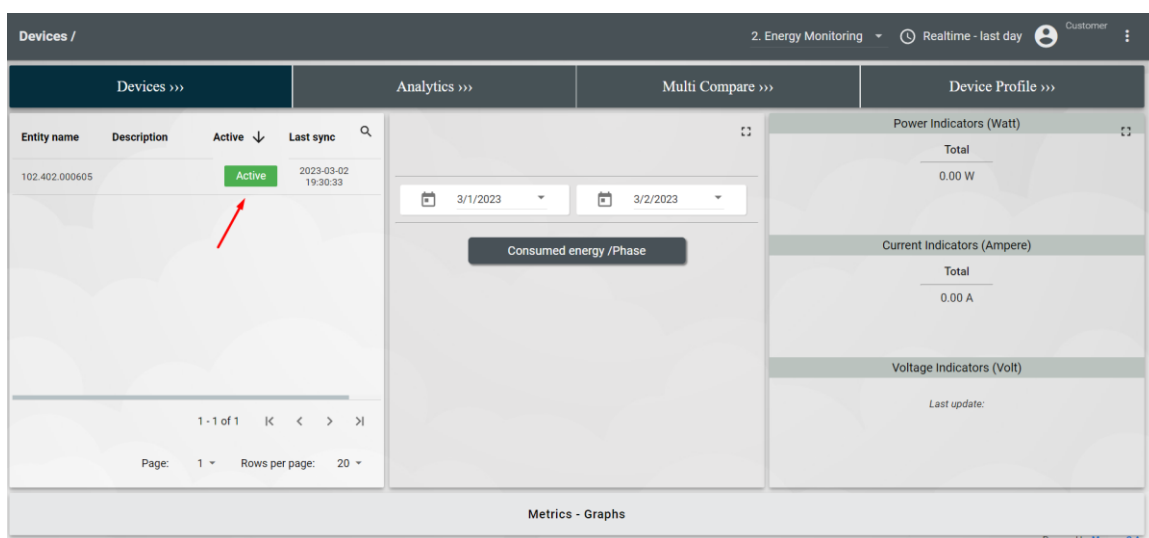
- Ο μετρητής της meazon χρησιμοποιήθηκε για την καταγραφή και συλλογή δεδομένων ολόκληρης της οικίας ,επομένως θα αντλήσουμε πληροφορίες για την ολική κατανάλωση του σπιτιού.
- Ο μετρητής την Ham χρησιμοποιήθηκε για συγκεκριμένες συσκευές του σπιτιού αυτού και οι οποίες είναι :
 1. Κινητό
 2. Λάμπα φθορισμού
 3. Πλυντήριο ρούχων
 4. Πιστολάκι μαλλιών

Τα σχεδιαγράμματα διαχωρίζονται με βάση τον μήνα και αναπαριστάται η μηνιαία κατανάλωση/sec καθώς και η μηνιαία κατανάλωση που σημειώθηκε στις συγκεκριμένες συσκευές.

3.2 Πλατφόρμες μετρητών για την λήψη δεδομένων

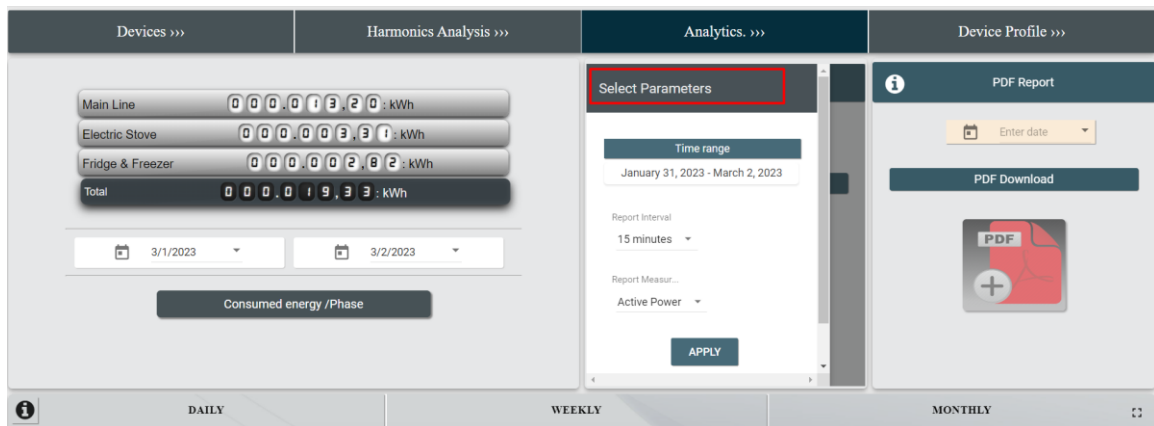
Όπως έχει ήδη αναφερθεί για την εργαστηριακή μας ανάλυση χρησιμοποιήσαμε 2 μετρητές, της Meazon για την συνολική κατανάλωση της εγκατάστασης και της Ham για την κατανάλωση συγκεκριμένων συσκευών την οικίας.Για την λήψη των μετρήσεων αυτών κρίθηκε απαραίτητη η πρόσβαση μας σε κάποιες πλατφόρμες(dashboard) μέσα απο τις οποίες θα είχαμε την δυνατότητα συλλογής δεδομένων.

Αναλυτικά,αναφερόμενοι στον μετρητή της Meazon, το dashboard στο οποίο είχαμε πρόσβαση μέσω του συνδέσμου <https://mi3.meazon.com> είναι το ακόλουθο:



Εικόνα 8.1: Dashboard μετρητή meazon

Με την είσοδο του χρήστη στην πλατφόρμα αμέσως εμφανίζεται η παραπάνω εικόνα και φαίνεται ξεκάθαρα ποιος μετρητής είναι ενεργοποιημένος.Επίσης υπάρχει η δυνατότητα επιλογής μετρητή για λήψη δεδομένων σε περίπτωση ύπαρξης πολλών ενεργοποιημένων μετρητών.Προκειμένου να ληφθούν τα δεδομένα και οι επιλογές για την κατανάλωση ο χρήστης επιλέγει <<Analytics>>.



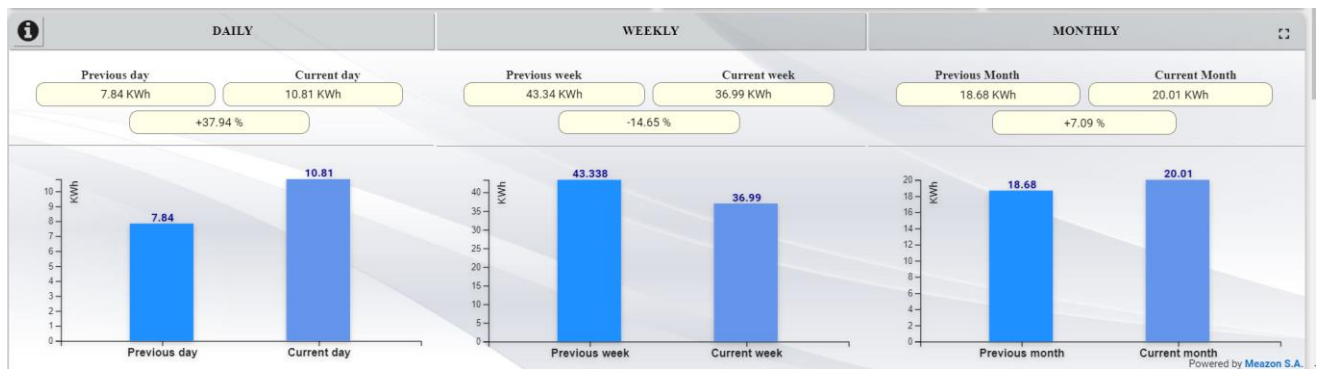
Εικόνα 9.1: Επιλογή παραμέτρων για την λήψη δεδομένων

Το dashboard δίνει την δυνατότητα καθορισμού της ημερομηνίας που ενδιαφέρει τον καταναλωτή ώστε να μην κατεβάσει όλο το αρχείο με τις μετρήσεις αλλά συγκεκριμένο εύρος. Οι παράμετροι που μπορούν να τροποποιηθούν και να συλλεχθούν ο καταναλωτής τα αντίστοιχα δεδομένα είναι :

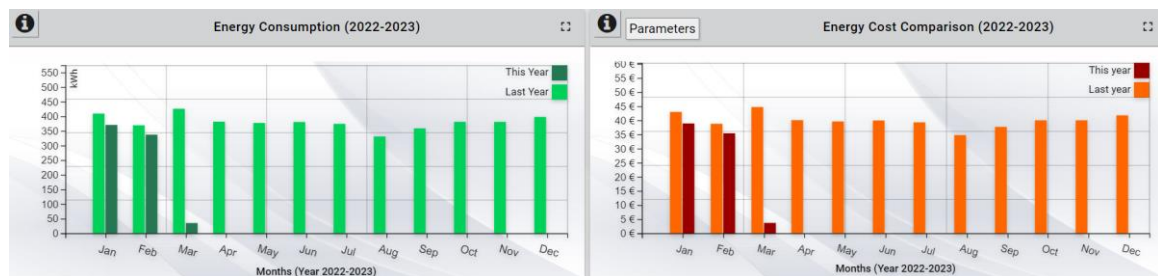
1. Η ημερομηνία που ενδιαφέρεται ο καταναλωτής
2. Την συχνότητα των μετρήσεων, δηλαδή ανά πόσα λεπτά/ώρες ή και μέρες να είναι οι μετρήσεις.
3. Το μέγεθος για το οποίο ενδιαφέρεται ο χρήστης. Τα μεγέθη ανάμεσα στα οποία μπορεί να επιλέξει ο καταναλωτής είναι:
 - Τάση,
 - Ρεύμα,
 - Ενεργός ισχύς,
 - Συχνότητα,
 - Θερμοκρασία ,
 - Άεργος ισχύς,
 - Συντελεστής ισχύος.

Εφόσον έχουν επιλεγεί όλοι οι παράμετροι με την επιλογή <<Apply>> , γίνεται λήψη άμεσα του αρχείου excel με τα δεδομένα διαμορφωμένα σύμφωνα με τους παραμέτρους που έχουν καθοριστεί.

