



**ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ
ΑΙΓΑΙΟΥ**

Τμήμα Ναυτιλίας και
Επιχειρηματικών Υπηρεσιών

&

**ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ
ΔΥΤΙΚΗΣ ΑΤΤΙΚΗΣ**

Τμήμα Μηχανικών Βιομηχανικής
Σχεδίασης και Παραγωγής



ΔΙΔΡΥΜΑΤΙΚΟ

ΠΡΟΓΡΑΜΜΑ ΜΕΤΑΠΤΥΧΙΑΚΩΝ ΣΠΟΥΔΩΝ

«ΝΕΕΣ ΤΕΧΝΟΛΟΓΙΕΣ ΣΤΗ ΝΑΥΤΙΛΙΑ ΚΑΙ ΤΙΣ ΜΕΤΑΦΟΡΕΣ»

ΤΙΤΛΟΣ

Έρευνα Έξυπνων Μετρητών στο λιμάνι του Πειραιά

ΤΙΤΛΟΣ ΑΓΓΛΙΚΑ

Research of Smart Meters in Piraeus Port

Όνοματεπώνυμο Σπουδαστή:

Παπαδόπουλος Χρήστος

Όνοματεπώνυμο Υπεύθυνου Καθηγητή:

Νικητάκος Νικήτας

ΔΙΑΤΡΙΒΗ

ΟΚΤΩΒΡΙΟΣ 2018



**ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ
ΑΙΓΑΙΟΥ**

Τμήμα Ναυτιλίας και
Επιχειρηματικών Υπηρεσιών

&

**ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ
ΔΥΤΙΚΗΣ ΑΤΤΙΚΗΣ**

Τμήμα Μηχανικών Βιομηχανικής
Σχεδίασης και Παραγωγής



ΤΙΤΛΟΣ

Έρευνα Έξυπνων Μετρητών στο λιμάνι του Πειραιά

ΟΝΟΜΑ ΦΟΙΤΗΤΗ

Παπαδόπουλος Χρήστος

**Μεταπτυχιακή Διατριβή που υποβάλλεται στο καθηγητικό σώμα για την μερική
εκπλήρωση των υποχρεώσεων απόκτησης του μεταπτυχιακού τίτλου του
Διδρυματικού Προγράμματος Μεταπτυχιακών Σπουδών «Νέες Τεχνολογίες στη
Ναυτιλία και τις Μεταφορές» του Τμήματος Ναυτιλίας και Επιχειρηματικών
Υπηρεσιών του Πανεπιστημίου Αιγαίου και του Τμήματος Μηχανικών
Βιομηχανικής Σχεδίασης και Παραγωγής του Πανεπιστημίου Δυτικής Αττικής**



ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ ΑΙΓΑΙΟΥ

Τμήμα Ναυτιλίας και
Επιχειρηματικών Υπηρεσιών

&

ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ ΔΥΤΙΚΗΣ ΑΤΤΙΚΗΣ

Τμήμα Μηχανικών Βιομηχανικής
Σχεδίασης και Παραγωγής



Δήλωση συγγραφέα διπλωματικής διατριβής

Ο κάτωθι υπογεγραμμένος Παπαδόπουλος Χρήστος, του Γεωργίου, με αριθμό μητρώου 47 φοιτητής του Διδρυματικού Προγράμματος Μεταπτυχιακών Σπουδών «Νέες Τεχνολογίες στη Ναυτιλία και τις Μεταφορές» του Τμήματος Ναυτιλίας και Επιχειρηματικών Υπηρεσιών του Πανεπιστημίου Αιγαίου και του Τμήματος Μηχανικών Βιομηχανικής Σχεδίασης και Παραγωγής του Πανεπιστημίου Δυτικής Αττικής, δηλώνω ότι: *«Είμαι συγγραφέας αυτής της μεταπτυχιακής διπλωματικής διατριβής και ότι κάθε βοήθεια την οποία είχα για την προετοιμασία της είναι πλήρως αναγνωρισμένη και αναφέρεται στην διατριβή. Επίσης έχω αναφέρει τις όποιες πηγές από τις οποίες έκανα χρήση δεδομένων, ιδεών ή λέξεων, είτε αυτές αναφέρονται ακριβώς είτε παραφρασμένες. Επίσης βεβαιώνω ότι αυτή η διατριβή προετοιμάστηκε από εμένα προσωπικά ειδικά για τη συγκεκριμένη μεταπτυχιακή διπλωματική διατριβή».*

Ο δηλών Παπαδόπουλος Χρήστος

Ημερομηνία 25/10/2018



**ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ
ΑΙΓΑΙΟΥ**

Τμήμα Ναυτιλίας και
Επιχειρηματικών Υπηρεσιών

&

**ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ
ΔΥΤΙΚΗΣ ΑΤΤΙΚΗΣ**

Τμήμα Μηχανικών Βιομηχανικής
Σχεδίασης και Παραγωγής



«Αφιερωμένο στην Οικογένεια μου»



Περίληψη

Ο σκοπός αυτής της εργασίας αφορά την Έρευνα και Εγκατάσταση έξυπνων μετρητών στο λιμάνι του Πειραιά. Η *μεθοδολογία* της έρευνας θα στηριχθεί κυρίως σε *δευτερογενή δεδομένα* όσο αφορά το θεωρητικό κομμάτι και την μελέτη ενώ σε *πρωτογενή δεδομένα* θα στηριχθεί το κομμάτι της αξιολόγησης-επιλογής και εγκατάστασης των έξυπνων μετρητών. Αρχικά η έρευνα θα κλιμακωθεί σε τρία μέρη. Το πρώτο μέρος θα αποτελείται από μια ιστορική αναδρομή των μετρητών από το παρελθόν στο μέλλον, χρήσεις των έξυπνων μέσων αλλά και πως επηρεάζουν την ζωή του ανθρώπου. Θα υπάρχει αναφορά ως προς τη θέση που παίρνει ο δημόσιος διανομέας ηλεκτρικής ενέργειας πάνω στο θέμα και τι μελλοντικά σχέδια υπάρχουν πάνω σε αυτό. Εν συνέχεια, στο δεύτερο μέρος θα θιχτούν θέματα που αφορούν *τα έξυπνα δίκτυα λιμένων* καθώς και τα όποια θέματα αφορούν επικοινωνία, παραγωγή, ενέργεια, λειτουργία και περιορισμούς-εμπόδια που υπάρχουν σε ένα έξυπνο σύστημα λιμανιού. Τέλος το τρίτο και τελευταίο κομμάτι της έρευνας θα αποτελεί το συνδυαστικό κρίκο των όλων όσον έχουν ειπωθεί, για να ολοκληρωθεί η έρευνα. Η *αξιολόγηση* και ο *τρόπος μελέτης των φορτίων στο λιμάνι του Πειραιά* (σε ακαδημαϊκό-μεταπτυχιακό πλαίσιο)για την επιλογή του σωστού έξυπνου μετρητή ενέργειας και της σωστής εγκατάστασης του θα είναι ένα μείζων θέμα που απαιτεί ιδιαίτερη προσοχή και επιμέλεια.

Λέξεις-Κλειδιά: Εξέλιξη μετρητών, Πιλοτικό πρόγραμμα διανομής ηλεκτρικής ενέργειας, Έξυπνο Δίκτυο Λιμένων, Διανομή και Διαχείριση ηλεκτρικής Ενέργειας Λιμένων, Έρευνα έξυπνων μετρητών λιμένων



ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ
ΑΙΓΑΙΟΥ

Τμήμα Ναυτιλίας και
Επιχειρηματικών Υπηρεσιών

&

ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ
ΔΥΤΙΚΗΣ ΑΤΤΙΚΗΣ

Τμήμα Μηχανικών Βιομηχανικής
Σχεδίασης και Παραγωγής



Abstract

The aim of this task is the Research-Investigation and Installation of Smart Meters in Piraeus Port. The research methodology will be based on secondary sources for the theoretical part and the investigation, evaluation, and installation of smart meters will be based on primary sources. Initially the research will be scaled in three parts. The first part is comprised the historical background of how energy meters have evolved nowadays. It will also refer to utilities of smart grids and how they could influence people lives. There will be also a reference to Public Distributor due to smart meters and if there are plans for evolution in the foreseeable future. In the second part, there is a commentary on the verge of smart grid in ports. Important issues such as communication, production, energy, operation, and limitations-obstacles have to be notified in a smart grid port on the grounds that they can influence general energy consumption. Eventually, last but not least one of the most important issues in the final part is to choose the suitable equipment of smart meter for Piraeus port. The assessment, and the way of research that have used, based on the individuals electrical loads, will be too critical for the whole infrastructure.

Keywords: Energy Meter Evolution, Pilot Program of Energy Distributor, Smart Grid Port, Energy Distribution and Management in Ports, Research of Smart meters in ports



ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ ΑΙΓΑΙΟΥ

Τμήμα Ναυτιλίας και
Επιχειρηματικών Υπηρεσιών

&

ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ ΔΥΤΙΚΗΣ ΑΤΤΙΚΗΣ

Τμήμα Μηχανικών Βιομηχανικής
Σχεδίασης και Παραγωγής



Ευχαριστίες

Η παρούσα διπλωματική εργασία εκπονήθηκε στα πλαίσια του ΠΜΣ «*Νέες Τεχνολογίες στην Ναυτιλία και τις Μεταφορές και ειδικότερα για Μηχανικούς Αυτοματισμού*» του Πανεπιστημίου Δυτικής Αττικής του τμήματος Αυτοματισμού και Πανεπιστημίου Αιγαίου. Αισθάνομαι ιδιαίτερη ευγνωμοσύνη και χαρά και θα ήθελα να μοιραστώ αυτή την ιδιαίτερη στιγμή με ανθρώπους που συνέβαλαν καταλυτικά στην επιτυχία μου αυτή. Για αυτό τον λόγο θέλω να ευχαριστήσω συναδέλφους μηχανικούς του Δ.Ε.Δ.Δ.Η.Ε , Δ.Ε.Η , και Ο.Λ.Π Πειραιά, καθηγητές και εργαζομένους ενεργειακών κλάδων και κυρίως τον Ηλεκτρολόγο Μηχανικό Πολυτεχνείου Κυρ. Ηλιόπουλο Κωνσταντίνο, Διαχειριστή Εφοδιαστικής Αλυσίδας της εταιρείας “Landis+Gyr” , που συνέβαλαν με οποιοδήποτε τρόπο στην ολοκλήρωση των σπουδών μου και στην πραγματοποίηση της διπλωματικής μου εργασίας. Αρχικά θα ήθελα να ευχαριστήσω τον Διευθυντή του Μεταπτυχιακού και Προϊστάμενο του τμήματος Δρ. Κ. Αλαφοδήμο και τον Δρ. Νικητάκο Νικήτα για την επιλογή του τίτλου της πτυχιακής μου εργασίας και την εύρεση ενός τόσο μεζών θέματος μέσα στο χώρο των νέων τεχνολογιών και δικτύων. Επίσης για την ευκαιρία που μου έδωσαν να επεκτείνω τις γνώσεις μου στο κλάδο των μηχανικών αυτοματισμού, καθώς σχετιζόταν άμεσα με το εν συνεχεία αντικείμενο του προπτυχιακού μου. Τέλος, θα ήθελα να ευχαριστήσω τον επιβλέπων καθηγητή της διπλωματικής μου Δρ. Δημήτρη Παπαχρήστο για την ουσιαστική και καθημερινή βοήθεια του, τις σημαντικές υποδείξεις και διορθώσεις του, οποιαδήποτε ώρα αν ήταν και αυτή. Τέλος, ένα μεγάλο ευχαριστώ στην οικογένειά μου, για τη διαχρονική



ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ ΑΙΓΑΙΟΥ

Τμήμα Ναυτιλίας και
Επιχειρηματικών Υπηρεσιών

&

ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ ΔΥΤΙΚΗΣ ΑΤΤΙΚΗΣ

Τμήμα Μηχανικών Βιομηχανικής
Σχεδίασης και Παραγωγής



τους συμπαραστάση και κυρίως στο συνάδελφο μηχανικό και πατέρα μου
Παπαδόπουλο Γεώργιο για την ηθική στήριξη των επιλογών μου στο μεγάλο ταξίδι
αυτό της εκπαίδευσής μου.

ΠΕΡΙΕΧΟΜΕΝΑ

ΕΥΧΑΡΙΣΤΙΕΣ.....	
ΠΕΡΙΛΗΨΗ.....	
ABSTRACT.....	
ΠΕΡΙΕΧΟΜΕΝΑ.....	
ΚΑΤΑΛΟΓΟΣ ΠΙΝΑΚΩΝ.....	
ΕΙΣΑΓΩΓΗ	
1.1 Σημαντικότητα.....	
1.2 Σκοπός και Στόχοι.....	
1.3 Κλάδος Αναφοράς το Λιμάνι	
1.4 Διάρθρωση Εργασίας.....	
ΘΕΩΡΗΤΙΚΟ ΜΕΡΟΣ	
ΣΥΣΤΗΜΑΤΑ ΜΕΤΡΗΣΗΣ ΕΝΕΡΓΕΙΑΣ	
2.1 Εισαγωγή.....	
2.2 Έξυπνα Δίκτυα και η τεχνολογία του “Automatic Meter Reading.....	
2.3 Συστήματα Επικοινωνίας στο Έξυπνο Δίκτυο.....	
2.4 Ο ρόλος των έξυπνων μετρητών σε καταναλωτές Χαμηλής-Μέσης Τάσης	
2.5 Πλεονεκτήματα και Μειονεκτήματα έξυπνων μετρητών.....	
2.6 Έργα και Δράσεις Δ.Ε.Δ.Δ.Η.Ε	
2.7 Ευρωπαϊκά “Standards” και Επενδύσεις.....	
2.8 Σύνοψης.....	
ΤΟ ΕΞΥΠΝΟ ΛΙΜΑΝΙ	
3.1 Εισαγωγή.....	
3.2 Αρχές λιμανιού και Δραστηριότητες.....	



3.3 Περιγραφή και Λειτουργία.....	
3.4 Γένεση και Παραγωγικότητα.....	
3.5 Περιορισμοί και Επιρροές.....	
3.6 Διαχείριση Ενέργειας	
3.7 Μεταφορά Ενέργειας.....	
3.8 Έλεγχος Μετρήσεων και Παρακολούθηση.....	
3.9 Επίπεδα Τεχνολογίας και Αυτοματισμού.....	
3.10 Σύνοψης.....	
ΠΕΙΡΑΜΑΤΙΚΟ ΜΕΡΟΣ	
ΣΧΕΔΙΑΣΗ ΕΞΥΠΙΝΟΥ ΜΕΤΡΗΤΗ ΣΕ ΛΙΜΑΝΙ.....	
4.1 Εισαγωγή.....	
4.2 Πεδίο Εφαρμογής.....	
4.3 Γενική Περιγραφή Μετρητή.....	
4.4 Μετρητικό Σύστημα.....	
4.5 Επεξεργασία Σήματος και Μετατροπή.....	
4.6 Μορφοποίηση Μετρούμενων Ποσοτήτων.....	
4.7 Μέτρηση Καταναλώσεων Λιμένα.....	
4.8 Έλεγχος Ρεύματος, Υπέρτασης, Υπότασης.....	
4.9 Επικοινωνία και Εργαλεία Λογισμικού	
4.10 Σύνοψης.....	
ΚΑΤΑΣΚΕΥΗ ΕΞΥΠΙΝΟΥ ΜΕΤΡΗΤΗ ΣΕ ΛΙΜΑΝΙ	
5.1 Εισαγωγή.....	
5.2 Μηχανική Κατασκευή.....	
5.3 Συνδεσμολογία.....	
5.4 Προβολή Δεδομένων.....	
5.5 Συντήρηση.....	
5.6 GSM / GPRS Modem.....	
5.7 Συνδέσεις Διαγραμμάτων CU-P40/CU-P41/CU-P42	
5.8 Κεντρική Όψη Πλακέτας GSM/ GPRS.....	
5.9 Εγκατάσταση/ Απεγκατάσταση Κάρτας SIM και κεραίας.....	
5.10 Σύνοψης.....	
ΤΕΛΙΚΑ ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ ΚΑΙ ΠΡΟΤΑΣΕΙΣ	
6.1 Πρακτικές Εφαρμογές.....	
6.2 Μελλοντική Έρευνα.....	
6.3 Περιορισμοί Έρευνας.....	
7 ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ.....	



ΚΑΤΑΛΟΓΟΣ ΠΙΝΑΚΩΝ

Σχήμα 1 : Εφαρμογές Λογισμικού για την εισχώρηση ηλεκτρικών συσκευών σε έξυπνα δίκτυα.	
Εικόνα 1: Συμβατικοί επαγωγικοί-μηχανικοί μετρητές	
Σχήμα 2: “Ακτινικό δίκτυο” (Tony Flick, Justin Morehouse)	
Εικόνα 2: Μετρητής Άεργους Ισχύος	
Σχήμα 3: “Δίκτυο δίχτυ” (Tony Flick, Justin Morehouse)	
Εικόνα 3:	
Σχήμα 4: Δίκτυο “Επανάληψης” (Tony Flick, Justin Morehouse)	
Εικόνα 4: Συστοιχία μονοφασικών μετρητών 2 αγωγών του Δ.Ε.Δ.Δ.Η.Ε	
Σχήμα 5: Βασικό διάγραμμα έξυπνου δικτύου (Tony Flick, Justin Morehouse)	
Εικόνα 5: Φορητός Καταχωρητής του μετρητή της Δ.Ε.Δ.Δ.Η.Ε	
Σχήμα 6: Αναλογικός υπολογισμός ενεργού σήματος από πτυχιακή Μετσόβιου Πολυτεχνείου	
Εικόνα 6: Πλατφόρμα έξυπνου δικτύου (AMI) με χρήση διαφόρων τεχνολογιών επικοινωνίας	
Σχήμα 7: Block Diagram δομικών μερών έξυπνου μετρητή από πτυχιακή Μετσόβιου Πολυτεχνείου	
Εικόνα 7: Έξυπνος Μετρητή από βιβλίο Securing the Smart Grid Next Generation , Power Grid Security	
Σχήμα 8: Μελλοντικό έξυπνο Δίκτυο επικοινωνίας από Smart Grid technology and Applications	
Εικόνα 8-1: Σύστημα παρακολούθησης ποιότητας Δ.Ε.Δ.Δ.Η.Ε από πρόγραμμα Standard	
Εικόνα 8-2: Σύστημα παρακολούθησης ποιότητας Δ.Ε.Δ.Δ.Η.Ε από πρόγραμμα Standard	
Σχήμα 9: Μετατροπή αναλογικού σε ψηφιακό σήμα μετάδοσης από βιβλίο Smart Grid technology And Applications	
Εικόνα 9: Γεωγραφικές Περιοχές Πιλοτικού Έργου Δ.Ε.Δ.Δ.Η.Ε	
Σχήμα 10: Ημερήσια Καμπύλη Α.Π.Ε (φ/β) Δ.Ε.Δ.Δ.Η.Ε από πρόγραμμα Standard	
Εικόνα 10: Σύγκριση Τεχνολογιών PLC από ευφυή συστήματα Δ.Ε.Δ.Δ.Η.Ε με κύρια πηγή A. Bonnet, ST. Electronics	



Σχήμα 11: Μηνιαίες Καμπύλες Ενεργού και Άεργου ισχύος Κατανάλωσης Δ.Ε.Δ.Δ.Η.Ε από πρόγραμμα Standard	
Εικόνα 11: Μοντέλο OSI από πηγή Wikipedia	
Εικόνα 11-1: Δομή Έρευνας από το άρθρο προοπτικές Έξυπνου λιμανιού του Hans Smit	
Σχήμα 12: Καμπύλη ετήσια Ενεργού ισχύος Καταναλωτή Δ.Ε.Δ.Δ.Η.Ε από πρόγραμμα Standard	
Εικόνα 12: Παρουσίαση έρευνας Alexio Picco τεχνικού διοίκησης Widermos στον τομέα διοικητικής μέριμνας στην εισχώρηση υπηρεσίας syncromodality	
Σχήμα 13: : Εικόνα από διαχείριση ενέργειας προμήθειας και σε εγκαταστάσεις παραγωγής ενέργειας, άρθρο “Siemens Innovative – integrated Power Distribution	
Εικόνα 13: Το μεγαλύτερο φορτηγό πλοίο στον κόσμο Maersk Triple E-class container	
Σχήμα 14: Μονογραμμικό Σχέδιο τροφοδοτικής αλυσίδας κέντρου ισχύος “Siemens Innovative Integrated Power Distribution	
Εικόνα 14: Εικόνα για την αλλαγή στις γενιές λιμένων από άρθρο “Deloitte Port Services	
Σχήμα 15: : Εξοπλισμός Μέσης Τάσης τροφοδοτεί μέσω διακοπών ισχύος μετασηματιστές και αυτοί μέσω διακοπών δίνουν φορτίο σε διανομείς χαμηλής τάσης “Siemens Innovative – Integrated Power Distribution	
Εικόνα 15: Δίκτυο λιμένα , διαχείριση ενέργειας ανάλογα με τις ανάγκες από άρθρο Siemens Innovative Power Distribution	
Σχήμα 16: Μετρητικά όργανα στην διανομή ηλεκτρικής ισχύος	
Σχήμα 16-1: Σχηματικό διάγραμμα ροής μετρητών ZMD και ZFD	
Σχήμα 16.2 : Κύκλωμα και φωτογραφία από έναν οπτοζεύκτη LED-Τρανζίστορ	
Σχήμα 16.3: “Διάγραμμα ροής μετρητικού συστήματος από μετρητές Landis+Gr”	



Εικόνα 16: : Γραφικές Παραστάσεις Ενέργειας-Χρόνου για την Μείωση, Ανάπτυξη και Διαχείριση Ενέργειας σε έξυπνα δίκτυα ,άρθρο “Siemens Innovative – Integrated Power Distribution	
Σχήμα 17: Μετρητικός πίνακας μεταβλητών μοντέλων μετρητή Landis+Gr	
Εικόνα 17: Σύνδεση τοπικού δικτύου σε πλοία που είναι δεμένα σε λιμάνι “ Siemens Innovative –Integrated Power Distribution	
Σχήμα 18: Τύπος μετρητικού συστήματος για ZMD400AR/CR	
Εικόνα 18: Χαρακτηριστικά πλοίων ανάλογα με τον τύπο πλοίου από το άρθρο “Shore-to-Ship Power Smart Port,	
Σχήμα 19: Τύπος μετρητικού συστήματος για ZFD400AR/CR	
Εικόνα 19: Απαραίτητα ηλεκτρολογικά δομοστοιχεία σε έξυπνο λιμάνι εικόνα από Siemens Innovative –Integrated Power Distribution	
Σχήμα 20: Θεώρημα επεξεργαστή διαδικασίας σήματος	
Σχήμα 20-1: Υπολογισμός Ισχύος	
Εικόνα 20: Η διαδικασία του “Instrumentation και Ελέγχου από Siemens Innovative – Integrated Power Distribution	
Σχήμα 21: : Μέτρηση χρόνου, για περιστρεφόμενο πεδίο συχνότητας, και γωνία φάσης	
Εικόνα 21: Πίνακας με αρχικά δεδομένα από Δ.Ε.Δ.Δ.Η.Ε	
Σχήμα 22: Συνολική Ενεργός Ισχύς	
Εικόνα 22: Πίνακας με μεταβλητές αναζήτησης	
Σχήμα 23: Συνολική Άεργος Ισχύς	
Εικόνα 23: Μετρητής με ανοιχτό μπροστινό παραθυρόφυλλο	
Σχήμα 24: Μέτρηση Ισχύος στα τέσσερα τεταρτημόρια	
Εικόνα 24: : Μετρητής ZxD400xR	
Σχήμα 25: Συνολική φαινόμενη ισχύς σύμφωνα με τον πρώτη μορφή υπολογισμού φαινόμενης ισχύος	
Εικόνα 25: Κύρια μπροστινή πλακέτα μετρητή “ZMD400CR	
Σχήμα 26: Συνολική φαινόμενη ισχύς σύμφωνα με το δεύτερο υπολογισμό φαινόμενης ισχύος σε μοντέλα μετρητών ZMD/ZFD 400CR	
Εικόνα 26: Πλακέτα πρόσοψης κοστολόγησης “ZxD400CR”	
Σχήμα 27: Υπολογισμός Ουδετέρου-Φορτίου I0	
Εικόνα 27: Μετρητής “ ZxD400CR” αφαιρούμενο το τερματικό κάλυμμα	
Σχήμα 28: Γωνία Φάσης περίπτωση 1	
Εικόνα 28: Βασική Απεικόνιση Οθόνης “LCD”	



Σχήμα 29: Γωνία Φάσης περίπτωση 2	
Εικόνα 29: Ποσοστά μετρητικού πίνακα Landis+Gr για μοντέλα ZMD400xR/ZFD400xR	
Σχήμα 30: Αλγόριθμος ελέγχου ρεύματος και υπέρτασης από ηλεκτρονικό μετρητή “GAMA 300”	
Εικόνα 30: Συσκευή Landis+Gr GSM/GPRS	
Σχήμα 31: Αλγόριθμος ελέγχου υπότασης από ηλεκτρονικό μετρητή “GAMA 300”	
Εικόνα 31: Μπροστά όψη συσκευής Landis+Gr GSM/GPRS	
Σχήμα 32: Τερματικό σχέδιο “ZMD400xR	
Εικόνα 32: Βαθμονομημένα PIN υποδοχής “RJ12”	
Σχήμα 33: Συμμετρικό τερματικό σχέδιο “ZMD400xR”	
Εικόνα 33: Συνδέσεις CU-P40 συσκευής CU-P40	
Σχήμα 34: Σύνδεση του μετρητή σε χαμηλή τάση με μετασχηματιστές φορτίου	
Εικόνα 34: Διάγραμμα σύνδεσης επικοινωνίας συσκευής CU-P40	
Σχήμα 35: Σύνδεση τριών αγωγών μετρητή σε τριφασικό δίκτυο	
Εικόνα 35: Συνδέσεις CU-P41	
Σχήμα 36: Σύνδεση τεσσάρων αγωγών μετρητή με σημείου ανοιχτού αστέρα στον μετρητή	
Εικόνα 36: Διάγραμμα σύνδεσης επικοινωνίας συσκευής CU-P41	
Σχήμα 37: Σύνδεση σε μέση και υψηλή τάση τεσσάρων αγωγών μετρητή με σημείο αστέρα συνδεδεμένο	
Εικόνα 37: Συνδέσεις CU-P42	
Σχήμα 38: Σύνδεση σε μέση και υψηλή τάση , τριφασικό τεσσάρων αγωγών δίκτυο	
Εικόνα 38: Διάγραμμα σύνδεσης επικοινωνίας συσκευής CU-P42	
Σχήμα 39: Παράδειγμα τοποθέτησης κεραίας εξωτερικά	
Εικόνα 39: Μπροστινή όψη συσκευής επικοινωνίας GSM/GPRS CU-P4X	
Σχήμα 40: Παράδειγμα τοποθέτησης κεραίας εσωτερικά	
Εικόνα 40 : Σωστή εισαγωγή κάρτας “SIM”	
Εικόνα 41 : Αφαίρεση προστατευτικού μιας χρήσης	
Εικόνα 42 : Εισαγωγή αντάπτορα με “SIM”	



ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ ΑΙΓΑΙΟΥ

Τμήμα Ναυτιλίας και
Επιχειρηματικών Υπηρεσιών

&

ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ ΔΥΤΙΚΗΣ ΑΤΤΙΚΗΣ

Τμήμα Μηχανικών Βιομηχανικής
Σχεδίασης και Παραγωγής



Εισαγωγή

1.1 Σημαντικότητα

Τα δίκτυα διανομής αποτελούν ένα από τα πιο περίπλοκα μέρη του σύγχρονου συστήματος ενέργειας. Από την παραγωγή μέχρι την μεταφορά και την κατανάλωση ενέργειας, η μεγάλη έκταση, η εντυπωσιακή διαμόρφωση καθώς και η



ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ ΑΙΓΑΙΟΥ

Τμήμα Ναυτιλίας και
Επιχειρηματικών Υπηρεσιών

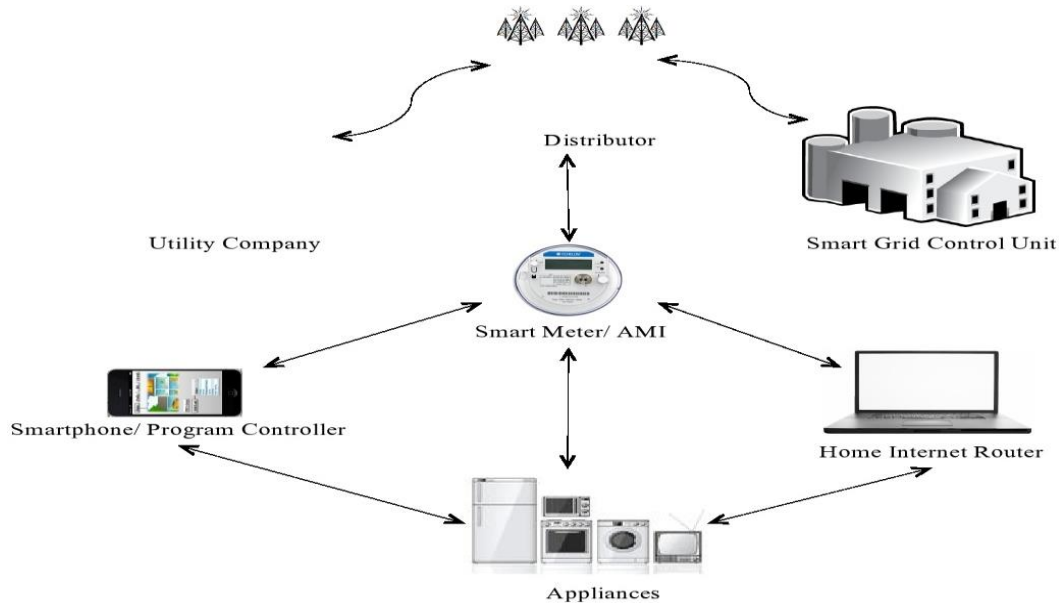
&

ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ ΔΥΤΙΚΗΣ ΑΤΤΙΚΗΣ

Τμήμα Μηχανικών Βιομηχανικής
Σχεδίασης και Παραγωγής



πολυπλοκότητα της κατασκευής τους είναι από τα βασικά χαρακτηριστικά του συγκεκριμένου τμήματος του δικτύου ηλεκτρικής ενέργειας. Η παρακολούθηση και ο έλεγχος ενός τέτοιου συστήματος κρίνεται σκόπιμο να γίνεται κάτω από απαιτητικές και αυστηρές συνθήκες αλλιώς από εκεί προέρχεται και ένα μεγάλο εύρος λαθών όπως είναι οι διακοπές ρεύματος. Τα τελευταία χρόνια η τεχνολογία ως προς την μέτρηση της ενέργειας είναι πολύ εξελίξιμη και αυτό αποδεικνύεται με την χρήση νέων τεχνολογιών όπως αυτή των έξυπνων μετρητών. Μέσω αυτών των συσκευών μας δίνεται η δυνατότητα μέτρησης ενέργειας, ισχύς, τάσης, συχνότητας, ώρας, κατάλληλης διαχείρισης ενέργειας καθώς και δυνατότητα αμφίδρομης επικοινωνίας μέσω τηλεπικοινωνιακών μέσων με κέντρα συλλογής δεδομένων. Οι υπηρεσίες και οι εφαρμογές που μπορούν να προσφέρουν οι έξυπνοι μετρητές στους καταναλωτές χαμηλής και μέσης τάσης δίνει πολλές ευκαιρίες καλής διαχείρισης ενέργειας τόσο στους καταναλωτές όσο και στους προμηθευτές αλλά ακόμα και σε ολόκληρο τον κόσμο, εάν σκεφτούμε εφαρμογές όπως τα έξυπνα σπίτια, έξυπνες συσκευές κ.α.



Σχήμα 1 : Εφαρμογές Λογισμικού για την εισχώρηση ηλεκτρικών συσκευών σε έξυπνα δίκτυα από πηγή [20] .

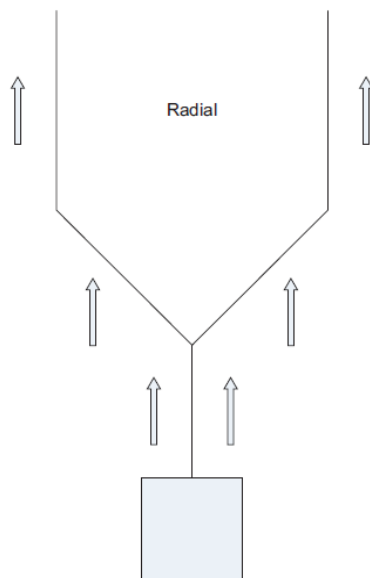
Η κατάσταση στις μετρήσεις ενέργειας των δικτύων διανομής αποτελεί αμφιλεγόμενη διαδικασία, αφότου η έλλειψη πραγματικών μετρήσεων σε διάσπαρτα σημεία του δικτύου είναι κάτι το σύνηθες. Σε διάφορες περιπτώσεις υπολογίζονται εκτιμώμενες τιμές μεγεθών σε σχέση με τις πραγματοποιήσιμες για να διευκολυνθεί η όλη διαδικασία λύσης τέτοιων γεγονότων. Παρόλο αυτά και ο τρόπος αυτός αντιμετώπισης μπορεί να συναντήσει δυσκολίες ή να καταλήξει σε πνεύμα ανακρίβειας σε σύγκριση με την πραγματική κατάσταση τιμών. Για τον λόγο αυτό η δημιουργία αλγορίθμων κρίνεται απαραίτητη, σε αρκετές φορές για να υπάρχει μια άμεση ακρίβεια των φορτίων του συστήματος ως προς την εγκατάσταση ενός on-line μετρητικού συστήματος με χρησιμοποίηση νέων τεχνολογιών αυτοματισμού όπως AMR (Automatic Meter Reading) ή AMI (Advanced Metering Infrastructure).



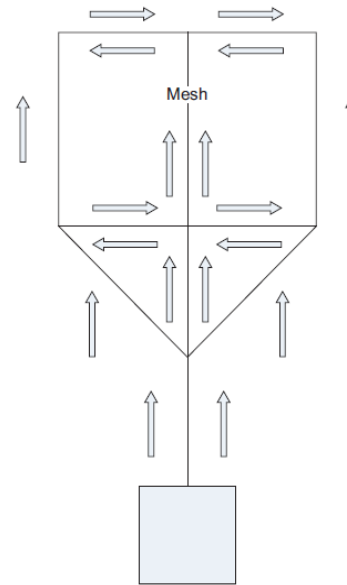
1.2 Σκοπός και Στόχοι

Στην σημερινή εποχή ένα ηλεκτρικό δίκτυο παραγωγής, μετάδοσης και διανομής ηλεκτρικής ενέργειας δεν παύει να είναι ένα πολύπλοκο γενικό δίκτυο. Ο όρος δίκτυο μπορεί να εμπεριέχει όλη την διαδικασία ενέργειας, τον να γεννηθεί ενέργεια από ένα υποσταθμό πρώτων υλών από χρήση άνθρακα, μαζούτ, πυρηνικό σταθμό, γεωθερμικό, και ύδρευσης μέχρι την μετάδοση και την διανομή της ενέργειας. Τα δίκτυα διανομής είναι λιγότερο περίπλοκα δομημένα σε αντίθεση με τα δίκτυα μετάδοσης αφότου τα δίκτυα αυτά πολλές φορές συνδέονται και με άλλα υποδίκτυα για εξυπηρέτηση άλλων πελατών. Έτσι σκοπός είναι με μία πρώτη εκτίμηση να μπορεί κάποιος να δει ότι τα δίκτυα μετάδοσης ενέργειας βρίσκονται σε ένα καθοριστικό σημείο εξυπηρέτησης όσο αφορά την παραγωγή και τέλος τη διανομή και αυτό διότι πρέπει να είναι αυστηρά συγκροτημένα στις απαιτούμενες υποδομές για να αποφευχθούν μεγάλες απώλειες ενέργειας και εξάρσεις ηλεκτρικού ρεύματος που αυτό συνεπάγεται κόστος.

Στις Ηνωμένες Πολιτείες της Αμερικής έχουν δώσει στόχους τοπολογίας όσον αφορά την μεταφορά ενέργειας για να δείξουν το πόσο καλά εξυπηρετούν στο θέμα της μεταφοράς. Το πρώτο ονομάζεται ‘ακτινικό’ δίκτυο ενώ το δεύτερο δίκτυο ‘δίχτυ’ [5]



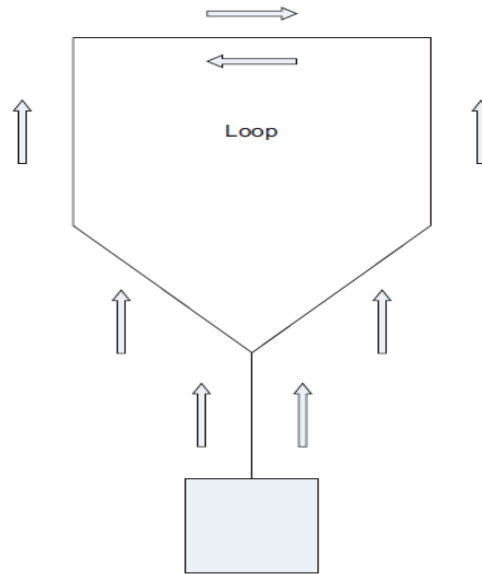
Σχήμα 2: “Ακτινικό δίκτυο” από πηγή [5]



Σχήμα 3: “Δίκτυο δίχτυ” από πηγή [5]

Στο “ακτινικό” δίκτυο η ηλεκτρική ενέργεια που μεταφέρεται από ένα υποσταθμό παρομοιάζεται με την μορφή ενός δέντρου με πολλά κλαδιά και φύλλα. Καθώς η ηλεκτρική ενέργεια μεταφέρεται στις γραμμές ισχύος, η δύναμη της, ή ένταση δηλαδή του ηλεκτρικού ρεύματος πέφτει μέχρι να φτάσει στο τελικό προορισμό. Σε αντίθεση με το δίκτυο “δίχτυ” όπου προσφέρει καλύτερη αξιοπιστία και σταθερότητα στο θέμα της ενέργειας από το προηγούμενο αόφτου κάθε κλαδί και φύλλο του σχήματος 4 μπορεί να προμηθευτεί ενέργεια από κάποια άλλη πλησιέστερη πηγή («ανύψωση τάσης» από κάποιο υποσταθμό). [5]

Στην Ευρώπη όμως το δίκτυο μεταφοράς ενέργειας έχει την μορφή και των δύο αυτών δικτύων που αναφέρθηκαν παραπάνω έχοντας τη μορφή δικτύου λούπας-επανάληψης. Μοιάζει πιο πολύ στο ακτινικό δίκτυο εκτός από το γεγονός ότι κάθε κλαδί του δικτύου έχει δύο διαφορετικά μονοπάτια από τον υποσταθμό κάτι το οποίο το κάνει πιο ανθεκτικό σε προβλήματα ή διαταράξεις.[5]



Σχήμα 4: Δίκτυο “Επανάληψης από πηγή [5]”

1.3 Κλάδος Αναφοράς

Τις τελευταίες δεκαετίες υπάρχει μια τάση για υπερβολική κατανάλωση ενέργειας στα δίκτυα ενέργειας, από την παραγωγή στην μεταφορά-διανομή μέχρι και την κατανάλωση των διάφορων πελατών. Εμείς οι ίδιοι οι άνθρωποι φέρνουμε λόγο ευθύνης γι’ αυτό αλλά και για τις όποιες κλιματικές αλλαγές συνεπάγονται. Απ τις μεγάλες μονάδες παραγωγής, χαρακτηριστικό παράδειγμα μπορεί να αποτελέσει η απελευθέρωση μεγάλου ποσοστού διοξειδίου του άνθρακα (CO_2) ή καύση άλλων πρώτων υλών, μέχρι και τους τελικούς καταναλωτές από την άσκοπη χρήση ηλεκτρικών συσκευών έχουν ως αποτέλεσμα το κόστος αλλά και την αρνητική επίδραση στο περιβάλλον [10]. Με το να ανεβαίνουν οι τιμές στα καύσιμα και στην ενέργεια και να μην μπορεί ο κόσμος να ανταπεξέλθει σε αυτό, πρέπει να γίνουν κάποιες αναδιαρθρώσεις. Για να αντιμετωπιστούν και να αποτραπούν τέτοιου είδους



καταστάσεις θα πρέπει ο κάθε πολίτης να γίνει ενεργός κριτής των πράξεων του αλλά και να αναθεωρηθεί πιο σοβαρά το θέμα της αποταμίευσης ενέργειας.