Επιπλέον ,είναι αναγκαίο να τονιστεί πως μέσα στην πλατφόρμα χωρίς ο χρήστης να επιλέξει κάποια παράμετρο εμφανίζονται κυματομορφές που δείχνουν την κατανάλωση ημερησίως,εβδομαδιαία και μηνιαία της εγκατάστασης που είναι τοποθετημένος ο εκάστοτε μετρητής.

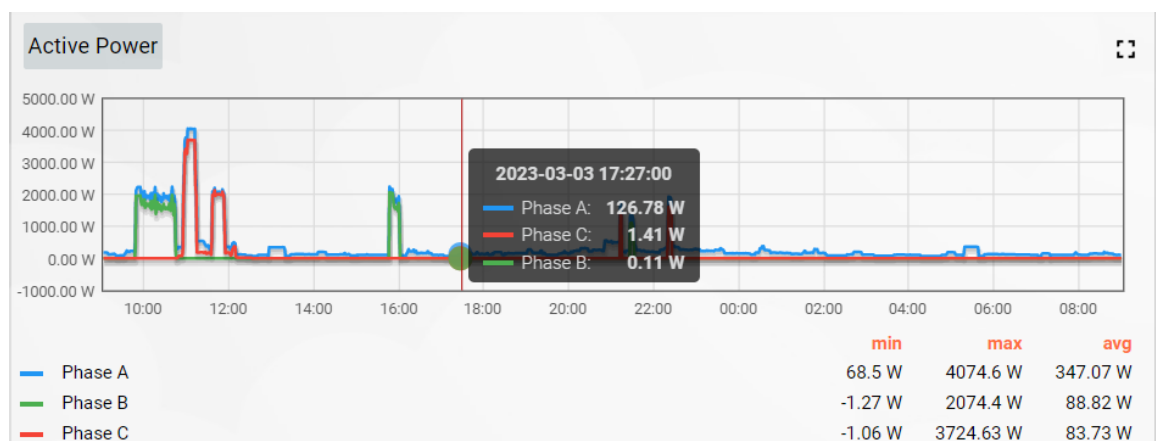


Εικόνα 10.1: Ενδείξεις κατανάλωσης μέσω του dashboard



Εικόνα 11.1: Ενδείξεις κατανάλωσης μέσω του dashboard

Η πλατφόρμα αυτή είναι πολύ φιλική και εύχρηστη, δίνοντας τον χρήστη την δυνατότητα της πλήρους κατανόησης της κατανάλωσης. Τα σχεδιαγράμματα που απεικονίζονται σου επιτρέπουν να γνωρίζεις κανείς εκτός όλων όσων αναφέραμε και την ετήσια κατανάλωση. Αυτό το προβάδισμα του τον καθιστά ακόμη πιο αξιόπιστο, καθώς έχοντας στην κατοχή του ο καταναλωτής όλα αυτά τα στοιχεία είναι σχεδόν απίθανο να πληρώσει παραπάνω ποσό σε λογαριασμό σε κάποιον πάροχο αφού με τα δεδομένα αυτά, εύκολα γίνεται ο υπολογισμός του ποσού που καλείται να πληρώσει.



Εικόνα 12.1: Ενδείξεις κατανάλωσης ενεργού ισχύος κατά την ώρα συλλογής δεδομένων

Το μέγιστο προτέρημα είναι η αναπαράσταση της παραπάνω εικόνας η οποία μας εμφανίζει τις καταναλώσεις των τριών φάσεων εκείνη ακριβώς την ώρα που έχουμε συνδεθεί στο dashboard και με τον δείκτη ακριβείας που διαθέτει, ο καταναλωτής μετακινώντας τον δείκτη μπορεί να δει όλες τις καταναλώσεις της ισχύος με ακρίβεια.

Αναλυτικά σύμφωνα με την παραπάνω εικόνα και στο σημείο που έχει τοποθετηθεί ο δείκτης μας φανερώνει ότι:

Στις 03-3-2023 στις 17:27:00

- Η φάση Α είχε κατανάλωση ισχύος 176.28W
- Η φάση Β είχε κατανάλωση ισχύος 1.41W
- Η φάση Γ είχε κατανάλωση ισχύος 0.44W

Power Indicators (Watt)			
Phase A	Phase B	Phase C	Total
134.77 W	0.25 W	1.33 W	136.35 W

Current Indicators (Ampere)			
Phase A	Phase B	Phase C	Total
0.80 A	0.04 A	0.10 A	0.94 A

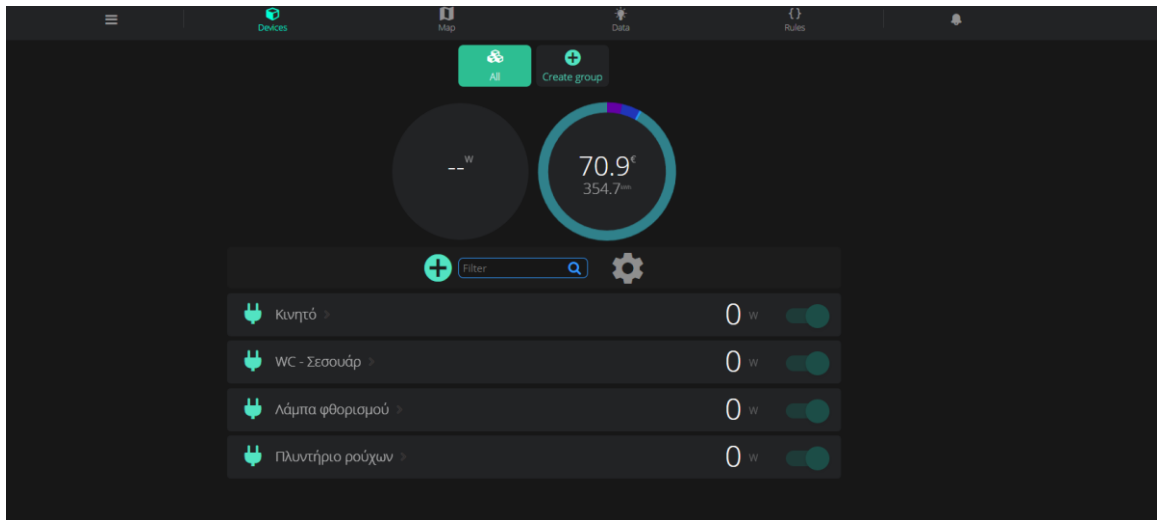
Voltage Indicators (Volt)		
Phase A	Phase B	Phase C
224.45 V	224.38 V	224.41 V

Last update: 2023-03-04 10:18

Εικόνα 13.1: Ενδείξεις κατανάλωσης 3 φάσεων σύμφωνα με την πιο πρόσφατη ανανέωση

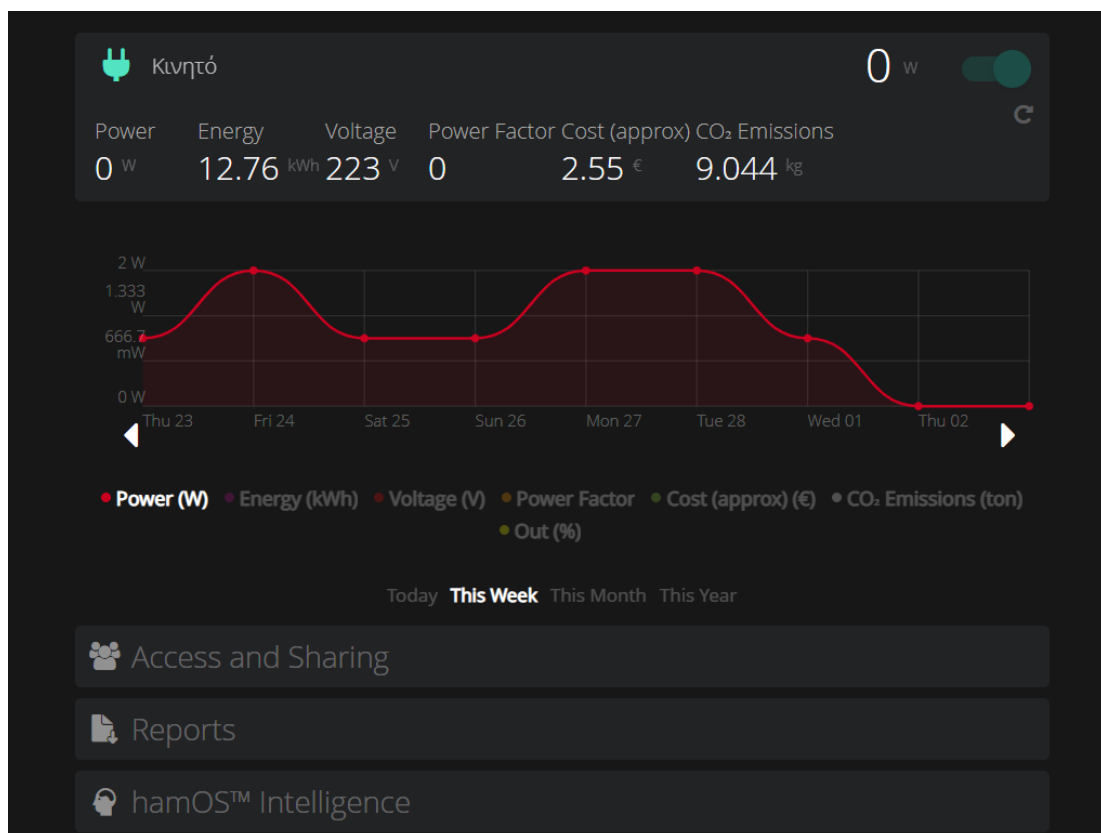
Συμπληρωματικά με όσα αναφέραμε παραπάνω εκτός των σχεδιαγραμμάτων μέσα στο dashboard κατα την είσοδο του χρήστη χωρίς να είναι αναγκαία η επιλογή κάποιας παραμέτρου, η πλατφόρμα κάνοντας συνεχώς ανανέωσεις εμφανίζει στον καταναλωτή τις πιο πρόσφατες μετρήσεις των τριών φάσεων.