1.4 Διάρθρωση Εργασίας

Η αποτελεσματική διοίκηση των φορτίων και η μείωση της χαμένης ενέργειας χρειάζονται ακριβής πληροφόρηση ενώ η χρήση των μεγάλων και νέων ανανεώσιμων λύσεων θα βοηθήσει στην ισορροπία προσφοράς ζήτησης. Οι άνθρωποι χρειάζεται να κατανοούν και να διαχειρίζονται την ατομική τους ενέργεια προκειμένου να μπορούν να πάρουν σωστές αποφάσεις και έξυπνες λύσεις για βελτίωση. Εδώ και πολλά χρόνια ενημερώνονται μέσω λογαριασμών οι οποίοι φθάνουν στα σπίτια κάθε μήνα ή δίμηνο ανάλογα είτε αφορά τηλεπικοινωνιακά δίκτυα, αέριο, ενέργεια και ύδρευση. Δείχνοντας πάντα στον καταναλωτή την τελική αθροιστική κατανάλωση ενέργειας σε κόστος, οι χρήστες δεν έχουν πλέον την αίσθηση της δύναμης τους για διαχείριση και αποταμίευση.

Θεωρητικό Μέρος

Συστήματα Μέτρησης Ενέργειας

2.1 Εισαγωγή

Όλες οι εταιρείες, τα σπίτια, οι πολυκατοικίες και διάφοροι άλλοι πάροχοι της δημόσιας ηλεκτρικής ενέργειας έχουν στις εγκαταστάσεις τους ειδικά όργανα μέτρησης ενέργειας, τους επονομαζόμενους επαγωγικούς μετρητές. *Οι μετρητές αυτοί τιμολογούν κατά κύριο λόγο την κατανάλωση ενέργειας του κάθε πελάτη, ενώ οι πληροφορίες και τα δεδομένα που χρησιμοποιούνται σε μεγάλο εύρος διεργασιών*



ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ ΑΙΓΑΙΟΥ

Τμήμα Ναυτιλίας και
Επιχειρηματικών Υπηρεσιών

&

ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ ΔΥΤΙΚΗΣ ΑΤΤΙΚΗΣ

Τμήμα Μηχανικών Βιομηχανικής
Σχεδίασης και Παραγωγής



έχουν να κάνουν, με την διαχείριση του ηλεκτρικού δικτύου[18],[11]. Οι πιο χρησιμοποιούμενοι μετρητές χωρίζονται σε μονοφασικοί και τριφασικοί. Ο τρόπος κατασκευής τους στηρίζεται στην δεξιόστροφη περιστροφή ενός δισκίου που έχουν στο εσωτερικό τους. Ο αριθμός στων στροφών είναι η ένδειξη για την καταναλισκόμενη ηλεκτρική ενέργεια για κάθε περιοχή.



Εικόνα 1: Συμβατικοί επαγωγικοί-μηχανικοί μετρητές από πηγή [18]



Εικόνα 2: Μετρητής Αεργούς Ισχύος από πηγή [18]

Ο τρόπος χρέωσης γίνεται κυρίως μέσω λογαριασμών κάθε μήνα, δίμηνο ή και τετράμηνο ανάλογα με τον τρόπο διαχείρισης της κάθε χώρας. Με μια πρώτη εικόνα βλέπουμε ότι στην μπροστινή όψη του μετρητή βρίσκεται μία ψηφιακή οθόνη όπου εμφανίζεται η αναλογία στροφών στην οποία οι πελάτες μπορούν να δουν την καταναλισκόμενη ηλεκτρική ενέργεια σε kWh[1],[4]. Η αρχή λειτουργίας βασίζεται στην αλληλεπίδραση των μαγνητικών ροών, μία ηλεκτρομαγνητικής έντασης και μίας ηλεκτρομαγνητικής τάσης που ενεργούν πάνω σε ένα δίσκο από αλουμίνιο. Η μία μαγνητική ροή του ηλεκτρομαγνήτη τάσης αφορά την τάση εφαρμογής του καταναλωτή ενώ η άλλη μαγνητική ροή του ηλεκτρομαγνήτη έντασης αφορά την απορρόφηση της έντασης ρεύματος από τον καταναλωτή. Οι δύο αυτοί ηλεκτρομαγνήτες έχοντας σε φασική απόκλιση τις μαγνητικές ροές δημιουργούν ένα στρεφόμενο μαγνητικό πεδίο και έτσι το δισκίο που βρίσκεται στο εσωτερικό αρχίζει να περιστρέφεται. Συνήθως η ταχύτητα με την οποία περιστρέφεται το δισκίο μέσα



στον μετρητή ανταποκρίνεται στην καταναλισκόμενη ενέργεια. Όσο πιο γρήγορη είναι η περιστροφή του δισκίου τόσο μεγάλη είναι και η κατανάλωση ηλεκτρικής ενέργειας, ενώ όσο πιο αργή και σταθερή τόσο πιο μικρότερη είναι η χρέωση. Επίσης σε πολλά δίκτυα εγκαταστάσεων θα συναντήσουμε μετρητές όπου μετράνε μονάδες άεργους ισχύος KVar (reactive units), μονάδες που λέγονται και wattles. Αυτοί οι μετρητές έχουν ένα περιορισμένο φάσμα ικανοτήτων που απεικονίζονται

στις οθόνες τους. Μπορούν να κατευθύνουν τους χρήστες σε πολλά λάθη αφότου έχουν δύο πεδία που δείχνουν διαφορετικές τιμές την ημέρα και την νύχτα όπου ένα ρολόι-μετρητής είναι τοποθετημένο στον κανονικό μετρητή ο οποίος αλλάζει τα πεδία.[18]

Έτσι συνοπτικά προκύπτει ότι οι επαγωγικοί μετρητές για ενεργό, άεργο και φαινόμενη ισχύ φτιάχνονται με :

- Ένα στοιχείο για μονοφασικές παροχές
- Δύο ή Τρία στοιχεία για τριφασικές παροχές τριών ή τεσσάρων αγωγών

Οι μετρητές άεργου ισχύος κατασκευάζονται ως :

- Μονοφασικοί ή τριφασικοί με εσωτερική φασική γωνία 180° ή 0°
- Τριφασικοί με εσωτερική φασική γωνία 90° ή 60°

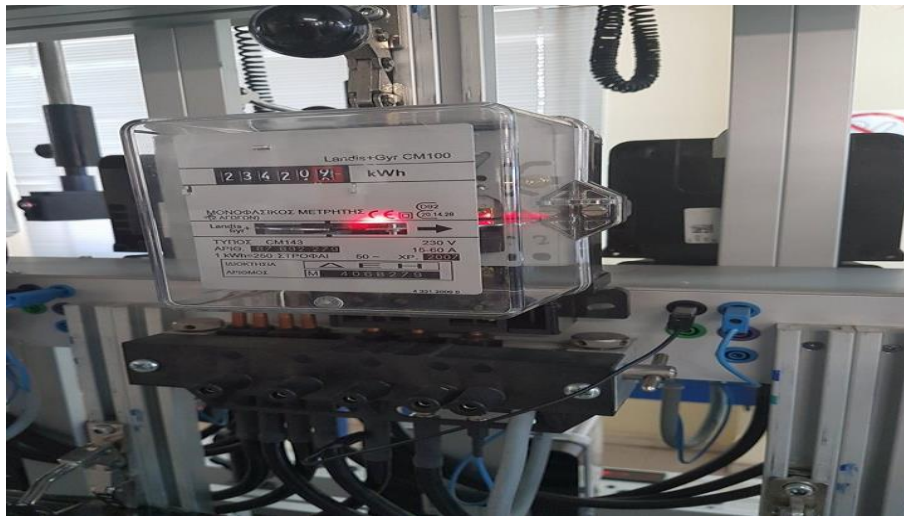
Οι μετρητές για μονοφασικές παροχές είναι των τύπων : 10/40 A, 15/60 A, 230 V, απλού ή διπλού τιμολογίου, κλάσεως ακρίβειας < 2 >. Οι μετρητές για τριφασικές παροχές είναι :

- Τριών στοιχείων 4-αγωγών 3x10/40 A , 3x10/60 A, 3x20/60 A, 3x20/100 A, και 3x50/100 A, σε (230 / 400) V, για άμεση σύνδεση στο δίκτυο χαμηλής τάσης, απλού ή διπλού τιμολογίου, κλάσεως ακρίβειας < 2 >



- Μετρητές με σύνδεση στο δίκτυο χαμηλής τάσης. Τριών στοιχείων 3x10/60 A, 3x20/100 A, 3x50/100 A, και 3x1,5/6 A (μέσω μετασχηματιστών έντασης) στα 230/400 V.
- Τριφασικοί Μετρητές μέσω μετασχηματιστών έντασης συνδέονται στο δίκτυο χαμηλής τάσης. Οι μετρητές αυτοί είναι τριών στοιχείων τεσσάρων αγωγών ή με σύνδεση αστέρα 3x1,5/6 A ή 1/6 A, 230/400 V.
- Μετρητές με δύο στοιχεία και 3 αγωγούς σύνδεση ARON 3x1,5/6 A, 100 V. Η σύνδεση τους γίνεται μέσω δύο μετασχηματιστών τάσεως και δύο εντάσεως στο δίκτυο μέσης τάσης και έχουν κλάση ακρίβειας < 1 >.
- Μετρητές-μεγιστοδείκτες συνδεδεμένοι στο δίκτυο μέσης τάσης. Οι μετρητές αυτοί είναι δύο στοιχείων, 3x1,5/6 A, 100 V

[20],[23]



Εικόνα 3: Μονοφασικός Μετρητής 2 αγωγών Landis +Gyr CM100 , πηγή [18]



Εικόνα 4: Συστοιχία μονοφασικών μετρητών 2 αγωγών, πηγή [18]

Η φόρτιση και η διαφορά φασικής γωνίας των τριών φάσεων μιας τριφασικής παροχής δεν είναι σχεδόν ποτέ ίσες γι' αυτό χρησιμοποιούμε τη διάταξη ARON. Παρόλο αυτά ο τρόπος με τον οποίο περνιούνται τα *δεδομένα των χρεώσεων* από τους μετρητές, γίνεται μέσω από ειδικά μηχανάκια που ονομάζονται καταχωρητές. Οι καταχωρητές αυτοί έχουν σκοπό τους να καταγράφουν την ένδειξη του μετρητή σε χρονικό διάστημα των τεσσάρων μηνών. Ο κάθε επαγωγικός μετρητής έχει το δικό του μηχανάκι καταχώρησης. Το μηχανάκι καταχώρησης αποτελείται από μία οθόνη και από ένα πληκτρολόγιο. Οι πληροφορίες που μπορεί να δίνει ένα μηχανάκι καταχώρησης μπορεί να είναι [20],[23] :

1. Διεύθυνση
2. Αριθμός Παροχής
3. Αριθμός Μετρητή
4. Προηγούμενη ένδειξη
5. Νέα Ένδειξη



6. Διαφορά σε kwh.
7. Για όποια βλάβη συμβεί στον μετρητή



Εικόνα 5 : Φορητός Καταχωρητής του μετρητή, από πηγή [18]

2.2 Τα έξυπνα δίκτυα και η τεχνολογία του “Automatic Meter Reading”

Τα έξυπνα δίκτυα δεν είναι μια μονομερής συσκευή ή μια ομάδα εφαρμογών, ένα δίκτυο ή απλώς μια ιδέα τεχνολογίας. Δεν μπορεί να εκφραστεί σαν μια απλή απάντηση σε μια ερώτηση για το τι μπορεί να είναι ένα έξυπνο δίκτυο. Πολλοί οργανισμοί κατά περιόδους έχουν δώσει μια προσέγγιση στο ζήτημα αυτό ακολουθώντας μια περπατητή ότι τα έξυπνα δίκτυα μπορούν να χαρακτηριστούν από κάτι ξεχωριστό και ιδιαίτερο και αυτό δεν παύει να είναι η χρήση νέων τεχνολογιών. Η χρήση νέων τεχνολογιών επικοινωνίας αλλά και η βέλτιστη πληροφορία μετάδοσης και διανομής ηλεκτρικής ενέργειας από τους προμηθευτές στους



ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ ΑΙΓΑΙΟΥ

Τμήμα Ναυτιλίας και
Επιχειρηματικών Υπηρεσιών

&

ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ ΔΥΤΙΚΗΣ ΑΤΤΙΚΗΣ

Τμήμα Μηχανικών Βιομηχανικής
Σχεδίασης και Παραγωγής



καταναλωτές αντιπροσωπεύει ένα έξυπνο δίκτυο[5]. Επιπλέον η έννοια του έξυπνου δικτύου είναι μια εξελισσόμενη έννοια όσο υπάρχουν και βγαίνουν στην αγορά νέες καινοτομίες και τεχνολογίες. Οι τύποι και η εφαρμογή των ρυθμίσεων των νέων παραμέτρων αλλά και η πρόσβαση στην μετάδοση δεδομένων και πληροφοριών έχουν σημαντική σημασία στην ασφάλεια και χρήση των έξυπνων δικτύων.

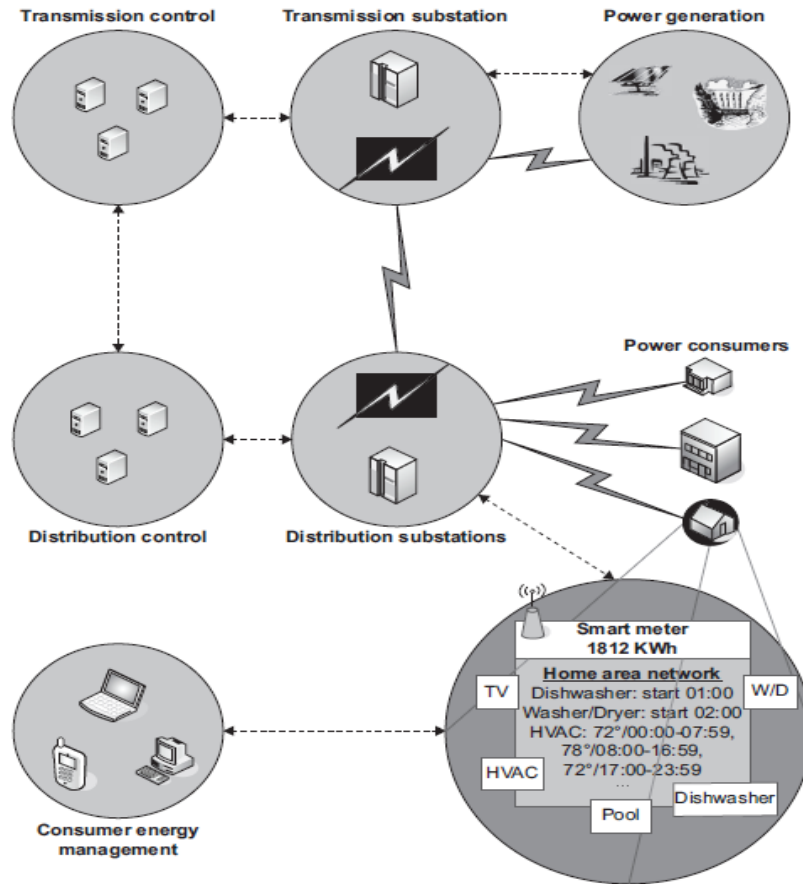
Για να έχουμε επίτευξη των στόχων για μία αξιόπιστη, αποτελεσματική και καθαρή διαδικασία μεταφοράς ενέργειας, τα έξυπνα δίκτυα υιοθετούν ένα συνδυασμό από διαφορετικές τεχνολογίες που αυτές είναι η :

- ❖ Δύο οδοί ενσωματωμένης επικοινωνίας
- ❖ Αναπτυγμένα τεχνολογικά τμήματα ηλεκτρικών κυκλωμάτων
- ❖ Αναπτυγμένοι τρόποι ελέγχου συστημάτων
- ❖ Αισθητήρια όργανα και μέτρηση συστημάτων νέων τεχνολογιών

- ❖ Βελτιωμένα κυκλώματα διασύνδεσης νέων συσκευών αποφάσεις και υποστήριξης

- ❖ Εφαρμοσμένες Καινοτομίες τεχνολογιών πάνω στα έξυπνα δίκτυα.

[5],[23],[22]



Σχήμα 5 : Βασικό διάγραμμα έξυπνου δικτύου από πηγή [5]

Δύο οδοί ενσωματωμένης επικοινωνίας :

Ο τρόπος αυτός ανοίγει ένα καινούργιο κόσμο για τη σχέση προμηθευτή καταναλωτή και αυτό οφείλεται στην καταγραφή και παρακολούθηση των στοιχείων σε ένα έξυπνο δίκτυο από τον ίδιο τον καταναλωτή. Αυτός ο τρόπος διαχείρισης δίνει αρκετές λειτουργίες στα χέρια του χρήστη να ελέγχει ένα

μικρότερο υποδίκτυο. Εφαρμογές διαφορετικών έξυπνων υποδικτύων θα απασχολήσουν διαφορετικές τεχνολογίες αλλά θα απαιτούν ένα κοινό ενιαίο δίκτυο για μεταφορά δεδομένων[5]. Τα έξυπνα δίκτυα χρησιμοποιούν τεχνολογίες ιστού



διαδικτύου που εφαρμόζονται στην ανάπτυξη των AMR (automatic-meter-reading), στα οποία θα αναφερθούμε παρακάτω.

Προκειμένου να διαβάζονται εύκολα, οι μετρητές στα έξυπνα δίκτυα μπορούν πολύ απλά να αποθηκεύσουν πληροφορίες και οδηγίες εγκατάστασης καθώς και να αναπρογραμματίζονται. Χαρακτηριστικά παραδείγματα είναι :

- ✓ Ανάγνωση του μετρητή κατά ζήτηση. Διαβάζοντας τον μετρητή σε σχεδόν πολύ κοντινό χρόνο ο πελάτης μπορεί να κάνει όποια ρύθμιση θέλει καλώντας στο κέντρο κλήσεων μέσω τηλεφώνου.[5],[1]
- ✓ Αλλαγή στο τρόπο κοστολόγησης. Αλλάζοντας τον βαθμό κοστολόγησης και την δομή της χρέωσης σε ανταπόκριση με τον προμηθευτή.
- ✓ Αλλαγή στον τρόπο πληρωμής της χρέωσης. Ανταλλάσσοντας τη διαδικασία χρέωσης μεταξύ πιστωτικής και προπληρωμένης κάρτας.
- ✓ Αλλαγή στη συχνότητα. Αλλάζοντας τον ρυθμό κατανάλωσης εσωτερικά στις κατασκευές από μηνιαία σε ημερήσια ή ακόμα και σε συγκεκριμένες ώρες.
- ✓ Αποθήκευση του φορτίου σε κρίσιμες καταστάσεις. Ελέγχοντας εύκολα μια ποσότητα από την κατανάλωση ενός πελάτη ισοσταθμίζει η ισορροπία μεταξύ γένεσης και ζήτησης ενέργειας αποφεύγοντας έτσι μεγάλες χρεώσεις στο καταναλωτή.
- ✓ Παρέμβαση σε επικίνδυνες καταστάσεις. Ανιχνεύοντας και σημειώνοντας τον κίνδυνο ο μετρητής στα έξυπνα δίκτυα ενημερώνεται άμεσα και αυτόματα.
- ✓ Ενεργοποίηση-Απενεργοποίηση. Μπορεί να ανοίγει και να κλείνει αυτόματα την πηγή φορτίου.



- ✓ Επικοινωνία μέσω “texting”. Άμεση επικοινωνία μέσω μηνυμάτων με τον πελάτη

[5],[20],[1]

Αναπτυγμένα τεχνολογικά τμήματα ηλεκτρικών κυκλωμάτων :

Το κομμάτι αυτό της τεχνολογίας ενός έξυπνου δικτύου επικεντρώνεται κυρίως στο φάσμα της υπερπαραγωγικότητας, της ανέχειας σφαλμάτων σε ένα σύστημα, της αποθηκευμένης ηλεκτρικής ενέργειας, την χρήση έξυπνων συσκευών, και αναγνώριση εξοπλισμού. Για παράδειγμα η επιπλέον ηλεκτρική ενέργεια η οποία δημιουργείται κατά την διάρκεια της ημέρας από πάνελ φωτοβολταϊκών μπορεί να αποθηκευτεί σε ηλεκτρικές συσκευές, με σκοπό χρησιμοποίησής της κατά τη διάρκεια της νύχτας. [5],[20],[1]

Αναπτυγμένοι τρόποι ελέγχου συστημάτων :

Χρησιμοποιώντας τους δύο παραπάνω τρόπους τεχνολογίας και τους αναπτυγμένους τρόπους ελέγχου συστήματος επιτρέπει στους λειτουργούς (είτε από ανθρώπους είτε από μηχανές) να κάνουν διαχείριση στα επιμέρους τμήματα του δικτύου. [5],[20],[1]

Αισθητήρια όργανα και μέτρηση συστημάτων νέων τεχνολογιών :

Το τμήμα αυτό τεχνολογίας του δικτύου υποστηρίζει την σταθερότητα, την σωστή λειτουργία την υγεία και την ασφάλεια. Το πιο κοινό όργανο σε αυτές τις τεχνολογίες είναι αυτό του έξυπνου μετρητή. Οι οθόνες παρακολούθησης των έξυπνων μετρητών χρησιμοποιούν στατιστικές και αναφορές προκειμένου να μεταφέρονται όλα τα δεδομένα επαρκώς για την σωστή λειτουργία οποιαδήποτε κατασκευής. [5],[20],[1]



Βελτιωμένα κυκλώματα διασύνδεσης νέων συσκευών απόφασης και υποστήριξης :

Οι έξυπνοι μετρητές που χρησιμοποιούνται στα δίκτυα συλλέγουν πολύπλοκα δεδομένα κάτι το οποίο είναι δύσκολο να αντιμετωπιστεί από έναν άνθρωπο. Η σχέση μεταξύ ανθρώπου και μηχανής είναι για να απλοποιήσει τα δεδομένα να βγάλουν ακριβή αποτελέσματα για να θέτουν ικανούς του λειτουργούς και τους διαχειριστές να παίρνουν σωστές και γρήγορες αποφάσεις. [5],[20],[1]

Εφαρμοσμένες Καινοτομίες τεχνολογιών πάνω στα έξυπνα δίκτυα :

Οι εφαρμογές των έξυπνων μετρητών θα παρέχουν στους χρήστες επαρκή πληροφορίες και δεδομένα καθώς και προτάσεις λύσεων σε πολλά προβλήματα με απώτερο σκοπό την μείωση του κόστους των λογαριασμών όπως για παράδειγμα την χρήση καταναλώσεων με μεγάλα φορτία τη νύχτα λόγω της μικρής κοστολόγησης. Με αυτό τον τρόπο οι εφαρμογές των μετρητών παρέχουν πληροφορίες στον καταναλωτή επακριβώς για να έχει πλήρη έλεγχο της καταναλισκόμενης ηλεκτρικής ενέργειας. Διαμέσων ενός συνδυασμού από τεχνολογίες, περιλαμβάνοντας ενσύρματα και ασύρματα δίκτυα, η τεχνολογία του “AMR” (Automatic Meter Reading) κατάφερε να αναπτυχθεί σημαντικά σε εταιρείες ενέργειας για αυτόματη ανάγνωση μετρήσεων. Όταν αυτό κατάφερε να περάσει στην αγορά και να εφαρμοστεί στις επιχειρήσεις, η καταγραφή των μετρήσεων γινόταν σε κανονικό χρόνο παρέχοντας τους καταναλωτές με τους λογαριασμούς κατανάλωσης , ενώ πριν οι εταιρείες βασίζονταν στις εκτιμήσεις όταν είχαν πληρωθεί οι λογαριασμοί από τους καταναλωτές. Με καλύτερο οργανόγραμμα δεδομένων, οι εταιρείες είναι ικανές να βελτιώσουν την παραγωγή ενέργειας μέσω ελέγχου κατά την διάρκεια των υψηλών περιόδων φορτίου. Τα συστήματα μετρήσεων αυτόματης προσπέλασης (“automated smart meter reading”) μαζεύουν δεδομένα κατανάλωσης ενέργειας, κάνουν διάγνωση προβλημάτων στο δίκτυο ενέργειας και κατάστασης των



διακοπών από τους ηλεκτρονικούς μετρητές και στέλνουν πληροφορίες πίσω στο κέντρο βάσης δεδομένων των διαχειριστών ανάλογα. Ο τρόπος επικοινωνίας γίνεται συνήθως μέσω τηλεπικοινωνιακών δίαυλων με ενσύρματη ή ασύρματη σύνδεση και μέσω της γραμμής μεταφοράς ισχύος με κύματα. Τα δεδομένα συλλέγονται από τον δέκτη του διαχειριστή σε προκαθορισμένα ή σε τακτά χρονικά διαστήματα. Τα δεύτερης γενιάς συστήματα αυτόματου ελέγχου δεν παύουν να αποτελούν προηγμένες μετρητικές υποδομές (AMI) για τα λεγόμενα ευφυή δίκτυα. [5],[20],[1]



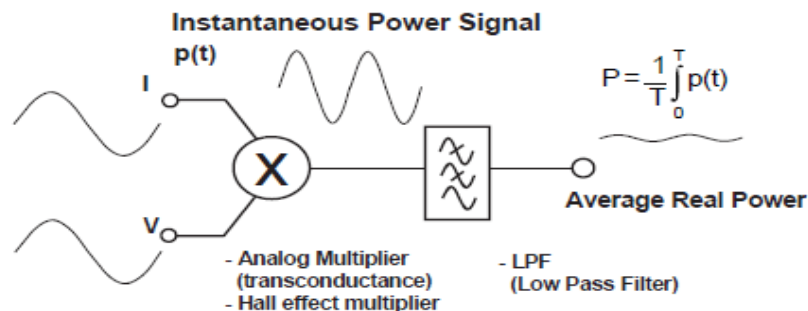
Εικόνα 6 “Πλατφόρμα έξυπνου δικτύου (AMI) με χρήση τεχνολογιών επικοινωνίας, από πηγή [20]”

Οι υποδομές για συστήματα AMI αποτελούν ένα σύνθετο και δυναμικό περιβάλλον που στηρίζεται στην ίδια λειτουργία και άλλων υφιστάμενων και αναπτυγμένων τεχνολογιών σε υλικό εξοπλισμό και λογισμικό. Ένα δίκτυο τεχνολογίας AMR/AMI εκτός της αυτοματοποιημένης διαδικασίας μέτρησης και υπολογισμού της κατανάλωσης ενέργειας παρέχει ένα μεγάλο εύρος υπηρεσιών όπως η δυνατότητα για απεικόνιση δεδομένων σε πραγματικό χρόνο (real time) ή κοντά σε πραγματικό χρόνο (near real time), η δυνατότητα άμεσης κοστολόγησης και τιμολόγησης στο χρονικό διάστημα που συμβαίνει. Με τα δεδομένα που έχει ο χρήστης μπορεί να δημιουργήσει το δικό του καταναλωτικό ενεργειακό προφίλ.[20]



Οι ηλεκτρονικοί μετρητές είναι συσκευές που στηρίζονται κυρίως σε τεχνολογία “solid state” με τα κυκλώματα να έχουν φτιαχτεί πάνω σε ένα ομοιόμορφο συμπαγές υλικό και με φορείς ηλεκτρικού ρεύματος να βρίσκονται ακριβώς στα όρια του

υλικού. Έτσι κάθε ηλεκτρονικός μετρητής solid state κατηγοριοποιείται με βάση την τεχνολογία του είτε αυτή είναι αναλογική επεξεργασία σήματος είτε αυτή είναι ψηφιακή. Η έννοια της επεξεργασίας στηρίζεται στον πολλαπλασιασμό του σήματος και στα κατάλληλα φίλτρα για την εξαγωγή της απαραίτητης πληροφορίας. Η αναλογική επεξεργασία στηρίζεται κυρίως στα σήματα τάσης και έντασης του ηλεκτρικού ρεύματος για κάθε χρονική στιγμή με αποτέλεσμα την κατάλληλη μέτρηση ηλεκτρικής ισχύος[20]. Ο Υπολογισμός της ισχύος γίνεται από το γινόμενο της τάσης με την ένταση και με την τοποθέτηση ηλεκτρονικών πολλαπλασιαστών.



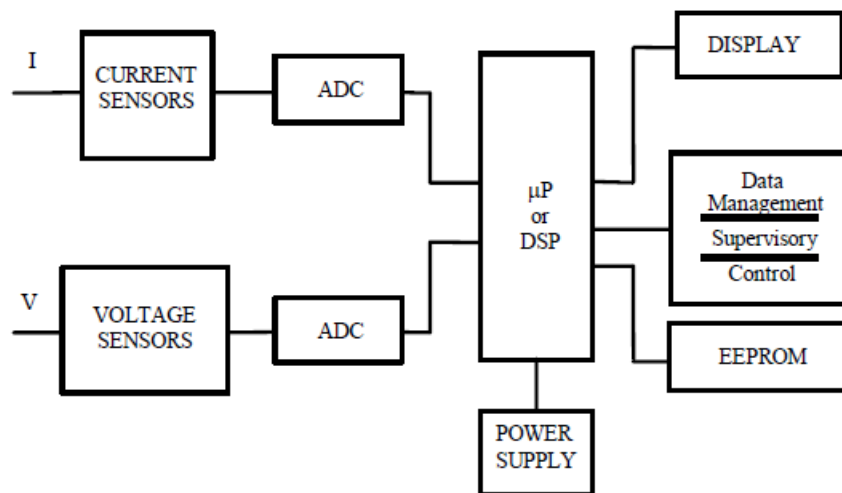
Σχήμα 6 : “Αναλογικός υπολογισμός ενεργού σήματος από πηγή [20]”

Παρόλο αυτά όμως το αναλογικό σήμα δεν παύει να είναι ένα μη εξυπηρετικό μέσο για την εξέλιξη της τεχνολογίας αφού η αναβάθμισή του καθίσταται αδύνατη καθώς και η προσαρμογή του βρίσκεται πάντα σε συγκεκριμένες καταστάσεις σε αντίθεση με τον ψηφιακό τρόπο όπου η αποθήκευση και οι υπολογισμοί για την ηλεκτρική ενέργεια είναι ένα βήμα μπροστά.[22]

Οι περισσότεροι μετρητές στις μέρες μας έχουν ως κοινή αρχή τους την ψηφιακή επεξεργασία σήματος όπου βασίζονται στην αναλογική με ψηφιακή μετατροπή



σήματος (analog to digital conversion). Τάση και ρεύμα μετρούνται από αισθητήρες και τα αναλογικά σήματά τους , που παίρνονται με μορφή δείγματος, ψηφιοποιούνται. Έπειτα με έναν εσωτερικό μικροεπεξεργαστή υψηλής ταχύτητας αφού λάβει τα ψηφιακά σήματα των μεγεθών, κάνει υπολογισμούς της ενεργός ισχύος ή περαιτέρω επεξεργασίας άλλων μεγεθών ενώ η τελική πληροφορία με μορφή δεδομένων αποθηκεύεται σε εσωτερικές χώρους αποθήκευσης “μνήμες”. [20]



Σχήμα 7 : “Block Diagram δομικών μερών έξυπνου μετρητή από πηγή [20]”

Η διαδικασία δειγματοληψίας είναι κύριο χαρακτηριστικό για την σωστή ακρίβεια στο μετρητή. Η ακρίβεια σε έναν μετρητή βασίζεται κυρίως στην συνάρτηση συχνότητας δειγματοληψίας του μετατροπέα ADC.



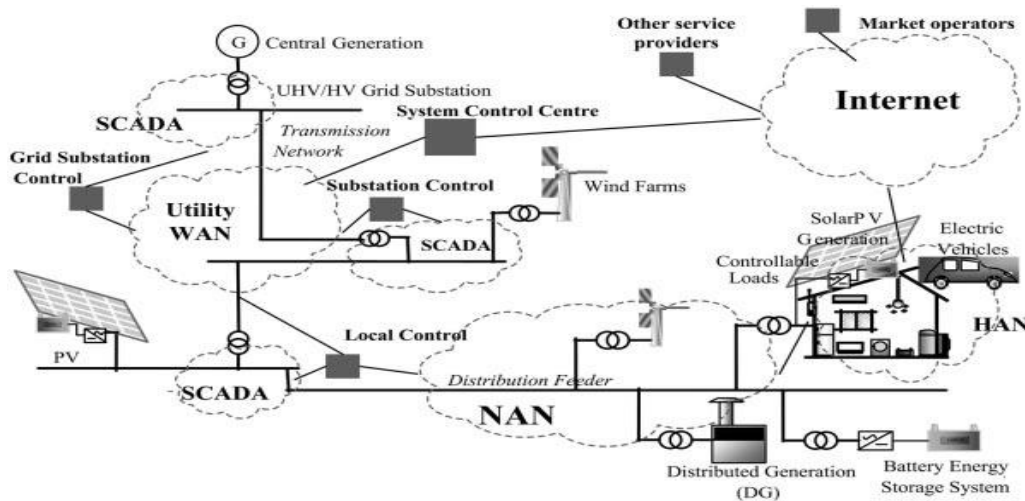
Εικόνα 7 : “Εικόνα Έξυπνου Μετρητή από πηγή [5]”

2.3 Συστήματα Επικοινωνίας στο Έξυπνο Δίκτυο

Η υποδομή των επικοινωνιών ενός συστήματος ενέργειας περιλαμβάνει κυρίως συστήματα παρακολούθησης και ελέγχου “SCADA” όπου έχει εξειδικευμένα κανάλια επικοινωνίας από και προς το Κέντρο Ελέγχου Σημάτων σε μια ευρεία περιοχή δικτύου (WAN). Το σύστημα του Scada θα συνδέσει τις εγκαταστάσεις λειτουργίας του συστήματος ενέργειας που είναι οι κεντρικοί σταθμοί ενέργειας, τους υποσταθμούς διανομής δικτύου και τους απαραίτητους υποσταθμούς διανομής στο Κεντρικό Σύστημα Ελέγχου. Μια απαραίτητη ανάπτυξη για τα έξυπνα δίκτυα είναι να μπορέσουν να επεκτείνουν την επικοινωνία διαμέσων του συστήματος διανομής και να εφαρμόσουν αμφίδρομες επικοινωνίες με πελάτες διαμέσων γειτονικών δικτύων περιοχών τα λεγόμενα (NAN-Neighborhood Area Networks) καλύπτοντας τις περιοχές στις οποίες βρίσκονται υποσταθμοί [20]. Οι πελάτες έτσι θα έχουν δίκτυα περιοχών στο σπίτι τους (HAN- Home and Neighborhood Area Networks. Το περιβάλλον των προγραμμάτων στα τοπικά δίκτυα (HAN) θα είναι μέσω συσκευών όπως είναι ο έξυπνος μετρητής ή έξυπνες συσκευές [20]. Τα ποικίλα υποδίκτυα τηλεπικοινωνιών θα κάνουν τα έξυπνα δίκτυα



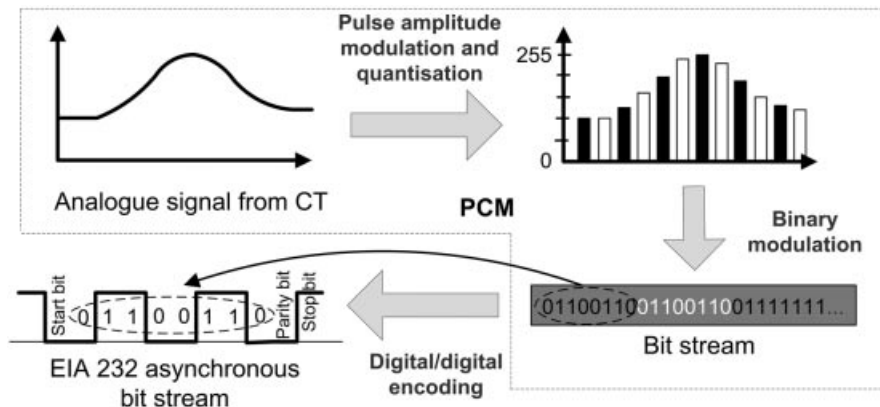
να προωθούν διαφορετικές τεχνολογίες και μία νέα πρόκληση για το πώς μπορούν να εκχωρηθούν αποτελεσματικά στο χώρο της ενέργειας.



Σχήμα 8 : “Μελλοντικό έξυπνο Δίκτυο επικοινωνίας από πηγή [5]”

Υπάρχουν πολλές συγκεκριμένες εφαρμογές που χρησιμοποιούνται για την μετάδοση των δεδομένων από σημείο σε σημείο και άλλες για την μετάδοση των δεδομένων από σημείο σε πολλά σημεία. Όταν ένα ασφαλές κανάλι σύνδεσης απαιτείται για την μετάδοση δεδομένων από σημείο σε σημείο τότε μία συγκεκριμένα σελίδα χρησιμοποιείται αποκλειστικά από την πηγή και τον προορισμό για να ανοίξει. Ενώ όταν ένα κοινό μοιρασμένο κανάλι επικοινωνίας χρησιμοποιείται, ένα μήνυμα στέλνεται από την πηγή προς όλες τις συσκευές οι οποίες είναι συνδεδεμένες στο ίδιο κανάλι[4]. Μια διεύθυνση τότε στέλνεται μέσα στο μήνυμα για το ποιον προορίζεται. Συγκεκριμένα κανάλια χρησιμοποιούνται επίσης για προστασία των γραμμών μεταφοράς. Διάφορες γενικές τεχνικές επικοινωνίας είναι :

- “Τεχνικές Switching” : Οι τεχνικές αυτές δηλώνονται κυρίως για να καθιερώσουν μία ιστοσελίδα μεταξύ της πηγής και του προορισμού του πακέτου δεδομένων μέσω ενός κοινού σχετικού μεσαίου καναλιού επικοινωνίας



Σχήμα 9 : “Μετατροπή αναλογικού σε ψηφιακό σήμα μετάδοσης από πηγή [5]”

Όλα αυτά απαρτίζουν κυρίως ένα δίκτυο που αποτελείται από κόμβους και συνδέσεις. Ο κόμβος μπορεί να είναι ένας “αντάπτορας” δικτύου, ένα Switch ή ένας Router. Ο κόμβος κάνει ενέργειες όπως να δρομολογεί δεδομένα ή να παίζει τον ρόλο σαν μιας πύλης μεταξύ δύο διαφορετικών τύπου δικτύου. Οι υπολογιστές που είναι συνδεδεμένοι σε αυτούς τους κόμβους είναι ικανοί να ανταλλάσουν πληροφορίες μεταξύ αυτών και του δικτύου επικοινωνίας. .[4],[20],[5]

□ *Τεχνικές “Circuit Switching”* : στην τεχνική *Circuit Switching* μια φυσική σύνδεση είναι στημένη για συγκεκριμένη χρήση μεταξύ πηγής και προορισμού των πληροφοριών κατά την διάρκεια της επικοινωνίας. Οι κόμβοι και οι συνδέσεις δεν μπορούν να χρησιμοποιηθούν από άλλη πηγή και προορισμό παρά μόνο από αυτό τον αρχικό συνδυασμό. Αυτό κάνει το κύκλωμα του switching όχι και τόσο



αποτελεσματικό εάν η μετάδοση της μορφής των δεδομένων είναι διακοπτόμενη.
. [4],[20],[5]

□ *Τεχνικές “ Message Switching”* : Στο είδος της τεχνικής αυτής η πηγή στέλνει ένα μήνυμα σε ένα κόμβο. Το μήνυμα μπορεί να είναι μία μέτρηση συλλογής δεδομένων από ένα αισθητήριο όργανο ή από μια συσκευή ελέγχου λειτουργίας. Ο βρόγχος αποθηκεύει τα δεδομένα για φόρτωση. Όταν έχει ολοκληρωθεί η μεταφορά του μηνύματος στον κόμβο τότε ψάχνει για μια άλλη

σύνδεση σε άλλο βρόγχο και έπειτα στέλνει την πληροφορία σε αυτόν.