Αναφερόμενοι τώρα στον μετρητή της Ham, στην αντίστοιχη πλατφόρμα για την λήψη δεδομένων εισερχόμαστε μέσω του συνδέσμου <https://hamsystems.eu>



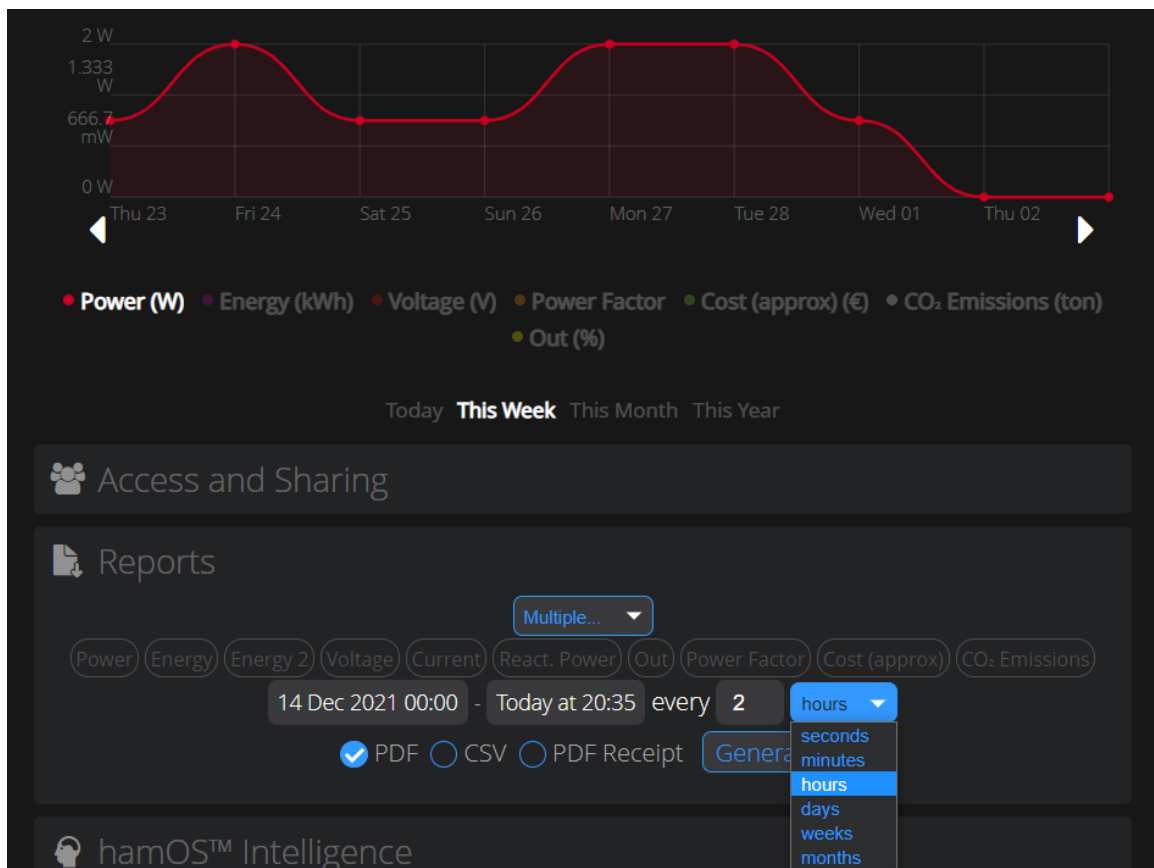
Εικόνα 14.1: Dashboard μετρητή Ham

Με την είσοδο του χρήστη στην πλατφόρμα εμφανίζονται ακαριαία οι τέσσερις συσκευές απο τις οποίες συλλέγει δεδομένα ο συγκεκριμένος μετρητής. Επιλέγοντας την κάθε μία συσκευή ξεχωριστά, αποκτάει ο καταναλωτής πάλι την δυνατότητα επιλογής συγκεκριμένων παραμέτρων ώστε να διαμορφωθούν τα δεδομένα στο αρχείο που θα ληφθεί.



Εικόνα 15.1: Μετρήσεις κινητού στο dashboard της Ham

Επιλέγοντας το κινητό σαν τυχαία συσκευή για την παρουσίαση των δυνατοτήτων του dashboard της Ham εύκολα κάνεις μπορεί να διακρίνει την κυματομορφή που εμφανίζεται και αναπαριστά την ισχύ που κατανάλωσε το κινητό στο διάστημα μια εβδομάδας και συγκεκριμένα της εβδομάδας που διανύει ο καταναλωτής κατά την είσοδο του στην πλατφόρμα.



Εικόνα 16.1: Επιλόγες παραμέτρων για το κινητό του μετρήτη Ham

Το dashboard δίνει την δυνατότητα καθορισμού της ημερομηνίας που ενδιαφέρει τον καταναλωτή ώστε να μην κατεβάσει όλο το αρχείο με τις μετρήσεις αλλά συγκεκριμένο εύρος. Οι παράμετροι που μπορούν να τροποποιηθούν και να συλλέξει ο καταναλωτής τα αντίστοιχα δεδομένα είναι :

1. Η ημερομηνία που ενδιαφέρεται ο καταναλωτής
2. Την συχνότητα των μετρήσεων, δηλαδή ανά πόσα λεπτά/ώρες ή και μέρες να είναι οι μετρήσεις.

3. Το μέγεθος για το οποίο ενδιαφέρεται ο χρήστης. Τα μεγέθη ανάμεσα στα οποία μπορεί να επιλέξει ο καταναλωτής είναι:

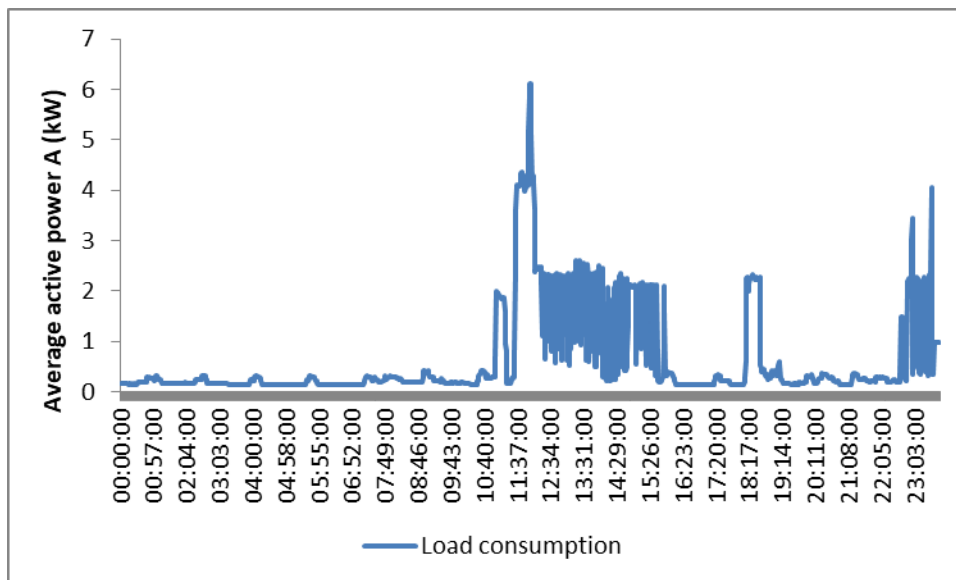
- Τάση,
- Ρεύμα,
- Ενεργός ισχύς,
- Συχνότητα,
- Άεργος ισχύς,
- Συντελεστής ισχύος.
- Ποσοστό εκπομπής διοξειδίου του άνθρακα

Συμπερασματικά και έχοντας αναφέρει μερικές από τις δυνατότητες των dashboards των δύο μετρητών που είναι μέσα της παρούσας εργαστηριακής έρευνας, εύκολα οδηγούμαστε στο συμπέρασμα πως ο καταναλωτής έχοντας πρόσβαση σε αυτές τις πλατφόρμες, μπορεί να παρακολουθεί την συνολική κατανάλωση της οικίας του ενώ παράλληλα και μεμονωμένα τις καταναλώσεις των συσκευών. Προταρχικός στόχος της ψηφιοποίησης των μετρήσεων είναι η άμεση πρόσβαση του καταναλωτή στις καταναλώσεις με ενδότερο σκοπό την μείωση της κατανάλωσης και συνεπώς της οικονομίας του νοικοκυριού.

3.3 Εμφάνιση αποτελεσμάτων της εργαστηριακής έρευνας

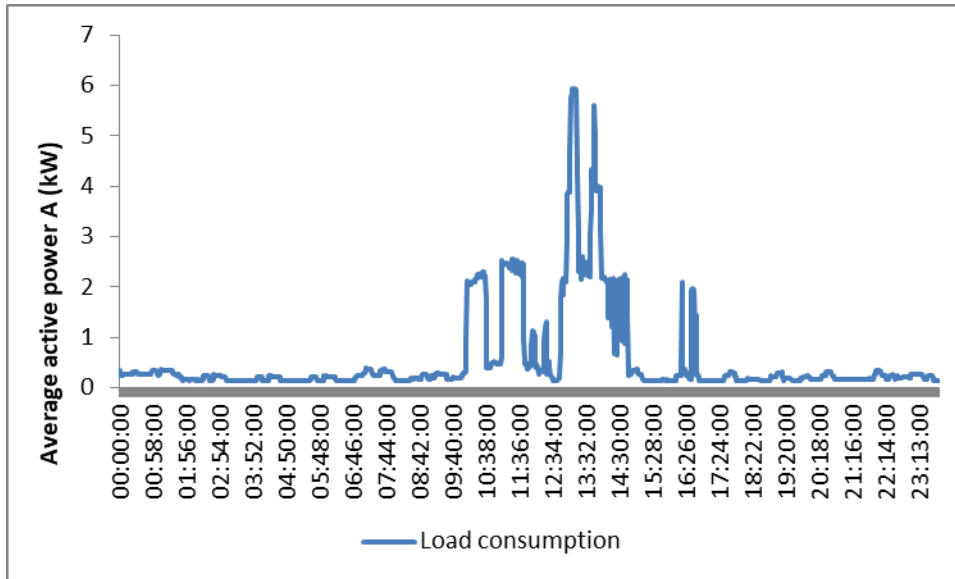
Όπως έχει αναφερθεί η έρευνα αποτελείται από μηνιαία δεδομένα/λεπτό για 4 μήνες(οκτώμβριο-ιανουάριο) τα οποία έχουν ληφθεί από ειδικές πλατφόρμες των μετρητών που μας επέτρεπαν την είσοδο μας σε αυτά τα στοιχεία ,ώστε να προκύψουν τα παρακάτω σχεδιαγράμματα και συνεπώς συμπεράσματα για την καταναλώση την οικιακής εγκατάστασης.Για κάθε μήνα έχουν προκύψει 2 σχεδιαγράμματα συνολικής κατανάλωσης,μιας καθημέρινης και μιας μέτρηση σαββατοκύριακου(μετρητής meazon).Επίσης για τις ίδιες ημερομηνίες κάθε μήνα απεικονιστεί δεδομένα και στις συγκεκριμένες 4 συσκευές από τον μετρητή της HAM.

1. Οκτώβριος(1/10/2021-31/10/2021)



Σχήμα 1.1:Συνολική κατανάλωση οικίας 4/10/2021

Παραπάνω εμφανίζεται η συνολική κατανάλωση της οικίας στις 4/10/2021, ημέρα Τρίτη και μέσα από το σχεδιάγραμμα προκύπτει πως η μέγιστη κατανάλωση σημειώθηκε στις 12:00 με 6Kw. Για τον ίδιο μήνα υπήρξαν και μετρήσεις για μια μέρα του σαββατοκύριακου και συγκεκριμένα 2/10/2021(Σάββατο):

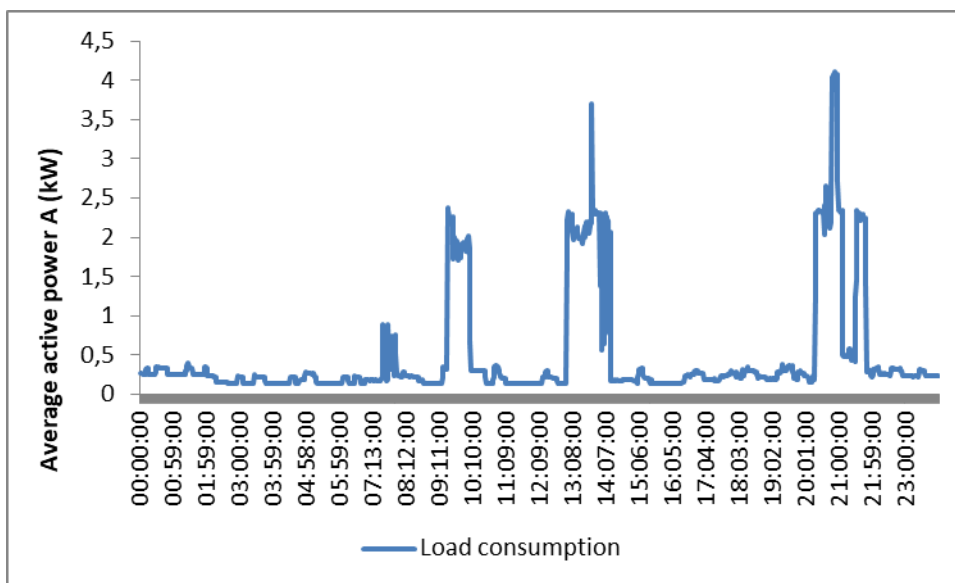


Σχήμα 1.2: Συνολική κατανάλωση οικίας 2/10/2021

Παραπάνω εμφανίζεται η συνολική κατανάλωση της οικίας στις 2/10/2021, ημέρα Σάββατο και μέσα από το σχεδιάγραμμα προκύπτει πως η μέγιστη κατανάλωση σημειώθηκε στις 13:32 με 6.3kW.

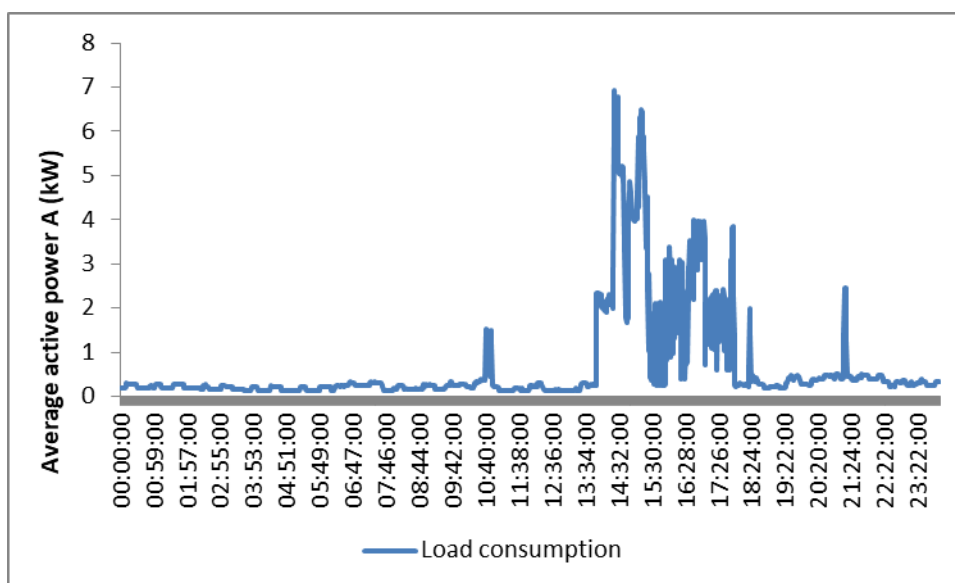
Συγκριτικά από τις δυο απεικονήσεις συμπεραίνουμε πως υπήρχε περισσότερη συνολική κατανάλωση το Σάββατο 2/10/2021 κατά 0.3KW. Είναι λογικό αφού οι περισσότεροι καταναλωτές βρίσκονται περισσότερες ώρες στο σπίτι επομένως λειτουργούν πολλές συσκευές ταυτόχρονα και για μεγαλύτερο χρονικό διάστημα.

2. Νοέμβριος (1/11/2021-30/11/2021)



Σχήμα 1.3: Συνολική κατανάλωση οικίας 4/11/2021

Παραπάνω εμφανίζεται η συνολική κατανάλωση της οικίας στις 4/11/2021, ημέρα Τετάρτη και μέσα απο το σχεδιάγραμμα προκύπτει πως η μέγιστη κατανάλωση σημειώθηκε στις 21:00 με 4kW.



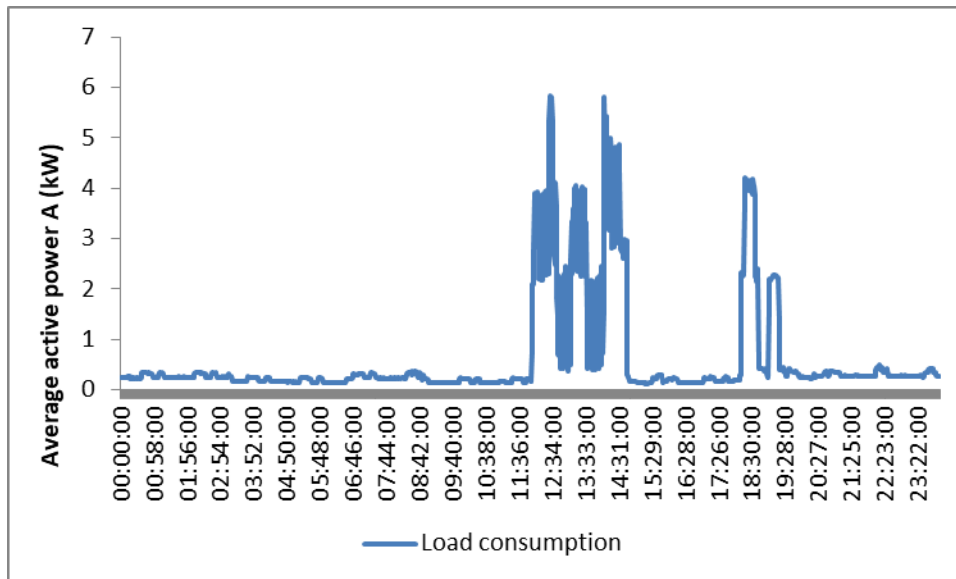
Σχήμα1.4: Συνολική κατανάλωση οικίας 6/11/2021

Παραπάνω εμφανίζεται η συνολική κατανάλωση της οικίας στις 6/11/2021, ημέρα Σάββατο και μέσα απο το σχεδιάγραμμα προκύπτει πως η μέγιστη κατανάλωση σημειώθηκε στις 14:32 με 6.4kW.

Συγκριτικά απο τις δυο απεικονήσεις συμπεραίνουμε πως υπήρχε περισσότερη συνολική κατανάλωση το Σάββατο 6/11/2021 κατα 2.2kW. Είναι λογικό αφού οι περισσότεροι καταναλωτές βρίσκονται περισσότερες ώρες στο σπίτι επομένως λειτουργούν πολλές συσκευές ταυτόχρονα και για μεγαλύτερο χρονικό διάστημα.

3. Δεκέμβριος (1/12/2021-31/12/2021)

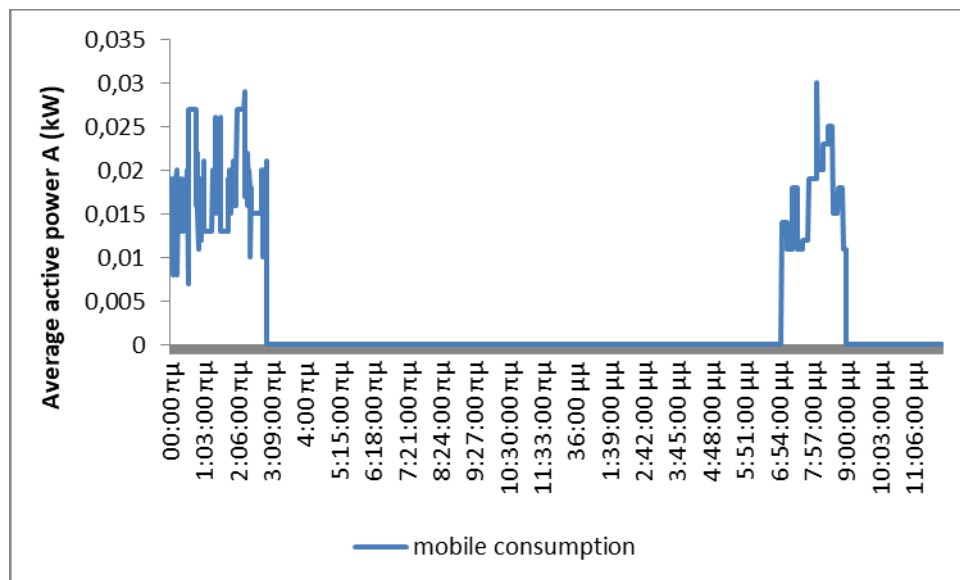
Στις συγκεκριμένες μηνιαίες μετρήσεις επιλέξαμε μια τυχαία μέρα και την ημέρα των χριστουγέννων, καθώς είναι μια μέρα που οι περισσότεροι καταναλωτές βρίσκονται στην οικία και θα υπήρχε μεγάλη σύγκιση τόσο στην συνολική κατανάλωση όσο και στις καταναλώσεις συσκευών.