Η κύρια κατάσταση ενός καναλιού επικοινωνίας μπορεί να χαρακτηριστεί από τις παρακάτω παραμέτρους [4],[20],[5]:

- I. **Ζωνικό Εύρος(Bandwidth)/ Βαθμός των Bits(Bits Rate)**: Bandwidth είναι η διαφορά μεταξύ τον πάνω και κάτω διακυμάνσεων/διακοπών στις συχνότητες σε ένα κανάλι επικοινωνίας αποστολής δεδομένων. Σε μία αναλογική κατάσταση σήματος μετριέται σε συχνότητα Hertz. Σε μια ψηφιακή κατάσταση μετάδοση σήματος, ο βαθμός των bit εκπροσωπεί την χωρητικότητα του καναλιού. Αυτός ο βαθμός των bit μπορεί να μετριέται σε bit ανά second (bps).
- II. **Attenuation (Εξασθένηση)**: Όσο το σήμα μπορεί και διαδίδεται μέσα σε ένα κανάλι επικοινωνίας, το εύρος του μειώνεται[5]. Σε μεγάλες αποστάσεις μετάδοσης δεδομένων,
- III. χρησιμοποιούνται συνήθως ενισχυτές (για τις περιπτώσεις του αναλογικού σήματος) και αναμεταδότες (για τις περιπτώσεις του ψηφιακού σήματος), για την ενίσχυση των εξασθενημένων σημάτων.
- IV. **Noise (Θόρυβος)**: Στην επικοινωνία και στα δίκτυα, ο ηλεκτρικός θόρυβος είναι ένα αναπόσπαστο κομμάτι των συστημάτων και γι' αυτό αποτελεί



πρόβλημα στο οποίο συνήθως πρέπει να δίνουμε λύση. Όταν το ψηφιακό σήμα διαδίδεται μέσα σε ένα κανάλι, αρκετές φορές ο θόρυβος είναι επαρκής για να επηρεάσει το επίπεδο της τάσης που ανταποκρίνεται από το λογικό “0” σε αυτό το λογικό “1” ή και ανάποδα. Το επίπεδο θορύβου ονομάζεται Signal Noise Ratio (SNR) και μετριέται σε μονάδα decibels (db)[5].

- V. **Εξάπλωση καθυστέρησης σήματος (Signal Propagation Delay)** : Συνήθως παίρνει την ονομασία αυτή το πεπερασμένο σήμα καθυστέρησης που χρειάζεται αρκετό χρόνο για να μεταδοθεί από μια πηγή σε ένα προορισμό. Σε ένα κανάλι επικοινωνίας και τα δύο τα μέσα μαζικής επικοινωνίας και οι αναμεταδότες συνήθως είναι αυτά που χρησιμοποιούνται για να ενισχύσουν και να ξανά ανασυνθέσουν τα επερχόμενα σήματα τα οποία μπορεί να καθυστερήσουν[5].

□ *Τεχνικές Ενσύρματης Επικοινωνίας(PLC)* : Τα τηλεφωνικά δίκτυα χρησιμοποιούν συνήθως δύο ανοιχτές γραμμές και τον τύπο αυτό της τεχνολογίας. Με το είδος αυτός της επικοινωνίας με ανοιχτές γραμμές κυκλωμάτων , θα πρέπει να αποφευχθεί η επικάλυψη των σημάτων το ένα με το άλλο στις γραμμές για να μην υπάρχουν βλάβες στα κυκλώματα. Η τεχνολογία του “PLC” (Power Line Carrier) που χρησιμοποιείται, εκμεταλλεύεται την ισχύ της γραμμής σαν ένα πολυμέσο φυσικής επικοινωνίας το οποίο θα μπορούσε να θεωρηθεί σαν ένα ανοιχτό σύστημα ενσύρματης επικοινωνίας. Ιδιότητα του είναι να μπορεί να υποστηρίξει την αποστολή δεδομένων και πληροφοριών και σε ταυτόχρονο χρόνο την μετάδοση ηλεκτρικής ενέργειας. Το “PLC” υποστηρίζει εφαρμογή Line Matching Unit (LMU) για να στέλνει σήματα και για μετάδοση υψηλής τάσης. Τα εκχωρούμενα σήματα συνήθως αποτρέπονται από το να διαδοθούν ευρέως σε άλλα μέρη του δικτύου επικοινωνίας με παγίδες γραμμών και φίλτρα με απώτερο σκοπό την δημιουργία προβλημάτων .[4],[20],[5]

Τα καλώδια συνήθως που χρησιμοποιούνται στην ενσύρματη επικοινωνία μπορεί να είναι τριών τύπων:

- 1) Μη επικαλυπτόμενο συνεστραμμένο ζευγάρι καλωδίου (UTP)



- 2) Ομοαξονικό σπειρωτό καλώδιο
- 3) Οπτική Ίνα

Το καλώδιο του (UTP) χρησιμοποιείται αρκετά συχνά στα κυκλώματα τηλεπικοινωνίας και δικτύων. Είναι κατασκευασμένο κυρίως από καλώδια χαλκού με εξωτερική μόνωση PVC ή με ένα πλαστικό αγωγό εσωτερικά μόνωσης. Ανάλογα με τον βαθμό των δεδομένων καθώς και τον τύπο των συνδετήρων τα καλώδια (UTP) κατατάσσονται με βάση τον αριθμό των κατηγοριών τους (CAT). Για την μετάδοση φωνής χρησιμοποιείται η κατηγορία CAT 1 UTP. Παρόλο αυτά όμως ο τύπος αυτός δεν είναι κατάλληλος και για την μεταφορά δεδομένων. Για χαμηλή ταχύτητα μετάδοσης δεδομένων πάνω από τα 4 Mbps, η κατηγορία 2 CAT UTP είναι πιο χρήσιμη ενώ για μετάδοση δεδομένων άνω των 10 Mbps, 16 Mbps και 100 Mbps τοποθετούνται καλώδια CAT 3,4,5 UTP. Η κατηγορία τύπου 5 είναι η πιο χρήσιμη στα δίκτυα επικοινωνίας. Για εφαρμογές και για μετάδοση δεδομένων άνω των 1.2 Gbps υπάρχουν οι κατηγορίες 5e,6,6e,7 και 7a CAT (UTP).[20]

Στα ομοαξονικά καλώδια χρησιμοποιείται χάλκινος αγωγός μονωμένος για την μεσαία μετάδοση επικοινωνίας. Ο εξωτερικός ομοαξονικός αγωγός παρέχει αποτελεσματική προστασία από εξωτερικές παρεμβολές και μειώνει τα σφάλματα όταν πρόκειται για ραδιενέργεια και προβλήματα στο υλικό του καλωδίου. Η οπτική ίνα χρησιμοποιείται σε γραμμές μεταφοράς δεδομένων μακρινών αποστάσεων και σε υποσταθμούς ενέργειας.

Συγκριτικά με άλλα μέσα επικοινωνίας, τα καλώδια οπτικών ινών έχουν πολύ καλύτερο εύρος διακύμανσης του βαθμού των bits. Δεν είναι επιρρεπής στο να ρίχνουν το σήμα όπως οι χάλκινοι αγωγοί και το βάρος τους είναι μικρότερο από ένα χάλκινο αγωγό. Σε αντίθεση με τα ηλεκτρικά σήματα στους χάλκινους αγωγούς, τα ελαφρά σήματα σε μια οπτική ίνα δεν ανακατεύεται μαζί με άλλα σήματα άλλων ινών στο ίδιο καλώδιο. Η μετάδοση του σήματος με οπτική ίνα έχει το πλεονέκτημα ότι δεν είναι επιρρεπής σε εξωτερικές ηλεκτρομαγνητικές παρεμβολές. Το κυριότερο



όμως μειονέκτημα της οπτικής ίνας είναι το κόστος της, οι απαιτήσεις για τον ειδικό τερματισμό της και η ευαισθησία της σε αντίθεση με τους ομοαξονικούς αγωγούς.

□ *Τεχνικές Ράδιο-επικοινωνίας* : Οι υποσταθμοί των δικτύων ενέργειας είναι συνήθως τοποθετημένοι σε μακρινές αποστάσεις από το κέντρο ελέγχου δικτύου και γι' αυτό η χρήση των καλωδίων χαλκού ή οπτικής ίνας θα φανούν υψηλά σε κόστος. Οι ράδιο-συνδέσεις είναι μια εναλλακτική λύση για το κομμάτι της επικοινωνίας μεταξύ του κέντρου ελέγχου σημάτων και των υποσταθμών. Παρόλο που η ράδιο-επικοινωνία δεν μπορεί να παρέχει το εύρος των bits με τον τρόπο της

σύνδεσης των ενσύρματων καλωδίων, η αξιοπιστία όμως η απόδοση, και το τρέχων κόστος έχουν βελτιωθεί κατά πολύ τα τελευταία χρόνια. Η ραδιοεπικοινωνία μπορεί να δίνει ικανότητα επικοινωνίας σε πολλά σημεία-κέντρα ή από σε σημείο σε σημείο λειτουργώντας κυρίως σε συχνότητες (μεταξύ των 300 MHz και 3 GHz) ή σε συχνότητα μικροκυμάτων (μεταξύ των 3 και 30 GHz). Τα ράδιο-μικροκύματα λειτουργούν σε συχνότητα πάνω από τα 3 GHz. [4],[20],[5]

- UHF(Ultra High Frequency) Η υψηλής συχνότητας ραδιοεπικοινωνία αντιπροσωπεύει μία εναλλακτική επιλογή για τις εφαρμογές όπου ο απαιτούμενος βαθμός των bits είναι σχετικά χαμηλός και η επικοινωνία των τερματικών είναι ευρέως διαδεδομένα. Κυρίως χρησιμοποιεί συχνότητες μεταξύ των 300 Mhz και 3 Ghz. Συγκριτικά με τα ράδιο-μικροκύματα, τα ράδιο-κύματα υψηλών συχνοτήτων δεν απαιτούν γραμμή ένωσης της πηγής και του προορισμού. Η απόσταση μεταξύ πηγής και προορισμού είναι συνήθως μεταξύ των 10 με 30 km με bandwidth πάνω από τα 192 kbps. [20]
- Τα ράδιο-μικροκύματα λειτουργούν σε συχνότητα πάνω από τα 3 GHz, προσφέροντας χωρητικότητες βαθμού δεδομένων για υψηλά κανάλια και για μετάδοση του σήματος. Χρησιμοποιούνται για



επικοινωνία μακρινών αποστάσεων. Τα ράδιο-μικροκύματα προσφέρουν χωρητικότητα για μεγάλο εύρος “bandwidth”. Όμως η χωρητικότητα της μετάδοσης ράδιο-κυμάτων εξαρτάται από την συχνότητα που χρησιμοποιείται, και γι’ αυτό όσο πιο υψηλότερη συχνότητα χρησιμοποιούμε τόσο μεγαλύτερη θα είναι η χωρητικότητα της μετάδοσης των “bits” για δεδομένα. Τα ράδιο-κύματα χρειάζονται μία γραμμή που θα ορίζεται μεταξύ της πηγής και του προορισμού και γι’ αυτό απαιτούνται να τοποθετηθούν υψηλοί ιστοί δικτύων. Όταν υπάρχουν επικοινωνίες μακρινών αποστάσεων η εγκατάσταση υψηλών ιστών είναι ο κυριότερος λόγος κόστους για τέτοιου είδους τεχνικών επικοινωνίας.

Τεχνικές Κινητής Τηλεπικοινωνίας : Η τεχνολογία κινητής τηλεφωνίας έχει το πλεονέκτημα να προσφέρει επικοινωνία μεταξύ κινούμενων αντικειμένων. Έτσι η λογική που χρησιμοποιείται είναι ότι η περιοχή εξυπηρέτησης επικοινωνίας χωρίζεται σε μικρές άλλες υπο-περιοχές οι οποίες ονομάζονται κελιά. Το κάθε κελί περιέχει μία κεραία εκπομπής η οποία ελέγχεται από το γραφείο επιλογής κινητής τηλεφωνίας (MTSO – Mobile Telephone Switching Office). Σε ένα δίκτυο τέτοιο κινητής τηλεφωνίας, η υπηρεσία αυτή εγγυάται τον πλήρη έλεγχο και την συνεχή επικοινωνία ενός χρήστη μιας συσκευής κελιού. Όταν ο χρήστης απομακρυνθεί εκτός του εύρους εκπομπής συχνότητας κελιού στο οποίο βρίσκεται, η υπηρεσία (MTSO) αναθέτει αυτόματα ένα κανάλι επικοινωνίας σε ένα δεύτερο κελί για τον χρήστη χωρίς να διακόψει την συνεδρίαση της επικοινωνίας[4],[20],[5]

□ *Δορυφορική επικοινωνία :* Ένας δορυφόρος δεν παύει να είναι απλά ένα σώμα το οποίο μπορεί και περιστρέφεται γύρω από ένα άλλο τμήμα σώματος σε μια συγκεκριμένη πορεία. Οι δορυφόροι που χρησιμοποιούνται στις επικοινωνίες μοιάζουν πάρα πολύ σαν τους αναμεταδότες των μικροκυμάτων που αναφέραμε παραπάνω. Είναι πολύ αξιοποιήσιμο ως προς τη χρήση του συστήματος στις



τηλεπικοινωνίες , η ύπαρξη ράδιο και τηλεόρασης. Ο αναμεταδότης είναι ένα κύκλωμα το οποίο βοηθάει στην αύξηση της δύναμης του σήματος του οποίου λαμβάνει μία συσκευή και μετά στην μετατροπή. Αλλά οι αναμεταδότες στους δορυφόρους λειτουργούν σαν συσκευή αναμετάδοσης ράδιο-κυμάτων που αυτό σημαίνει αλλαγή της συχνότητας του σήματος μετάδοσης από όπου είχε ληφθεί το σήμα. Η συχνότητα με την οποία στέλνεται στο διάστημα το σήμα λέγεται “*Uplink frequency*” και η συχνότητα με την οποία το σήμα στέλνεται από τον αναμεταδότη λέγεται “*Download Frequency*”. Η μετάδοση του σήματος από την σταθμό στη γη στο δορυφόρο ονομάζεται Uplink. Η μετάδοση του σήματος από έναν δορυφόρο σε ένα δεύτερο σταθμό στη γη λέγεται downlink. Συχνότητα Uplink ονομάζεται η συχνότητα στην οποία ο πρώτος σταθμός της γης επικοινωνεί με το δορυφόρο. Ο αναμεταδότης του δορυφόρου μετατρέπει το σήμα αυτό σε άλλη συχνότητα και το ξαναστέλνει πίσω στον δεύτερο σταθμό στη γη. Η δεύτερη διαδικασία ονομάζεται Downlink Frequency. Η διαδικασία της επικοινωνίας μέσω δορυφόρου ξεκινάει στην γη. Η εγκατάσταση είναι σχεδιασμένη για να μεταδίδει και να λαμβάνει σήματα από το δορυφόρο σε τροχιά γύρω από την γη. Οι σταθμοί της γης στέλνουν τα δεδομένα και την πληροφορία στο δορυφόρο σε μορφή υψηλής ισχύος και συχνότητας (εύρος Ghz) . Ο δορυφόρος λαμβάνει και ξανά-μετατρέπει τα σήματα για αποστολή πάλι στη γη όπου εκεί λαμβάνονται από άλλους επίγειους σταθμούς που καλύπτουν το εύρος της περιοχής του δορυφόρου. Αποτύπωμα (“*footprint*”) ονομάζεται η περιοχή όπου λαμβάνει σήμα από χρήσιμη ισχύς από το δορυφόρο.
[4],[20],[5]

2.4 Ο ρόλος των έξυπνων μετρητών σε καταναλωτές Χαμηλής-Μέσης Τάσης



Σε γενικές γραμμές οι έξυπνοι μετρητές συμβάλουν ως προς το κοινωνικό σύνολο. Ο εξορθολογισμός χρήσης ηλεκτρικής ενέργειας και η προέκταση φυσικών πόρων είναι ένα κύριο χαρακτηριστικό της τεχνολογίας αυτής. Η εξομάλυνση της καμπύλης φορτίου συνεισφέρει στη μείωση του κόστους για εγκατάσταση νέων μονάδων και επέκτασης του συστήματος μεταφοράς και διανομής για καλύτερη διαχείριση φορτίου. Επίσης συμβάλλουν στην εξομάλυνση της καμπύλης φορτίου, το οποίο συνεπάγεται μείωση κόστους παραγωγής για ηλεκτρική ενέργεια μη χρήσης “αργών” πρώτων υλών. Η ενέργεια προς το κοινωνικό σύνολο εξοικονομείται με απόσβεση περίπου στο 5 με 15 %, μέσω της καλύτερης αντιμετώπισης των καταναλωτών με αποτέλεσμα τη μείωση κόστους για απώλειες στο σύστημα μεταφοράς, καθώς και μείωση της ανάγκης της χώρας για εισαγωγή ενέργειας από γειτονικές χώρες. Συνεπώς παρακάτω αναφέρονται τα χαρακτηριστικά και παροχές των έξυπνων μετρητών ανάλογα τον πελάτη, τον προμηθευτή και τον καταναλωτή Ο Καταναλωτής :

- Οι εκτιμώμενοι λογαριασμοί ανήκουν στον παρελθόν και οι καταναλωτές έχουν το δικαίωμα του “ότι πληρώνω παίρνω”, θέτοντας τους ικανούς για εξοικονόμηση.
- Νέες καινούργιες και καινοτόμες κοστολογήσεις που οδηγούν στις ανάγκες των καταναλωτών για ένα μοντέρνο και νέο τρόπο ζωής.
- Οι έξυπνοι μετρητές θα υπολογίζουν την γεννημένη ηλεκτρική ενέργεια από την χρήση της ενέργειας της κατοικίας καθιστώντας τους απλούς καταναλωτές επαγγελματίες διαχειριστές, επιβραβεύοντας τους οικονομικά για την συνεισφορά[1]



ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ ΑΙΓΑΙΟΥ

Τμήμα Ναυτιλίας και
Επιχειρηματικών Υπηρεσιών

&

ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ ΔΥΤΙΚΗΣ ΑΤΤΙΚΗΣ

Τμήμα Μηχανικών Βιομηχανικής
Σχεδίασης και Παραγωγής



Ο Προμηθευτής :

Οι έξυπνοι μετρητές θα πραγματοποιήσουν μια διαδικασία μετατροπής από μιας εταιρείας προμήθειας ενέργειας σε μία εταιρεία ενέργειας υπηρεσιών. Θα υπάρξει πλέον μια πιο άμεση σχέση μεταξύ προμηθευτή-καταναλωτή, πιο κοντά στις ανάγκες και στις λύσεις προβλημάτων του. Έτσι θα χουμε ότι :

- Το κόστος της εξυπηρέτησης πελατών θα μειωθεί με την αύξηση της ικανοποίησης των αναγκών από τους ίδιους τους καταναλωτές. Οι προμηθευτές θα έχουν λιγότερες αποστολές λογαριασμών και τα συνέπεια κόστους καθώς και παράπονα στα τμήματα τηλεφωνικών κέντρων τους.
- Η ανάγνωση της κατανάλωσης κόστους μέσω του έξυπνου μετρητή θα μειώσει δραστικά αφότου ενεργοποιούνται όλα αυτόματα.
- Οι προμηθευτές θα μπορέσουν να διαφοροποιηθούν σε διάφορους τομείς με καινοτόμες ιδέες, νέα προϊόντα και υπηρεσίες κάνοντας τους ανταγωνιστικούς στην αγορά.
- Η διάρκεια και ο χρόνος κατανάλωσης, θα δώσει αξιοποιήσιμα δεδομένα στους προμηθευτές για να διαχειριστούν καλύτερα το όφελος των καταναλωτών.
- Θα σταματήσουν οι ρευματοκλοπές αφότου θα ενεργοποιούνται συναγερμοί παρέμβασης μέσω των έξυπνων μετρητών.
- Η βελτιωμένη διαχείριση των πελατών θα ενεργοποιήσει συμπεριφορές ισορροπίας στις ολικές πωλήσεις των προμηθευτών.[1]

Ο Διανομέας :

- ✓ Οι έξυπνοι Μετρητές παρέχουν στους διανομείς την ικανότητα για πιο ακριβείς λογαριασμούς προμηθευτών για χρήση των δικτύων μεταφοράς για να μεταφέρουν ηλεκτρική ενέργεια στους πελάτες.



- ✓ Η λειτουργικότητα των ηλεκτρονικών μετρητών αποκαθιστά τα λάθη στις γραμμές ενέργειας όπως τους υποβιβασμούς ενέργειας ή τις διακοπές που δημιουργούνται.
- ✓ Οι έξυπνοι μετρητές δίνουν καλύτερη ορατότητα στους διανομείς για τα δίκτυα τους αφότου επικρατεί ένα πιο προσιτό οικονομικό περιβάλλον.
- ✓ Όσο πιο λεπτομερή είναι τα δεδομένα στην κατανάλωση ενέργειας τόσο πιο εύκολα οι διανομείς θα μπορούν να μετράνε τις απώλειες δικτύου, μειώνοντας έτσι την ανάγκη για συμφιλίωση καλύτερων εσόδων με τον εφοριακό έλεγχο.
- ✓ Όσο για τους προμηθευτές, οι διανομείς θα έχουν προνόμιο από τις μειωμένες τιμές των ρευματοκλοπών
- ✓ Οι έξυπνοι μετρητές αντιπροσωπεύουν την καινοτόμα ιδέα για ενεργή διαχείριση ζήτησης, ελέγχοντας τις τιμές του φορτίου σε ατομικές προϋποθέσεις για σωστή διοίκηση του δικτύου.[1]

2.5 Πλεονεκτήματα και Μειονεκτήματα των Έξυπνων Μετρητών

Οι έξυπνοι μετρητές μπορεί να φαίνονται καινούργια έργα τεχνολογίας παρόλο αυτά όμως δεν παύουν να είναι συσκευές οι οποίες έχουν ανακαλυφθεί από τα πρώτα χρόνια του 1970. Αφότου οι έξυπνοι μετρητές είναι συσκευές που καταγράφουν την κατανάλωση ενέργειας σε πραγματικό χρόνο κάθε 30 λεπτά υπάρχει άμεση ανταπόκριση κάθε στιγμή μέσα στη μέρα, , 7 μέρες την βδομάδα και 365 μέρες το χρόνο κάτι το οποίο από τους συμβατικούς-μηχανικούς μετρητές δεν μπορεί να συμβεί. Με αυτό τον τρόπο οι καταναλωτές μπορούν να καταλάβουν τις ώρες αιχμής των φορτίων καθώς και πότε αυξάνεται η χρέωση, κάτι το οποίο είναι πολύ σημαντικό[18]. Επίσης ο πελάτης μπορεί να δημιουργήσει κάποια διάταξη προστασίας με συναγερμό όταν υπάρχει διακοπή της ισχύος. Το σύστημα των έξυπνων μετρητών μπορεί να είναι εύκολα χρήσιμο και από τους τεχνικούς για να διαβαστούν μετρήσεις χωρίς να χρειαστούν οι αναγκαίες προτεραιότητες μέσω



ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ ΑΙΓΑΙΟΥ

Τμήμα Ναυτιλίας και
Επιχειρηματικών Υπηρεσιών

&

ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ ΔΥΤΙΚΗΣ ΑΤΤΙΚΗΣ

Τμήμα Μηχανικών Βιομηχανικής
Σχεδίασης και Παραγωγής



εγχειριδίων. Όπως όλα τα επιτεύγματα της τεχνολογίας έτσι και αυτό των έξυπνων μετρητών έχει αρνητικά και θετικά στην ύπαρξη ενός σπιτιού ή μιας επιχείρησης. Μερικά από αυτά είναι τα παρακάτω.

Υπέρ των έξυπνων Μετρητών :

- Υπάρχει αύξηση στον έλεγχο της κατανάλωσης του καταναλωτή και του κόστους ισχύος. Και πιο συγκεκριμένα υπάρχει πραγματική ανταπόκριση χρόνου ως προς την πληροφόρηση ενέργειας και εκτιμώμενη χρέωση[18]
- Χρόνος ορίου χρήσεως. Η δομή των χρεώσεων ενεργοποιεί τους καταναλωτές να αναπρογραμματίζουν τα φορτία στους χώρους τους και να αποθηκεύουν το κόστος ηλεκτροδότησης.[1]
- Ευκολότερη επιλογή των προμηθευτών για καλύτερες διαπραγματεύσεις.
- Βελτίωση στην διαχείριση εσόδων για τους διανομείς όσον αφορά την ακριβή ανάγνωση μετρήσεων, ακρίβεια ώρας, χρέωση λογαριασμών, αποσύνδεση πελατών λόγω απλήρωτων λογαριασμών.
- Συντήρηση και σχεδιασμός για αναβαθμίσεις και επεκτάσεις συστημάτων της διανομής δικτύου μπορούν να επεκταθούν και να αναβαθμιστούν μέσω της συλλογής δεδομένων.[1]
- Καλύτερη εξυπηρέτηση πελατών όσο αφορά την αποστολή των δεδομένων ως αντίδραση στα σφάλματα του συστήματος διανομής ενέργειας.
- Αποτελεσματικότερη βελτιστοποίηση του συστήματος με καλύτερο συγχρονισμό της προμήθειας για ζήτηση.[1]
- Η πληροφόρηση των πελατών για τις διατάξεις κατανάλωσης-κόστους, ενημέρωση κοστολόγησης, προειδοποιήσεις για διακοπή παροχής λειτουργίας, πληρωμή λογαριασμών, θα εξαλείψει την κάθε ανάγκη για επαναφορά ενημέρωσης των τηλεφωνικών κέντρων.[18]



- Μείωση των απωλειών από κλεψίματα. Οι έξυπνοι μετρητές αποτρέπουν το κλέψιμο ηλεκτρικής ενέργειας μέσω ανίχνευσης των μη μετρούμενων ηλεκτρικών απωλειών.[1]

Κατά των έξυπνων μετρητών:

- ✘ Έλεγχος της άμεσης ζήτησης από χρησιμότητες κατά την διάρκεια υψηλής ζήτησης φορτίου σε καταστάσεις ανεπάρκειας. Η χρησιμότητα είναι ικανή να κλείσει την παροχή σε μη κρίσιμες συσκευές όπως τα κλιματιστικά, τις αντλίες σε πισίνες που μπορούν να υπάρχουν σε σπίτια ή επιχειρήσεις, θερμοσίφωνες όπως και άλλα οικιακά φορτία.[1]
- ✘ Πιθανή παραβίαση του ιδιωτικού δικαίου των δεδομένων του χρήστη , εξαρτώντας, της ρυθμιζόμενης προστασίας και εφαρμογής των κανόνων της χώρας. Πληροφορία για το όποτε είναι κάποιος εκτός σπιτιού , πόσο ηλεκτρική ενέργεια δαπανάτε και πότε ο συναγερμός είναι ανοιχτός και μπορεί να πουληθεί σε εταιρείες.[1]
- ✘ Ευπάθεια σε άτομα που μπορούν να “χακάρουν” τέτοια συστήματα μέσω διαδικτύου και μέσω του εξοπλισμού εγκατάστασης λειτουργίας.
- ✘ Ο κίνδυνος ύπαρξης ραδιενέργειας. Οι έξυπνοι μετρητές εκπέμπουν στην συχνότητα των μικροκυμάτων και σύμφωνα με πολλές έρευνες δεν ρυθμίζονται διαφορετικά, με μεγάλο κόστος να επηρεάζουν την ανθρώπινη υγεία.[18]
- ✘ Πολλές φορές μπορεί να υπάρχει υψηλό κόστος εγκατάστασης και ρίσκο για τον κάθε δημότη μη συμβατότητας με άλλα δίκτυα.[1]
- ✘ Κέρδος ενάντια κόστους. Οι καταναλωτές και οι δημότες θα αντιμετωπίζουν το κόστος σαν ένα πιο συνηθισμένο θέμα στην καθημερινότητα τους σε αντίθεση με τους χρήστες διανομής ενέργειας οι οποίοι θα επωφελούνται του κέρδους. [18]



- ✘ Προσπάθεια να πείσεις και να υποστηρίξεις τους νέους καταναλωτές να κάνουν επιλογή εγκατάστασης έξυπνου μετρητή.[18]

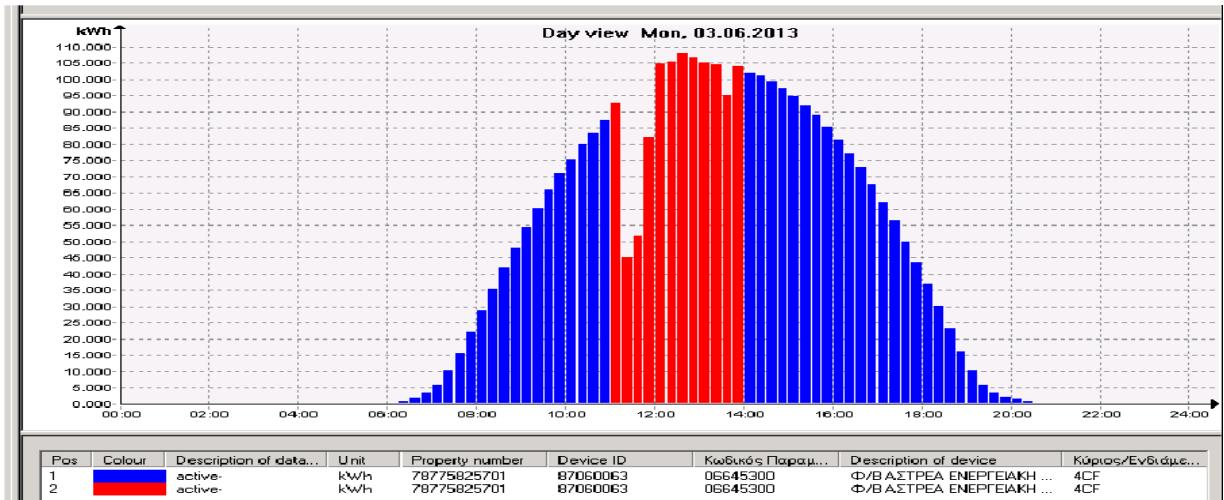
Σε πολλές χώρες της Ευρώπης φαίνεται ότι το κίνητρο για την εγκατάσταση έξυπνων μετρητών βρίσκεται στο κέρδος της σταδιακής αύξησης στην διανομή ενέργειας συνδυασμένη με την ανάγκη για ζήτηση ελέγχου μη επαρκής ηλεκτρικής χωρητικότητας. Μακροπρόθεσμα όλοι θα επωφεληθούν από τα αποτελέσματα των έξυπνων μετρητών που θα φέρουν στο δίκτυο σαν αποτέλεσμα της ψηφιακής εξέλιξης. Οι εταιρείες διανομής ηλεκτρικής ενέργειας θα μπορούν να συλλέξουν ένα μεγάλο όγκο δεδομένων. Το κόστος της αποθήκευσης και της βελτιωμένης αποτελεσματικότητας της ηλεκτρικής ενέργειας μόλις γίνουν οικείο στους καταναλωτές, θα αλλάξει την σκέψη των ανθρώπων για ένα νέο τρόπο ζωής και συνήθειας.

2.6 Έργα και δράσεις Δ.Ε.Δ.Δ.Η.Ε

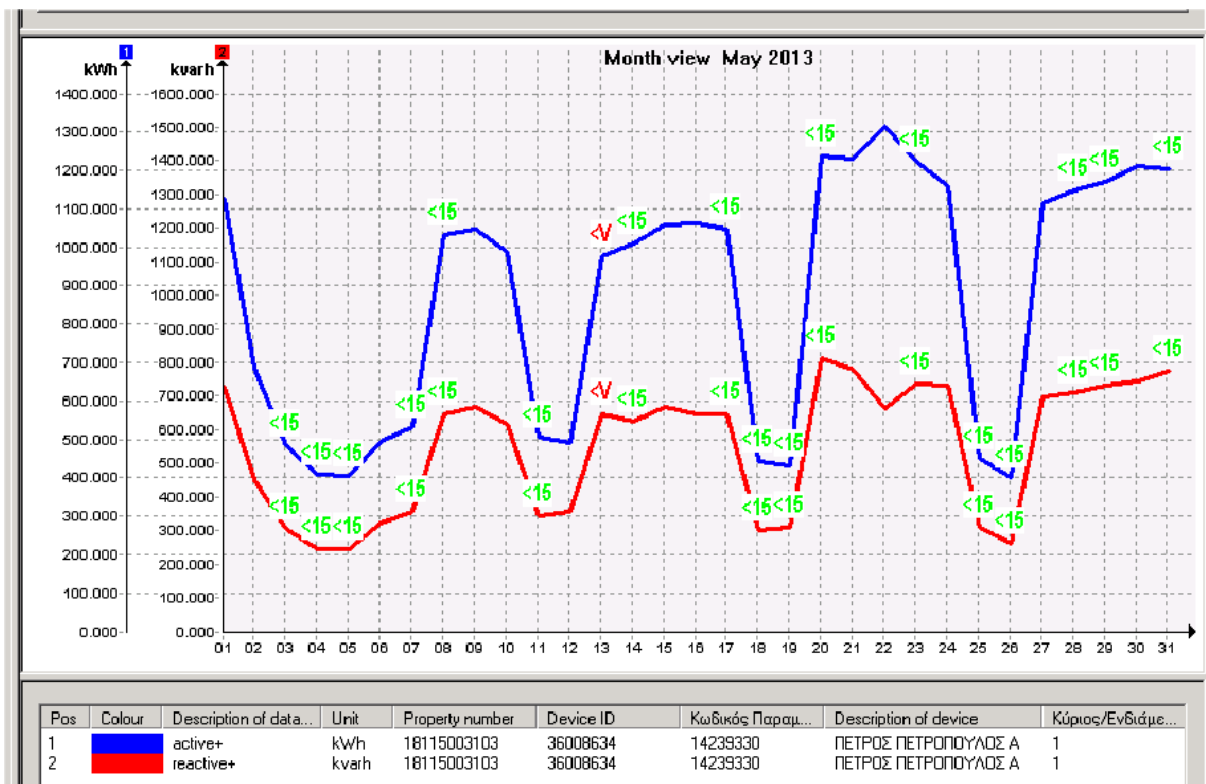
Η Μεγαλύτερη πρόκληση για την τεχνολογία των επικοινωνιών είναι να παρέχει εύρωστα, ασφαλή και διαλειτουργικά δίκτυα. Επιθυμητά χαρακτηριστικά για τις τεχνολογίες επικοινωνίας της Δ.Ε.Δ.Δ.Η.Ε είναι η υψηλή αξιοπιστία και διαθεσιμότητα, η κάλυψη των αναγκών των καταναλωτών, η ασφαλής επικοινωνία, η ταχύτητα μετάδοσης πληροφορίας και δεδομένων, ο εύκολος τρόπος εγκατάστασης συντήρησης και επεκτασιμότητας, και τέλος το χαμηλό κόστος μέσω των (CAPEX, OPEX)[18]. Τεχνολογίες επικοινωνίας τις οποίες στηρίζει η Δ.Ε.Δ.Δ.Η.Ε είναι τα PLC (Power Line Carrier) μέσω των γραμμών ηλεκτρικής ενέργειας και κατάλληλων συγκεντρωμένων τοποθετημένων σε κάθε υποσταθμό 20/0.4 KV, χρήση σταθερής τηλεφωνίας PSTN (Public Switched Telephone Network) ή τεχνολογίας οπτικών ινών (FTTx) για συνδέσεις IP (Internet Protocol) μέσω των γραμμών Xdsl (Digital Subscriber Line), τεχνολογίες επικοινωνίας μέσω κινητού τηλεφώνου GPRS (General Packet Radio Services) και μέσω δικτύου



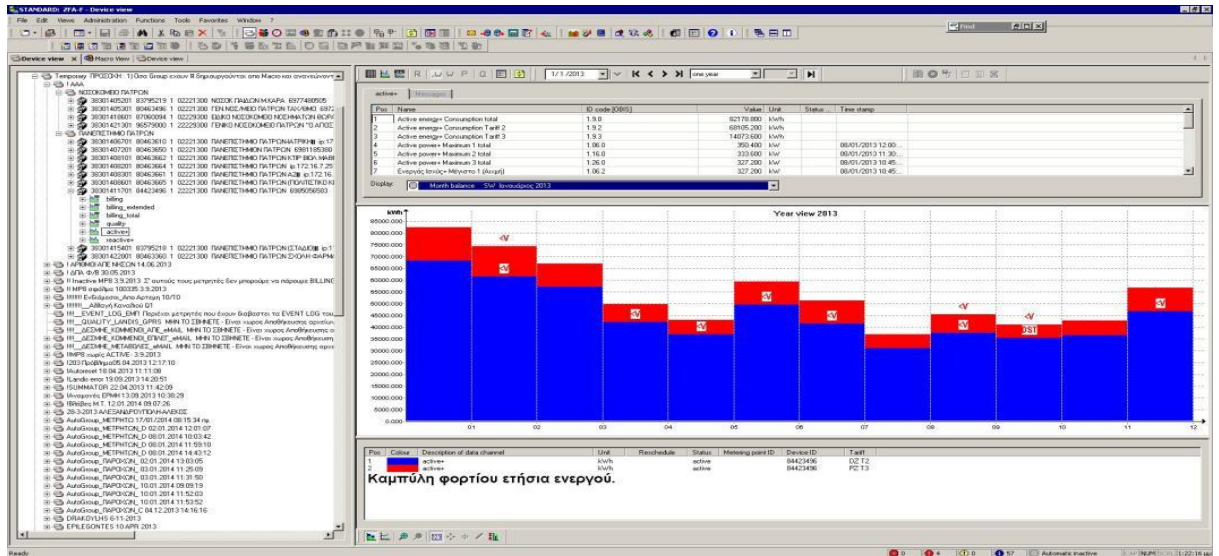
ραδιοφωνικών συχνοτήτων RF mesh (Radio Frequency Communication). Παρόλο αυτά όμως οι πιο επικρατέστερες είναι τα PLC και GPRS[18]. Τα PLC έχουν χρήση υπάρχουσας υποδομής και χαμηλό κόστος επικοινωνίας, κάτι το οποίο είναι συμφέρον προνόμιο για περιοχές υψηλής πυκνότητας.. Από την άλλη πλευρά όμως οι ελεγκτές αυτοί είναι ευαίσθητοι σε διαταραχές,, έχουν χαμηλή ταχύτητα μετάδοσης και έλλειψη κοινού standard. Σε αντίθεση με τα PLC, οι GPRS έχουν χαμηλό κόστος υλοποίησης καθώς και υψηλές ταχύτητες μετάδοσης. Υστερούν σε υψηλό κόστος επικοινωνίας με εξάρτηση από τον τηλεπικοινωνιακό πάροχο και αρκετές φορές μπορεί να υπάρχει προβληματική διαθεσιμότητα σήματος κατά τόπους. Με σκοπό την αξιοποίηση των δεδομένων ποιότητας των ηλεκτρονικών μετρητών Μέσης-Χαμηλής Τάσης, υλοποιήθηκε το Σύστημα Παρακολούθησης Ποιότητας Δικτύου Μ.Τ[18]. Οι μετρητές καταγράφουν «συμβάντα» (πχ πτώση τάσης, διακοπή) τα οποία ερμηνεύονται, φιλτράρονται και αποθηκεύονται στο σύστημα με τελικό σκοπό την στατιστική ανάλυση τους. Το πρόγραμμα το οποίο χρησιμοποιεί η Δ.Ε.Δ.Δ.Η.Ε ονομάζεται Standard[18]. Είναι σύστημα τηλεμέτρησης Μ.Τ, διαχειρίζεται το 23% της διανεμόμενης ενέργειας, επικοινωνεί μέσω GSM και GPRS και έχει συμβεβλημένους γύρω στους 13.500 καταναλωτές-παραγωγούς Μ.Τ καθώς επίσης όπως θα δούμε παρακάτω στο “interface” του προγράμματος απεικονίζονται πληροφορίες και δεδομένα από την ημερήσια καμπύλη των Α.Π.Ε , μηνιαίες και ημερήσιες καμπύλες ενεργού και άεργου ισχύος διάφορων καταναλωτών μέσω του Web server του προγράμματος.[18]