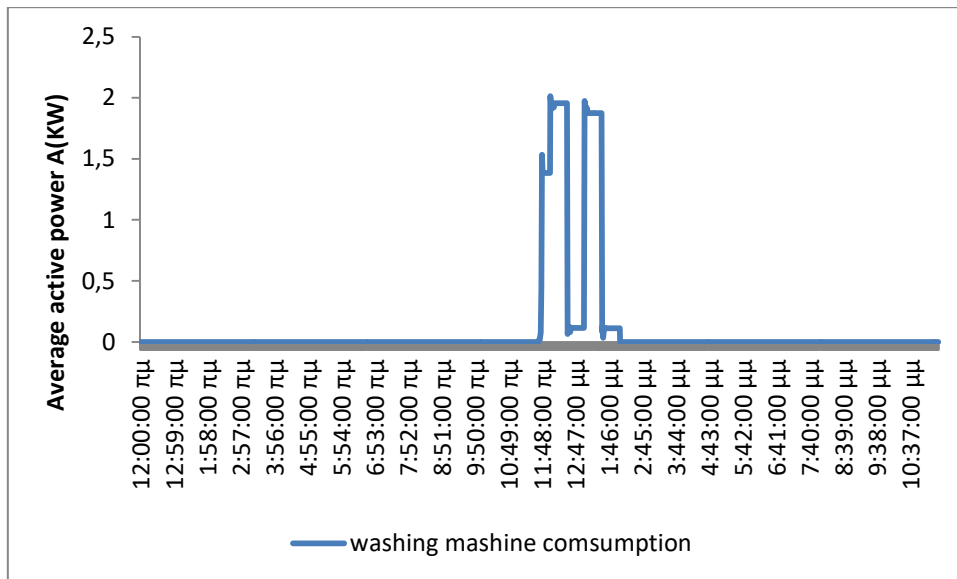
Σχήμα 1.5: Κυνολική κατανάλωση οικίας 6/12/2021

Παραπάνω εμφανίζεται η συνολική κατανάλωση της οικίας στις 6/12/2021, ημέρα τετάρτη και μέσα απο το σχεδιάγραμμα προκύπτει πως η μέγιστη κατανάλωση σημειώθηκε στις 12:35 και 14:31 με 5.8kW.

Αναλυτικά η κατανάλωση συσκευών:



Σχήμα 1.6: Κατανάλωση κινητού τηλεφώνου 6/12/2021

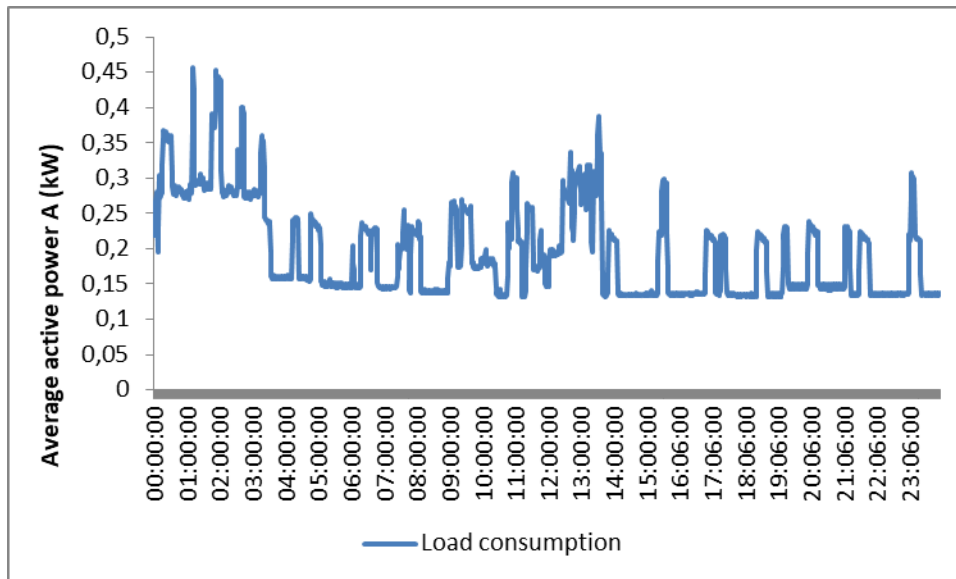


Σχήμα 1.7: Κατανάλωση πλυντήριο ρούχων 6/12/2021

Στα σχεδιαγράμματα που απεικονίζονται φαίνονται οι μετρήσεις για τις συσκευές την ίδια ημερομηνία ,σύμφωνα με τα οπία προκύπτει:

- Κινητό τηλέφωνο παρουσιάζει μέγιστη κατανάλωση 7:07μμ με 0,03KW
- Λάμπα φθορισμού δεν υπάρχει απεικόνιση επομένως συμπεραίνουμε πως δεν λειτούργησε
- Πλυντήριο ρούχων παρουσιάζει μέγιστη κατανάλωση 11:48μμ με 2.03kW
- Πιστολάκι μαλλιών δεν υπάρχει απεικόνιση επομένως συμπεραίνουμε πως δεν λειτούργησε

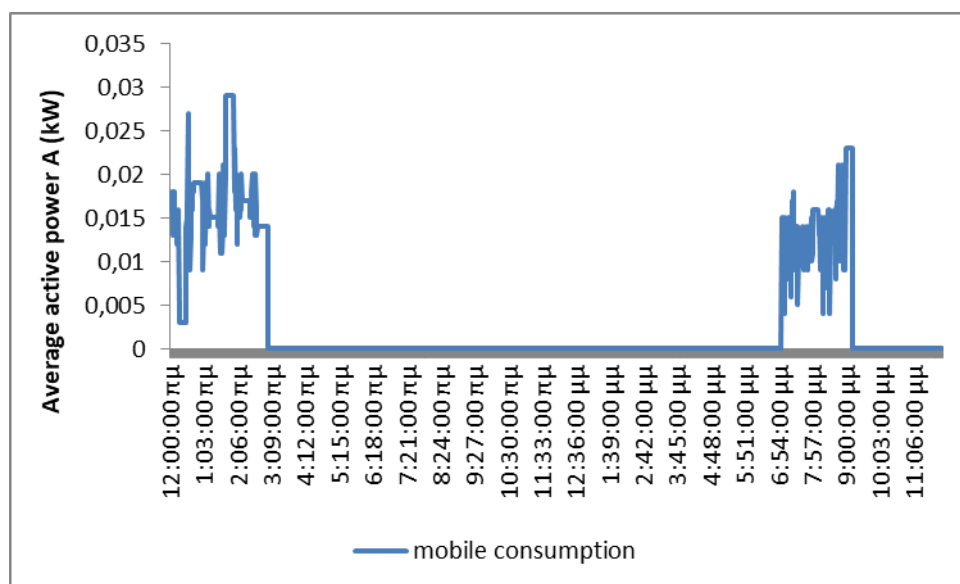
Συμπερασματικά, είναι σαφές πως απο την συνολική κατανάλωση του σπιτιού, οι μόνες συσκευές απο αυτές που έχουμε την δυνατότητα μέτρησης τους είναι το κινητό τηλέφωνο και το πλυντήριο ρούχων οι οποίες σίγουρα είναι μέρος της συνολικής κατανάλωσης εγκατάστασης.



Σχήμα 1.8: Συνολική κατανάλωση οικίας 25/12/2021

Παραπάνω εμφανίζεται η συνολική κατανάλωση της οικίας στις 25/12/2021, ημέρα τετάρτη και μέσα απο το σχεδιάγραμμα προκύπτει πως η μέγιστη κατανάλωση σημειώθηκε στις 01:00πμ με 0.45kW

Αναλύτικά η κατανάλωση συσκευών:



Σχήμα 1.9: Κατανάλωση κινητού τηλεφώνου 25/12/2021

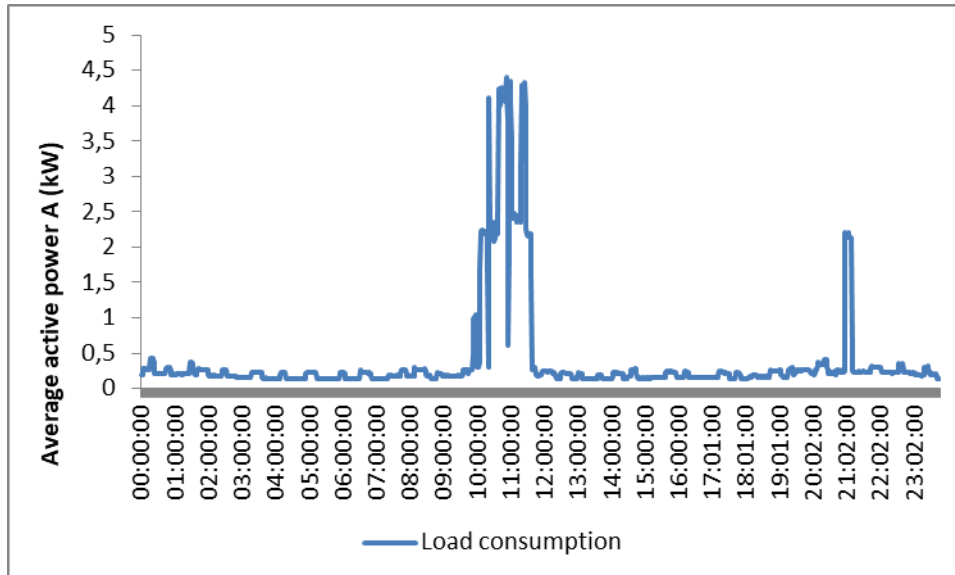
Στα σχεδιαγράμματα που απεικονίζονται φαίνονται οι μετρήσεις για τις συσκευές την ίδια ημερομηνία 25/12/2021 ,σύμφωνα με τα οποία προκύπτει:

- Κινητό τηλέφωνο παρουσιάζει μέγιστη κατανάλωση 2:07μμ με 0.029kW
- Λάμπα φθορισμού δεν υπάρχει απεικόνιση επομένως συμπεραίνουμε πως δεν λειτούργησε
- Πλυντήριο ρούχων δεν υπάρχει απεικόνιση επομένως συμπεραίνουμε πως δεν λειτούργησε
- Πιστολάκι μαλλιών δεν υπάρχει απεικόνιση επομένως συμπεραίνουμε πως δεν λειτούργησε

Ένα απο τα εύλογα συμπεράσματα που προκύπτουν απο τα σχεδιαγράμματα είναι πως μάλλον έλειπαν απο την οικία οι καταναλωτές την συγκεκριμένη ημερομηνία.

4. Ιανουάριος(1/1/2022-31/1/2022)

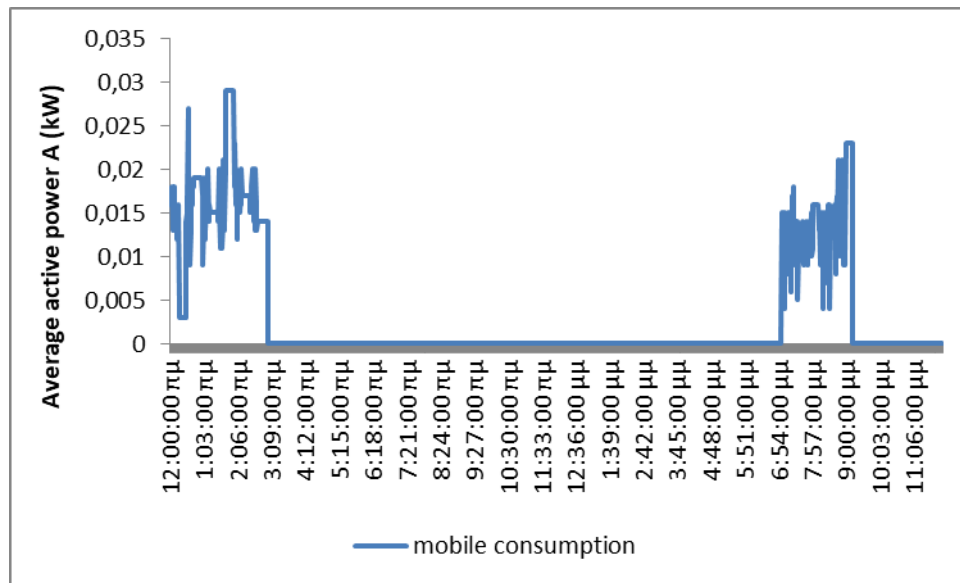
Στις συγκεκριμένες μηνιαίες μετρήσεις επιλέξαμε μια τυχαία μέρα και την ημέρα της πρωτοχρονιάς, καθώς είναι μια μέρα που οι περισσότεροι καταναλωτές βρίσκονται στην οικία και θα υπήρχε μεγάλη σύγκιση τόσο στην συνολική κατανάλωση όσο και στις καταναλώσεις συσκευών.



Σχήμα 1.10: Συνολική κατανάλωση οικίας 4/1/2022

Παραπάνω εμφανίζεται η συνολική κατανάλωση της οικίας στις 4/1/2021,ημέρα Τρίτη και μέσα απο το σχεδιάγραμμα προκύπτει πως η μέγιστη κατανάλωση σημειώθηκε στις 11:30πμ με 4kW

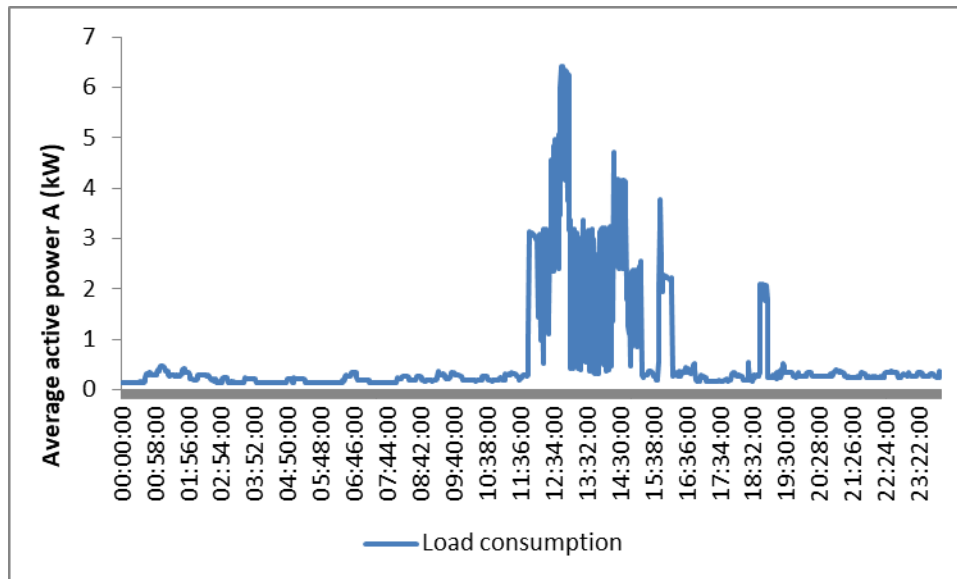
Αναλύτικά η κατανάλωση συσκευών:



Σχήμα 1.11: Κατανάλωση κινητού τηλεφώνου 4/1/2022

Στα σχεδιαγράμματα που απεικονίζονται φαίνονται οι μετρήσεις για τις συσκευές την ίδια ημερομηνία 4/1/2022 ,σύμφωνα με τα οποία προκύπτει:

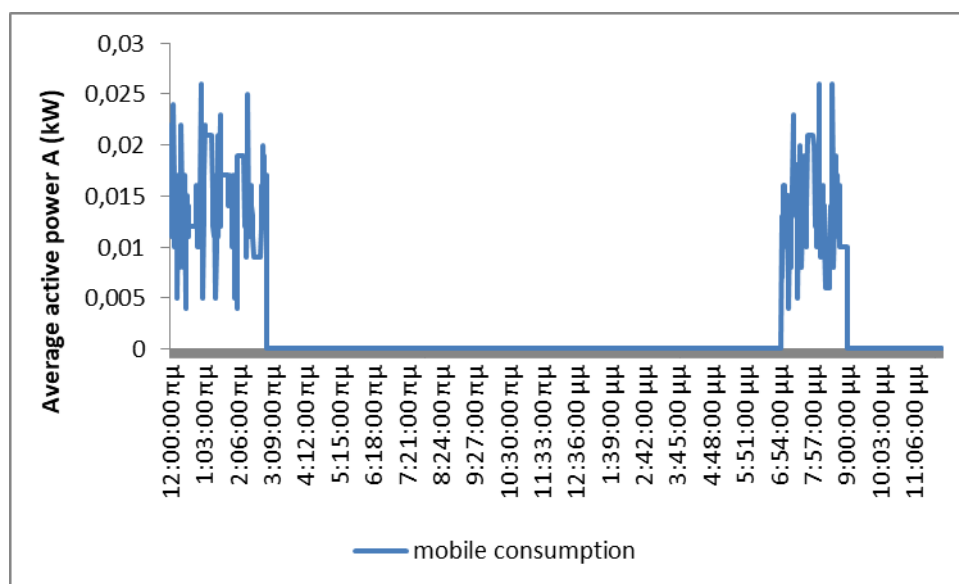
- Κινητό τηλέφωνο παρουσιάζει μέγιστη κατανάλωση 2:07μμ με 0,029kW
- Λάμπα φθορισμού δεν υπάρχει απεικόνιση επομένως συμπεραίνουμε πως δεν λειτούργησε
- Πλυντήριο ρούχων δεν υπάρχει απεικόνιση επομένως συμπεραίνουμε πως δεν λειτούργησε
- Πιστολάκι μαλλιών δεν υπάρχει απεικόνιση επομένως συμπεραίνουμε πως δεν λειτούργησε



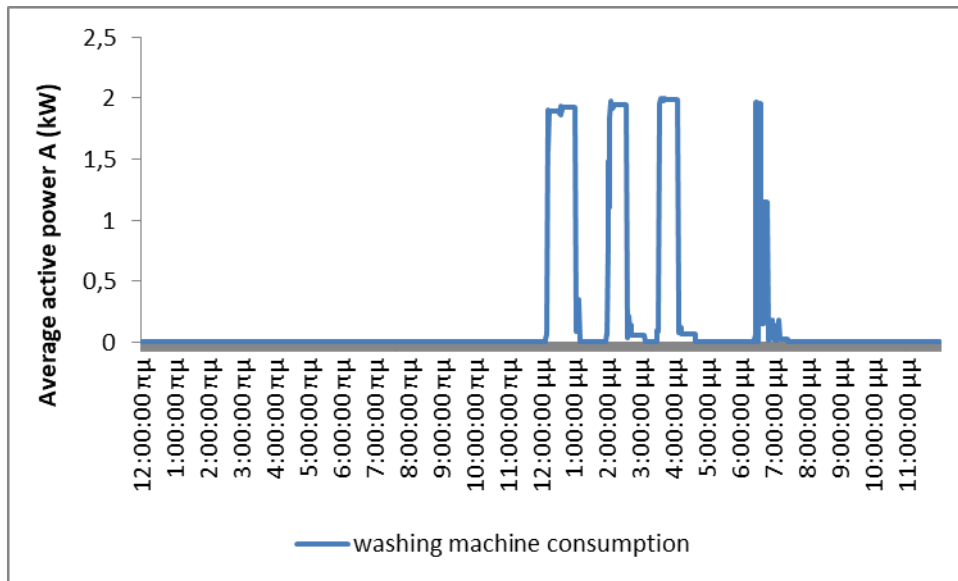
Σχήμα 1.12: Συνολική κατανάλωση οικίας 1/1/2022