Σχήμα 10 : “Ημερήσια Καμπύλη Α.Π.Ε (φ/β) από πηγή [18]”



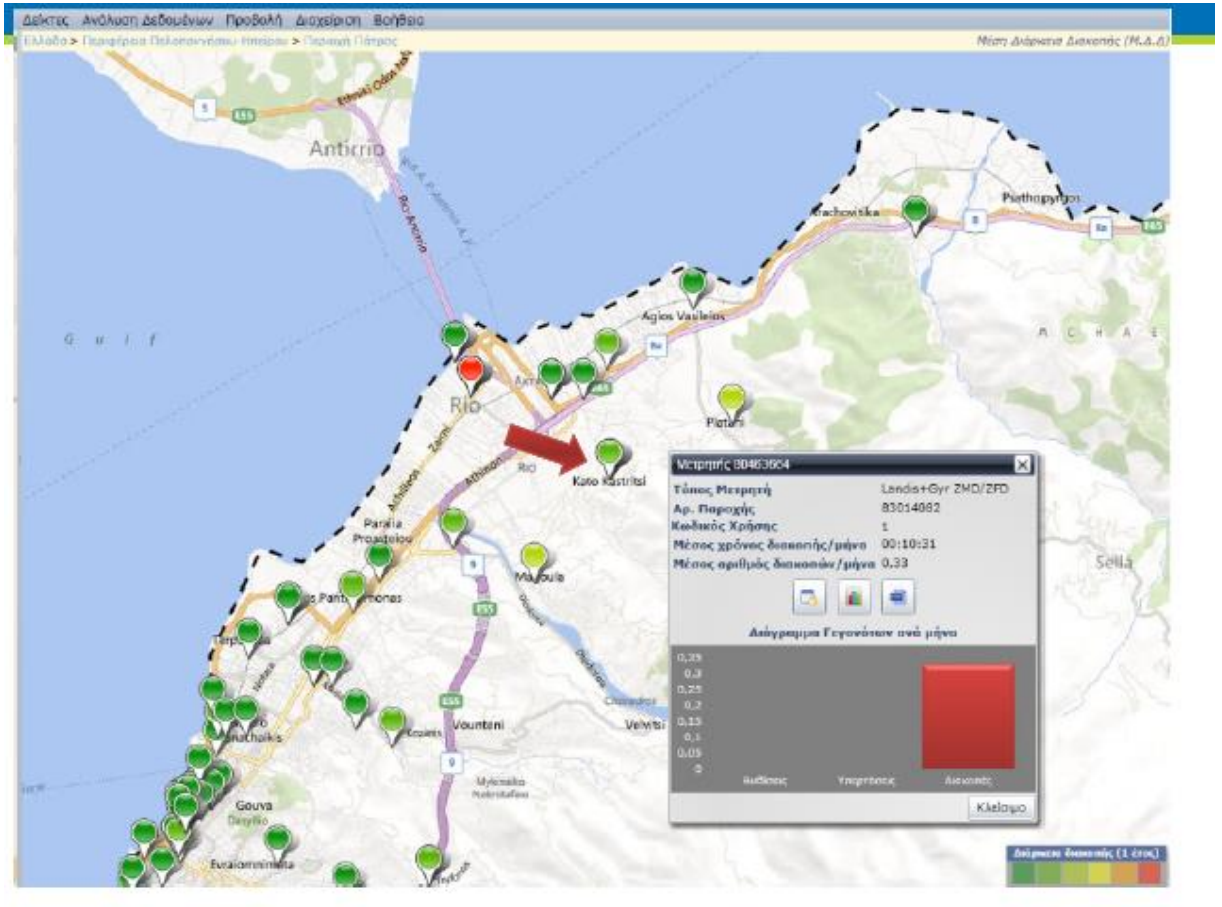
Σχήμα 11 : “Μηνιαίες Καμπύλες Ενέργου και Άεργου ισχύος Κατανάλωσης από πηγή [18]”



Σχήμα 12 : “Καμπύλη ετήσια Ενεργού ισχύος Καταναλωτή από πηγή [18]”



Εικόνα 8-1 : “ Σύστημα παρακολούθησης ποιότητας από πηγή [18]”



Εικόνα 8-2 : “ Σύστημα παρακολούθησης ποιότητας από πηγή [18]”

Έργα τα οποία είναι σε εξέλιξη στο άμεσο μέλλον αφορούν κυρίως συστήματα τηλεμέτρησης παροχών μεγάλων πελατών Χ.Τ. Αυτά κυρίως είναι δύο πανομοιότυπα κεντρικά συστήματα επικοινωνίας GSM/GPRS με αριθμό 60.000 μετρητών παροχών Νο5 για 85 kVA, Νο6 για 135 kVA και Νο7 για 250 kVA. Επίσης δεύτερον 5.000 μετρητές παροχών Νο3 για 35 kVA και Νο4 για 55 kVA[18]. Τα συστήματα αυτά χρησιμοποιούνται σε βιοτεχνίες, σε μεγάλα καταστήματα, μικρά ξενοδοχεία, αρδευτικές παροχές, σχολεία, εστιατόρια κ.λ.π. Η διάρκεια του έργου θα είναι γύρω στους 26 μήνες και η κύρια περιγραφή για το έργο θα είναι: Πρώτον η προμήθεια κέντρων τηλεμέτρησης κύριου και εφεδρικού συστήματος δυναμικότητας 100.000 μετρητικών σημείων με δυνατότητα επέκτασης



στα 250.000. Δεύτερον η αντικατάσταση μετρητών-κυψελών όπου απαιτείται, τρίτον η εγκατάσταση μόντεμ και ένταξη των μετρητών στο κέντρο τηλεμέτρησης.[18]

Τέλος 5ετής λειτουργία κα συντήρηση, η οποία θα περιλαμβάνει κυρίως την αποκατάσταση των βλαβών του εγκαταστημένου μετρητικού και επικοινωνιακού εξοπλισμού. Με την ολοκλήρωση του έργου θα ελαχιστοποιηθεί η επιτόπου μετάβαση για καταμέτρηση. Θα υπάρχει έλεγχος τιμολογιακού ελέγχου στο 11% της διανομής ενέργειας. Η τιμολόγηση της καμπύλης φορτίου θα είναι κατά αναλογία με την τιμολόγηση της Μ.Τ[18] . Θα υπάρχει καλύτερη αντιμετώπιση στον εντοπισμό των ρευματοκλοπών. Θα υπάρχει εντοπισμός βλαβών μετρητικού εξοπλισμού και αυθαίρετης επαύξησης ισχύος. Με αυτόν τον τρόπο δημιουργείται εξοικονόμηση ενέργειας και μετατόπιση του φορτίου αιχμής. Μειώνονται οι εκπεμπόμενοι ρύποι λόγω της καλύτερης κατανομής και εξοικονόμησης της ενέργειας. Αναβαθμίζεται και εκσυγχρονίζεται το Δίκτυο Διανομής Ηλεκτρικής Ενέργειας καθώς και αυξάνεται η αξιοπιστία του συστήματος. Υπάρχει web εφαρμογή για πληροφόρηση των καταναλωτών στα στοιχεία μέτρησης καθώς και ολοκληρωμένη εφαρμογή για στοιχεία ποιότητας τροφοδότησης.

Πιλοτικό Πρόγραμμα

Ονομάζεται το σύστημα Τηλεμέτρησης και Διαχείρισης της ζήτησης των παροχών ηλεκτρικής ενέργειας οικιακών και μικρών εμπορικών καταναλωτών έξυπνων δικτύων. Αποτελείται από 2 πανομοιότυπα κεντρικά συστήματα, των 130.000 μονοφασικών και 30.000 τριφασικών μετρητικών σημείων. Υποστηρίζεται δυνατότητα διαχείρισης 250.000 σημείων μέτρησης με εφαρμογή 2 τεχνολογιών επικοινωνίας PLC και GPRS/3G/4G. Θα τοποθετηθούν συσκευές μέτρησης στους υποσταθμούς Διανομής των υπόψη περιοχών, οικιακές οθόνες, “web portals” και “apps” για ενημέρωση των καταναλωτών μέσω PC, `tablets, smart phones,` κ.λπ. Οι περιοχές Ν.Ξάνθης, Ν.Λευκάδας, Ν.Λέσβου είναι κατά εφαρμογή.[18]



ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ ΑΙΓΑΙΟΥ

Τμήμα Ναυτιλίας και
Επιχειρηματικών Υπηρεσιών

&

ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ ΔΥΤΙΚΗΣ ΑΤΤΙΚΗΣ

Τμήμα Μηχανικών Βιομηχανικής
Σχεδίασης και Παραγωγής



Αντιπροσωπευτικό δείγμα είναι οι 7000 μετρητές στην Αττική και 3000 στην Θεσσαλονίκη. Οι γεωγραφικές περιοχές οι οποίες έχουν οργανωθεί για να

εφαρμοσθή το πρόγραμμα αυτό αφορά τα αστικά και ημιαστικά κέντρα της ηπειρωτικής Ελλάδας καθώς και νησιωτικά συμπλέγματα με τέτοιο τρόπο ώστε να αποκτηθεί εμπειρία σε ένα αποτελεσματικό δείγμα της ελληνικής επικράτειας.





Γεωγραφική Περιοχή	Περιοχές/ Νομοί
Αν.Μακεδονία- Θράκη	Νομός Ξάνθης
Βόρειο Αιγαίο	Νομός Λέσβου - Νήσος Λέσβος - Νήσος Λήμνος - Άγιος Ευστράτιος
Νησιά Ιονίου	Νομός Λευκάδας
Στερεά Ελλάδα	Αττική
Μακεδονία	Θεσσαλονίκη

Εικόνα 9 : “Γεωγραφικές Περιοχές Πιλοτικού Έργου από πηγή [18]”

2.7 Ευρωπαϊκά Standards και Επενδύσεις

Για την ενεργειακή απόδοση κατά την τελική χρήση και τις ενεργειακές υπηρεσίες,, η οδηγία 2006/32/EK ενσωματώθηκε στο Ν.3855/23.6.10 και ορίζει ότι:
Οι διανομείς ενέργειας, οι διαχειριστές δικτύων διανομής παρέχουν στους τελικούς καταναλωτές ατομικούς μετρητές που απεικονίζουν την πραγματική ενεργειακή τους κατανάλωση και παρέχουν επιπλέον πληροφορίες για τον πραγματικό χρόνο χρήσης, όταν αυτό είναι οικονομικώς εύλογο και ανάλογο προς τη δυνητική εξοικονόμηση ενέργειας και σύμφωνα με τις διαθέσιμες τεχνολογικές δυνατότητες στον τομέα της μέτρησης[18]. Η οδηγία 2009/72/EK σχετικά με τους κοινούς κανόνες για την εσωτερική αγορά ηλεκτρικής ενέργειας ενσωματώνεται στο Ν. 4001/2011. Η ευρεία κλίμακα αντικατάσταση υφιστάμενων συστημάτων μέτρησης τελικής κατανάλωσης ενέργειας στο Δίκτυο Διανομής με αντίστοιχα ευφυή συστήματα, η οποία αποσκοπεί



ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ ΑΙΓΑΙΟΥ

Τμήμα Ναυτιλίας και
Επιχειρηματικών Υπηρεσιών

&

ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ ΔΥΤΙΚΗΣ ΑΤΤΙΚΗΣ

Τμήμα Μηχανικών Βιομηχανικής
Σχεδίασης και Παραγωγής



ιδίως στη δυνατότητα ενεργού συμμετοχής των καταναλωτών στην αγορά της ενέργειας κι γενικότερα στην αποτελεσματική και οικονομικότερη λειτουργία της[20]. Παρόλο τις επικρατέστερες τεχνολογίες επικοινωνίας που αναφέραμε παραπάνω, οι πιο διαδεδομένες τεχνολογίες PLC στην Ευρώπη είναι :

- I. Η Prime (Iberdrola)
- II. G3 (Erdf)
- III. METERS and MORE (Enel)
- IV. OSGP (Echelon) [18]

Το Prime (Powerline Intelligent Metering Evolution) εκπροσωπεί μια ανοιχτή, μη ιδιωτική τεχνολογία επικοινωνιών η οποία υποστηρίζει τις παρούσες και μελλοντικές λειτουργίες διαχείρισης μετρητικών δεδομένων (AMM). Στόχος του G3 PLC είναι η ανάπτυξη ενός πρότυπου για PLC modems βάση των προδιαγραφών που θέτει η ERDF (Electricite Reseau Distribution France). Επίσης η συγκεκριμένη τεχνολογία επικοινωνίας χρησιμοποιεί OFDM (Orthogonal Frequency Division Multiplexing). Ο ρυθμός δεδομένων που έχει επιτευχθεί στο physical layer φθάνει τα 32 kbps. Το PLC

OSGP (Open Smart Grid Protocol) της ESNA (Energy Services Network Association), εφαρμόζεται σε διάφορες χώρες της Ευρώπης, όπως Δανία, Ολλανδία, Ρωσία, Σουηδία, Φιλανδία, Γερμανία και Αυστρία[18]. Η `Echelon ένα από τα μέλη τους ESNA , έχει αναπτύξει τους έξυπνους μετρητές και το σύστημα AMR. Επίσης χρησιμοποιεί διαμόρφωση BPSK (Binary Phase- Shift keying). Η τεχνολογία PLC OSGP παρέχει ταχύτητα μετάδοσης τάξεως 5 Kbit/s. Το Meters and More είναι ένα πρωτόκολλο PLC διατίθεται στη βιομηχανία από το 2010 μέσω του Meters and More “association”. `Χρησιμοποιείται στο σύστημα Telegestore της Enel, με πάνω από 40 εκατομμύρια πελάτες παγκοσμίως και πρόκειται να εφαρμοστεί στην Endesa για 13 εκατομμύρια πελάτες στην Ισπανία με ταχύτητα μετάδοσης δεδομένων που φθάνει τα 9,6 kbps.[18]



ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ ΑΙΓΑΙΟΥ

Τμήμα Ναυτιλίας και
Επιχειρηματικών Υπηρεσιών

&

ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ ΔΥΤΙΚΗΣ ΑΤΤΙΚΗΣ

Τμήμα Μηχανικών Βιομηχανικής
Σχεδίασης και Παραγωγής



Η Ευρωπαϊκή Επιτροπή για την ηλεκτροτεχνική τυποποίηση, CENELEC, έχει δεχτεί το “transport profile” του CX1 ενός πρωτοκόλλου επικοινωνίας της SIEMEN, ως μια πρόταση τυποποίησης.. Το “profile” αυτό έχει σχεδιαστεί για την εξασφάλιση της διαλειτουργικότητας σε συμμόρφωση με το πρότυπο “EU Mandate M/441” και είναι η βάση του πρωτοκόλλου μετάδοσης, το οποίο χρησιμοποιεί το δίκτυο X.T για κανάλι δεδομένων αισθητήρων δικτύου και έξυπνων μετρητών.



ΤΕΧΝΟΛΟΓΙΑ	(ΜΕΓΙΣΤΗ) ΤΑΧΥΤΗΤΑ	ΔΙΑΜΟΡΦΩΣΗ	
PLC G3	33.4 kbps	OFDM	ERDF
PRIME	128 kbps	OFDM	IBERDROLA
METERS & MORE	9.6 kbps	BPSK	ENEL
PLC OSGP	5 kbps	BPSK	ESNA-Echelon

Technology	Distance	Data Rate	Terminal Cost	Infrastructure Cost	Robustness (to interference or tampering or wear)	Maturity
Ethernet - Wired	<100m	>100Mb/s	Medium	High	Medium	High
Zigbee 2.4GHz - RF	<100m	<250kb/s	Medium	Low	Low	High
HomePlug GP - Wired	<300m	<14Mb/s	High	Medium	High	Low
802.15.4/WMBUS Sub-G Hz - RF	>300m	<100kb/s	Low	Low	Medium	High
G3-PLC OFDM PLC - Wired	>1000m	<100kb/s	Medium	Low	High	Low
PRIME OFDM PLC - Wired	>1000m	<125kb/s	Medium	Low	High	Medium
Meters&More BPSK PLC - Wired	>1000m	<30kb/s	Low	Low	High	High
G1, LINKY S-FSK PLC - Wired	>1000m	<10kb/s	Low	Low	Medium	High
RS485 - Wired	>1000m	<100kb/s	Low	Medium	Low	High
GPRS/3G - RF	>10000m	>2Mb/s	High	High	High	High

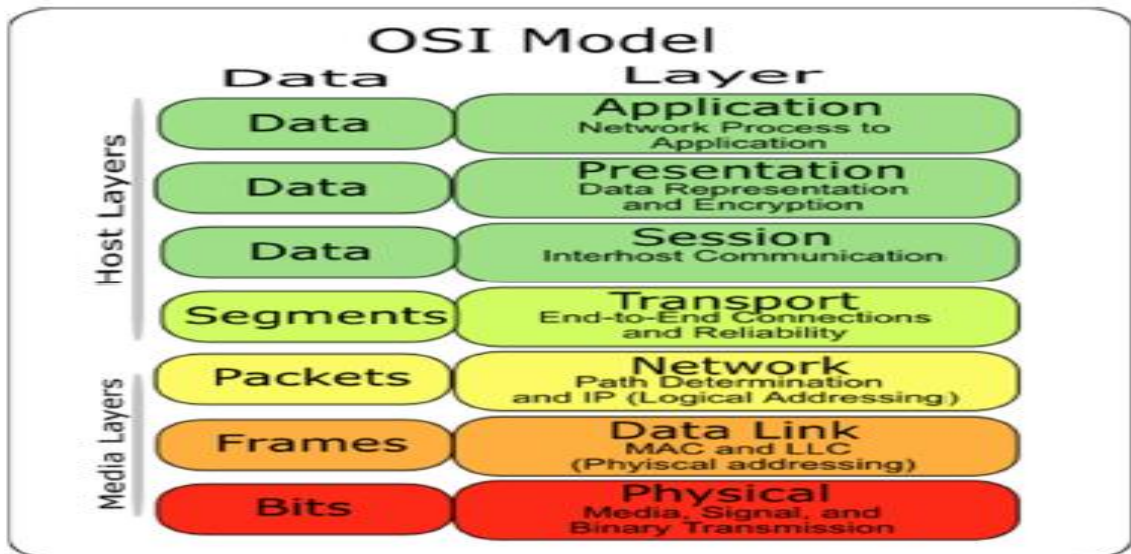
- Best fit for HAN (Meters/Sensors/Appliances in Home – Internet of Things)
- Best Fit for NAN (Last Mile Metering – Meters to Concentrators)
- Best fit for WAN (Meter/Concentrator to Utility head-end servers)

Εικόνα 10: “Σύγκριση Τεχνολογιών PLC από ευφυή συστήματα από πηγή [18]”

Το μοντέλο OSI είναι μια ιεραρχική δομή που ανήκει μέσα στην τεχνολογία των PLC και αποτελεί μία ιεραρχική δομή επτά επιπέδων που καθορίζει τις προδιαγραφές επικοινωνίας μεταξύ δύο υπολογιστών ορίζοντας ακριβώς τον σκοπό



του κάθε επιπέδου αλλά και τα χρησιμοποιούμενα πρωτόκολλα. Το μοντέλο OSI τυποποιήθηκε ως πρότυπο ISO 7498-1. Σε γενικό πλαίσιο είναι το μοντέλο αυτό που θα επιτρέψει σε όλα τα στοιχεία ενός δικτύου να συλλειτουργούν, με κάθε στοιχείο για να υλοποιούν ένα ή περισσότερα πρωτόκολλα δικτύωσης, ανεξάρτητα από το ποιος είναι ο κατασκευαστής τους. Επίσης υποδιαιρεί τις λειτουργίες ενός τηλεπικοινωνιακού δικτύου σε μια κατακόρυφη στοίβα από επίπεδα, για το καθένα από τα οποία μπορεί να οριστεί κάποιο πρωτόκολλο σε μια συγκεκριμένη υλοποίηση[18]. Κάθε επίπεδο του αξιοποιεί τις λειτουργίες του κατωτέρου του στη στοίβα επιπέδου, ενώ στόχος του είναι να παρέχει λειτουργικότητα στο αμέσως ανώτερο επίπεδο.



Εικόνα 11: “Μοντέλο OSI από πηγή Wikipedia”

Οι τεχνολογίες επικοινωνίας Prime, Meters, AND MORE, G3 PLC, OSGP, καθώς και το CX1, που αναφέρθηκαν παραπάνω βρίσκονται στη διαδικασία αξιολόγησης/αποδοχής από τη CENELEC, κάτω από την επιτήρηση του DLMS. Η Cenelec (Ευρωπαϊκή Επιτροπή Ηλεκτροτεχνικής Τυποποίησης) αναπτύσσει



ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ ΑΙΓΑΙΟΥ

Τμήμα Ναυτιλίας και
Επιχειρηματικών Υπηρεσιών

&

ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ ΔΥΤΙΚΗΣ ΑΤΤΙΚΗΣ

Τμήμα Μηχανικών Βιομηχανικής
Σχεδίασης και Παραγωγής



Ευρωπαϊκά πρότυπα και κοινές προδιαγραφές. Η CLC/TC 13 (Cenelec Technical Committee 13) είναι η τεχνική επιτροπή που είναι υπεύθυνη για τη λήψη αποφάσεων

σχετικά με “Equipment for Electrical energy Measurement and Load Control”. Το DLMS ή αλλιώς (Device Language Message Specification, αρχικά Distribution Line Message Specification) είναι το σύνολο των προτύπων που αναπτύχθηκαν από τη DLMS UA και έχουν ενσωματωθεί από την **IEC TC13** στη σειρά προτύπων **IEC 6205**. Σκοπός της DLMS User Association είναι η ανάπτυξη ανοικτών προτύπων για την ανταλλαγή μετρητικών δεδομένων, διασφαλίζοντας τη διααλειτουργικότητα. Όσο αφορά το κομμάτι των επενδύσεων στην Ευρώπη είναι ένα ζήτημα που πρέπει να αναφερθεί[18]. Στην Ευρώπη έχουν ήδη επενδυθεί πάνω από 4 δισεκατομμύρια Ευρώ σε εγκαταστάσεις έξυπνων μετρητών. Οι κύριες εγκαταστάσεις είναι στην Ιταλία και στην Σουηδία, οι οποίες έχουν ήδη ολοκληρώσει την εγκατάσταση μετρητών αλλά ετοιμάζουν και την δεύτερης γενιάς έξυπνων μετρητών. Οι χώρες της Ισπανίας, Αγγλίας, Φιλανδία, Αυστρία βρίσκονται στο στάδιο υλοποίησης, με την Ισπανία να έχει εγκαταστήσει πάνω από 4 εκατομμύρια μετρητές. Η εκτίμηση που υπάρχει είναι ότι μέχρι το 2020 θα έχουν δαπανηθεί τουλάχιστον 30 δισεκατομμύρια Ευρώ για 170εως180 εκατομμύρια ηλεκτρονικούς μετρητές με κύρια χρήση τεχνολογία επικοινωνίας το PLC και το GPRS[18]. Η Σουηδία είναι η πρώτη χώρα που θέσπισε την μαζική εγκατάσταση των έξυπνων μετρητών με ωριαία ένδειξη δυνατότητας μετάδοσης δεδομένων, η δράση των έργων ολοκληρώθηκε το 2009. Έπειτα η Ιταλία ήταν η δεύτερη χώρα των ηλεκτρονικών μετρητών που ξεκίνησε το 2008 και ολοκληρώθηκε το 2011 με 36 εκατομμύρια πελάτες από την ENEL. Η ENEL έχει αναπτύξει λύσεις για αυτοματοποιημένη απομάκρυνση ανάγνωση ενδείξεων κατανάλωσης και διαχείρισης της διανομής ενέργειας, και διαθέτει εγκαταστημένο δίκτυο 32 εκατομμύρια AMI σημείων με PLC (Telegestore). Επίσης έχει αναπτύξει για την ισπανική θυγατρική της, Endesa Distribution Electrica S.L. το οποίο θα εγκατασταθεί σε 13 εκατομμύρια πελάτες της



ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ ΑΙΓΑΙΟΥ

Τμήμα Ναυτιλίας και
Επιχειρηματικών Υπηρεσιών

&

ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ ΔΥΤΙΚΗΣ ΑΤΤΙΚΗΣ

Τμήμα Μηχανικών Βιομηχανικής
Σχεδίασης και Παραγωγής



ENDESA στην Ισπανία. Στην Ισπανία 5 εταιρείες (Endesa, Iberdrola, Gas Natural Fenosa, Hidrocan-tabrico και EON) έχουν ήδη εγκαταστήσει πάνω από 4 εκατομμύρια μετρητές στην χώρα. Η Endesa έχει εγκαταστήσει 3,9 εκατομμύρια μετρητές έως το Σεπτέμβριο του 2013. Στόχος είναι η εγκατάσταση 13 εκατομμυρίων μετρητών μέχρι το τέλος του 2015. [18],[20]

Χρησιμοποιείται σύστημα που ανέπτυξε η ENEL το οποίο περιλαμβάνει το πρωτόκολλο επικοινωνίας Meters and More. Η Iberdrola περιλαμβάνει πλήρες έργο εγκατάστασης 11 εκατομμυρίων μετρητών με πρωτόκολλο επικοινωνίας “PRIME”. Στη Γαλλία ένα κυβερνητικό διάταγμα το Σεπτέμβριο του 2010 καθόρισε τους όρους της υποχρεωτικής εγκατάστασης μετρητών, με στόχο την επίτευξη 95% κάλυψη έως το τέλος του 2016. Τον Σεπτέμβριο του 2011, μετά από αρκετά επιτυχημένα πιλοτικά έργα, η γαλλική κυβέρνηση ανακοίνωσε την εγκατάσταση 35 εκατομμυρίων έξυπνων μετρητών ηλεκτρικής ενέργειας, αρχής γενομένης από το 2013 έως το 2018. Υπεύθυνος της δράσης του έργου αυτού ήταν η “ERDF”. Το πιλοτικό έργο που είναι σε εξέλιξη αφορά εγκατάσταση 300.000 ηλεκτρονικών μετρητών και 5.000 συγκεντρωτών (“Linky”). Οι μετρητές και οι συγκεντρωτές έχουν προδιαγραφές διαλειτουργικότητας. Το σύστημα βασίζεται σε “PLC LAN” και “GPRS WAN”. Η τεχνολογία επικοινωνίας ονομάζεται “Linky” και βασίζεται σε “G3-PLC”. Στη Βρετανία η μαζική αντικατάσταση έχει προγραμματιστεί για υλοποίηση από το 2015 έως το 2020 και περιλαμβάνει εγκατάσταση 53 εκατομμύρια μετρητών σε μικρές επιχειρήσεις και κατοικίες. Στη Γερμανία η “RWE” έχει ξεκινήσει την εγκατάσταση 100.000 έξυπνων μετρητών, ενώ ταυτόχρονα έχουν υλοποιηθεί από άλλες γερμανικές εταιρείες ηλεκτρικής ενέργειας μικρά πιλοτικά έργα εγκατάστασης μερικών χιλιάδων μετρητών. Στην Αυστρία υπάρχει μία καθυστέρηση και εκκρεμεί νομοθεσία για εγκατάσταση έξυπνων μετρητών στη χώρα. Εταιρείες Διανομής έχουν εγκαταστήσει 95.000 έξυπνους μετρητές και αναμένεται μέχρι το 2015 να εγκαταστήσουν επιπλέον 370.000. Τέλος στην



Ολλανδία η κυβέρνηση πρότεινε την υποχρεωτική εγκατάσταση 7 εκατομμυρίων έξυπνων μετρητών έως το 2013, ως κομμάτι του εθνικού πλάνου μείωσης ενέργειας. Το 2009, το πρόγραμμα εγκατάστασης σταμάτησε μετά από διαμαρτυρίες καταναλωτικών οργανώσεων. Το 2012 εγκαθίστανται μόνο έξυπνοι μετρητές. Το 2015 η Enexis, ένας ανεξάρτητος Διαχειριστής Δικτύου, θα ξεκινήσει πιλοτική εγκατάσταση μετρητών με τεχνολογία G3-PLC ενώ ταυτόχρονα προωθείται η κοινοπραξία (ALLIANDER + KPN) για επικοινωνία με σύστημα κυψελωτής τηλεφωνίας CDMA-450 MHz.[18],[20]

2.8 Σύνοψη

Η εξέλιξη του μετρητή από το πώς πρωτοάρχισε μέχρι τις σημερινές μέρες έχει ανοδική πορεία σε μεγάλο φάσμα των ηλεκτρικών εγκαταστάσεων, δίνοντας πολλές εφαρμογές της χρήσης του σε διάφορους τομείς της ενέργειας. Σε έργα και δράσεις μικρών και μεσαίων καταναλωτών βασιζόμενο σε Ευρωπαϊκά Standards.

Το Έξυπνο Λιμάνι

3.1 Εισαγωγή

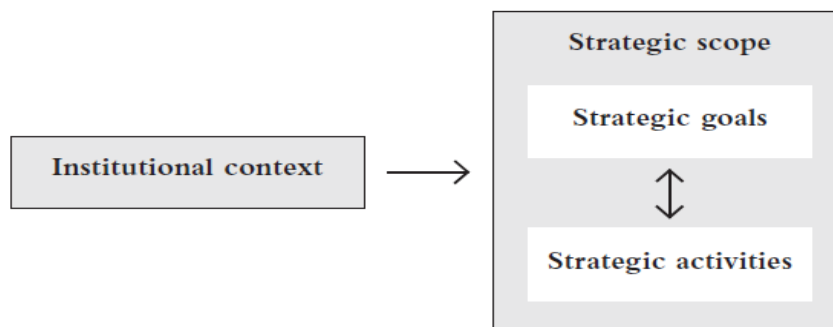
Στο μέρος αυτό θα δούμε πως είναι δομημένο ένα έξυπνο λιμάνι, ποιες είναι αυτές οι ενέργειες που το χαρακτηρίζουν ως “έξυπνο”. Επίσης πως λειτουργεί και πως παράγει υπηρεσίες. Ένα πολύ σημαντικό θέμα που θα αναπτυχθεί είναι το θέμα της διαχείρισης ενέργειας αλλά και πως μπορεί να ελεγχτεί. Θα γνωρίσουμε τα επίπεδα τεχνολογίας και αυτοματισμού αλλά και τελικά ποιο είναι το τελικό σενάριο για ένα πετυχημένο λιμάνι.

3.2 Αρχές Λιμανιού και δραστηριότητες



Οι αρχές ενός λιμανιού δεν παύουν να είναι συγκεκριμένοι τύποι οργανισμών στην συνεισφορά εκπλήρωσης ενός κοινού στόχου. Τις περισσότερες φορές ανήκουν σε δημόσιους οργανισμούς, αλλά λειτουργούν σε ένα υψηλό ανταγωνιστικό περιβάλλον. Οι αρχές στην πραγματικότητα δημιουργούν εκείνα τα περιβάλλοντα όπου δημόσιοι και ιδιωτικοί φορείς θα μπορούσαν να συνεισφέρουν. Επίσης τα λιμάνια καταφέρνουν να συγχρονίσουν το ενδιαφέρον και τις ενέργειες όλων εκείνων των δημόσιων ιδρυμάτων όπως (κεντρική κυβέρνηση, δήμοι κ.α.) με τη αντίστοιχη συμπεριφορά και στρατηγική περιεχομένου όλων των ιδιωτών[9].

Από την μία πλευρά, οι αρχές στο λιμάνι πρέπει να είναι ως οργανισμός της τάξης και από την άλλη πρέπει να υπερασπίζονται το κοινό ενδιαφέρον με το να αποκτούν έσοδα από την επένδυση κοινών αγαθών όπως (λιμάνια, κυματοθραύστες, εγκαταστάσεις υψηλών προδιαγραφών κ.α.) προωθώντας έτσι το τομέα της απασχόλησης και μειώνοντας την απασχόληση εξωτερικών παραγόντων[9]. Εκτός από αυτά οι αρχές-λιμανιού αποκαλούνται και προ-ενεργητικές φορείς αφότου παίρνουν κίνητρα και ιδέες μέσα από ένα οργανωμένο πλαίσιο αγοράς και διαχειριστικής λογικής[3]. Σε πολύ λίγες μόνο περιπτώσεις μπορεί να λειτουργήσουν σαν επιχείρηση και να υποστηρίζουν μόνο υπηρεσίες μέσα στο λιμάνι ή σε άλλα λιμάνια. Τα τρία βασικά δομοστοιχεία για μια επιτυχημένη υποδομή ενός έργου απαρτίζονται από τον στρατηγικό σκοπό, το στρατηγικό στόχο και τις δραστηριότητες.[8]





Εικόνα 11-1 : “Δομή Έρευνας από το άρθρο προοπτικές Έξυπνου λιμανιού από πηγή [8]”

Το *θεσμικό πλαίσιο* από το οποίο αποτελούνται οι αρχές στο λιμάνι είναι ένα σύνολο ενεργειών, από εσωτερικούς και εξωτερικούς παράγοντες όπως ιδιοκτησία, θεσμική δομή, επίπεδο θεσμικής αυτονομίας και στρατηγικής ελευθερίας καθώς σύνθεσης συμβουλίου επιτροπών.

Ορίζοντας τον *στρατηγικό σκοπό* θα λέγαμε ότι οι αρχές ενός λιμανιού είναι το κυρίαρχο μοντέλο[8]. Με βάση το μοντέλο αυτό, τα σχέδια του λιμανιού και τις γενικές δραστηριότητες που απαρτίζουν το λιμάνι κρίνονται πρωταρχικής σημασίας, εξουσιοδοτώντας ενέργειες και δραστηριότητες σε τομείς ιδιωτικών εταιρειών. Έχοντας αντίκτυπο αυτό οι αρχές του λιμανιού δεν μπορούν να συμμετάσχουν σε δραστηριότητες πέραν των αρμοδιοτήτων τους. Σε γενικές γραμμές τρεις είναι οι προκάτοχες ενέργειες για να ξεχωρίσει η ανάπτυξη -σκοπού ενός λιμανιού. Ο συνδυασμός του προϊόντος-υπηρεσιών με την αγορά, οι εδαφικές περιοχές και τα κάθετα όρια. Βασικό στόχο των αρχών σε ένα λιμάνι είναι όχι μόνο η ανάπτυξη νέων προϊόντων και υπηρεσιών αλλά και η επέκταση του γεωγραφικού χώρου, με ενέργειες που λαμβάνουν χώρα σε τοπικό επίπεδο (περιοχή λιμανιού) σε περιφερειακό επίπεδο (διαδίκτυα εντός χώρας) και ακόμη σε παγκόσμιο επίπεδο. Οι δύο κύριοι στρατηγικοί σκοποί για ένα λιμάνι είναι να μπορέσει να φέρει εις πέρας την περιφερειακή και διεθνή οικονομική ανάπτυξη και να μπορέσει να φέρει έσοδα για να αντιμετωπίσει τα μελλοντικά κόστη και επενδύσεις[8]. Η στάση αυτή των πραγμάτων δείχνει τους στόχους του λιμανιού συνεισφέροντας στην περιφερειακή οικονομική αναπαραγωγή, καθιστώντας το πολύ σπουδαίο. Έτσι συγκεντρώνοντας τους παράγοντες για τους στόχους ενός πετυχημένου λιμανιού, διακρίνονται σε τρεις κατηγορίες[3]. Κατηγορία πρώτη όπου το επίπεδο στόχου είναι πολύ υψηλό και αφορά (περιφερειακή οικονομική ανάπτυξη, ανταλλαγή προϊόντων υπηρεσιών-εμπόριο), κατηγορία δεύτερη όπου οι στόχοι βρίσκονται σε



επίπεδο συμπλέγματος και αυτό αφορά (την δυνατότητα προσβασιμότητας, και την προστιθέμενη αξία των επιχειρήσεων), και κατηγορία τρίτη, στόχοι σταθερότητας όπως (κέρδη και συνεισφορές.). Με αυτές τις κατηγορίες στόχων, συσχετίζοντας την αρμόδια χαρακτήρα-αρχή δίνει στο λιμάνι τις ακόλουθες δυνατότητες:

- Υψηλά επίπεδα ιδιωτικής ιδιοκτησίας (συνήθως πλοίων) δίνουν λιγότερη σπουδαιότητα σε στόχους της πρώτης και δεύτερης κατηγορίας.[15]
- Υψηλά επίπεδα στρατηγικής και θεσμικής ελευθερίας δίνουν λιγότερη σημαντικότητα στους στόχους κατηγορίας πρώτης και δεύτερης και επικεντρώνονται στη τρίτη κατηγορία.[8]
- Σωματεία και συντεχνιακές αρχές δίνουν περισσότερο προσοχή στην τρίτη κατηγορία που αφορά τα κέρδη και τα έσοδα.[8]

Ολοκληρώνοντας την ανάλυση αυτή θα λέγαμε ότι ο στρατηγικός σκοπός των αρχών λιμανιού απαρτίζεται από μια σειρά δραστηριοτήτων οι οποίες ξεφεύγουν από το σωστό ρόλο μιας ενδοχώρας αλλά επεκτείνεται σε λειτουργικές, γεωγραφικές και οργανωτικές προοπτικές. Σύμφωνα με τα δεδομένα και τα στοιχεία που προαναφέρθηκαν παραπάνω οι αρχές λιμανιού προσπαθούν να ξεπερνούν τα όρια για περισσότερη αυτονομία και εμπορική οριοθέτηση , επιδεικνύοντας έτσι την θέληση τους για όλο και μεγαλύτερη ικανοποίηση στόχων κλιμάκωσης σε εταιρικό επίπεδο δίνοντας προσοχή σε δραστηριότητες υψηλού επιπέδου και σε επίπεδο συμπλέγματος. Παρόλο αυτά όμως η σχέση μεταξύ της δομής του λιμανιού με τον αρχικό στρατηγικό σκοπό πολλές φορές δεν είναι τόσο αλληλοϋποστηριζόμενες και αυτό διότι φανερώνεται η ύπαρξη άλλων εξωτερικών παραγόντων που επηρεάζουν τον αρχικό στρατηγικό σκοπό. Αυτοί μπορεί να είναι επενδύσεις και αναπτύξεις σε δραστηριότητες πέρα από την ενδοχώρα. Συγκωνεύοντας όλες τις ιδέες και τις προτάσεις παραπάνω καταλήγουμε στο συμπέρασμα ότι όσο περισσότερη αυτονομία και τρόπος επιχειρησιακής αντιμετώπισης στην δομή των αρχών λιμανιού, διευρύνει το στρατηγικό σκοπό και κατά επέκταση τις επιμέρους δραστηριότητες. Έτσι



υπάρχει μεγαλύτερη αντικειμενικότητα στους στόχους και στην αξία από το να έρθουν εις πέρας στόχοι και δραστηριότητες σε υψηλό επίπεδο μέχρι επιχειρησιακό επίπεδο.

3.3 Περιγραφή και Λειτουργία

Εάν τα σενάρια για μια εξελισσόμενη και «έξυπνη» πόλη ενεργειακά είναι κάτι το καινούργιο, το σενάριο για ένα έξυπνο λιμάνι είναι μια ιδέα που από πίσω της κρύβει πολλές πτυχές διαδικασίας και διεργασίας. Χωρίς να υπάρχει ένας διεθνούς αποδεχόμενος ορισμός με πολλά παράλληλα κίνητρα που να υποστηρίζει το θεσμό του έξυπνου λιμανιού, η ιδέα αυτή δεν μπορεί να σταθεί από μόνη της. Έτσι οι υποδομές για έργα τέτοιου βεληγεκούς όπου κανένας δεν έχει “την τελευταία λέξη”, θα μπορέσουν να υποστηριχθούν από ένα σύμπλεγμα εταιρειών και να προσφέρουν κατασκευές τελευταίας γενιάς και νέες τεχνολογίες στον κλάδο της ενέργειας. Συνήθως η κίνηση στο λιμάνι συνδέεται άμεσα με τα κέρδη και ο οικονομικός παράγοντας είναι κύριο χαρακτηριστικό για να εφαρμοστούν προδιαγραφές και υποδομές για ένα έξυπνο λιμάνι [10]. Παρόλο αυτά το πρόβλημα όπως και σε μια πόλη με έξυπνες λύσεις και τεχνολογίες είναι ότι προγράμματα που πριμοδοτούσαν απομονωμένα περιβαλλοντολογικά, ενεργειακά, ή βιομηχανικά έργα εισάγονταν γρήγορα σαν το πρώτο βήμα για να γίνουν μια έξυπνη υποδομή για ένα λιμάνι κάτι το οποίο δεν ήταν εφικτό αλλά μόνο σε εγκαταστάσεις και λιμάνια με μεσαία και μεγάλα κέρδη εκπλήρωναν προγράμματα τέτοιων προδιαγραφών. Τα λιμάνια ως προς τον τρόπο λειτουργίας τους από γενιά σε γενιά διέφεραν πολύ στο τρόπο με τον οποίο ήταν εγκατεστημένα, την μηχανική λειτουργία τους, τους εγκατεστημένους εξοπλισμούς τεχνολογίας, την γεωγραφική τους κυριαρχία. Από την πρώτη γενιά (1940-1960) υποδομές για “Μηχανικά Λιμάνια” με μηχανική λειτουργία, χειροτεχνικές διαδικασίες, ελεύθερες ζώνες χωρίς δασμούς στο (2000-2020) με “Έξυπνα Λιμάνια” που υποστηρίζουν τηλεπικοινωνιακές τεχνολογίες με πλατφόρμες εφαρμογών- πρωτοκόλλων ασύρματης επικοινωνίας και έξυπνες λύσεις διαχείρισης



ενέργειας επιδεικνύουν το πόσο διαφορετικά φτιάχνονται οι προδιαγραφές για ένα μοντέλο λιμανιού[8]. Όπως στις πόλεις έτσι και σε τοπικές περιοχές όπου έχουν αρχίσει να φτιάχνονται έργα που τα ονομάζουν «Έξυπνες λύσεις» ανεξάρτητα από το περιεχόμενο της κατασκευής και του οικονομικού κεφαλαίου, τα λιμάνια συνεχίζουν να ακολουθούν ένα ίδιο μοτίβο από το μεγάλο διεθνές λιμάνι μέχρι το μικρό τοπικό, να έχουν κίνητρα και ιδέες για «έξυπνες» κατασκευές[15]. Πολλά έργα για έξυπνα λιμάνια στήνονται κατά κύριο λόγο μέσα σε πόλη κάτι το οποίο έχει πολύπλευρα αποτελέσματα διότι εάν δεν παρθούν οι σωστές προδιαγραφές για εγκατάσταση τότε ο τρόπος λειτουργίας του λιμανιού θα πρέπει να εξαρτάται από μέσα τοπικής μεταφοράς και σε άλλες διαδικασίες τρόπων εξυπηρέτησης (π.χ προϊόντα και υπηρεσίες, ενέργεια κ.α)[8]. Όπως ορίστηκε από την Ευρωπαϊκή ένωση κάθε λιμάνι που θέλει να λειτουργήσει με το μοντέλο ενός ευρωπαϊκού

έξυπνου λιμανιού και να θεωρηθεί ως μια ξεχωριστή περίπτωση μιας «Έξυπνης Κοινότητας» τότε θα πρέπει να υπακούσει σε μια σειρά από προαπαιτούμενα που έχουν υιοθετηθεί για τον σχεδιασμό και λειτουργία τέτοιων έργων[8]. Αυτά τα προαπαιτούμενα δεν παύει να είναι άλλα από τις ρυθμίσεις για μεταφορά ενέργειας και νέες τεχνολογίες επικοινωνίας. Το κομμάτι της μεταφοράς περιέχει προδιαγραφές και “standards” όπως “ COM 2011 (144) που έχουν να κάνουν με την προετοιμασία της μετακίνησης σε υδάτινες ζώνες, την ανάπτυξη της μεταφοράς και την αποτελεσματική μετακίνηση καταφέροντας την μείωση της απελευθέρωσης καυσίμων στο 60%, την αξιοποίηση δικτύου σε πολυπλοκότητα κίνησης σε τοπικά ύδατα και ταξίδια καθώς και την καθαρή αστική μετακίνηση και εμπόριο. Την ρύθμιση “ Directive 2013/1315” που αναφέρεται στο ευρωπαϊκό δίκτυο μεταφοράς με την εφαρμογή νέων υποδομών και επανεγκατάσταση των υπαρχόντων εγκαταστάσεων. Την χορήγηση έργων κοινού ενδιαφέροντος για νέες κατασκευές όπως γέφυρες. Επιπλέον, για το κομμάτι της ενέργειας υπάρχουν οι ρυθμίσεις “Directive 2013/33 και Directive 2014/94”. Κομμάτια που αφορούν κυρίως την απελευθέρωση καυσαερίων όπως το θείο ή καθαρή ενεργεία για μεταφορά, όλες τις



εναλλακτικές μορφές ενέργειας για μετακίνηση όπως ηλεκτρισμό ή χρήση υδρογόνου. Σύνθετα καύσιμα που υποκαθιστούν το πετρέλαιο και βενζίνη, τα οποία μπορούν να παραχθούν από άλλες πηγές μετατροπής αερίου βιομάζας, άνθρακα ή σπατάλης του πλαστικού αξιοποιώντας τα σε υγρά καύσιμα. Τέλος για το τμήμα επικοινωνίας και τεχνολογίας υπάρχουν οι ρυθμίσεις “Directive 2010/40, και Directive 2010/65”. Οι ρυθμίσεις αυτές αφορούν κομμάτια της βελτιστοποίησης των δρόμων πλεύσης και κίνησης αξιοποιώντας πλατφόρμες δεδομένων. Επιπλέον φροντίζουν για την εξέλιξη της διαχείρισης των εμπορευμάτων και κάλυψη της ασφάλειας του έξυπνου συστήματος μεταφοράς μέσω εφαρμογών και σύνδεση των οχημάτων με τις υποδομές μετακίνησης[11]. Ο τρόπος λειτουργίας ενός λιμανιού χαρακτηρίζεται κυρίως από τις υπηρεσίες εξυπηρέτησης που προσφέρει. Αυτές μπορεί να είναι είτε εσωτερικές υπηρεσίες, είτε πολλές φορές και εξωτερικές υπηρεσίες. Εξυπηρετούνται από πλατφόρμες δικτύων που εστιάζουν στην καλύτερη εξυπηρέτηση. Όσο αφορά τις εσωτερικές υπηρεσίες εξυπηρετούνται από συστήματα όπως :

- PCS: (Port Community System). Είναι μία ηλεκτρονική πλατφόρμα εμπορίου A2A ή A2B, η οποία εξαρτάται από τον τύπο ιδιοκτησίας και επιχείρησης και από τις αρχές ενός λιμανιού. Μπορεί και προσφέρει υπηρεσίες δικτύου για την βελτίωση και ανάπτυξη της ασφάλειας και της μείωση του κόστους.[10]
- PSW: (Port Single Window). Έχει δύο ορισμούς και άλλες νομικές διαδικασίες. Η πρώτη έννοια αναφέρεται στον τύπο της πλατφόρμας συναλλαγών A2B ή B2B παραπέρα από τις γραμμές ιδιοκτησίας και επιχείρησης από τις αρχές λιμανιού. Και η δεύτερη έννοια αναφέρεται στην Ευρωπαϊκή ρύθμιση 2010/65.[10]
- S&S: (Safety and Security System). Οι υποδομές για ασφάλεια και προστασία των ανθρώπων είναι δύο πολύ σημαντικές υπηρεσίες στην μεταφορά. Οι ρυθμίσεις του “IMO” σαν “ISM” ή “ISPS” ή τεχνικά



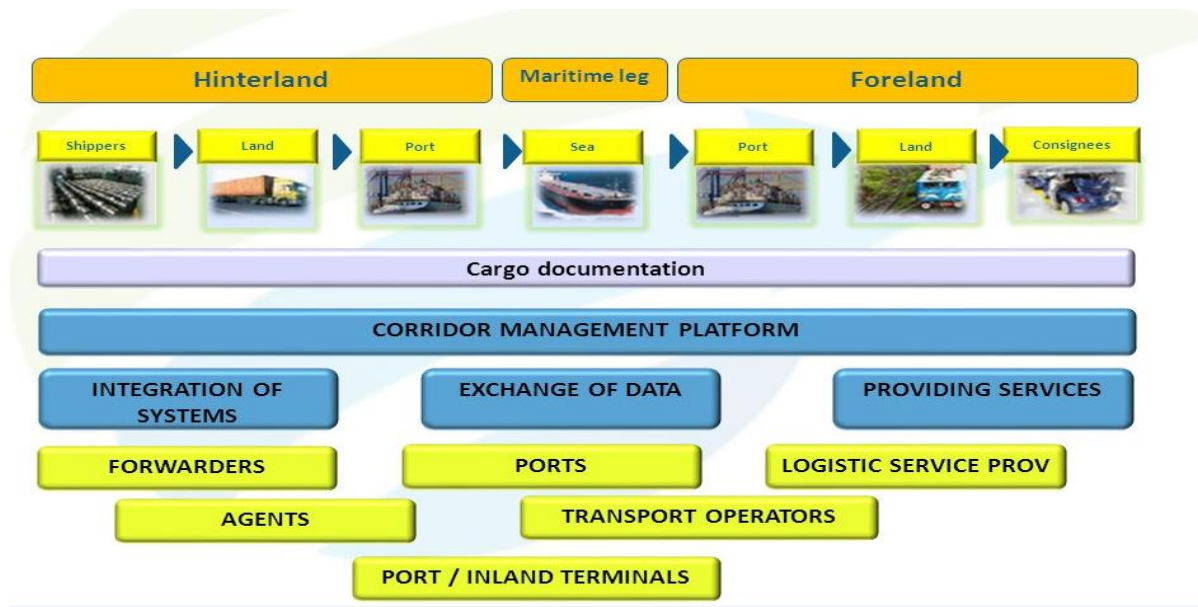
πρότυπα όπως το “ISO-28000”, εφαρμόζονται στην μεταφορά της ναυτιλίας για να βελτιώσουν την ασφάλεια σε διεθνές υποστηρικτικές αλυσίδες. Οι κανόνες του “IMO” είναι υποχρεωτικοί παγκοσμίως για τα λιμάνια[10].

Αντίθετα οι εξωτερικές υπηρεσίες σε ένα έξυπνο λιμάνι αποτελούνται από τρία συστήματα τα οποία είναι :

- ✓ VTMISS: (Vessel Traffic Management and Information System). Είναι ένα έξυπνο σύστημα κίνησης στην ναυτιλία όπου βάση του έχει την επικοινωνία με δορυφόρους, ραντάρ, “ Αναμεταδότες AIS (Automatic Identification System)” και στην Ευρώπη είναι το “LRIT” (Long Range Tracking and Identification System), “SSnet και CleanSeaNet” και υπηρεσίες σχετικές με την ηλεκτρονική ναυτιλία και την ηλεκτρονική πλοήγηση. Σκοπεύει να βοηθήσει για να εισχωρήσει στο χώρο της ναυτιλίας συστήματα όπως “VTMISS (Vessel Traffic Monitoring and Information System), ERTMS (European Rail Traffic Management System) και RMS (Root Management System)”. Τα συστήματα αυτά επικεντρώνονται κυρίως στην διαχείριση της κυκλοφορίας σε θάλασσα, αέρα, δρόμο, σιδηρόδρομους.[10]
- ✓ E-freight: Ηλεκτρονικό φορτίο. Διαμορφώθηκε το 2007 στα λογιστικά σχέδια, σαν αποτέλεσμα αλληλεπίδρασης των υπηρεσιών μεταφοράς με το “ICT (Information and Communication Technology) μαζί με το “Internet”. Κύριο χαρακτηριστικό είναι η περιγραφή της διαδικασίας, των παραγόντων, και των δεδομένων που τρέχουν , έτσι ώστε να επιτρέπει την αλληλουχία- ανταλλαγή πληροφοριών, ηλεκτρονικών αναβαθμίσεων όλες τις βαθμίδες και καταστάσεις των μέσων μεταφοράς [10]
- ✓ Synchromodality: Είναι ο ορισμός που δίνεται στο ευρέος φάσμα του “Internet” και των νέων τεχνολογιών φορτίου στη διοίκηση των λογιστικών και μεταφοράς. Δηλαδή 1) παραγωγή, 2) μεταφορά, 3) διανομή. Όπως επίσης και τους τρεις τύπους διοικητικής μέριμνας που έχουν οριστεί. Δηλαδή 1) κατασκευή, 2) μεταφορά, 3) διανομή. Όλα αυτά πρέπει να είναι αρμονικά συγχρονισμένα για να αποφευχθούν προβλήματα όπως



μποτιλιαρίσματα, υπερβολική παραγωγή, αποθέματα, ή ανεπάρκεια στην βιομηχανία και τις επιχειρήσεις. [10]



Εικόνα 12: “Παρουσίαση έρευνας διοικητικής μέριμνας στην εισχώρηση υπηρεσίας syncromodality από πηγή [2]”

3.4 Γένεση Παραγωγικότητας

Ένα από τους πιο σημαντικούς παράγοντες σε ένα λιμάνι είναι αυτός της μεταβλητής της παραγωγικότητας. Γι αυτό και για να λειτουργήσει σωστά ένα έξυπνο λιμάνι συνήθως σχετίζεται με την παραγωγικότητα που το διακατέχει. Η παραγωγικότητα μπορεί να διαφέρει ανάλογα με κάποιες περιστάσεις. Ο συνολικός αριθμός παραγωγικότητας ή αρχή της παραγωγικότητας είναι ο συνολικός αριθμός των κινήσεων ή ενεργειών στα πλοία (περιλαμβάνοντας όλα τα υποτιθέμενα σενάρια ενεργειών) διαιρούμενος με το συνολικό απαιτούμενο χρόνο, ο οποίος ορίζεται ως (ο χρόνος ο οποίος απαιτείται όταν ένα πλοίο ξεκινήσει να λειτουργεί μέχρι να ολοκληρώσει)[10]. Στην περίοδο εισόδου του πλοίου σε ξηρά, ένα από τα πιο σημαντικά κριτήρια είναι αυτό του μήκους των εμπορευματοκιβωτίων. Σε



πολλές έρευνες που πραγματοποιήθηκαν αποδεικνύουν ότι ο συνολικός αριθμός μεγάλου μήκους εμπορευματοκιβωτίων είναι κατάλληλος για να μετρηθεί ο συνολικός παράγοντας γεννητικότητας της παραγωγικότητας. Στα έξυπνα λιμάνια ο παράγοντας της παραγωγικότητας έχει αναδειχθεί σαν ένα κριτήριο κύριου χαρακτήρα ο οποίος έχει κορυφωθεί και από πολλούς φορείς, για την σημασία και λειτουργία που έχει για να λειτουργήσει ένα έξυπνο λιμάνι. Ο ορισμός της παραγωγικότητας των εμπορευματοκιβωτίων εξαρτάται επίσης και από την σωστή αποτελεσματικότητα χρήσης του λιμανιού, της ξηράς και του εξοπλισμού που υπάρχει[10]. Για να βεβαιωθεί ότι η λειτουργία στους αποθηκευτικούς χώρους είναι οικονομικά αποδοτική, αυτό που απαιτείται δεν είναι πάντα ο περισσότερος χώρος, αλλά ο καλύτερος χειρισμός του εξοπλισμού για αποτελεσματική χρήση στις υπάρχων εγκαταστάσεις. Για να βελτιωθεί και να διευκολυνθεί η όλη λειτουργία στα λιμάνια, απαιτείται ένα ερέθισμα για ποικιλία εισόδων. Ανάλογα με το πλάνο παραγωγής, τα ερεθίσματα εισόδου μπορούν να γενικοποιηθούν ως ερεθίσματα που δέχεται η χώρα σαν λιμάνι ή σαν πρωτεύουσα. Οι κεντρικοί εισοδοί μπορούν να θεωρηθούν οι κουκέτες, οι γερανοί και τα ρυμουλκούμενα. [8]

Οι τερματικοί σταθμοί χαρακτηρίζονται από τα πολύ μεγάλα φορτία που είτε εισάγονται είτε εξάγονται καθημερινά και για αυτό επιδιώκονται να συνεχίζουν να επενδύουν σε μεγάλα ποσά (εννοώντας χρήματα) σε υποδομές και σε εξοπλισμό για να επιβεβαιώσουν ότι οι πελάτες τους « οι γραμμές των πλοίων » “ξεφεύγουν” σε άλλα λιμάνια ή τερματικούς σταθμούς. Στις μέρες μας το μεγαλύτερο πλοίο φορτηγό σε όλο τον κόσμο δεν παύει να είναι άλλο από το “Triple-E”, το οποίο αλλάζει τα σημερινά δεδομένα και βάζει νέα πρότυπα στην βιομηχανία των πλοίων φορτηγών[10].. Αυτό το οποίο το κάνει ξεχωριστό δεν είναι μόνο το “τιτάνιο” μέγεθος του αλλά επίσης οι διάφορες μορφές αποτελεσματικότητας που φέρει στους κλάδους της ενέργειας, του περιβάλλοντος αλλά και την εντυπωσιακή διαμόρφωση



ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ ΑΙΓΑΙΟΥ

Τμήμα Ναυτιλίας και
Επιχειρηματικών Υπηρεσιών

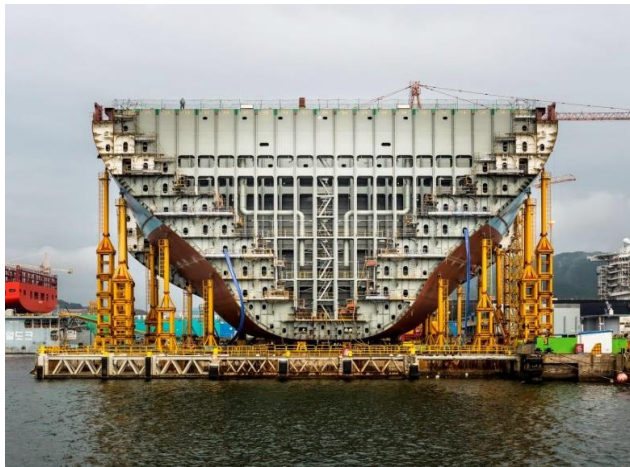
&

ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ ΔΥΤΙΚΗΣ ΑΤΤΙΚΗΣ

Τμήμα Μηχανικών Βιομηχανικής
Σχεδίασης και Παραγωγής



και παρουσία του[16]. Με μοναδικά σχεδιαστικά χαρακτηριστικά για μικρότερες ταχύτητες και μέγιστη απόδοση, τα πλοία αυτά απελευθερώνουν 50 % λιγότερο διοξείδιο του άνθρακα σε σχέση με άλλα συγκαταβατικά και η ονομασία του προέρχεται από τρεις σχεδιαστικές αρχές, κλίμακα οικονομίας, αποτελεσματικότητα ενέργειας, αποδεικνυόμενα φιλικό ως προς το περιβάλλον. Αυτά τα πλοία υποτίθενται ότι όχι μόνο είναι τα μακρύτερα πλοία φορτίου για εξυπηρέτηση, αλλά και τα πιο αποτελεσματικά φορτηγά πλοία ανά 20 πόδια ισοδύναμου φορτίου.[15]





Εικόνα 13: “ Το μεγαλύτερο φορτηγό πλοίο στον κόσμο Maersk Triple E-class container από wikipedia”

Οι νέες τεχνολογίες και έργα υποδομών στο εμπόριο προωθούν όλο και περισσότερα πλοία με τέτοια μεγέθη, αυξάνοντας έτσι τον ανταγωνισμό στα λιμάνια. Δεν είναι αξιοπερίεργο ότι το κόστος για κάθε μονάδα TEU(Twenty foot-equivalent-Unit) συνδέεται με το μέγεθος του πλοίου και για αυτό η χωρητικότητα για μεταφορά μεγάλων φορτίων είναι πολύ σημαντικό χαρακτηριστικό[2]. Έτσι οι τερματικοί σταθμοί θα πρέπει να στεγάσουν μεγάλα πλοία με ένα τεράστιο αριθμό φορτίων και για αυτό το βάθος στις αποβάθρες θα πρέπει να είναι μεγαλύτερο των 14 μέτρων. Αυτό συμβαίνει διότι οι υποδομές για την κατασκευή ενός έξυπνου λιμανιού πρέπει να είναι (3,1) KPI (Key performance Indicator) μήκους της αποβάθρας με (+ 14) μέτρα συνολικό βάθος μήκος αποβάθρας[2]. Ένας πίνακας ενασχόλησης των δραστηριοτήτων των τερματικών σταθμών θα πρέπει να αναρτάται πάντα.) [10].

Αυτό διότι υπάρχει μια στατιστική διαφοροποίηση μεταξύ της πυκνότητας και της παραγωγικότητας σε ένα λιμάνι. Οι λειτουργίες σε ένα χώρο του λιμανιού τρέχουν πολύ αργά για να υπάρχει μεγαλύτερη αποτελεσματικότητα στον αριθμό των φορτηγών πλοίων σε κάθε ζώνη του λιμανιού. Εάν υπολογιστεί ότι οι κύκλοι λειτουργίας των μηχανών (φορτηγά, γέφυρες μεταφοράς φορτίων, γερανοί) που



χρειάζεται για να μετακινήσουν τα φορτία από και προς την προβλήτα είναι αρκετός, απαιτείται πολύς χρόνος. Κατά περιόδους γίνονται αρκετά λάθη και υπάρχουν μεγάλες δυσκολίες στο να εντοπιστεί το συγκεκριμένο φορτηγό πλοίο, εκτός και εάν βρίσκεται στο χαμηλότερο επίπεδο της στοίβας των φορτίων. [10],[2][8].

3.5 Περιορισμοί και Επιρροές

Ένα έξυπνο λιμάνι δεν είναι μόνο μια εφαρμογή νέας τεχνολογίας. Εμπεριέχει ένα επιχειρησιακό μοντέλο και είναι ένας τρόπος εξάσκησης για αξίες νέων καινοτομιών. Αυτή η αναφορά σκοπεύει σε ένα μοντέλο έξυπνου “συνδεδετικού” λιμανιού στο οποίο οι πληροφορίες των τεχνολογιών και οι καινοτομίες του νέου επιχειρησιακού μοντέλου καθιστούν ικανή μία ευφυή συλλογή δεδομένων, ενός υγιούς συστήματος μεταφοράς, και οδηγεί σε αποτελεσματικότητα της λειτουργίας των οικονομικών που θέλουν να επενδύσουν σε έξυπνες λύσεις.

Ένα έξυπνο “συνδεδετικό” λιμάνι στοχεύει πρώτον να πετύχει στόχους που αφορούν κυρίως σε πρακτικό, χαμηλού κόστους περιβάλλον καθώς και σε ένα ασφαλές σύστημα μεταφοράς. Δεύτερον στην διαμόρφωση συνεργασιμότητας και καλού ναυτιλιακού συστήματος για αύξηση του ποσοστού της προστιθέμενης αξίας των υπηρεσιών και διευκόλυνση του εμπορίου. Στην ύπαρξη ασφαλών, αξιόπιστων, “έξυπνων”, “πράσινων”, και διατηρήσιμων λιμανιών[16]. Επίσης κάτι το οποίο είναι πολύ σημαντικό και πρέπει να αναφερθεί είναι το «τι θέλει» ένα λιμάνι να πετύχει για να γίνει “έξυπνο”, ή αλλιώς ποια είναι τα στρατηγικά καθήκοντα. Ο σκοπός αυτός πρέπει να βλέπει και να αποσκοπεί μακροχρόνια και σε μεγαλύτερες βελτιστοποιήσεις εστιάζοντας σε μια ολοκληρωτική και μακροχρόνια στρατηγική όπου η γνώση, και οι ιδέες να προέρχονται από “έξυπνες” εφαρμογές.

Η πρόκληση αυτή έχει πυροδοτηθεί από την μεγάλη ποικιλία που υπάρχει στα λιμάνια μεταξύ των λιμανιών με “bulk” φορτία έναντι “container”[2].Ορίζοντας έτσι ότι η μεγάλης διάρκειας προστιθέμενη αξία πρέπει να συμβαδίζει με τους αντίστοιχους πελάτες[2]. Μία άλλη αλλαγή είναι η επικέντρωση που έχουν κάνει



ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ ΑΙΓΑΙΟΥ

Τμήμα Ναυτιλίας και
Επιχειρηματικών Υπηρεσιών

&

ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ ΔΥΤΙΚΗΣ ΑΤΤΙΚΗΣ

Τμήμα Μηχανικών Βιομηχανικής
Σχεδίασης και Παραγωγής



στην δικτυακή ασφάλεια. Οι επιχειρήσεις στην Ναυτιλία είναι υπεύθυνες όχι μόνο για τα δεδομένα των πελατών τους, αλλά και για τα φυσικά αγαθά. Και για αυτό πολλά από αυτά τα αγαθά μπορούν να θεωρηθούν σαν αποθέματα για τις χώρες και για τις διάφορες περιοχές αυξάνοντας την ανάγκη για ένα δυνατό σύστημα ασφάλειας. Στις μέρες μας η ασφάλεια του λιμανιού είναι περιορισμένη στον παγκόσμιο κώδικα του “ISPS” ο οποίος επικεντρώνεται σε φυσικές απειλές. Οι αρχές στα λιμάνια του οικοσυστήματος θα πρέπει να βρίσκονται σε δράση για τον φόβο αυτής της ψηφιακής απειλής, εάν συνεχίσουν με ρυθμούς για το μονοπάτι της ψηφιοποίησης[10]. Η ανάγκη για συνεργασία μεταξύ λιμανιών, προκειμένου να μεταδοθούν δεδομένα και ιδέες είναι κάτι το οποίο είναι ανεξερεύνητο ακόμα. Η διχοτόμος μεταξύ των αρχών λιμανιού και της τερματικής λειτουργίας δημιουργεί ένα αίσθημα πολυπλοκότητας. Οι λειτουργικές εισχωρήσεις δεν μπορούν να εξαναγκαστούν από τις αρχές λιμανιών στα τερματικά επίπεδα. Αυτό θα μπορούσε να δημιουργήσει ένα λιμάνι υψηλών προδιαγραφών ψηφιακού δικτύου αλλά να είναι ελλιπές σε εισχώρηση υψηλών υποδομών[10]. Από την άλλη πλευρά, η κάθε γενιά έρχεται με νέες λειτουργικότητες στις εφαρμογές της. Στην τρίτης γενιάς λιμάνια ισχύει ότι η λειτουργία ενός λιμανιού είναι λιγότερο οριοθετημένη στο να προσφέρει υπηρεσίες και ρυθμίσεις αλλά να συμμετέχει περισσότερο στο να διαχειρίζεται και να διοργανώνει. Αυτό που βλέπουμε σήμερα όμως είναι Ο ρόλος των αρχών σε ένα έξυπνο λιμάνι εμπεριέχει μέσα την ανάπτυξη και διευκόλυνση για τους χρήστες του. Το τελευταίο επίπεδο ενσωμάτωσης όλων αυτών είναι το αποτέλεσμα όλων των πελατών διαχείρισης και οριοθέτησης από τις αρχές. Τα διάφορα θέματα και οι προκλήσεις βοηθούν τις αρχές πώς να κινηθούν και να βρουν την σωστή στρατηγική[10]. Οι μεγάλες αλλαγές και το ρευστό περιβάλλον έχουν κάνει το τμήμα του λιμανιού να μεταβάλλεται και να προσαρμόζεται στις νέες συνθήκες με *περιορισμούς και επιρροές όπως :*

- ✘ 3D printers
- ✘ Ανταγωνισμός στο λιμάνι



ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ ΑΙΓΑΙΟΥ

Τμήμα Ναυτιλίας και
Επιχειρηματικών Υπηρεσιών

&

ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ ΔΥΤΙΚΗΣ ΑΤΤΙΚΗΣ

Τμήμα Μηχανικών Βιομηχανικής
Σχεδίασης και Παραγωγής



- ✘ Η κρίση της οικονομίας
- ✘ Μεγαλύτερα πλοία
- ✘ “Ρευστό” περιβάλλον
- ✘ Τοπικές αλλαγές
- ✘ Ψηφιακή αλλαγή (από το ψηφιακά στα “έξυπνα” δίκτυα)

[16],[12],[10],[15]

Κατά κύριο λόγο για να φέρεις ένα αντικείμενο σε τρισδιάστατη μορφή χρειάζεσαι μια ψηφιακή τρισδιάστατη σχεδιαστική λίμα. Η σχεδιαστική λίμα τεμαχίζεται σε μικρά τμήματα και στέλνεται στον τρισδιάστατο εκτυπωτή. Σε σχέση με την συμβατική εκτύπωση διαφέρει πολύ και αυτό διότι ξεκινώντας από τους εκτυπωτές υπολογιστών χρησιμοποιούν ένα “laser” για να λιώσουν σκόνη μετάλλου σε υψηλές θερμοκρασίες[12]. Τα υλικά που χρησιμοποιούνται διαφέρουν πολύ από πλαστικά, λάστιχα, ψαμμόλιθους, μέταλλο και κράμα μετάλλου αλλά μερικοί εκτυπωτές επιτρέπουν για την χρήση της σύνθεσης τους και νέα υλικά όπως των συνδυασμό περισσότερων από μία πρώτη ύλη[12]. Ανάλογα με την εφαρμοσμένη τεχνολογία, το εκτυπωμένο αντικείμενο, θα χρειάζεται μία προεργασία και ιδιαίτερο προσοχή στα δοκιμαστικά τελειώματα (test) πριν χρησιμοποιηθεί στην αγορά. Οι πιο συχνές τεχνολογίες που εφαρμόζονται στο 3D-Printing είναι:

- “Fused Deposition Modeling”. Είναι η επιλογή της τεχνολογίας για γρήγορα και μικρά κόστη πρωτοτύπων, καθώς μπορεί να χρησιμοποιηθεί για μεγάλες ποικιλίες εφαρμογών, που πολλές από αυτές αφορούν την κατασκευή τελικών προϊόντων ενσωματωμένων ηλεκτρονικών και μηχανικών μερών όπως τα “drones”. Όσον αφορά κάποιους σχεδιασμούς και περιορισμούς υλικών, “FDM 3D printing” δεν συνιστάται για πιο περίπλοκους σχεδιασμούς[12]



- “Stereolithography and Digital Light Processing” (SLA & DLP). Η τεχνολογία αυτή παράγει συγκεκριμένα τμήματα με λείες επιφάνειες στο τελείωμα και χρησιμοποιείται περισσότερο για υψηλού λεπτομερούς γλυπτά, καλούπια κοσμημάτων και πρωτότυπα. Και οι δύο αυτές τεχνολογίες δημιουργούν αντικείμενα τρισδιάστατης μορφής από υγρό (“photopolymer”), χρησιμοποιώντας μία χαλαρή πηγή στερεοποίησης του υγρού μετάλλου.[12]
- “Selective Laser Sintering” (SLS). Χρησιμοποιείται πιο πολύ για βιομηχανικές εφαρμογές. Τα υλικά είναι περιορισμένα σε υγρό “photopolymer” που μπορεί να παρέχει στα τελικά προϊόντα σκληρότητα, διαφάνεια ή ευλυγισία. Η τεχνολογία που χρησιμοποιεί είναι όμοια με τους εκτυπωτές έκχυσης μελάνης αλλά αντί να πετάει σταγόνες μελάνης σε χαρτί αυτοί οι εκτυπωτές εκτοξεύουν στρώματα από υγρό “photopolymer” σε ένα δίσκο χρησιμοποιώντας υπεριώδης ακτινοβολία.[12]
- Binder Jetting. Χρησιμοποιείται για βιομηχανικές εφαρμογές 3D-printing. Μπορεί να συγκριθεί με την τεχνολογία “SLS” μόνο που η διαδικασία της εκτύπωσης απαιτεί λιγότερη ενέργεια, παρόλο που τα εκτυπωμένα μοντέλα είναι λιγότερα δυνατά. Το πλεονέκτημα αυτής της τεχνολογίας είναι ότι η υπερβολική μη διασπώμενη χρήση σκόνης, βοηθάει στην δομή των μοντέλων της παραγωγής, καθώς επιτρέπει την δημιουργία πιο περίπλοκων σχεδίων μοντέλων. [12]
- “Material Jetting” (Polyjet and Multijet Modeling). Προσφέρει αρκετά πλεονεκτήματα και χαρακτηρίζεται σαν ένα γρήγορο “εργαλείο” του 3D-Printing αφότου προσφέρει στον χρήστη να δημιουργεί πραγματικά και λειτουργικά μοντέλα με ακριβής λεπτομέρεια[12].



Αυτός ο τρόπος τεχνολογίας είναι πάρα πολύ εξειδικευμένος με τεράστια ακρίβεια και μπορεί να εκτυπώσει στρώματα με πάνω από 16 μικρόμετρα, λεπτότερα και από τα την τρίχα των μαλλιών ενός ανθρώπου.