Παραπάνω εμφανίζεται η συνολική κατανάλωση της οικίας στις 1/1/2021, και μέσα από το σχεδιάγραμμα προκύπτει πως η μέγιστη κατανάλωση σημειώθηκε στις 12:34πμ με 6.2kW

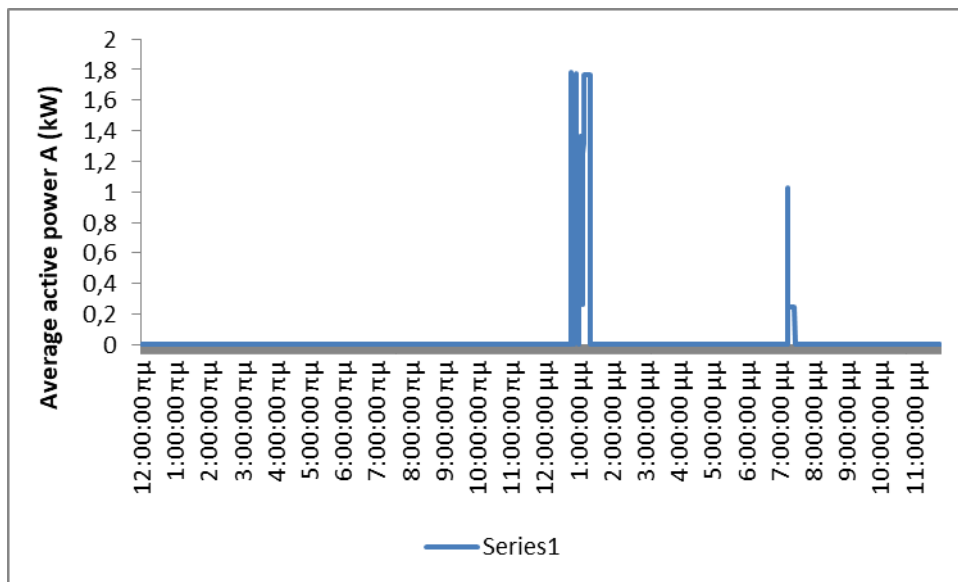
Αναλυτικά η κατανάλωση συσκευών:



Σχήμα 1.13: Κατανάλωση κινητού τηλεφώνου 1/1/2022



Σχήμα 1.14: Κατανάλωση πλυντηρίου ρούχων 1/1/2022



Σχήμα 1.15: Κατανάλωση πιστολάκι μαλλιών 1/1/2022

Στα σχεδιαγράμματα που απεικονίζονται φαίνονται οι μετρήσεις για τις συσκευές την ίδια ημερομηνία 1/1/2022 ,σύμφωνα με τα οποία προκύπτει:

- Κινητό τηλέφωνο παρουσιάζει μέγιστη κατανάλωση 1:03πμ & 7:57μμ με 0,026KW
- Λάμπα φθορισμού δεν υπάρχει απεικόνιση επομένως συμπεραίνουμε πως δεν λειτουργήσε
- Πλυντήριο ρούχων παρουσιάζει μέγιστη κατανάλωση 3:03πμ & 7:00πμ με 2KW
- Πιστολάκι μαλλιών παρουσιάζει μέγιστη κατανάλωση 12:03μμ & 1:00μμ με 1.67KW &&1:00με .1.67κ0,026KW

Συμπερασματικά απο τις δυο ημερομηνίες του Ιανουαρίου την μια τυχαία μέρα του μήνα και την πρωτοχρονία ,προκύπτει πως την ημέρα της πρωτοχρονιάς υπάρχει μαλυτέρη συνολική κατανάλωση απο την τυχαία καθημερινή μέρα και είναι απολύτως λογικό αφού είναι μέρα που όλοι οι καταναλωτες είναι σπιτι.Επίσης μέσα απο τα παραπανω σχεδιαγράμματα βλέπουμε πως όλες σχεδον οι συσκευές λειτουργούσαν στις 1/1/2022 και για αυτό οφείλεται η μεγάλη κατανάλωση.

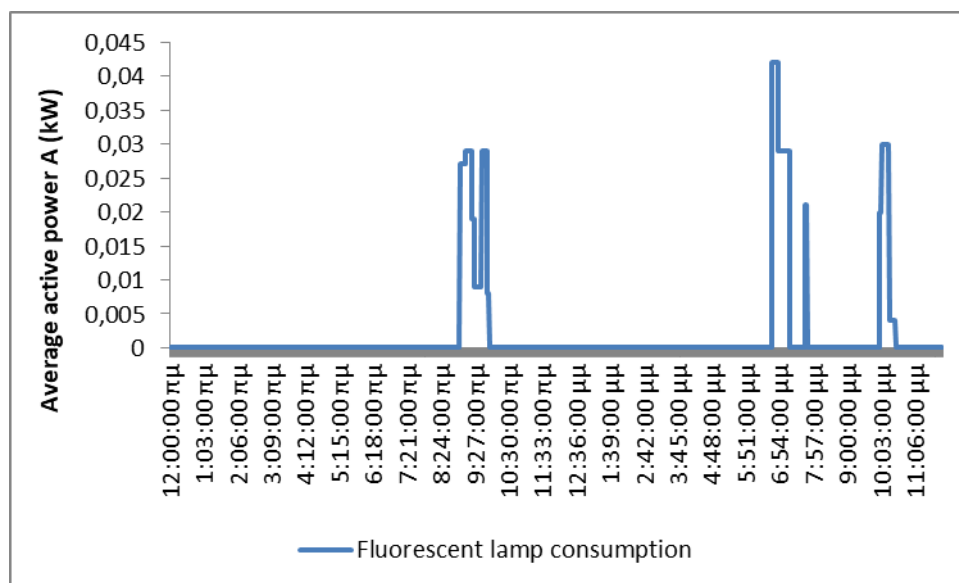
3.4 Διεξαγωγή συμπερασμάτων για τις συσκευές

Ολοκληρώνοντας την αναπαράσταση κυματομορφών για τους μήνες, εύκολα γίνεται διακριτό πως κάποιες συσκευές δεν εμφάνησαν καθόλου κατανάλωση τις συγκεκριμένες ημερομηνίες.Παρακάτω θα παρουσιαστούν σχεδιαγράμματα των αντίστοιχων συσκευών σε άλλες ημερομηνίες,ώστε να μπορέσουν να προκύψουν συμπεράσματα για την καταναλωτική τους συμπεριφορα.

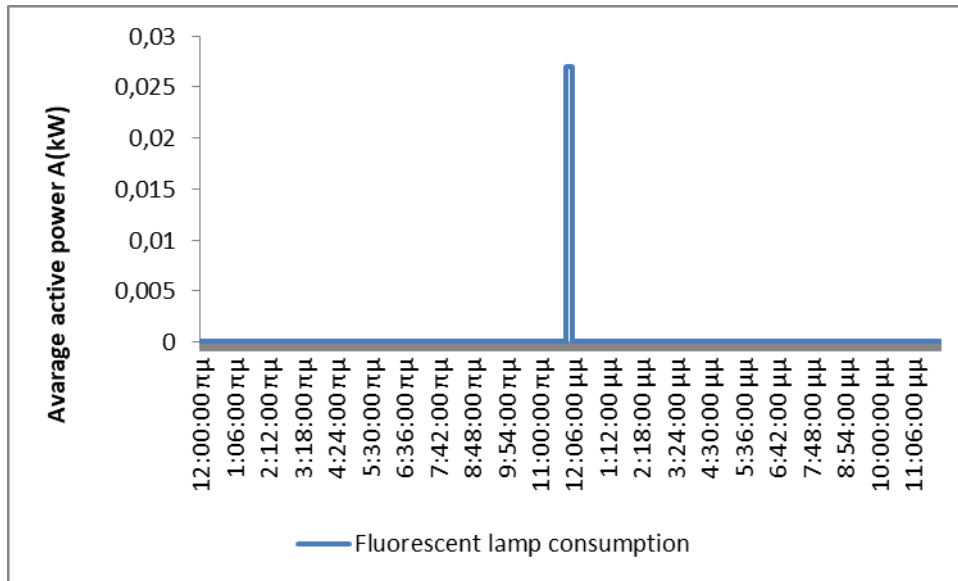
Μέσα απο τις τυχαίες αυτες ημερομηνίες που επιλέχθηκαν παρατηρείται η συχνή αναπαράσταση της κατανάλωσης του κινητού τηλεφώνου.Παρατηρώντας τις ώρες που σημειώνεται η κατανάλωση του κινητού τηλεφώνου είναι κυρίως βραδινές ώρες και απογευματινές,επομένως μπορεί να προκύψει το συμπέρασμα πως σημειώνεται κατανάλωση λόγω φόρτισης κατα τις βραδινές και απογευματινές ώρες,τις ώρες δηλαδή που ο καταναλώτης κοιμάται ή επιστρέφει απο την δουλειά του.

Συμπερασματικά για το πλυντήριο,κατανάλωση παρατηρείται μόνο τον Ιανουάριο(βλ.σχημά 1.7 &1.14) οι ώρες που παρατηρείται η συχνή κατανάλωση είναι κυρίως μεσημεριανές ώρες,γεγονός το οποίο είναι απόλυτα λογικό καθώς κατα τις μεσημεριανές ώρες παρατηρείται και η μέγιστη θερμοκρασία που θα σημειωθεί εντός της μέρα,ώστε να προλάβουν να στεγνώσουν τα ρούχα.Αυτό είναι ένα εύλογο αποτέλεσμα το οποίο μπορεί να προκύψει απο τα σχεδιαγράμματα αυτά.