- Metal Printing. Θεωρείται το « άγιο δισκοπότηρο» της κατασκευαστικής βιομηχανίας και του 3D-printing. Χρησιμοποιείται κυρίως σε τομείς που έχουν να κάνουν με την αεροπορική και αυτοκινητιστική βιομηχανία, αεροσκάφη, για σχέδια και μοντέλα υψηλής τεχνολογίας και ανάλυσης. Τα μεταλλικά μέρη επιτρέπουν για μονολιθική κατασκευή μειώνοντας την ποσότητα των συμμετεχόντων στοιχείων. [12]

Η τεχνολογία του 3D-printing χρησιμοποιείται κατά κύριο λόγο σε καθημερινή βάση σε ένα μεγάλο εύρος εφαρμογών όπως είναι η αυτοματοποιημένη κίνηση και ρομποτική, η αεροναυτιλία, η εθνική άμυνα χωρών, η ιατρική, η αρχιτεκτονική, στο σχεδιασμό και στην μόδα. Σε μικρό χρονικό διάστημα η τεχνολογία του 3D-printing θα επηρεάσει την προμηθευτική αλυσίδα και κυρίως θα φαίνεται πιο οικεία για προμηθευτές στην ναυτιλιακή βιομηχανία όπως ιδιοκτήτες πλοίων. Οι κύριοι τομείς της ναυτιλιακής βιομηχανίας που επηρεάζονται από αυτό είναι α) καινοτομία και εξέλιξη προϊόντος, β) βελτιωμένος σχεδιασμός προϊόντος πάνω στην εξατομίκευση και αποτελεσματικότητα, γ) διόρθωση και αναπαραγωγή απαρχαιωμένων τμημάτων προϊόντος, δ) βελτίωση τροφοδοτικής αλυσίδας. [12]

Οι τοπικές αλλαγές είναι και αυτοί περιορισμοί σε ένα λιμάνι. Παρόλο που αρκετά λιμάνια ξεκινούν να αποδέχονται την αναγκαιότητα της ψηφιοποίησης και του “Internet of Things” υπάρχει ακόμη αρκετός καιρός μέχρι να γίνουν οικία τα έργα για έξυπνα λιμάνια. Ο σκοπός του λιμανιού και το τι θέλει να πετύχει είναι αυτό που καθορίζει την στρατηγική του. Ο στρατηγικός του σκοπός θα αφοσιώνεται σε περαιτέρω βελτιστοποιήσεις και προβλέπει σε μακροχρόνιες επιπλέον στρατηγικές



ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ ΑΙΓΑΙΟΥ

Τμήμα Ναυτιλίας και
Επιχειρηματικών Υπηρεσιών

&

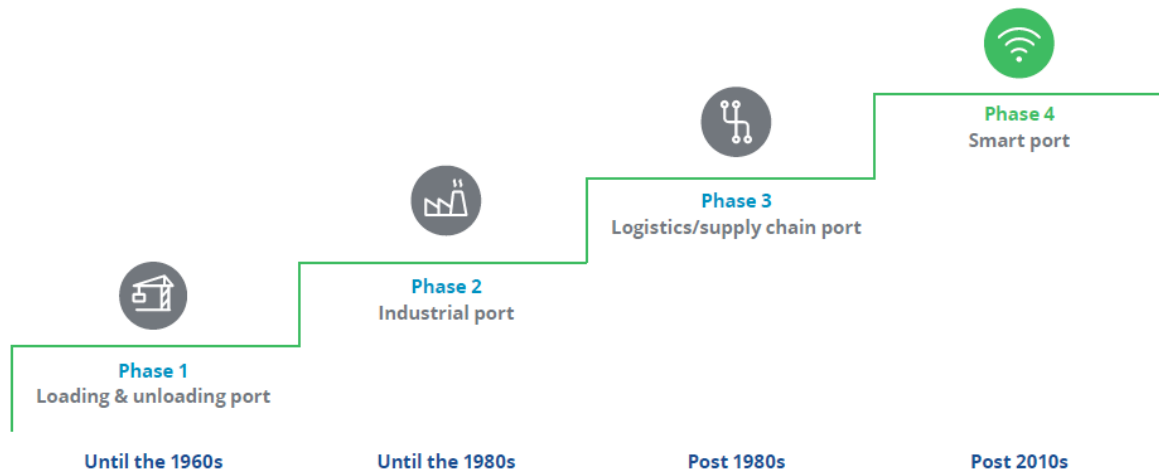
ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ ΔΥΤΙΚΗΣ ΑΤΤΙΚΗΣ

Τμήμα Μηχανικών Βιομηχανικής
Σχεδίασης και Παραγωγής



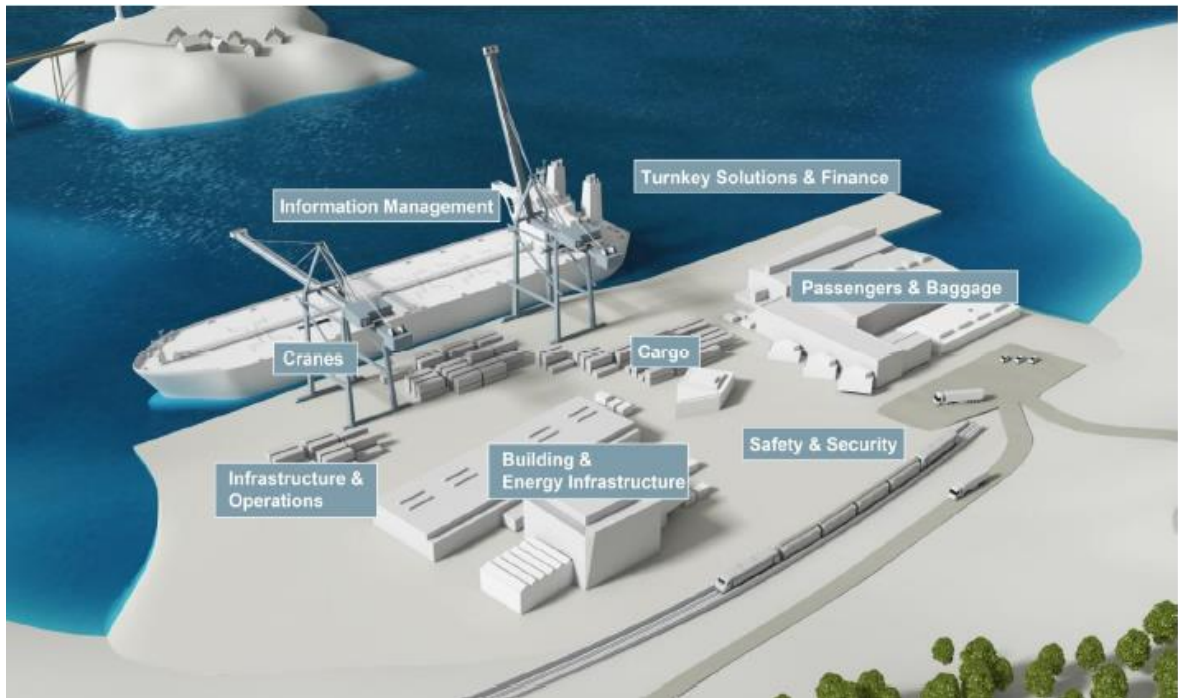
όπου οι κύριες πηγές προέρχονται από έξυπνες λύσεις. Αυτή η πρόκληση πυροδοτείται κυρίως από την μεγάλη ποικιλία που υπάρχει μεταξύ των λιμανιών στα “bulk” λιμάνια έναντι των “container” λιμανιών.[15],[12]

Αυξάνοντας την ροή του εμπορίου καθώς και την ροή της κίνησης αποτελεί μία νέα πρόκληση στα λιμάνια όπως και η μείωση της απελευθέρωσης αερίων. Ορίζοντας ότι ο γρηγορότερος μακροχρόνια σε προστιθέμενη αξία προϊόντος νικάει, αυτό πρέπει να ορίζεται και με τους αντίστοιχους πελάτες αφότου είναι αυτοί που απαιτούν σταθερότητα και καλή ποιότητα[10]. Πολύ σημαντικό επίσης είναι η αλλαγή των λιμανιών από κέντρα εφαρμογών λιμένων σε ψηφιοποιημένα κέντρα έξυπνων λύσεων. Με αρχή την πρώτη γενιά μέχρι τα μέσα του 1960 το λιμάνι αποτελούσε το σημείο φορτώματος και ξεφορτώματος. Η δεύτερη γενιά λιμάνια ήταν μέχρι τα μέσα του 1980 και αποτελούσε λιμάνια βιομηχανικού τύπου ενώ η τρίτης γενιάς λιμάνια στα τέλη του 1980 ήταν ουσιαστικά οι εγκαταστάσεις των οικονομικών και εφοδιαστικών αλυσίδων. Τέλος η τέταρτη γενιά λιμάνια αποτελούσε την ψηφιοποιημένη μορφή δικτύων με έξυπνες λύσεις και το διαδίκτυο πραγμάτων[10]. Αυτό το οποίο το κάνει πολύ ενδιαφέρον είναι ότι υποδομώντας προδιαγραφές για ένα πραγματικό έξυπνο λιμάνι μιλάμε, για την μεγάλη πιθανότητα χρησιμοποίησης συλλογής κέντρων δεδομένων μέσω “IoT” και έξυπνων λύσεων και την εκμετάλλευση του πλεονεκτήματος νέων επιχειρησιακών μοντέλων. Η φύση των εταιρειών καθιστά κάτι τέτοιο ως μία νέα πρόκληση όπου θα απαιτεί το “δέσιμο” μεταξύ της σχέσης προσφοράς και ζήτησης αφομοιώνοντας έτσι όχι μόνο νέες εταιρείες και προμηθευτές αλλά και πελάτες όπως βιομηχανικούς παραγωγούς.[3],[10]



Εικόνα 14: Εικόνα για την αλλαγή στις γενιές λιμένων από πηγή [3]”

3.6 Διαχείριση Ενέργειας



Εικόνα 15: “Δίκτυο λιμένα , διαχείριση ενέργειας ανάλογα με τις ανάγκες από πηγή [14]”



ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ ΑΙΓΑΙΟΥ

Τμήμα Ναυτιλίας και
Επιχειρηματικών Υπηρεσιών

&

ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ ΔΥΤΙΚΗΣ ΑΤΤΙΚΗΣ

Τμήμα Μηχανικών Βιομηχανικής
Σχεδίασης και Παραγωγής



Το τμήμα διαχείρισης ενέργειας σε ένα δίκτυο λιμένα συγχρονίζει τις απαιτούμενες ενέργειες των καταναλώσεων ισχύος και γεννητριών για χρήση ενέργειας.

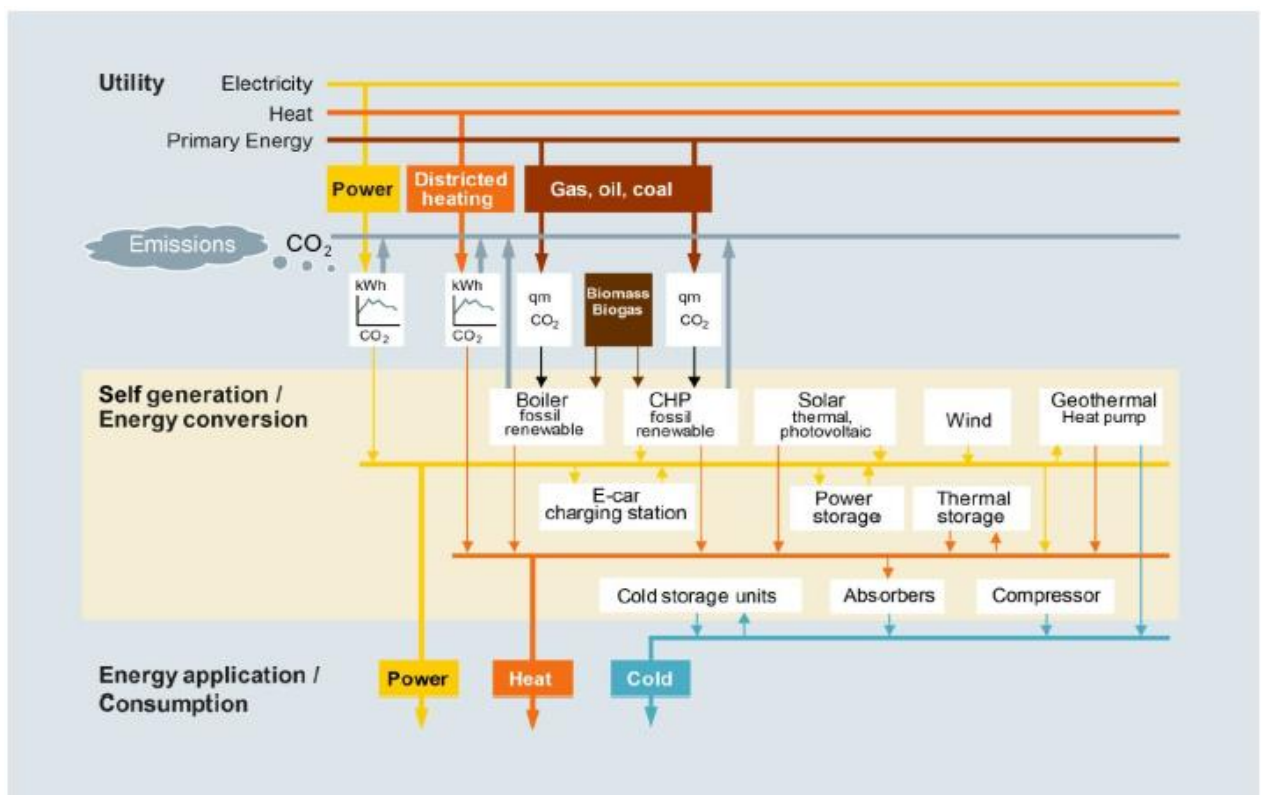
Εμπεριέχει όλες τις διαδικασίες εκείνες για την απαιτούμενη ενέργεια λειτουργίας καθώς και την πρόβλεψη και σχεδιασμό όλων εκείνων των κατάλληλων συστημάτων κάτω από αντίξοες συνθήκες εξωτερικής θερμοκρασίας, ηλιακής ακτινοβολίας, μετακίνηση φορτίων, και την κίνηση των αναμενόμενων επιβατών[10]. Οι χαρακτηριστικές παράμετροι, από την ενέργεια γεννητριών και κατανάλωση ισχύος είναι ανεξάρτητες για παρακολούθηση και αξιολόγηση. Η ηλεκτρική ενέργεια παρέχεται από το δίκτυο διανομής αλλά μπορεί να γεννηθεί και μέσα στις εγκαταστάσεις. Όλες οι απαραίτητες ενέργειες για θέρμανση απαιτούν περισσότερη ή λιγότερη ισχύ για να λειτουργήσουν. [10],[2],[3]

Εάν η ψύξη πρόκειται να παραχθεί από συμπιεστές τότε η ηλεκτρική ενέργεια που θα απαιτείται για την εγκατάσταση θα πρέπει να είναι σε μεγαλύτερη κλίμακα. Για την βέλτιστη λειτουργία θα πρέπει να ξεχωρίσουμε μεταξύ των εγκαταστάσεων γέννησης ενέργειας και των διάφορων εξωτερικών τρόπων αγοράς μεταφοράς ενέργειας. Το κομμάτι της προμήθειας ενέργειας είναι πολύ σοβαρό λόγω ότι υπάρχουν πρόβλημα ως προς τη χρονική περίοδο εφαρμογής. Λόγω ότι υπάρχουν ρήτρες ως προς την εφαρμογή συμβολαίων για τα συστήματα ενέργειας προμηθειών, έχει συμφωνηθεί ότι πρέπει να υπάρχει ένα υποστηρικτικό πρόγραμμα παροχής ηλεκτρικής ενέργειας. Αυτό το υποστηρικτικό πρόγραμμα ενέργειας θα βασίζεται στην εκτιμώμενη ζήτηση και θα μπορεί να αναβαθμίζεται όποτε είναι απαραίτητο. Προκειμένου να κρατάει την απαιτούμενη ενέργεια τόσο χαμηλά όσο είναι απαραίτητο, ο πελάτης συμφωνεί να ειδοποιεί τον προμηθευτή γραπτά εάν υπάρξει κάποια παρέκκλιση από τα συμφωνηθέντα μία εβδομάδα προωτέρα. Για την διαδικασία παραγωγής ενέργειας στις εγκαταστάσεις απαιτείται ένα άνοιγμα προγράμματος για ξεχωριστά συστήματα στα οποία ο χρόνος ενεργοποίησης και τερματισμού καθώς και οι διάφορες υπηρεσίες που θα πραγματοποιούνται θα πρέπει

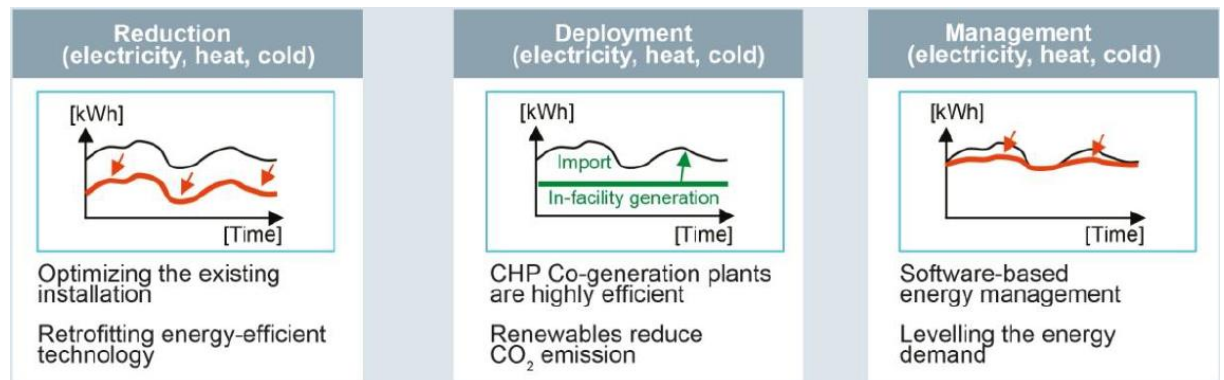


να παρουσιάζονται μέσα στο πλαίσιο της φάσης λειτουργίας. Θεωρώντας την διαχείριση ενέργειας ένα πολύ ‘λεπτό σημείο’ ως προς την κατανομή φορτίου σε

διάφορους τομείς όπως απελευθέρωση αερίων-διοξειδίου του άνθρακα κ.α. έχει δημιουργηθεί ένα πλάνο δομής διαχείρισης ενέργειας.[14],[10]



Σχήμα 13 : Εικόνα από διαχείριση ενέργειας προμήθειας και σε εγκαταστάσεις παραγωγής ενέργειας, από πηγή [14]” όπου :



Εικόνα 16: Γραφικές Παραστάσεις Ενέργειας-Χρόνου για την Μείωση, Ανάπτυξη και Διαχείριση Ενέργειας σε έξυπνα δίκτυα , από πηγή [14]”

Μειώνοντας την κατανάλωση ενέργειας πετυχαίνουμε εκμετάλλευση της υπάρχουσας ενέργειας της εγκατάστασης. Απενεργοποιώντας διακόπτες τροφοδοσίας ή κλείνοντας συστήματα φωτισμού που δεν χρειάζονται κατά τη διάρκεια της ημέρας μπορεί να γίνει μια καλύτερη εκτίμηση της κατάστασης. Άλλες εναλλακτικές είναι η απομόνωση των μεγάλων φορτίων σε κτηριακές εγκαταστάσεις όπως είναι η αποτελεσματική χρήση συστημάτων “air-conditioning” τους κρίσιμους μήνες όπου η κατανομή των φορτίων θέλει ιδιαίτερη προσοχή αλλά και η χρήση αποθήκευσης ενέργειας μέσω γεννητριών-κινητήρων ανάλογα. Επίσης υπάρχουν και άλλα στοιχεία των οποίων η κατανάλωση ενέργειας μπορεί να θεωρηθεί ποιο εποχιακή, τα οποία εξαρτώνται από την ένταση των δραστηριοτήτων στο λιμάνι. [2] Τέτοια στοιχεία είναι η κατανάλωση ενέργειας από γερανούς, εσωτερικό προσωπικό του λιμανιού, ή από φορτηγά ψυγεία ή ρυμουλκούμενα μέσα στο λιμάνι. Οι διάφοροι τύποι ενέργειας μπορούν να παραχθούν μέσω μεταφοράς δικτύου από την παραγωγή στις εγκαταστάσεις λιμανιού. Αφότου η ζήτηση της καύσης στο λιμάνι είναι πολύ υψηλή , ο συνδυασμός θερμοκρασίας και ενέργειας σε βιομηχανικά εργοστάσια παραγωγής ενέργειας θα ήταν μία πολύ καλή λύση [16]. Η γεωθερμία και κυρίως η γεώτρηση κοντά στην επιφάνεια, θερμικά και ηλιακά πάνελ είναι κατάλληλα για εσωτερικές εγκαταστάσεις σε λιμάνι. Σε εσωτερικές εγκαταστάσεις παραγωγής ενέργειας ο συνδυασμός της σωστής καύσης και



διατήρησης της ενέργειας με μηχανές έχουν αποτελεσματικότητα γύρω στο 40% σε σύγκριση με το ποσοστό της πρωταρχικής ενέργειας[2],[10]. Γενικά, η απόδοση των υποδομών ενός λιμανιού και οι υπηρεσίες στο τομέα το πώς διαχειρίζεται την ενέργεια παίζει σπουδαίο ρόλο στην ανταγωνιστικότητα και την σταθερότητα στους κλάδους της μεταφοράς και στα οικονομικά. Η διαχείριση της ενέργειας από τις αρχές λιμένων χαρακτηρίζεται ως η λύση του προβλήματος για θέματα που τίθενται εάν ένα λιμάνι μπορεί να διατηρηθεί βιώσιμο και ικανό έξυπνων εγκαταστάσεων.

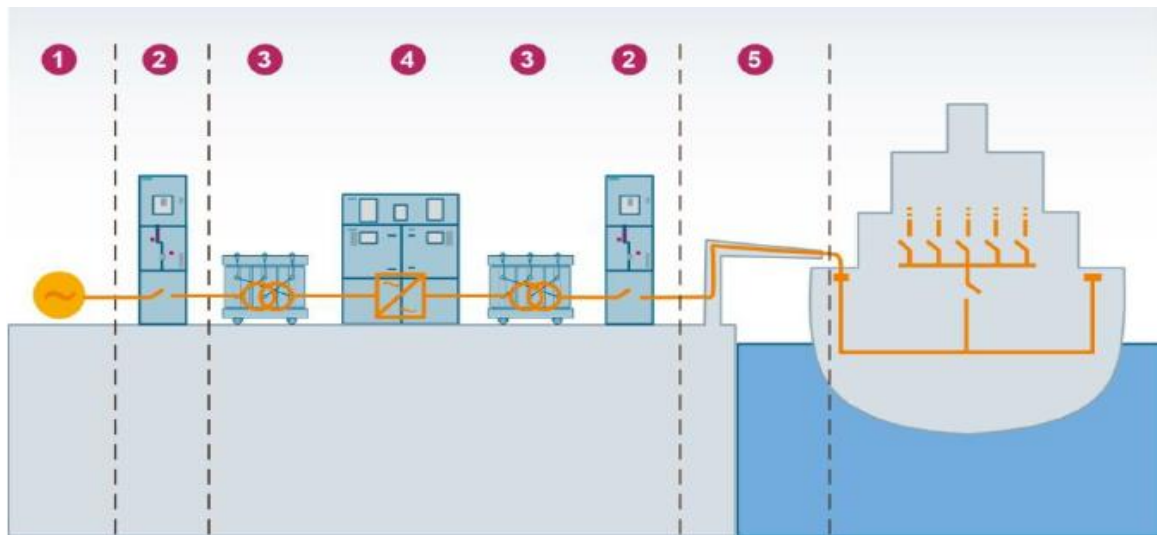
Πάντως και για τις δύο περιπτώσεις είτε πρόκειται για μεταφορά ενέργειας προς τις εγκαταστάσεις είτε για παραγωγή ενέργειας μέσα στις εγκαταστάσεις, θα πρέπει να εκτιμηθεί η κατάσταση και για τις δύο περιπτώσεις. Ιδιαίτερα, προσοχή συνιστάται για την μείωση ζήτησης της ενέργειας και την κατανάλωση ενέργειας στα λιμάνια, χρήση ανανεώσιμων πηγών ενέργειας, ανεμογεννήτριες και φωτοβολταϊκά, ή άλλες συστοιχίες συστημάτων τεχνολογιών προκειμένου να επιτευχθεί παραγωγή ενέργειας θα φέρει εναλλακτικούς τρόπους βιωσιμότητας των λιμένων.

3.7 Μεταφορά Ενέργειας

Επειδή ο κλάδος της ναυτιλίας ανθίζει με το πέρασμα του χρόνου, όλο και πιο πολλά καράβια μπαρκάρουν στα λιμάνια. Αυτό βέβαια συνεπάγεται και πολλά θέματα για τα λιμανιών, επειδή πολλά καράβια πρέπει να λειτουργήσουν και να παράγουν ισχύς για την λειτουργία εσωτερικού εξοπλισμού. Επίσης οι γεννήτριες πετρελαίου των πλοίων θα πρέπει να λειτουργούν και κατά την περίοδο των πλοίων μέσα στο λιμάνι. Αυτή η διαδικασία φέρνει μεγάλα ποσά αερίων όπως διοξειδίου του αζώτου(NOX), διοξείδιο του άνθρακα (CO₂), θόρυβο στη περιοχή και δονήσεις. Με δική τους



ευθύνη για τους εργαζομένους τους και για τους τοπικούς γείτονες της περιοχής, οι λειτουργοί των λιμανιών έχουν καθοριστεί να σταματήσουν την μόλυνση του περιβάλλοντος από αέρια και κυρίως του αέρα και τον θόρυβο[8],[10]. Πολλές εταιρείες χρησιμοποιούν σενάρια με κατάλληλα δομοστοιχεία για να προσαρμόζουν όλο το εύρος ισχύος, τάσης, συχνότητας, ανάλογα. Απομονωμένοι μετατροπής είναι ένας τρόπος για να δημιουργείται γαλβανική απομόνωση του δικτύου του πλοίου σε δίκτυα λιμένων ή σε άλλα δίκτυα πλοίων.



Εικόνα 17 : “Σύνδεση τοπικού δικτύου σε πλοία που είναι δεμένα σε λιμάνι από πηγή [14]”

Στην εικόνα παραπάνω απαρτίζεται ο τρόπος μεταφοράς ενέργειας σε αγκυροβολημένο καράβι. Από τον αριθμό 1), γίνεται η διαδικασία σύνδεσης παροχής φορτίου (π.χ. Δ.Ε.Η-Δ.Ε.Δ.Δ.Η.Ε) δικτύου στο τοπικό λιμένα, 2), είναι το τμήμα επιλογής συσκευής εσωτερικού συστήματος για διακοπή κυκλώματος αυτόματα ή μηχανικά μέσης τάσης με συχνότητα 50/60 Hz, 3) τοποθετούνται μετατροπείς ή μετασχηματιστές υποβιβασμού ενέργειας, 4) προσαγωγέας της τάσης και της συχνότητας (50/60 Hz) στην απαιτούμενη πετυχαίνοντας τον έλεγχο ροή ισχύος, 5) καλωδιακή διαχείριση συστήματος όπου ανάλογα με τον τύπο του πλοίου απαιτείται ο κατάλληλος τρόπος καλωδίωσης.[14]



ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ ΑΙΓΑΙΟΥ

Τμήμα Ναυτιλίας και
Επιχειρηματικών Υπηρεσιών



&

ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ ΔΥΤΙΚΗΣ ΑΤΤΙΚΗΣ


Τμήμα Μηχανικών Βιομηχανικής
Σχεδίασης και Παραγωγής



Με βάση αυτό προκύπτει η παρακάτω εικόνα χαρακτηριστικών πλοίων ανάλογα με τον τύπο του πλοίου. Έχοντας σχεδιάσει το δίκτυο διανομής ηλεκτρικής ενέργειας σαν ένα κομμάτι του λιμανιού, πρέπει να ακολουθηθούν μια σειρά από ενέργειες και πρότυπα.[2] Η δομή του δικτύου μεταφοράς θα πρέπει να είναι εκτός ορίων της όλης εγκατάστασης. Θα πρέπει να οριστούν που θα είναι τα κέντρα εξυπηρέτησης φορτίου, πως θα σχεδιαστούν τα συστήματα υποστήριξης και ανατροφοδότησης και που θα τοποθετηθούν οι συσκευές αδιάλειπτης παροχής ενέργειας (UPS).[8]

Characteristics	Vessel Type				
	RORO/Ferry	Container	Cruise	LNG / Tanker FSU / FPSO	Shipyards / Navy
					
Voltage	11 kV or low voltage	6,6 kV	6,6 & 11 kV	6,6 kV	6,6 kV, 11 kV or low voltage
Max Power consumption	6,5 MVA	7,5 MVA	16/20 MVA	Approx. 10 MVA	Case by Case
Frequency	60 & 50 Hz	60 mainly	60 mainly	60 Hz	50 & 60 Hz
Plugs/cables (per connection)	1	2	4+1	2/3	Case by case
Transformer	onboard	onshore	onshore	onshore	Case by case
Layout	Not critical	critical	critical	critical	Not critical
Load profile	Partially controlled	Partially controlled	Flat profile	Not controlled	Case by case
Protect selectivity	critical	Not critical (if P=7,5 MVA)	critical	Case by case	Case by case
Cable management system	mid cost	low cost	high cost	Mid cost	Case by case

Εικόνα 18 : Χαρακτηριστικά πλοίων ανάλογα με τον τύπο πλοίου από το άρθρο “Shore-to-Ship

Power Smart Port από πηγή [2], 

Όταν έχουμε αξιολογήσει την διαθεσιμότητα και ασφάλεια της υποστήριξης ενέργειας που θα εγκατασταθεί, περαιτέρω θα τεθούν και θέματα που αφορούν τις διάφορες λειτουργίες του εξοπλισμού και έπειτα κυβερνητικές προϋποθέσεις. Επίσης θα πρέπει να υπάρχει ιδιαίτερη προσοχή στο κομμάτι ασφάλειας και εποπτείας της ηλεκτρικής ενέργειας στα τερματικά λειτουργικά συστήματα. Σημεία όπως οι φάροι ή άλλα εξοπλισμοί που υφίστανται στο κομμάτι προστασίας και



ασφάλειας του λιμανιού για ανάγκη ηλεκτρικής ενέργειας θα πρέπει να είναι πρώτης προτεραιότητας. Επίσης μέσα στους τερματικούς σταθμούς των λιμανιών τα φώτα έκτακτης ανάγκης και οι ανελκυστήρες πηγές μη και τόσο βασικής ανάγκης” θα πρέπει να είναι συνδεδεμένα σε ένα δίκτυο υποστήριξης ισχύος έκτακτης ανάγκης.[11] Για την προστασία από υπερφόρτωση, τοποθετούνται στο δίκτυο διακόπτες κυκλώματος φορτίου και ασφαλειοδιακόπτες. Σύμφωνα με το πρότυπο EN 50160 και EN 16001, η τάση λειτουργίας σε βιομηχανικό εξοπλισμό ή σε εργοστάσια θα πρέπει να είναι σε ηλεκτρομηχανικό περιβάλλον κλάσης 2 με ανοχή ζώνης της τάξης του $\pm 10\%$ της κανονικής λειτουργίας τάσης (230/400 V AC). [2]

Αυτή η απαίτηση καθορίζει την αναγκαιότητα για μεγαλύτερη διατομή καλωδίου με μακρύτερες και μεγαλύτερες δρομολογήσεις στις οδεύσεις. Για προστασία εναντίον ηλεκτροπληξίας θα πρέπει να εφαρμόζονται οι απαραίτητες προϋποθέσεις προστασίας από τον ανάλογα υπεύθυνο σε θέματα προστασίας. Η προστασία για αποφυγή ηλεκτροπληξίας που επιτυγχάνεται σε ένα δίκτυο γειώσεων πρέπει να είναι κλάσης ασφάλειας I ή ηλεκτρικής μόνωσης κλάσης ασφάλειας II. Εάν προκύψει σφάλμα στο ηλεκτρικό κύκλωμα ανεφοδιασμού όπως (βραχυκύκλωμα, ή υπερφόρτωση), μόνο οι συσκευές που δημιουργούν αντίθετη ροή στο ρεύμα θα μπορούν να παραλειφθούν[2]. Αυτός εφαρμόζεται κυρίως σε εμπορικές εγκαταστάσεις και σε περιοχές όπου το κοινό συγκεντρώνεται. Με αυτό το κριτήριο επιβεβαιώνεται ότι ένα βραχυκύκλωμα σε μια υποδοχή ή πρίζα δεν θα διακόψει την τροφοδοσία ισχύος σε ένα όροφο ή σε ολόκληρο το κτήριο. Η παρακολούθηση για ηλεκτρομαγνητική συμβατότητα (EMC = Electromagnetic Compatibility) με άλλα συστήματα εναντίον ηλεκτρικής ακτινοβολίας η οποία θα προκαλούσε σφάλματα, είναι πολύ σημαντική[11]. Τα προβλήματα συνήθως ξεκινάνε σε συστήματα με συχνότητα 50 Hz σε περίπτωση μη σωστού δικτύου γείωσης για τις πηγές ισχύος. Αυτό μπορεί να εντοπιστεί για παράδειγμα από τον κροταλισμό θορύβου από συστήματα ανακοινώσεων-ηχείων. Η αξιοπιστία της παροχής και διαθεσιμότητας



ενέργειας σε δίκτυα τέτοιου βεληνεκούς είναι ζωτικών απαιτήσεων για τις εγκαταστάσεις αλλά και για τις παροχές ως προς τους πελάτες. Γενικά τα συστήματα τροφοδοσίας λειτουργούν εφεδρικά, ξεκινώντας από την μεταφορά φορτίου για την διατήρηση σταθερής τάσης ,σε μεγάλα συστήματα ασφάλειας και μάντρες μέχρι σε ποιο μεγάλα δίκτυα μέσης τάσης όπως τερματικοί σταθμοί ή περιοχές πλευσης πλοίων. Ανάλογα με την ισχύ και την απαιτούμενη ενέργεια τα συστήματα ανατροφοδότησης μπορούν επίσης να υποστηριχτούν άμεσα από τα δίκτυα μέσης τάσης και από μετατροπείς – μετασχηματιστές υποσταθμών ≤ 145 KV ή ακόμα και από το δίκτυο υψηλής τάσης που βρίσκονται εσωτερικά των εγκαταστάσεων[11]. Στις εγκαταστάσεις κάθε τύπος ηλεκτρικής ενέργειας είναι σχεδιασμένος κάτω από την εποπτεία του κέντρου διανομής ενέργειας.

Ανάλογα με το βαθμό υποστήριξης και αξιοπιστίας της λειτουργίας του υπόγειου δικτύου μέσης τάσης μεταφοράς, ακόμα και σε καταστάσεις σφαλμάτων, τα κύρια συστήματα τροφοδοσίας και τα κέντρα ισχύος είναι προσχεδιασμένα σαν μονές ή διπλές μπάρες φορτίου με πολλά άλλα τμήματα. Σε περίπτωση κεντρικής έκτακτης ανάγκης αρκετά κυκλώματα τάσης ανατροφοδότησης είναι φτιαγμένα ξεχωριστά με σκοπό την υποστήριξη του κύριου δικτύου[14]. Σύμφωνα με τον σπουδαίο ρόλο που έχουν οι υπόγειοι υποσταθμοί στα κυκλώματα ανατροφοδότησης μέσης τάσης αλλά και τη λειτουργία από τον χειριστή, είναι φτιαγμένα σαν διακόπτες κυκλωμάτων. Αυτό επηρεάζει στην λειτουργία του δικτύου μέσης τάσης όπως:

- a) Σε περίπτωση που έχει σχεδιαστεί σαν διακόπτης, καθώς το φορτίο μεταφέρεται υπάρχουν αποθεματικά ενέργειας ακόμα και με ανοιχτές γραμμές ανατροφοδότησης[10]
- b) Σε περίπτωση σχεδιασμού διακόπτη κυκλώματος τότε υπάρχει άμεσα αποθεματικά ενέργειας με κλειστό κύκλωμα γραμμής ανατροφοδότησης [10]



**ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ
ΑΙΓΑΙΟΥ**

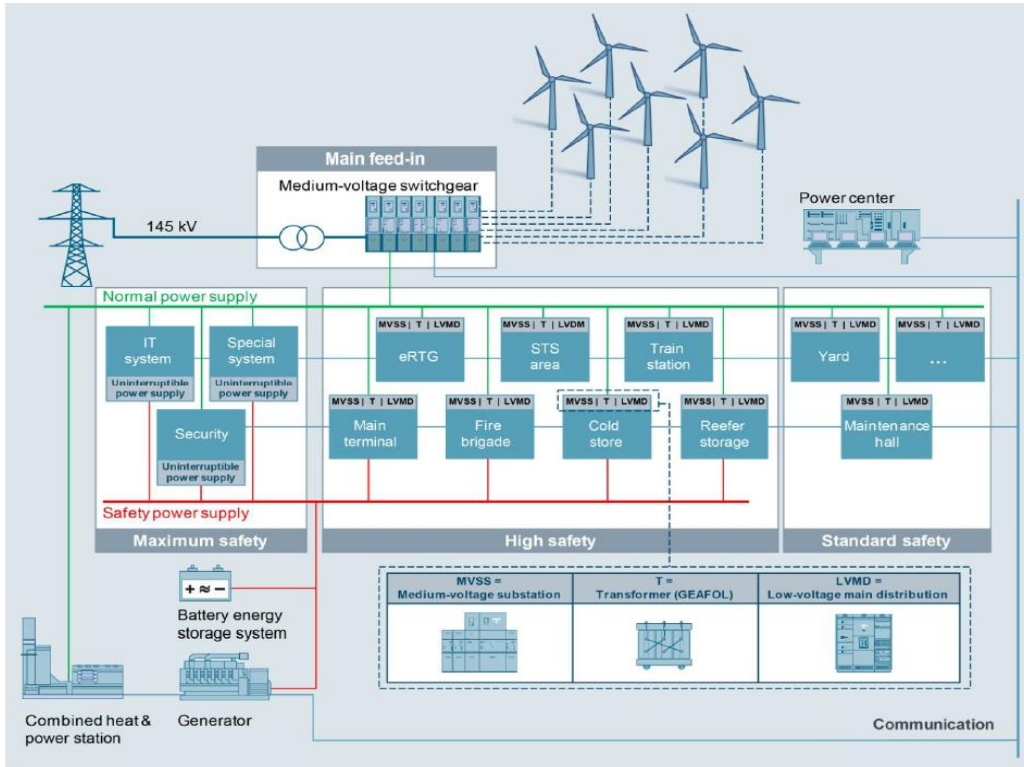
Τμήμα Ναυτιλίας και
Επιχειρηματικών Υπηρεσιών

&

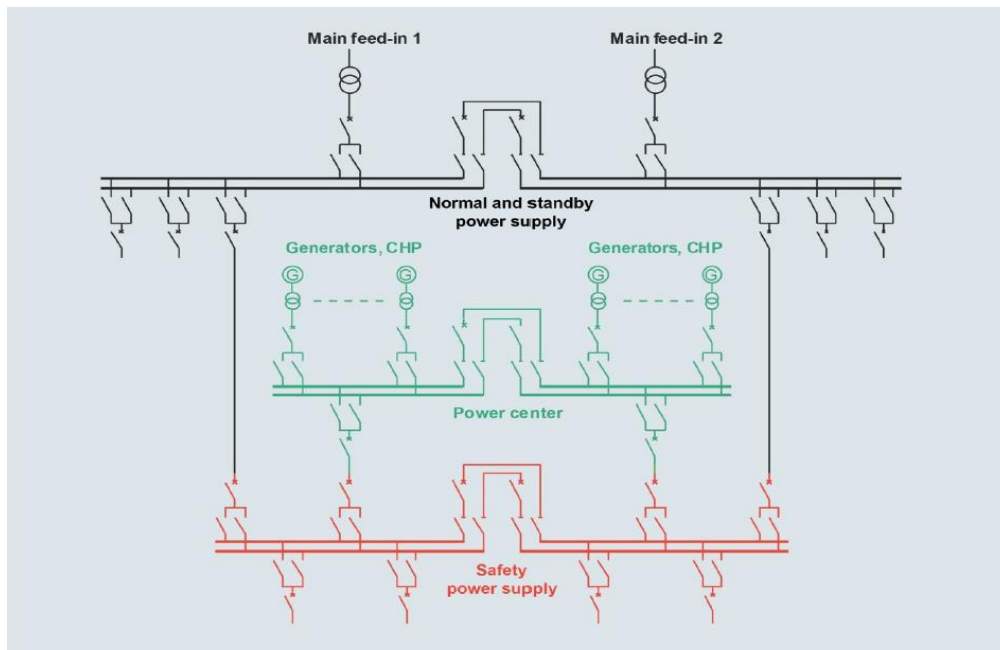
**ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ
ΔΥΤΙΚΗΣ ΑΤΤΙΚΗΣ**

Τμήμα Μηχανικών Βιομηχανικής
Σχεδίασης και Παραγωγής





Εικόνα 19: Απαραίτητα ηλεκτρολογικά δομοστοιχεία σε έξυπνο λιμάνι εικόνα από πηγή [14]”



Σχήμα 14 : “Μονογραμμικό Σχέδιο τροφοδοτικής αλυσίδας κέντρου ισχύος από πηγή [14]”



3.8 Έλεγχος Μετρήσεων και παρακολούθηση

Ανάλογα με το μέγεθος του λιμανιού, το σύστημα τροφοδοσίας του θα είναι σε μία διαστασιολόγηση και κατανάλωση ενέργειας που φέρνει στο μυαλό αυτή μιας μικρής πόλης. Η μεγάλη πολυπλοκότητα των υποσταθμών δεν πρέπει να παραμελείται, γι' αυτό το λόγο, οι ενέργειες του κύριου συστήματος ενέργειας ποικίλουν και είναι περίπλοκες. Για αυτό τον λόγο τίθεται αναγκαίο ο έλεγχος των μετρήσεων και παρακολούθηση σε υψηλές χωρητικότητες ενέργειας (high capacity Instrumentation and Control System (I&C))[14]. Επιπλέον για να υπάρχει αξιοπιστία υποστήριξης ενέργειας, ή απόκτηση δεδομένων στη ροή ενέργειας μέσα στο σύστημα του κέντρου ισχύος, χρησιμοποιούνται μετρήσιμα μέσα τεχνολογίας στο κομμάτι της χαμηλής-μέσης τάσης. Για παράδειγμα εξοπλισμός μετρήσεις χωρητικότητας φορτίων, καθορισμός κατανάλωσης ισχύος από ηλεκτρονικούς μετρητές, κατανομή του κόστους των κέντρων, κ.α. Το δίκτυο διανομής ηλεκτρικής ενέργειας λειτουργεί και παρακολουθείται από συστήματα (I&C). Η λειτουργία και η παρακολούθηση του λογισμικού βασίζεται κυρίως σε λειτουργικά συστήματα και συμβατικές εφαρμογές, Έχουν ιδιαίτερα χαρακτηριστικά απεικόνισης και ελέγχου της διανομής ηλεκτρικής ενέργειας σε θέματα απεικόνισης τιμών και αναπαράστασης των καταστάσεων ασφαλειοδιακοπών φορτίων[14]. Επίσης αυτά τα προγράμματα εμπεριέχουν γραφικές αναπαραστάσεις των μετρήσιμων τιμών με μορφή καμπυλών. Αλληλουχία αυτοματοποιημένων ασφαλειο-διακοπών μπορούν να αποθηκευτούν ή να σωθούν οι υπολογιστικές τιμές τους, σε περίπτωση καλωδιακού προβλήματος ανοιχτών γραμμών ανατροφοδότησης. Έτσι η γενική λειτουργία δεν χάνεται αλλά μετατοπίζεται σε ανεπηρέαστη γραμμή υποστήριξης του δικτύου και η παροχή εξομαλύνεται έτσι ώστε να επανέλθει στα κανονικά της πλαίσια. Το πλεονέκτημα των κλειστών βρόγχων ανατροφοδότησης και



ανταπόκρισης των συστημάτων προστασίας σε αυτά (εμπεριέχοντας και την προστασία καλωδίων) είναι ότι τα σφάλματα των καλωδίων δε φέρουν αποτέλεσμα για διακοπή της παροχής[3],[14]. Συνήθως στο τρέχον λογισμικό θα εμφανιστεί κάποιο

μήνυμα για την επιδιόρθωση καλωδίου και οι μετρήσεις σφάλματος θα έχουν ήδη δοθεί αρχικά πολύ γρήγορα. Όλα τα δεδομένα αποθηκεύονται σε αρχεία όπου ύστερα μπορούν να χρησιμοποιηθούν για διαδικασίες καταμερισμού του κόστους των κέντρων ενέργειας, αξιολογήσεις κ.α. Ακόμη στις πλατφόρμες των προγραμμάτων αυτών μπορούν να δημιουργηθούν χαρακτηριστικές αξίες χρήσης και ενημέρωσης τιμών για το εύρος υπερφόρτωσης ρεύματος και μεγίστου επιτρεπόμενου ρεύματος λειτουργίας. Οι ανάγκες των τηλεπικοινωνιών για διανομή ηλεκτρικής ενέργειας σε συστήματα επικεντρώνονται στα πρότυπα κυρίως IEC 61850 και IEC 60870-5. Στο σύστημα διανομής ηλεκτρικής ενέργειας υπάρχει μόνο η επιλογή για μετρήσεις του ρεύματος και της τάσης. Στο επίπεδο χαμηλής τάσης οι τιμές των τάσεων εφαρμόζονται άμεσα στα μετρητικά όργανα. Σε περίπτωση υψηλών τάσεων, χρησιμοποιούνται μετασχηματιστές τάσης οι οποίοι τυποποιούνται σε εύρος τάσεων μεταξύ των 0 έως 100 V[6]. Τα φορτία είναι συνδεδεμένα σε μετρητικά όργανα μέσω μετασχηματιστών φορτίου. Οι τυποποιημένες τιμές φορτίων είναι από 1 A ή 5 A. Οι μετρούμενες τιμές μπορούν να προβληθούν σαν αναλογικές τιμές σε τυποποιημένα σήματα των 0-20 mA/ 4-20 mA / ± 10 V/ κύματα μεταφοράς μέσω περιβάλλον λογισμικού.[14],[6],[3]

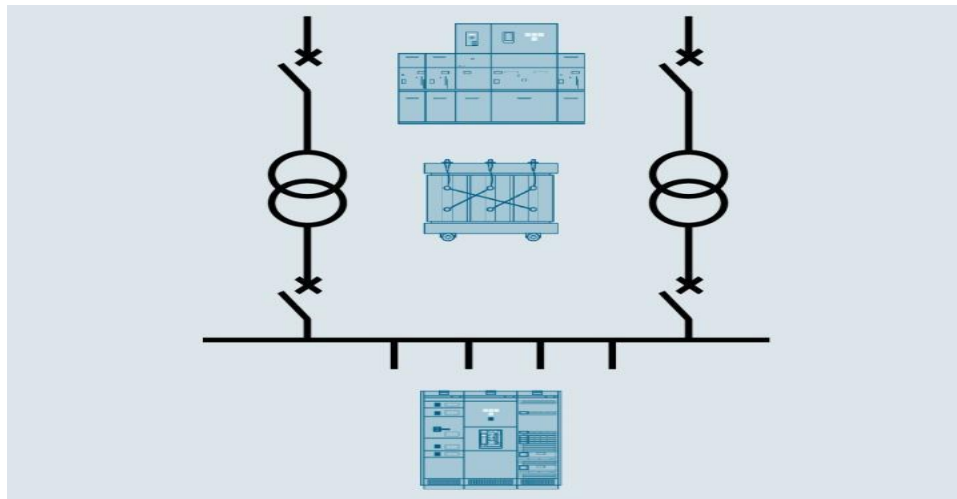
3.9 Επίπεδα Τεχνολογίας και Αυτοματισμού

Στις αρχές της διαδικασίας σχεδιασμού ενός δικτύου έξυπνου λιμανιού η γενική τεχνική λύση για εναλλακτικές επιλογές και για κατάλληλα στοιχεία εξοπλισμού θα πρέπει να φροντίσει να καθοριστούν ώστε να υπάρχουν τα παρακάτω :



- ❖ Συσκευές Εξοπλισμού Μέσης Τάσης αυτόματου ή μηχανικού χειρισμού / (Medium Voltage Switchgear)
- ❖ Μετατροπείς-Μετασχηματιστές / (Transformers)
- ❖ Διανομείς Χαμηλής Τάσης / (Low-Voltage Distribution)
- ❖ Συνδέσεις / (Connections)
- ❖ Επικοινωνία / (Communication)

[14],[3],[18],[10]



Σχήμα 15 : Εξοπλισμός Μέσης Τάσης τροφοδοτεί μέσω διακοπών ισχύος μετασχηματιστές και διακόπτες φορτίου σε διανομείς χαμηλής τάσης από πηγή [14]”

Συσκευές Εξοπλισμού Μέσης Τάσης αυτόματου ή μηχανικού χειρισμού : Σε αυτόν τον εξοπλισμό μπορεί να εκχωρηθεί αέριο ή ακόμα και αέρας, ανάλογα με τον κατάλληλο σχεδιασμό. Συνήθως οι εξοπλισμοί με αέριο και κυρίως αέριο SF₆ (εξαφθοριούχο θείο) είναι θερμομονωμένοι από την εργοστασιακή κατασκευή τους. Κατασκευάζονται για να περιλαμβάνουν εσωτερικά μονοφασικά ή τριφασικά “πάνελ”, με διπλές διαζευκτικές μπάρες. Κατά βάση προτύπου συνήθως οι εξοπλισμοί εκχώρησης τύπου αερίου χρειάζονται λιγότερο χώρο καθώς και όχι συντήρηση σε σχέση με αυτού του τύπου αέρα και για αυτό τον λόγο αξιολογούνται



ενεργητικότερα και αποδοτικότερα από τα πλεονεκτήματα του κόστους του κύκλου ζωής τους. [14],[3],[18],[10]

Μετατροπείς-Μετασχηματιστές : Είναι διαθέσιμοι ως μετασχηματιστές χύτευσης ρητίνης ή μετασχηματιστές εισχώρησης λαδιού. Οι μετασχηματιστές χύτευσης ρητίνης έχουν χαμηλό επίπεδο φορτίου για φωτιά και για αυτό μπορούν και λειτουργούν σε εσωτερικούς χώρους κτηρίων. Αυτό σημαίνει ότι η μέση τάση μπορεί να τροφοδοτηθεί και κοντά στα κέντρα

φορτίων μέσα σε εγκαταστάσεις χωρίς την δημιουργία προβλημάτων. Επιπλέον οι μετασχηματιστές τύπου χύτευσης ρητίνης μπορούν να αυξήσουν την απόδοση τους κατά 40% εάν υπάρχουν συνθήκες εξαερισμού κάτι το οποίο είναι πολύ σημαντικό για την όλη εγκατάσταση αφότου θα μπορεί να προμηθευτεί με επιπλέον ενέργεια σε περιπτώσεις σφαλμάτων ή διακοπής κάποιου τμήματος ισχύος. Οι μετασχηματιστές εισχώρησης λαδιού είναι πιο κοινοί στη χρήση τους, λιγότερο ακριβή και δεν έχουν τόσες πολλές απώλειες φορτίου, παρόλο αυτά όμως η λειτουργία τους σε εξωτερικούς χώρους είναι αναγκαία. [14],[3],[18],[10]

Διανομείς Χαμηλής Τάσης : Στο σχεδιασμό των διανομέων αυτών οι τροφοδοτήσεις των μονάδων φορτίου αποτελούνται από μεταγόμενου τρόπου διακόπτες (αποζεύκτες) και είναι τοποθετημένοι στον βασικό πίνακα διανομής χαμηλής ισχύος. Σε περίπτωση σφάλματος, η ελαττωματική συσκευή θα πρέπει να απομονωθεί και να αντικατασταθεί άμεσα. Οι συνδέσεις στο κέντρο τροφοδοσίας ισχύος και στο λογισμικού του προγράμματος γίνεται μέσα από κινητές επαφές. Σε κατάσταση κάποιου προβλήματος ή σφάλματος ολόκληρο το συρτάρι βγαίνει εκτός του όλου εξοπλισμού αποτρέποντας τη περαιτέρω βλάβη αλλά και την απαραίτητη αντικατάσταση του. Οι διανομείς χαμηλής τάσης αποτελούνται από πάνελ μικρών πινάκων διανομής, καμπίνες από ηλεκτρονικούς-έξυπνους μετρητές, και



καλουπώμενα συστήματα διανομής. Συνήθως οι πίνακες διανομής είναι βαθμονομημένοι για τάση λειτουργίας στα 690 Volt και μέγιστο βαθμό ρεύματος στα 1,600 Ampere. [14],[3],[18],[10]

Συνδέσεις-Καλωδιώσεις : Ανάλογα με τον σχεδιασμό, τα καλώδια έχουν να υποστηρίξουν μεγαλύτερο φορτίο για υποστήριξη σε περιπτώσεις πυρκαγιάς από τους αποζεύκτες του κύριου κορμού του συστήματος. Και συγκεκριμένα, στα τερματικά των λιμανιών τα επίπεδα φορτίου για κίνδυνο φωτιάς πρέπει να ναι κυμαίνονται σε χαμηλά πλαίσια. [14],[3],[18],[10]

Ένα άλλο πλεονέκτημα του αποζεύκτη του κορμού του κύριου συστήματος είναι η ποικίλη προσαρμοστικότητα στις γρήγορες αλλαγές ανάλογα με την χρήση του. Οι αποζεύκτες των συστημάτων αποτελούνται από μπάρες χαλκού ή αλουμινίου οι οποίες προστατεύονται μέσα σε μεταλλικά κουτιά στερεωμένα με πύρους. Αφότου ο εξοπλισμός τροφοδοτείται από την χρήση αποζευκτών, χρησιμοποιώντας διακλαδωτήρες για την τροφοδοσία οι οποίοι μπορούν να τοποθετηθούν οποιαδήποτε στιγμή στη τρέχον λειτουργία, είναι ποιο εύκολο να σχεδιαστούν δρόμοι και τοίχοι απελευθέρωση πυρκαγιάς σε κατάσταση κινδύνου. Το κόστος συντήρησης και λειτουργίας είναι χαμηλότερα αφότου τα προστατευτικά στοιχεία και οι τροφοδοσία φορτίου τοποθετούνται εσωτερικά στα δομοστοιχεία των διακλαδωτήρων. Όταν οι διακλαδωτήρες μετατοπίζονται η προστασία και η αλλαγή κατάσταση των στοιχείων συνοδεύονται όλα μαζί. [14],[3],[18],[10]

Επικοινωνία : Σε γενικές γραμμές υπάρχει δυνατότητα να υπάρχει μια τοπική δοκιμή και λειτουργία της συμβατικής διανομής ηλεκτρικής ισχύος του ολικού δικτύου. Για αυτό το λόγο οι μετρήσιμες αξίες και τιμές μπορούν να αποκτηθούν χειρωνακτικά. Η επικοινωνία του δικτύου διανομής μπορεί να διασυνδεθεί και να



ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ ΑΙΓΑΙΟΥ

Τμήμα Ναυτιλίας και
Επιχειρηματικών Υπηρεσιών

&

ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ ΔΥΤΙΚΗΣ ΑΤΤΙΚΗΣ

Τμήμα Μηχανικών Βιομηχανικής
Σχεδίασης και Παραγωγής

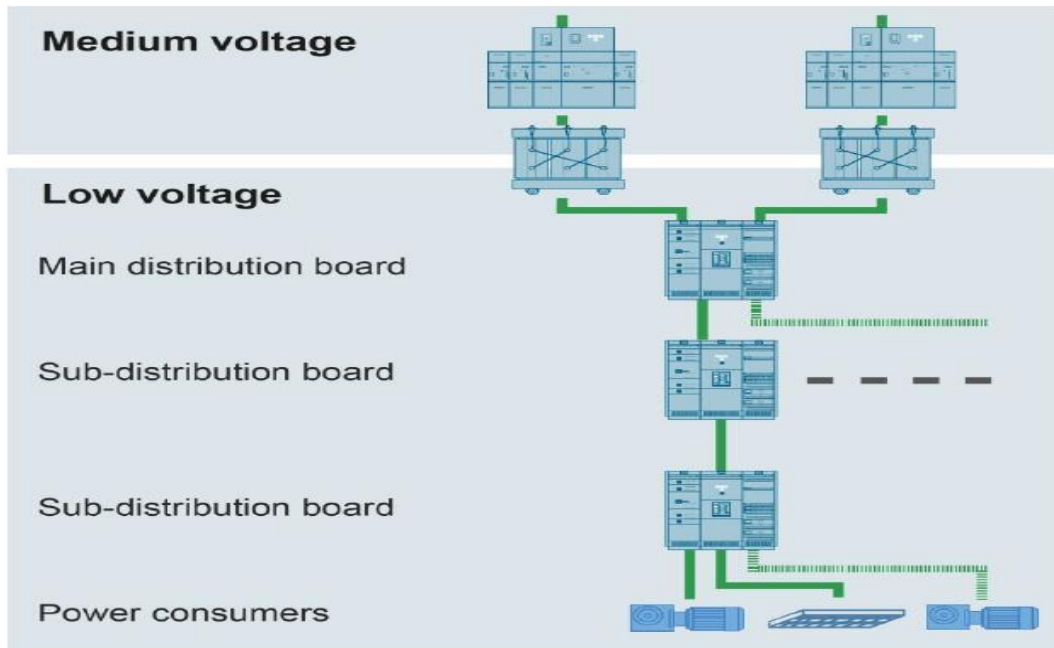


επικοινωνήσει μέσω του ολικού ελέγχου λειτουργίας και καταγραφή και παρακολούθηση συστημάτων από τον κεντρικό υπολογιστή ελέγχου του γκισέ. Η κατάσταση των προστατευόμενων στοιχείων μπορεί να ανιχνευτεί και να οπτικοποιηθεί, από μετατοπιζόμενους διακόπτες κυκλώματος, από τον κεντρικό πίνακα ελέγχου γκισέ. Η προβολή και η αποτύπωση των τιμών για τη διανομή ηλεκτρικής ισχύος θα γίνεται όλο και πιο σημαντική στο μέλλον, από τότε που οι χαρακτηριστικές αξίες ενέργειας βασίζονται σε kWh ανά επιβάτη ή ανά TEU, kWh ανά sqm αποθήκης ή ανά φορτηγό-ψυγείο.[14],[3],[18],[10]

Σχήμα 16 : Μετρητικά όργανα στην διανομή ηλεκτρικής ισχύος



ΜΕΤΡΗΤΙΚΑ ΟΡΓΑΝΑ - ΜΕΤΡΗΣΙΜΕΣ ΤΙΜΕΣ		
	Λειτουργικά Συστήματα Μετρήσεων	<ul style="list-style-type: none">➤ Ρεύματα τριών φάσεων και ουδετέρου➤ Τάση μεταξύ φάσεων και ουδετέρου
	Ηλεκτρονικοί -Έξυπνοι Μετρητές	<ul style="list-style-type: none">➤ Ενεργός, Άεργος, Φαινόμενη Ισχύς➤ Συντελεστής ισχύος των τριών φάσεων
	Συσκευές Προστασίας Κινητήρων-Γεννητριών	<ul style="list-style-type: none">➤ Ενέργεια Εισαγωγής Συστήματος➤ Καταναλισκόμενη Ενέργεια Παροχής
	Διακόπτες Κυκλώματος	<ul style="list-style-type: none">➤ Πτώση Τάσης (Voltage Dip)➤ Διακύμανση Τάσης (Change Voltage)➤ Αρμονικές (Harmonics)➤ Υπέρταση (Overvoltage)



Εικόνα 20 : Η διαδικασία του “Instrumentation και Ελέγχου από πηγή [14]”

3.10 Σύνοψης

Για να μπορέσει να λειτουργήσει ένα λιμάνι ως “έξυπνο” πρέπει να εμπεριέχει, μια σειρά από ενέργειες που θα το κάνουν από την λειτουργία και την εξυπηρέτηση του βιώσιμο. Από τον τρόπο εξυπηρέτησης των πλοίων στο λιμάνι, τους περιορισμούς και τις επιρροές μέχρι την μεταφορά και αξιοποίηση της ενέργειας φτάνουμε στα τελικά επίπεδα αυτοματισμού, για έλεγχο και παρακολούθηση.



Πειραματικό Μέρος

Σχεδίαση Έξυπνου Μετρητή Σε Λιμάνι

4.1 Εισαγωγή

Οι ηλεκτρονικοί-έξυπνοι μετρητές προορίζονται κυρίως για μέτρηση της ενεργού και άεργου ισχύος ηλεκτρικής ενέργειας σε τριφασικά, δίκτυα εναλλασσόμενου ρεύματος. Οι πιο σύνηθες κατασκευαστικές επωνυμίες ηλεκτρονικών-έξυπνων μετρητών είναι “Landis + Gyr, EDM I (Electronic Design and Manufacturing International- Atlas Energy Meter, ELGAMA-Elektronika GAMA 300)” και χρησιμοποιούνται ευρέως στη βιομηχανία και την ναυτιλία..Είναι μετρητές ευρέως διαδεδομένοι για την πολυεφαρμογή τους στα έξυπνα δίκτυα αφότου προορίζονται για να καταγράφουν τη μέγιστη ισχύς σε ημερήσια και μηνιαία βάση, να μετράνε επιπλέον τις στιγμιαίες τιμές, καθώς επίσης να καταγράφουν την καμπύλη φορτίου καταναλωτή και χρήστη και να κρατάνε δεδομένα για αρχείο γεγονότων. Οι μετρητές αυτοί μπορεί να είναι μιας τιμολογιακής ζώνης είτε πολλαπλών τιμολογιακών ζωνών. Το κόστος χρέωσης τους ελέγχεται από εσωτερικό ρολόι πραγματικού χρόνου. Αυτοί οι μετρητές μπορούν να έχουν διεπαφές οπτικής και ηλεκτρικής επικοινωνίας για τοπική και απομακρυσμένη μετάδοση δεδομένων. Τα μοντέλα με τα οποία θα ασχοληθούμε είναι κυρίως τα ZMD400 AR/CR και ZFD400AR/CR της “Landis + Gyr καθώς και “S650 SGT (smart grid terminal)” έξυπνοι μετρητές για τερματικά βιομηχανικής και εμπορικής χρήσης. Επίσης θα αναφερθούμε σε δομοστοιχεία “Gsm και Gps E65C Landis + Gyr ” τα οποία συνεργάζονται με τους κύριους μετρητές.



4.2 Πεδίο Εφαρμογής

Οι Μετρητές ZMD400 AR/CR και ZFD400AR/CR έχουν εφαρμογή στην σύνδεση με μετασχηματιστές και στα τρία επίπεδα τάσης , χαμηλή, μέση, υψηλή. Χρησιμοποιούνται κυρίως από πελάτες και καταναλωτές μέσης τάσης σε εγκαταστάσεις παραγωγής ενέργειας. Ο Μετρητής ZMD400 AR/CR είναι κυρίως χρήσιμος για εφαρμογές και εγκαταστάσεις χαμηλής τάσης, ενώ ο μετρητής ZFD400AR/CR χρησιμοποιείται πιο πολύ για μέση και υψηλή τάση. Επιπλέον έχουν ολοκληρωμένη δομή κοστολόγησης και αυτό δικαιολογεί το ότι υπάρχουν από εποχιακές κοστολογήσεις μέχρι πολλαπλές κοστολογήσεις ένδειξης και ζήτησης της ενέργειας. Τα δύο μοντέλα μετρητών έχουν σχεδιαστεί έτσι ώστε να συνδέονται με μετασχηματιστές φορτίου 5 A ή 1 A ή ακόμα και για ειδικές περιπτώσεις όπως λόγο μετασχηματισμού (5// 1). Τα μοντέλα ZMD400CR και ZFD400CR καταγράφουν την ενεργό και την άεργο κατανάλωση ισχύος ενώ τα ZMD400 AR, ZFD400AR καταγράφουν μόνο την ενεργό ισχύ σε τριφασικά τεσσάρων αγωγών δίκτυα ή τριφασικά τριών αγωγών δίκτυα χαμηλής, μέσης , και υψηλής τάση. Για αυτό τον σκοπό συνδέονται σε μετρήσιμο σημείο διαμέσου μετασχηματιστή φορτίου ή τάσεως[25]. Έτσι έχουμε ότι :

- *Χαμηλή Τάση* : ZMD400 AR/CR με μετασχηματιστές φορτίου
- *Μέση Τάση* :, ZFD400 AR/CR σε ζευγάρι με τον ZMD400 AR/CR, με μετασχηματιστές φορτίου και τάσης
- *Υψηλή Τάση* : ZMD400 AR/CR σε ζευγάρι με τον ZFD400 AR/CR με μετασχηματιστές φορτίου και τάσης.

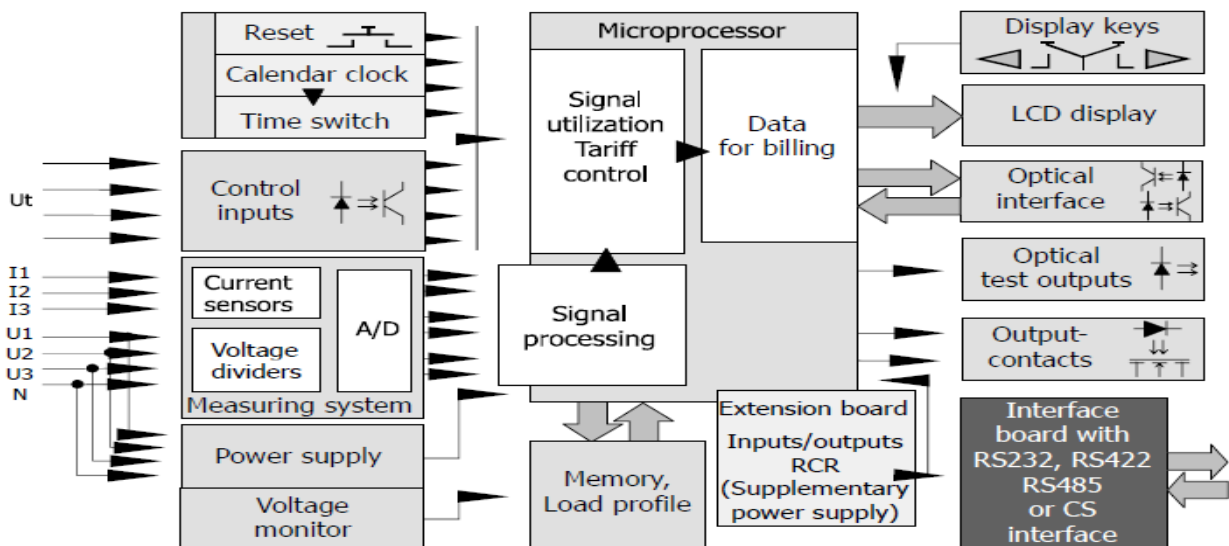


[25],[28]

Τα δεδομένα εμφανίζονται στην οθόνη του μετρητή και είναι επίσης διαθέσιμα και στο λογισμικό περιβάλλον τους για επεξεργασία και καταγραφή. Όταν τα δεδομένα παρέχονται με αναμεταδότες, οι μετρητές τότε μπορούν να χρησιμοποιηθούν και αυτοί σαν επαφές μετάδοσης για τηλεμέτρηση.

4.3 Γενική Περιγραφή Μετρητή

Οι μετρητές ZMD400AR, ZFD400AR καταγράφουν την ενεργό ισχύ κατανάλωσης που εισέρχεται και εξέρχεται ενώ οι ZMD400CR, ZFD400CR, μετρητές οθόνης καταγράφουν την ενεργό και άεργο ισχύ κατανάλωσης και στα τέσσερα τεταρτημόρια. Και οι δύο κατηγορίες μετρητών μπορούν να συνδεθούν με μέγιστο αριθμό σύνδεσης ολοκληρωμένων κυκλωμάτων επικοινωνίας (RS232, RS422, RS485, ή CS) στην μητρική πλακέτα. [25]

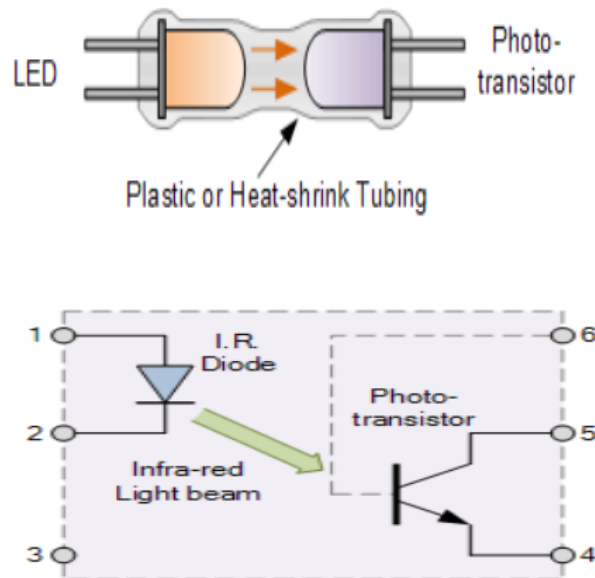


Σχήμα 15 : “Σχηματικό διάγραμμα ροής μετρητών ZMD και ZFD από πηγή [25]”



Είσοδοι (Inputs) : Οι κύριοι εισόδοι για τους μετρητές είναι οι συνδέσεις των φάσεων τάσης (V1, V2, V3) και φάσεων ρεύματος (I1, I2, I3) και ουδετέρου N. Χρησιμοποιούνται για την επεξεργασία του μετρητικού συστήματος και για την ενίσχυση ισχύος τριφασικών συστημάτων σε μετρητές και συσκευές παρακολούθησης τάσης. Ο έλεγχος εισόδων U_t είναι και αυτό ένα χαρακτηριστικό κομμάτι εισόδου για 3 μέχρι 4 έτοιμα συστήματα για επέκτασης στην μετρική κάρτα. Αυτό γίνεται για περιπτώσεις ρύθμισης αλλαγής της ενέργειας, διαγραφής της μνήμης και επανεκκίνησης, ζήτησης κοστολόγησης λειτουργίας, συγχρονισμού.

Οι οπτοζεύκτες (διατάξεις που αποτελούνται από LED και φωτοτρανζίστορ, στην οποία το σήμα αλλάζει φωτεινότητα του LED, με αποτέλεσμα να αλλάζει η αγωγιμότητα του φωτοτρανζίστορ πετυχαίνοντας οπτικοηλεκτρονική σύζευξη), προστατεύει το κύκλωμα από παρεμβολές που μπορούν να εισέρθουν από τον έλεγχο εισόδου [28]



Σχήμα 16.1 : Κύκλωμα και φωτογραφία από έναν οπτοζεύκτη LED-Τρανζίστορ



Τα κουμπιά εισόδου υπάρχουν για την προβολή ελέγχου της διαδικασίας όπως (“display keys, optical interface”) και για την επαναφορά συστήματος στην αρχική κατάσταση λειτουργικές υπηρεσίες όπως το (“reset key”)

Εξοδοι (Outputs): Ο μετρητής έχει ως εξόδους του την υγρού κρυστάλλου οθόνη με πλήκτρα οθόνης για τοπική ανάγνωση των δεδομένων λογαριασμού (η οθόνη είναι μονή 8 ψηφίων με επιπρόσθετες πληροφορίες πάνω στην διεύθυνση ενέργειας, το είδος της ενέργειας, την ύπαρξη φάσης τάσεων και αναγνώριση του αριθμού της). Επίσης υπάρχουν οπτικοί έξοδοι επαλήθευσης-φωτάκια που το ένα είναι (κόκκινο ένα για την ενεργό ενέργεια στους μετρητές και δύο στους “combimeters”). Υπάρχει στατικό ρελέ με ελεύθερη παραμετροποιημένη τοποθέτηση σήματος (2 έτοιμα και επιπλέον 6 ακόμα στην επέκταση κάρτας). [25],[28]

Οπτικό περιβάλλον για αυτόματη απόκτηση τοπικών δεδομένων από τοποθετημένη μονάδα. Περιβάλλον επικοινωνίας για διάφορους τύπους καρτών-μνήμες.

Μετρητικό Σύστημα (Measuring System) : Τα κυκλώματα εισόδου (διαίρετες τάσης, και μετασχηματιστές φορτίου) καταγράφουν την τάση και το ρεύμα στις αντίστοιχες απαιτούμενες φάσεις. Αναλογικοί και ψηφιακοί μετασχηματιστές ψηφιοποιούν αυτές τις τιμές και τροφοδοτούν σαν άμεσες ψηφιοποιημένες τιμές μέσω της βαθμονόμησης που θα εξηγηθεί παρακάτω σε έναν επεξεργαστή σήματος.[26],[27]

Επεξεργασία Σήματος (Signal Processing) : Ο επεξεργαστής σήματος είναι αυτός που θα καθορίσει τις μετρούμενες ποσότητες από τις άμεσες ψηφιοποιημένες τιμές της τάσης και του ρεύματος για κάθε φάση σχηματίζει πάνω από ένα λεπτό την ενεργό ισχύ για κάθε φάση, την άεργο ισχύ για κάθε φάση (αλλά μόνο στα μοντέλα (“combimeters” ZFD400CR και ZMD400CR), τις φάσεις τάσεως, τις φάσεις ρευμάτων, την κύρια συχνότητα, και τα τόξα των φάσεων.[25],[28]



Χρήση Σήματος (Signal Utilisation) : Για την χρήση σήματος στις διάφορες μνήμες ο μικροεπεξεργαστή αναλύει τις μετρούμενες τιμές κάθε λεπτό για να καθορίσει την ενεργό ενέργεια (αθροιστικά και ατομικά την κάθε φάση, ξεχωριστά σύμφωνα με την διεύθυνση της ενέργειας, εάν απαιτείται από τον χρήστη στους “combimeters ZMD400CR και ZFD400CR” επίσης κατανέμεται και στα τέσσερα τεταρτημόρια της ενέργειας. Υπάρχει δυνατότητα καθορισμού της άεργου ισχύος μόνο για τους “combimeters ZMD400CR και ZFD400CR” το άθροισμα και ατομικά η κάθε φάση τους, ξεχωριστά σύμφωνα με την διεύθυνση της ενέργειας, και η κατανομή της ενέργειας στα τέσσερα τεταρτημόρια. Υπάρχει η δυνατότητα καθορισμού της άεργου ισχύος μόνο για τους “combimeters ZMD400CR και ZFD400CR” το άθροισμα και ατομικά η κάθε φάση τους, ξεχωριστά σύμφωνα με την διεύθυνση της ενέργειας. Υπάρχει η δυνατότητα καθορισμού του συντελεστή ισχύος μόνο για τους “combimeters ZMD400CR και ZFD400CR” το άθροισμα και ατομικά η κάθε φάση τους. Υπάρχει η δυνατότητα καθορισμού της τάση φάσεων, το ρεύμα των φάσεων και του ουδετέρου. .[25],[28]

Έλεγχος Κοστολόγησης (Tariff Control) : Η διαδικασία χειρισμού κοστολόγησης γίνεται είτε εξωτερικά μέσω εισόδων ελέγχου (τρία έτοιμα, ή επιπλέον πάνω από τέσσερα ακόμα στην κάρτα μνήμης επέκτασης). Ακόμα ο χειρισμός μπορεί να γίνει εξωτερικά μέσω επικοινωνίας λογισμικού περιβάλλοντος χρησιμοποιώντας αναβαθμισμένες εντολές από λογισμικό “B23”. Εσωτερικά ο έλεγχος γίνεται μέσω χρονοδιακόπτη και ημερολογιακού ρολογιού. Επίσης ο έλεγχος γίνεται και από σήματα των γεγονότων που βασίζονται σε τελικές τιμές των λειτουργιών παρακολούθησης της ενέργειας.[26],[27]

Δεδομένα προετοιμασίας για τελική χρέωση (Data Preparation for Billing) : Το μητρώο



εγγραφής μνήμης που είναι διαθέσιμο για αξιολόγηση της κάθε μετρήσιμης αξίας είναι 24 θέσεις μνήμης για κοστολόγηση της ενέργειας, 8 για συνολική ενέργεια, 8 για εφαρμογές που τρέχουν της τιμές ζήτησης. 24 θέσεις για ζήτηση των κρίσιμων κοστολογήσεων, 2 θέσεις για τον συντελεστή συνημίτονου σε μοντέλα μετρητών “combimeters ZMD400CR και ZFD400CR”. Και άλλες για τιμές τάσης και ρεύματος, κύριας συχνότητας και τόξα φάσεων.[25],[28]

Μνήμη (Memory) : Μία σταθερή αναπρογραμματιζόμενη μνήμη για καταγραφή του προφίλ φορτίου καθώς επίσης περιέχει τις παραμετροποιήσεις και ρυθμίσεις των δεδομένων του μετρητή καθώς και την ασφάλιση στα δεδομένα λογαριασμών σε περιπτώσεις απωλειών από διακοπές τάσεων.[25],[26],[27],[28]

Τροφοδότηση-Παροχή Ενέργειας (Power Supply) : Η τάση υποστήριξης που τροφοδοτείται για τους ηλεκτρονικούς μετρητές παρέχεται από τριφασικό δίκτυο, μέσω του οποίου η τάση φάσης μπορεί να ποικίλει στο γενικό εύρος τάσης, χωρίς την υποστήριξη ενέργειας που θα έχει προσαρμοστεί.

Μία οθόνη για την παρακολούθηση της τάσης θα βεβαιώσει τη σωστή λειτουργία και την αξιόπιστη επαναφορά των δεδομένων σε περίπτωση συμβάντος για διακοπή τάσης και ορθή επαναφορά όταν η τάση επανέρθει. .[25],[26],[27],[28]

Εναλλακτική πηγή παροχής ενέργειας (Auxiliary Power Supply) : Για εφαρμογές μέσης ή υψηλής τάσης και συγκεκριμένα στο κομμάτι της μετρούμενης τάσης μπορεί να κλείσει ή να διακοπεί. Από τότε που ο μετρητής κανονικά έχει την παροχή από την μετρούμενη τάση, είναι ομοιόμορφα κλειστά και δεν μπορεί να διαβαστεί. Η εναλλακτική πηγή παροχής ενέργειας συνδεδεμένη παράλληλα με τη κύρια πηγή ενέργειας επιβεβαιώνει την ομαλή λειτουργία του μετρητή από παρεμβολές, έτσι ώστε να μπορούν να αναγνωστούν τα δεδομένα οποιαδήποτε ώρα. Η εναλλακτική



παροχή ενέργειας είναι τοποθετημένη στην επέκταση της μητρικής κάρτας.
.[25],[26],[27],[28]

Επέκταση μητρικής κάρτας (Extension Board) : Η επέκταση μητρικής κάρτας είναι τοποθετημένη μέσα στο μετρητή και για αυτό είναι ασφαλισμένη με τα προστατευτικά εξακρίβωσης. Μπορεί να περιέχει πάνω από τέσσερις εισόδους ελέγχου σε συνδυασμό με πάνω από έξι επαφών εξόδου (ρελέ ημιαγωγών-ηλεκτρονόμος χωρίς κινητά μέρη-solid state relay). Υπάρχουν τοποθετημένοι μέσα ηλεκτρονικοί δέκτες ελέγχου κυμάτωσης (ripple control receiver) που χρησιμοποιούνται για την διαχείριση της ζήτησης κοστολόγησης του φορτίου εναλλακτική πηγή παροχής ενέργειας.[25],[28]

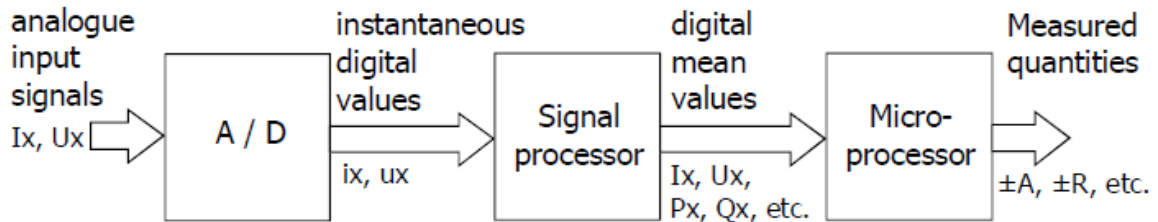
Περιβάλλον Μητρικής Κάρτας (Interface Board) : Το περιβάλλον επικοινωνίας αναπαριστάται μόνο στα μοντέλα μετρητών ZMD300AR/CR και ZMD400AR/CR, ZFD400AR/CR που είναι μόνιμα τοποθετημένα μέσα στο μετρητή και για αυτό είναι ασφαλισμένο με το προστατευτικό εξακρίβωσης. Ανάλογα λοιπόν με την κάθε έκδοση εμπεριέχονται και τα περιβάλλοντα επικοινωνίας

1. RS232 interface
2. RS422 interface
3. RS485 interface
4. CS interface



[25],[28]

4.4 Μετρητικό Σύστημα



Σχήμα 16.2: “Διάγραμμα ροής μετρητικού συστήματος από μετρητές Landis+Gr από πηγές [25],[28]”

Για τα σήματα εισόδου ο μετρητής έχει τις αναλογικές τιμές φορτίου I_1, I_2, I_3 , και αναλογικές τιμές τάσης, U_1, U_2, U_3 . Το μετρητικό σύστημα του μετρητή γεννά άμεσες βαθμονομημένες ψηφιακές τιμές τάσης και ρεύματος για κάθε φάση από τα αναλογικά σήματα εισόδου. Ο επεξεργαστής σήματος του μετρητή καθορίζει τις ψηφιακές τιμές (μέσο όρο για κάθε ένα λεπτό ανάλογα σε κάθε περίπτωση) από τις άμεσες τιμές που παίρνει, από την τάση και το ρεύμα σε κάθε φάση.