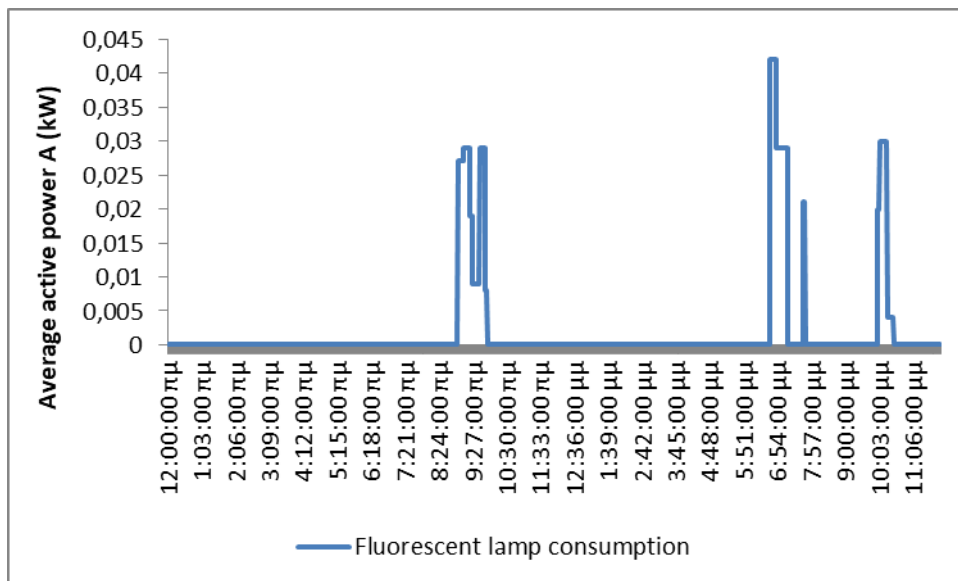
Στην συσκευή της λάμπας φθορισμού δεν παρατηρήσαμε κάποια ένδειξη στα χρονικά διαστήματα που επιλέξαμε ,επομένως μέσω τυχαίων ημερομηνιών που θα προκύψουν σχεδιαγράμματα κατανάλωσης θα διεξαχθούν τα συμπεράσματα μας.



Σχήμα 1.16: Κατανάλωση λάμπα φθορισμού 19/11/2021

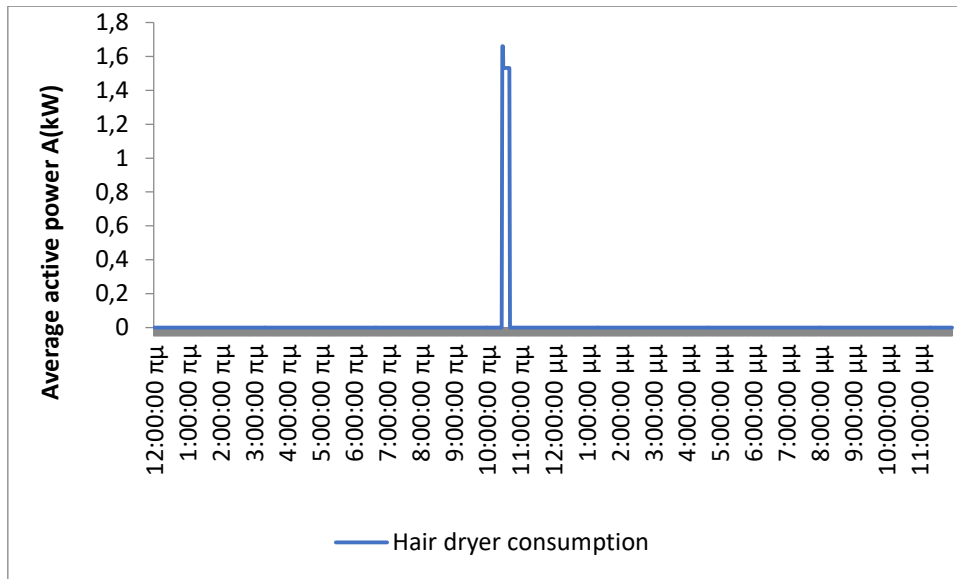


Σχήμα 1.17: Κατανάλωση λάμπα φθορισμού 9/1/2022



Σχήμα 1.18: Κατανάλωση λάμπα φθορισμού 11/1/2022

Αναλύοντας τα τρία σχεδιαγράμματα παραπάνω τα οποία μας φανερώνουν μια καταναλωτική συμπεριφορά της λάμπας φθορισμού, εύκολα μπορεί να διακριθεί πως την μέγιστη κατανάλωση που εμφανίζει η λάμπα είναι 0.4kW, επομένως είναι προφανές ότι είναι ένα φορτίο που δεν καταναλώνει μεγάλη ισχύς επομένως στην κλίμακα της συνολικής κατανάλωσης της οικίας κατέχει πολυ χαμηλή θέση. Οι ώρες που παρατηρείται η κατανάλωση της λάμπας είναι κυρίως απογευματινές ώρες. Άμεσα προκύπτει το συμπέρασμα πως ο καταναλωτής εκείνες τις ώρες βρίσκεται στην εγκατάσταση.



Σχήμα 1.19: Κατανάλωση πιστολάκι μαλλιών 2/12/2021

Σχετικά με την συσκευή του πιστολάκι μαλλιών συγκριτικά με το παραπάνω σχήμα και αυτού που προηγείται (βλ.Σχήμα1.15) παρατηρείται πως η κατανάλωση απο την συγκεκριμένη συσκευή εμφανίζει μέγιστη κατανάλωση 1.8kW ,δεν υπάρχει κάποια επανάληψη σχετικά με το χρονικό διάστημα που παρατηρείται η καταναλωτική συμπεριφορά του φορτίου.

Είναι φανερό πως και το πιστολάκι μαλλιών και η λάμπα φθορισμού είναι δυο φορτία που δεν παίζουν καθοριστικό ρόλο στην συνολική κατανάλωση του σπιτιού.

Καταληκτικά μέσα απο αυτή την πτυχιακή εργασία έγινε σαφής η εννοια του ψηφιακού μετρητή και τα οφέλη που προσφέρει.Συμπληρωματικά με την εργαστηριακή άσκηση μέσω μετρήσεων που λήφθηκαν και των σχεδιαγραμμάτων που δημιουργήθηκαν ,έγινε κατανοήτη η δυνατότητα του ψηφιακού μετρητή και πως αυτός μας υπογραμμίζει την κατανάλωση της οικίας μας με σκόπο την μείωση της κατανάλωσης και συνεπώς την άμμεση οικονομία του καταλώτη.

ΑΝΑΦΟΡΕΣ

- [1] http://matrix.dte.us.es/grupotais/images/articulos/berhanu_itrevolutions.pdf
- [2] (Hui & Zhen-hua, 2016) (eds.)
- [3] M. R. Hossain, A. M. Than and A. B. M. Shawkat Ali, "Evolution of Smart grid and some pertinent issues," in 20th Australasian Universities Power Engineering Conference (AUPEC), 2010, pp.1-6.
- [4]<http://www.investopedia.com/terms/s/standarddeviation.asp#axzz28GofaIjT>
- [5] S. Ahmad, —Smart Metering and home automation solutions for the next decade, in International Conference on Emerging Trends in Networks and Computer Communications (ETNCC), 2011, pp. 200–204.
- [6] Vadda & Seelam, 2013
- [7] <https://meazon.com/total-harmonic-distortion-by-meazon/>

ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ

- Campbell G, Foster R. Fourier Integrals for Practical Applications. New York: D. Van Nostrand Company Incorporated, 1948
-
- Wilczyński E. Total apparent power of the electrical system for periodic, deformed waveforms. IEE Proceedings–Electric Power Applications, 2000, 147(4): 281–285
-
- Fassbinder S. Power Quality Application Guide. Harmonics: Capacitors in Harmonic-Rich Environments. Dusseldorf: Deutsches Kupferinstitut, 2004
-
- Folland G B. Real Analysis: Modern Techniques and Their Applications, 2nd ed. New York: Wiley, 1999
-
- Volokhin V, Diahovchenko I, Kurochkina V, Kanalik M. The influence of nonsinusoidal supply voltage on the amount of power consumption and electricity meter readings. Energetika, 2017, 63(1): 1–7
-
- Benchabane F, Titaouine A, Bennis O, Yahia K, Taibi D. Direct field oriented control scheme for space vector modulated AC/DC/AC converter fed induction motor. Frontiers in Energy, 2012, 6(2): 129–137
-
- Altomonte, A., Arena, F., Riccio, M., & Irace, A. (2021, November 1). A New Three-Phase Smart Meter for Cloud Connection: Network Architecture and Performances. Engineering Proceedings .
- Alwaisi, Z., & Agyeman, M. (2018, September). On the Challenges and Opportunities of Smart Meters in Smart Homes and Smart Grids. Conference: the 2nd International Symposium .
- Bai, J., Lin, F., Yang, X., Zuo, J., Cheng, Y., & Yu, C. (2016). Digital Metering System of New Generation Smart Substation in China . MATEC Web of Conferences .

-
- Bishop, O. (2001). Test equipment. *Understand Electronics (Second Edition)* , σσ. 144-153.
 - Hui, X., & Zhen-hua, L. (2016). Analysis of Present State of the Digital Power Meter Field Calibration Technology. *MATEC Web of Conferences* 61 .
 - Imran, M., Saleem, M., Haider, A., & Iftikhar, Z. (2021, December 22). Design and Development of a Power Quality Based Digital. *Engineering Proceedings* .
 - Mogles, N., Walker, I., González, A., Lee, J., Natarajan, S., Padget, J., και συν. (2017, November 15). How smart do smart meters need to be? *Building and Environment* Volume 125 , σσ. 439-450.
 - Morris, A., & Langari, R. (2021). Display, recording and presentation of measurement data. *Measurement and Instrumentation (Third Edition)* , σσ. 275-322.
 - Ndinechi, M., Ogungbenro, O., & Okafor, K. (2011, September). Digital Metering System: A Better Alternative for Electromechanical Energy Meter in Nigeria. *International Journal of Academic Research* Volume 3, Issue 5 .
 - Sharma, N., Kumar, P., Singh, N., & Mehta, U. (2017). Digital energy monitor: design, simulations and prototype. *The South Pacific Journal of Natural and Applied Sciences* Volume 35, Issue 2 , σσ. 45-52.
 - Vadda, P., & Seelam, S. (2013, May). Smart Metering for Smart Electricity Consumption. School of Computing, Blekinge Institute of Technology