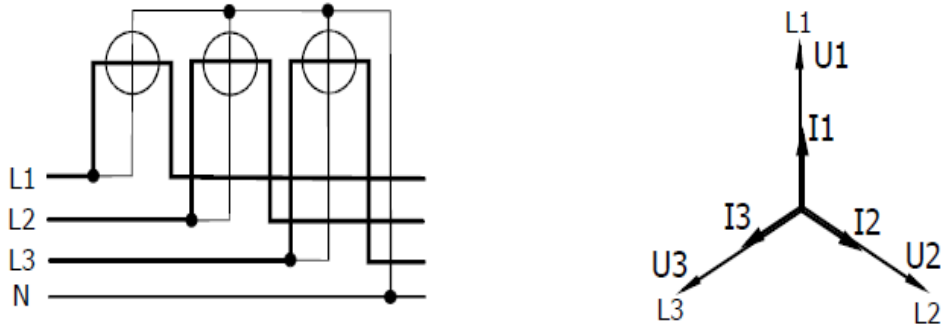
Measured quantity		ZMD400CR	ZFD400CR	ZMD400AR	ZFD400AR
Active power import	+A	Sum/Phases	Sum	Sum/Phases	Sum
Active power export	-A	Sum/Phases	Sum	Sum/Phases	Sum
Reactive power positive	+R	Sum/Phases	Sum	-	-
Reactive power negative	-R	Sum/Phases	Sum	-	-
Reactive power 1st quadrant	+R _i	Sum/Phases	Sum	-	-
Reactive power 2nd quadrant	+R _c	Sum/Phases	Sum	-	-
Reactive power 3rd quadrant	-R _i	Sum/Phases	Sum	-	-
Reactive power 4th quadrant	-R _c	Sum/Phases	Sum	-	-
Apparent power import	+VA	Sum/Phases	Sum	-	-
Apparent power export	-VA	Sum/Phases	Sum	-	-
Power factor	cosφ	Phases/mean value	Mean value	-	-
Phase voltages		U1-U2-U3	U12-U32	U1-U2-U3	U12-U32
Phase currents		I1-I2-I3	I1-I3	I1-I2-I3	I1-I3
Neutral current		I0	-	I0	-
Mains frequency	f _n	yes	yes	yes	yes
Phase angle voltages	φ U	U1-U2/U1-U3	-	U1-U2/U1-U3	-
Phase angle voltage-current	φ U-I	yes	-	yes	-
Direction of rotating field		yes	yes	yes	yes

Σχήμα 17 : “Μετρητικός πίνακας μεταβλητών μοντέλων μετρητή Landis+Gr από πηγές [25],[28]”

Ανήκοντας σε διαφορετικό τύπο μέτρησης με βάση το γενικό κανόνα του κυκλώματος “Aaon”, τα δεδομένα για την κάθε μια φάση δεν υπάρχουν για το μοντέλο ZFD400AR/ZFD400CR. Τα επόμενα διαγράμματα δείχνουν τις διαφορές μεταξύ των μοντέλων μετρητή “ZMD400AR/CR” και “ZFD400AR/CR”. [25],[28]

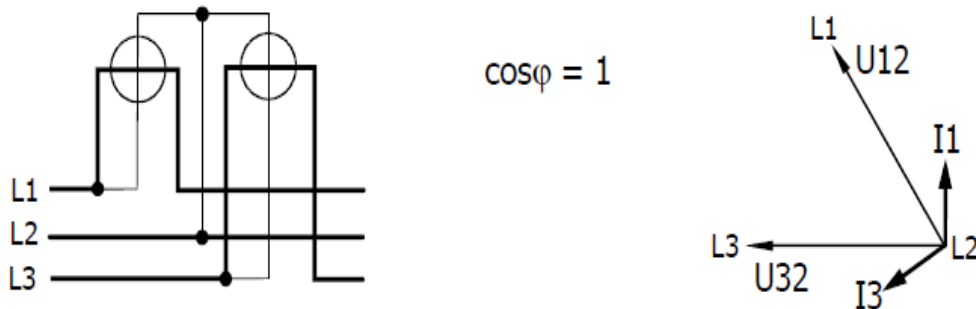


❖ ZMD400AR/CR :



Σχήμα 18: Τύπος μετρητικού συστήματος για ZMD400AR/CR από πηγές [25],[28]”

❖ ZFD400AR/CR :



Σχήμα 19: Τύπος μετρητικού συστήματος για ZFD400AR/CR από πηγές [25],[28]”

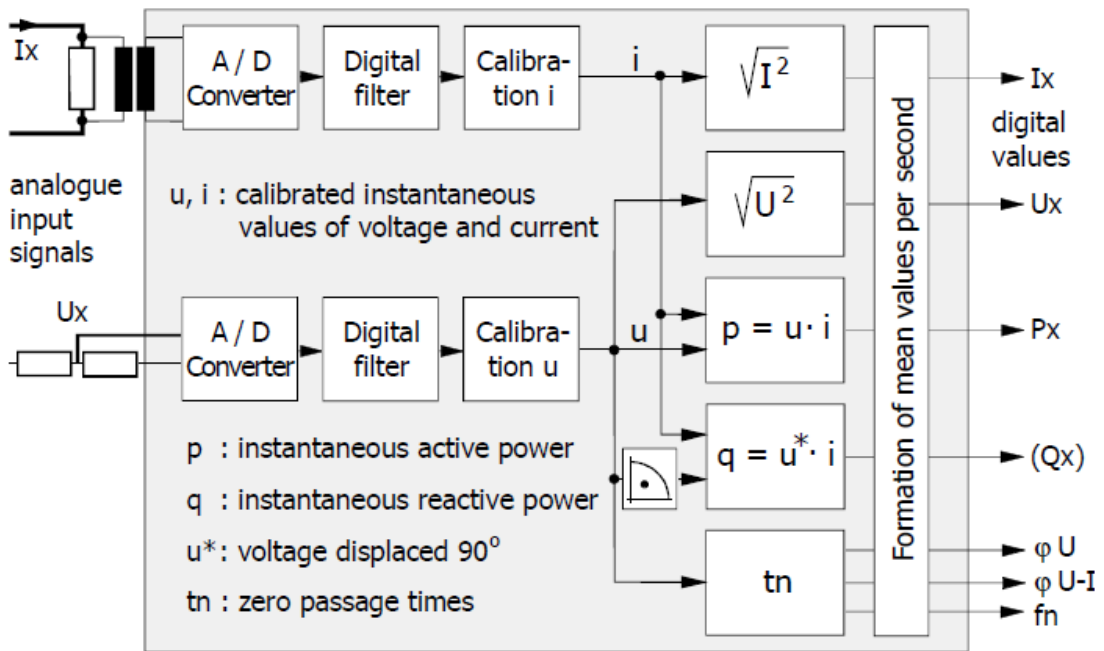
Αφότου το μοντέλο του μετρητή ZMD400AR/CR μετράει την κάθε φάση ανεξάρτητα με κάθε μετρητικό στοιχείο, μπορεί να καταγράψει το άθροισμα των τριών φάσεων, την κάθε φάση ατομικά, την φασική γωνία μεταξύ τάσης και ρεύματος όπως επίσης και τη γωνία μεταξύ τάσεων U1-U2, και U1-U3. Το μοντέλο μετρητή ZFD400AR/CR με κύκλωμα “Aaron” και με δύο μετρήσιμα στοιχεία, ρεύμα φάσεως I1 ή I3 μαζί με την αντίστοιχη ανταποκρινόμενη συνδεδεμένη τάση U12 ή U32.

Για αυτόν το λόγο δεν μπορεί να σχηματίσει πραγματικές μονοφασικές τιμές. Καθώς επίσης, τα τόξα-γωνίες των φάσεων μεταξύ τάσης και ρεύματος, πάντοτε έχουν διαφορά τόξου-γωνίας 30° και για αυτό δεν αναπαριστάται.[25],[28]

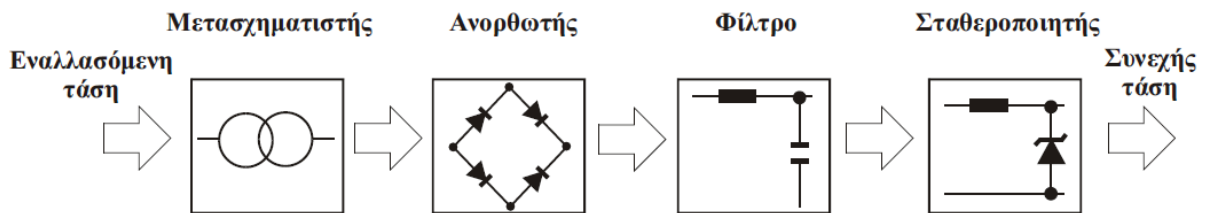


4.5 Επεξεργασία σήματος και μετατροπή

Δεν υπάρχει υπολογισμός της άεργος ισχύς από το μοντέλο μετρητή ZMD400AR / ZFD400AR



Σχήμα 20: Θεώρημα επεξεργαστή διαδικασίας σήματος από πηγές [25],[28]”

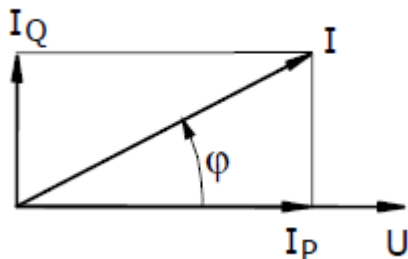


Σχήμα 21: Σχηματικό διάγραμμα ροής τροφοδοτικού με τα επιμέρους στοιχεία



Στη διαδικασία επεξεργασίας σήματος η υψηλής αντίστασης διαιρέτες τάσης U_1 , U_2 , U_3 , από 58 μέχρι 240 V, εφαρμόζονται στο μετρητή σε κατά ανάλογο ποσοστό mV για περισσότερη επεξεργασία.

Οι εσωτερικοί μετασχηματιστές ρεύματος, μειώνουν τα εσωτερικά φορτία I_1 , I_2 , I_3 , στο μετρητή από 0 έως 10 A, για περισσότερη επεξεργασία. Τα δευτερεύοντα φορτία αυτών των μετασχηματιστών ρεύματος αναπτύσσουν τάσεις αναλογικές με τα φορτία που διασχίζει τις αντιστάσεις, επίσης μερικά mV. Τα αναλογικά σήματα τάσης και ρεύματος ψηφιοποιούνται σε μετατροπείς σίγμα-δέλτα (αναλογικοί σε ψηφιακοί μετατροπείς με την υψηλότερη διακριτότητα σήματος) με δείκτη συχνότητας στα 1.6 kHz και μετά φιλτράρεται. Η επόμενη διαδικασία που ακολουθεί είναι το στάδιο της βαθμονόμησης για να αντισταθμίσει τα φυσικά σφάλματα από τους διαιρέτες τάσης ή των μετασχηματιστών φορτίου, έτσι ώστε να μην υπάρχει κάποιο άλλο στάδιο προσαρμοστικότητας της τάσης ή του ρεύματος. Οι τελικές βαθμονομημένες ψηφιακές τιμές της τάσης και του ρεύματος είναι τότε άμεσες και για τις τρεις φάσεις και είναι ενδιάμεσες τιμές για την προσαρμογή των απαιτούμενων τιμών του επεξεργαστή σήματος. Ο υπολογισμός της ισχύος γίνεται με τις άμεσες τιμές που παίρνει ο επεξεργαστής. Για την ενεργό ισχύ, το αποτέλεσμα που παράγεται προέρχεται από τον πολλαπλασιασμό της τάσης και του ρεύματος. Το ενεργό στοιχείο-ισχύς ανταποκρίνεται στο αποτέλεσμα του στοιχείου τάσης που είναι παράλληλα με το στοιχείο ρεύματος. Έτσι οι αρμονικές πάνω από 1 kHz υπολογίζονται σωστά.[25],[28]



Calculation per phase of

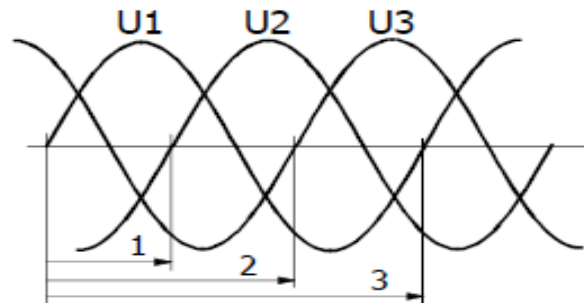
$$P = U \cdot I \cdot \cos\varphi$$

$$Q = U \cdot I \cdot \sin\varphi$$



Σχήμα 20-1: Υπολογισμός Ισχύος

Για το αποτέλεσμα της άμεσης άεργους ισχύος Q (μόνο υπολογίζονται από τα μοντέλα ZMD400CR και ZFD400CR) η ακριβής τιμή της τάσης πρέπει να περιστραφεί 90° πριν το πολλαπλασιασμό. Η δημιουργία του μη ενεργού στοιχείου είναι το αποτέλεσμα του στοιχείου της τάσης με το στοιχείο του ρεύματος κάθετο στην τάση. Με αυτό τον τρόπο δεν μετριοούνται αρμονικές από τότε που το θεμελιώδες αυτό κύμα έχει περιστραφεί κατά 90° . Τα τετράγωνα της τάσης και του ρεύματος κατορθώνονται από τον πολλαπλασιασμό των στιγμιαίων τιμών της τάσης και ρεύματος. Η διαδικασία υπολογισμού της κύριας συχνότητας, μπορεί να γίνει με το να υπολογίσουμε το χρόνο μεταξύ δύο μηδενικών περασμάτων δηλαδή η αλλαγή της τιμής της τάσης $U1$ από το αρνητικό στο θετικό. Οι χρόνοι που μεσολαβούν μεταξύ δύο περασμάτων της φάσης τάσης $U1$ και αυτές των άλλων τάσεων φάσης $U2$ και $U3$ γίνονται για να καθορίσουν την γωνία φάσης μεταξύ των τάσεων και του περιστρεφόμενου χώρου. Η γωνία φάσης μεταξύ τάσης και ρεύματος καθορίζεται από τους χρόνους μεταξύ μηδενικών περασμάτων της φασικής τάσης $U1$ και αυτών των φασικών ρευμάτων $I1, I2, I3$. Για περισσότερη επεξεργασία του κάθε σήματος ο επεξεργαστής σήματος φτιάχνει τιμές πάνω από κάθε δευτερόλεπτο από όπου ο μικροεπεξεργαστής ελέγχει εσωτερικές τιμές τάσης και ρεύματος κάθε δευτερόλεπτο. [25],[28],[27]



$$1 : T_{U1-U2}$$

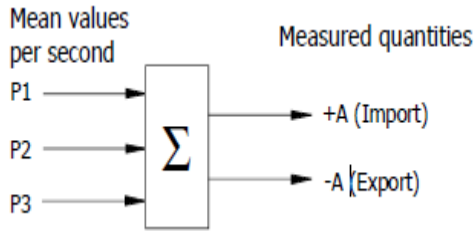
$$2 : T_{U1-U3}$$

$$3 : T_{U1-U1} \quad (fn)$$

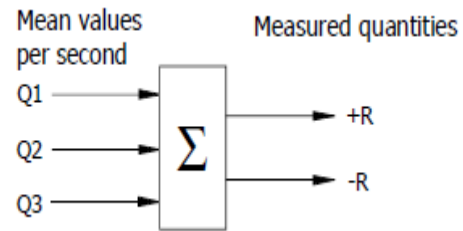
Σχήμα 21 : Μέτρηση χρόνου, για περιστρεφόμενο πεδίο συχνότητας, και γωνία φάσης από πηγές [25],[28],[27]”

4.6 Μορφοποίηση μετρούμενων ποσοτήτων

Με το να ελέγχονται οι τιμές της πραγματικής ισχύος και της άεργου στους “combimeters” κάθε δευτερόλεπτο τα στοιχεία της ενέργειας παράγουν έτοιμες εσωτερικές εναλλακτικές τιμές κάθε δευτερόλεπτο σε (Ws ή Vars) με το μέγεθος της ενέργειας να ποικίλει ανάλογα με την ζήτηση. Αυτά τα στοιχεία ενέργειας κλιμακώνονται από τον μικροεπεξεργαστή σύμφωνα με την σταθερά του μετρητή και είναι διαθέσιμα σαν μετρήσιμες ποσότητες για να επιλεγούν των μετρήσιμων τιμών. Οι μετρήσιμες τιμές δίνονται άμεσα στους επόμενους καταχωρητές για να καταγράψουν την ενέργεια και την μέγιστη ζήτηση κατανάλωσης καθώς και επίσης και στους “combimeters” να καταγράψουν τον ελάχιστο συντελεστή ισχύος. Οι ενεργές ισχύς για την κάθε φάση $^+ A1$, $^+ A2$, και $^+ A3$ σχηματίζονται άμεσα από τις τιμές της ενεργός ισχύος P1, P2, P3. Με το να προσθέτει τις τιμές της ενεργού ισχύος P1, P2, P3, ο μικροεπεξεργαστής υπολογίζει την συνολική ενεργό ισχύ τη συνολική ισχύ εισόδου +A ή την ολική ισχύ εξόδου -A. [25],[28]



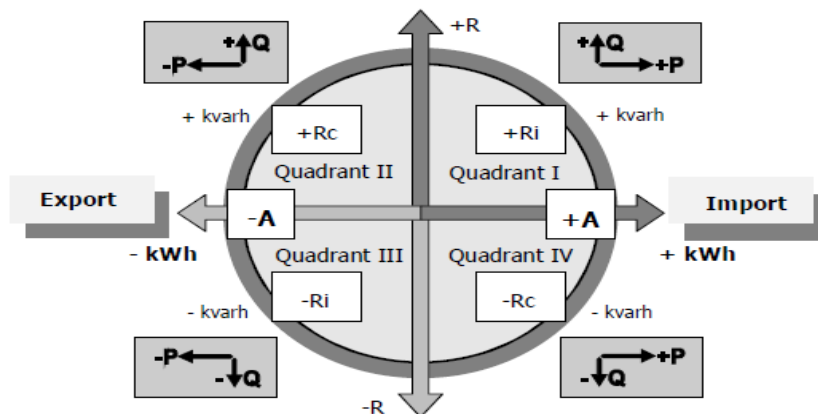
Σχήμα 22: Συνολική Ενεργός Ισχύς



Σχήμα 23: Συνολική Άεργος Ισχύς

Η άεργος ισχύς των κάθε φάσεων $\pm R_1$, $\pm R_2$, και $\pm R_3$ επιτυγχάνονται στους “combimeters” αμέσως από τις τιμές των ισχύων Q_1 , Q_2 , Q_3 . Προσθέτοντας τις τιμές των άεργων ισχύων Q_1 , Q_2 , Q_3 ο μικροεπεξεργαστής υπολογίζει τη συνολική θετική άεργο ισχύ $+R$, ή την συνολική αρνητική άεργο ισχύ $-R$. Ο μικροεπεξεργαστής μπορεί να εντοπίσει την μη ενεργό ισχύ στα 4 τεταρτημόρια από τα σύμβολα-σημάδια “R” και “A”.

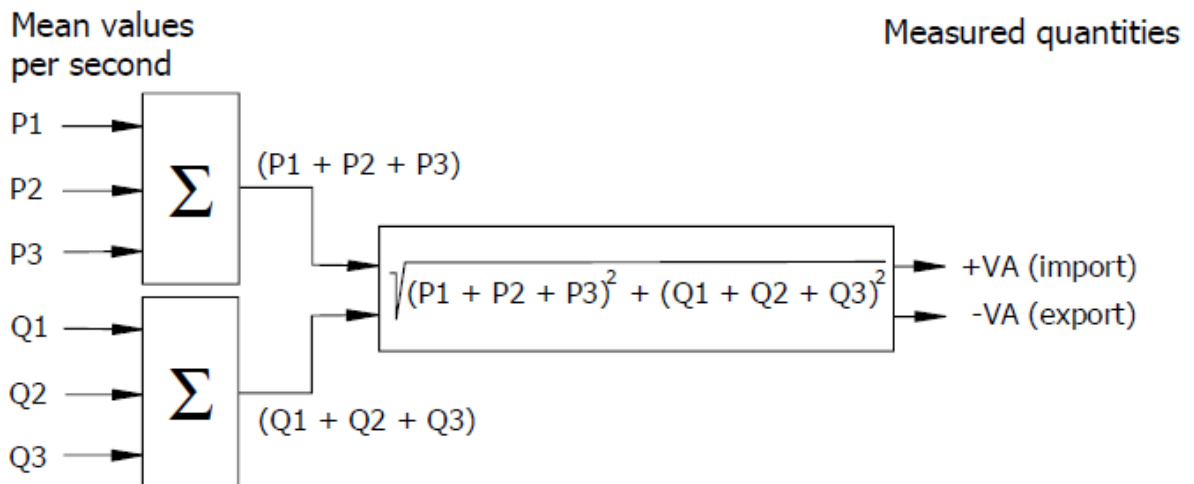
Δηλαδή μπορεί να εντοπίσει την α) Άεργο Ισχύ στο πρώτο τεταρτημόριο $+R_i$, β) Άεργο Ισχύ στο δεύτερο τεταρτημόριο $+R_c$, γ) Άεργο Ισχύ στο τρίτο τεταρτημόριο $-R_i$, δ) Άεργο Ισχύ στο τέταρτο τεταρτημόριο $-R_c$. [25],[28]



Σχήμα 24 : Μέτρηση Ισχύος στα τέσσερα τεταρτημόρια από πηγές [25],[28]”



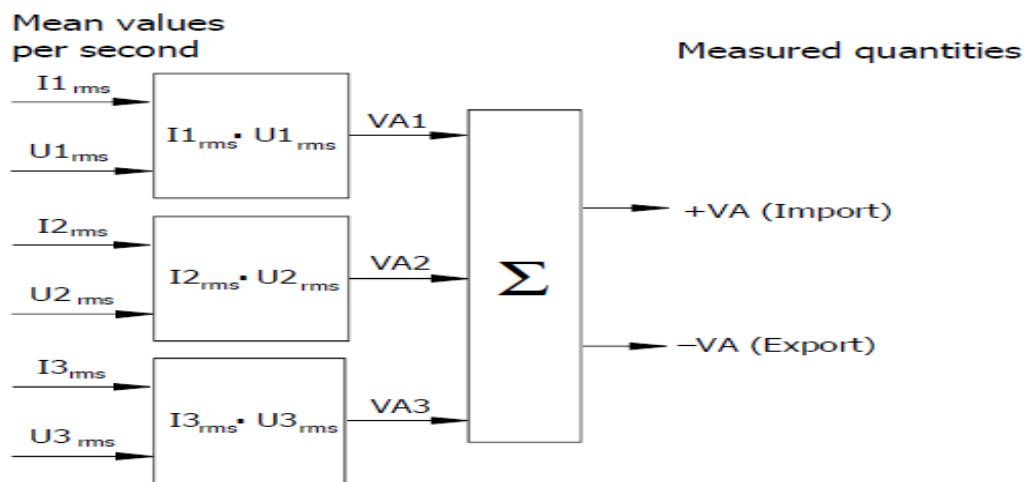
Τα τέσσερα τεταρτημόρια μετρήθηκαν από πάνω δεξιά σαν πρώτο τεταρτημόριο (+A/+Ri.), ανάποδα της φοράς του ρολογιού στο τέταρτο τεταρτημόριο (+A/-Rc) κάτω δεξιά. Η άεργος ισχύς υπολογίζεται από τους “combimeters” με δύο τρόπους. 1) Με γεωμετρική πρόσθεση της πραγματικής και άεργους ισχύος της κάθε φάσης και 2) πολλαπλασιάζοντας την ενεργό τιμή της τάσης και του ρεύματος της κάθε φάσης. Έτσι παρακάτω υπάρχει η πρώτη μέθοδος υπολογισμού. Από τις κύριες τιμές της πραγματικής και άεργου ισχύος P1, P2, P3, και Q1, Q2, Q3, ο μικροεπεξεργαστής υπολογίζει την φαινόμενη ισχύς ατομικά για την κάθε φάση $\sqrt{VA1^2 + VA2^2 + VA3^2}$, καθώς και την συνολική φαινόμενη ισχύ $\sqrt{VA^2}$.



Σχήμα 25: Συνολική φαινόμενη ισχύς σύμφωνα με τον πρώτη μορφή υπολογισμού φαινόμενης Ισχύος από πηγές [25],[28]”

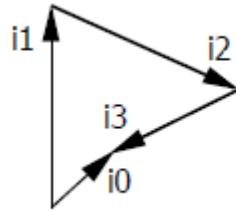


Για την δεύτερη περίπτωση, έχουμε ότι από τις κύριες τιμές U_{1rms} , U_{2rms} , U_{3rms} , και I_{1rms} , I_{2rms} , I_{3rms} ο μικροεπεξεργαστής, υπολογίζει πολλαπλασιάζοντας την τάση με το ρεύμα της κάθε φάσης βρίσκοντας την κάθε φαινόμενη ισχύς $^+ _ VA1$, $^+ _ VA2$, $^+ _ VA3$ και έπειτα προσθέτει όλα τις προηγούμενες τιμές για την συνολική φαινόμενη ισχύς $^+ _ VA$.



Σχήμα 26 : Συνολική φαινόμενη ισχύς σύμφωνα με το δεύτερο υπολογισμό φαινόμενης ισχύος σε μοντέλα μετρητών ZMD/ZFD 400CR από πηγές [25],[28]”

Ο συντελεστής ισχύος υπολογίζεται από τους “combimeters” μέσω της σχέσης $\cos\phi = \frac{P}{S}$. Η ενεργός τιμή των τάσεων U_{1rms} , U_{2rms} , U_{3rms} επιτυγχάνονται από τις τιμές των τετραγώνων των τάσεων αφαιρώντας την διαδρομή (διάνυσμα) και άμεσα από αυτές τις τάσεις των φάσεων U_1 , U_2 , U_3 . Η ενεργός τιμή των ρευμάτων I_{1rms} , I_{2rms} , I_{3rms} επιτυγχάνονται από τις τιμές των τετραγώνων των φορτίων αφαιρώντας την διαδρομή (διάνυσμα) και άμεσα από αυτές τα φορτία των φάσεων I_1 , I_2 , I_3 . Ο επεξεργαστής σήματος υπολογίζει άμεσα τον ουδέτερο φορτίου i_0 με το να προσθέσει διανυσματικά τις άμεσες φάσεις φορτίου i_1 , i_2 , i_3 . Ο επεξεργαστής σήματος υπολογίζει ακόμη και την κύρια συχνότητα f_n με το να σχηματίζει αμοιβαία από τον χρόνο t_{U1-U1} μεταξύ δύο περασμάτων της τάσης U_1 . [25],[28]



$$i_0 = i_1 + i_2 + i_3$$

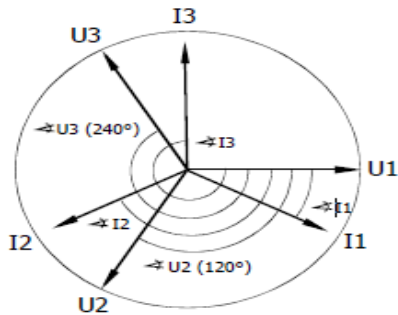
(geometrical addition)

Σχήμα 27 : Υπολογισμός Ουδετέρου-Φορτίου I_0

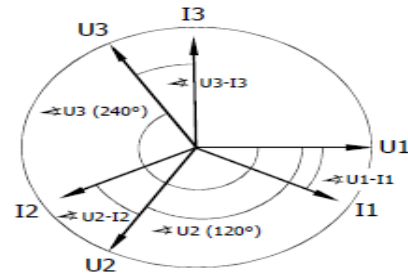
Για τον υπολογισμό των γωνιών φάσης ο επεξεργαστής σήματος υπολογίζει τη γωνία φάσης μεταξύ των τάσεων U_1-U_2 και U_1-U_3 από τους χρόνους $t_{U_1-U_1}$, $t_{U_1-U_2}$, $t_{U_1-U_3}$, μεταξύ δύο περασμάτων των τάσεων. Ο επεξεργαστής σήματος υπολογίζει τη γωνία φάσης μεταξύ τάσης και φορτίου ανα φάση από τους χρόνους $t_{U_1-I_1}$, $t_{U_1-I_2}$, $t_{U_1-I_3}$ μεταξύ δύο περασμάτων της τάσης U_1 και των φορτίων φάσης. Υπάρχουν δύο τρόποι διαθέσιμοι για αναπαράσταση της γωνίας φάσης. Και οι δύο μπορούν να επιλεγούν από παραμετροποίηση.

1η Περίπτωση : Όλες οι γωνίες τάσης και ρεύματος προβάλλονται σύμφωνα με την περιστροφή του ρολογιού με αναφορά την τάση στην φάση 1. Οι τιμές των γωνιών είναι πάντα θετικές και μπορούν να πάρουν τιμές από 0 έως 360°.

2η Περίπτωση : Οι γωνίες των τάσεων προβάλλονται σαν την πρώτη περίπτωση. Οι γωνίες των φορτίων προβάλλονται παρόλο αυτά με αναφορά στην φασική τάση και μπορεί οι τιμές των γωνιών μπορούν να πάρουν τιμές από -180° και +180°. Η διεύθυνση του περιστρεφόμενου πεδίου υπολογίζεται απ'ότον μικροεπεξεργαστή βασισμένο στο στην γωνία της φάσης των τριών τάσεων ανάλογα σε κάθε περίπτωση. Εάν η διεύθυνση του περιστρεφόμενου πεδίου ανταποκρίνεται σε αυτό που έχει οριστεί εξαρχείς από την παραμετροποίηση, τότε οι ενδείξεις για φασική τάση L_1 , L_2 , L_3 θα είναι συνεχόμενα αναμένες. Διαφορετικά θα αναβοσβήνουν για κάθε δευτερόλεπτο. .[25],[28],[27]



Σχήμα 28: Γωνία Φάσης περίπτωση 1



Σχήμα: 29 : Γωνία Φάσης περίπτωση 2

4.7 Μέτρηση καταναλώσεων λιμένα

Με βάση τη μορφοποίηση μετρήσεων, το μετρητικό σύστημα και επεξεργασία σήματος από παραπάνω θα βασιστούμε για την ενημέρωση των καταναλώσεων του λιμένα Πειραιά. Οι κύριοι παράγοντες που θα έχουν ενεργή δράση στο κομμάτι αυτό είναι η πραγματική ισχύς, η άεργος ισχύς, η φαινόμενη ισχύς, η τάση, το ρεύμα, το συνημίτονο της γωνίας, και ο συντελεστής απόδοσης. Για τον τομέα εγκατάστασης μετρητών στο λιμάνι βρέθηκαν μια σειρά από υποσταθμούς-καταναλώσεων φορτίων. Για την δημιουργία μελέτης στα πλαίσια ακαδημαϊκού προγράμματος οι καταναλώσεις φορτίων έγκειτο σε ιδιώτες και τερματικούς σταθμούς λιμένα ενέργειας. Λόγω της μεγάλης πληθώρας τους και της αιτιολόγησης κλειστών δεδομένων έχουν βρεθεί οι κυριότεροι και βασικότεροι υποσταθμοί.

Παρακάτω επίσης θα αναφερθούν οι συμφωνηθέντες και οι εγκατεστημένες τιμές σε “kVA” ενέργειας. Έτσι οι υποσταθμοί ενέργειας είναι:

- 1) ΟΛΠ(Οργανισμός Λιμένων Πειραιά) Λιμάνι Ηρακλέους Κερατσίνι
- 2) “COSCO Shipping”
- 3) ΟΛΠ-Ντοκ Ξυλείας 20 kV
- 4) ΟΛΠ – Ακτή Τζελέπη
- 5) Τερματικός Σταθμός Δραπετσώνας



ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ ΑΙΓΑΙΟΥ

Τμήμα Ναυτιλίας και
Επιχειρηματικών Υπηρεσιών

&

ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ ΔΥΤΙΚΗΣ ΑΤΤΙΚΗΣ

Τμήμα Μηχανικών Βιομηχανικής
Σχεδίασης και Παραγωγής



- 6) ΟΛΠ – 22 kV
- 7) ΟΛΠ Ξαβιέρου ΑΓ. Νικόλαος Τελωνείου Πειραιώς
- 8) ΟΛΠ Α.Ε Πέραμα
- 9) ΟΛΠ Γερανογέφυρα Όρμος ΑΓ. Γεωργίου Κερατσινίου
- 10) ΟΛΠ Κεντρικός Λιμένα Πειραιά

[18]

Επειδή παραπάνω αναφερθήκαμε στις διαφορές μετρητή *ZFD400AR/CR* και *ZMD400AR/CR* και λόγω ότι ο μετρητής *ZFD400AR/CR* δεν μπορεί να σχηματίσει πραγματικές μονοφασικές τιμές καθώς τόξα-γωνίες των φάσεων μεταξύ τάσης και ρεύματος έχουν διαφορά τόξου-γωνίας 30° χρησιμοποιούμε μετρητή *ZMD400AR/CR*. Και ποιο συγκεκριμένα χρησιμοποιούμε την κατηγορία του μετρητή *ZMD400CR* μετρητή οθόνης όπου καταγράφει την ενεργό και άεργο ισχύ κατανάλωσης και στα τέσσερα τεταρτημόρια. Μπορεί να συνδεθεί με μέγιστο αριθμό σύνδεσης ολοκληρωμένων κυκλωμάτων επικοινωνίας (RS232, RS422, RS485, ή CS) στην μητρική πλακέτα. Για την κύρια αιτία ότι ο μετρητής *ZMD400CR* καταγράφει ενεργό και άεργο κατανάλωση ισχύος σε τριφασικά τεσσάρων αγωγών δίκτυα ή τριφασικά τριών αγωγών δίκτυα χαμηλής, μέσης, και υψηλής τάσης πρέπει να συνδέεται σε μετρήσιμο σημείο διαμέσου μετασχηματιστή φορτίου ή τάσεως. Οπότε πρέπει να συνοδεύεται από μετασχηματιστές φορτίου και τάσης. Έτσι με βάση τα έχοντα δεδομένα του Δ.Ε.Δ.Δ.Η.Ε για τα συμφωνηθέντα-πραγματοποιήσιμη ισχύ, τη θεωρούμενη τιμή τάσης για μέση τάση στα “20 kV”, την γνώση του συνημίτονου της γωνίας (από Δ.Ε.Δ.Δ.Η.Ε-ΟΛΠ), βρέθηκαν τα στοιχεία του ρεύματος, φαινόμενη ισχύς, η ενεργό τιμή ρεύματος και η ενεργό τιμή τάσης.

[18]

Συνεπώς παρακάτω έχουμε δημιουργήσει δύο πίνακες όπου στον πρώτο έχουμε τοποθετήσει όλα τα γνωστά δεδομένα και στον δεύτερο το τι θα βρεθεί με αρχική βάση τα παραπάνω δοθείσα φορτία. Ο υπολογισμός των σχέσεων είναι αυτός που



έχει δοθεί στις παραπάνω τρεις με τέσσερις σελίδες παραπάνω καθώς επίσης η εύρεση του Ιεν. και Νεν. ήταν απαραίτητη για τις τιμές των συνεχών μετρήσεων στις σχέσεις ενώ τα Ιο και Νο απαρτίζουν τις στιγμιαίες τιμές τάσης και ρεύματος.

Καταναλώσεις	Συμφωνημένη Πραγματική Ισχύ(kVA)	Εγκατεστημένη Πραγματική Ισχύ (kVA)	Αρχική Τάση 20(kV)	συν(φ)
ΟΛΠ Ηρακλέους Κερατσίνι	2000	3000	20	1
COSCO Shipping	7000	10500	20	0,98
ΟΛΠ-Ντοκ Ξυλείας 20 kV	3200	4600	20	0,995
ΟΛΠ – Ακτή Τζελέπη	630	630	20	0,88
Τερματικός Σταθμός Δραπετσώνας	2500	1600	20	0,85
ΟΛΠ – Τερματικός 22 kV	3000	3200	20	0,995
Ξαβιέρου ΑΓ. Νικόλαος Τελωνείου Πειραιώς	2000	2000	20	0,92
ΟΛΠ Α.Ε Πέραμα	1990	4000	20	0,916
ΟΛΠ Γερανογέφυρα Όρμος ΑΓ. Γεωργίου Κερατσινίου	500	475	20	1
ΟΛΠ Κεντρικός Λιμένα Πειραιά	4000	9500	20	0,982

Εικόνα 21: Πίνακας με αρχικά δεδομένα από πηγή [18]



Καταναλώσεις	Άεργος Ισχύ Q (kVAr)	Φαινόμενη Ισχύ S (kVA)	Uεν(kV)	Iεν(A)	Iο(A)
ΟΛΠ Ηρακλέους Κερατσίνι	194.40	3000	14,14213562	212,1320344	300
COSCO Shipping	576.220	10714,28571	14,14213562	757,6144084	1071,42857
ΟΛΠ-Ντοκ Ευλείας 20 kV	17.282,40	4623,115578	14,14213562	326,9036375	462,311558
ΟΛΠ – Ακτή Τζελέπη	44.105,20	715,9090909	14,14213562	50,62241729	71,5909091
Τερματικός Σταθμός Δραπετσώνας	11.500	1882,352941	14,14213562	133,1024529	188,235294
ΟΛΠ – Τερματικός 22 kV	46.386	3216,080402	14,14213562	227,4112261	321,60804
Εαβιέρου ΑΓ. Νικόλαος Τελωνείου Πειραιώς	3.550	2173,913043	14,14213562	153,7188655	217,391304
ΟΛΠ Α.Ε Πέραμα	52.587,30	4366,812227	14,14213562	308,7802538	436,681223
ΟΛΠ Γερανογέφυρα Όρμος ΑΓ. Γεωργίου Κερατσινίου	104.4	475	14,14213562	33,58757211	47,5
ΟΛΠ Κεντρικός Λιμένα Πειραιά	34.740	9674,13442	14,14213562	684,064605	967,413442

Εικόνα 22: Πίνακας με μεταβλητές αναζήτησης από πηγή [18]



4.8 Έλεγχος Ρεύματος, Υπέρτασης, Υπότασης

Όπως αναφέρθηκε και σε προηγούμενες ενότητες ο έξυπνος μετρητής έχει την δυνατότητα να υπολογίζει και την ενεργό τιμή των μεγεθών. Μπορεί και ελέγχει την ενεργό τιμή “RMS” του ρεύματος I_{rms} (σε κάθε φάση και στον ουδέτερο) και καταγράφει συμβάντα στα οποία το ρεύμα ξεπερνά το όριο τιμής I_{lim} . Η τιμή “RMS” του ρεύματος μετράται κάθε δευτερόλεπτο. Το ρεύμα του ουδέτερου υπολογίζεται ως το διανυσματικό άθροισμα των ρευμάτων και στις τρεις φάσεις. Εάν σε κάποια χρονική στιγμή της περιόδου οποιαδήποτε τιμή I_{rms} ξεπεράσει το όριο I_{lim} , δηλαδή $I_{rms} > I_{lim}$, τότε ο μετρητής καταγράφει συμβάν υπέρβασης έντασης. Μόλις η τιμή του ρεύματος πέσει κάτω από το όριο ρεύματος υστέρησης $I_{rms} < I_{lim-hyst}$ τότε καταγράφει το τέλος του συμβάντος υπέρβασης έντασης. Τέτοια είδη συμβάντων καταγράφονται από ειδικό χώρο γεγονότων το οποίο περιλαμβάνει την ώρα, την ημερομηνία, και πληροφόρηση με την κατάσταση (πάνω ή κάτω από το επιτρεπόμενο όριο) του κάθε ρεύματος, I_{Nrms} , I_{3rms} , I_{2rms} , I_{1rms} . Επιπλέον ένας ξεχωριστός καταχωρητής, μετράει το συνολικό αριθμό, από (0 9999) των συμβάντων υπέρβασης έντασης ενώ ένας άλλος ξεχωριστός καταχωρητής, την συνολική διάρκεια (0.....99.999.999 δευτερόλεπτα) όλων των συμβάντων υπέρβασης έντασης. Οι τιμές των ορίων για (I_{lim} , και $I_{lim-hyst}$) μπορούν να παραμετροποιηθούν ανεξάρτητα για τα ρεύματα των φάσεων και το ρεύμα του ουδέτερου.

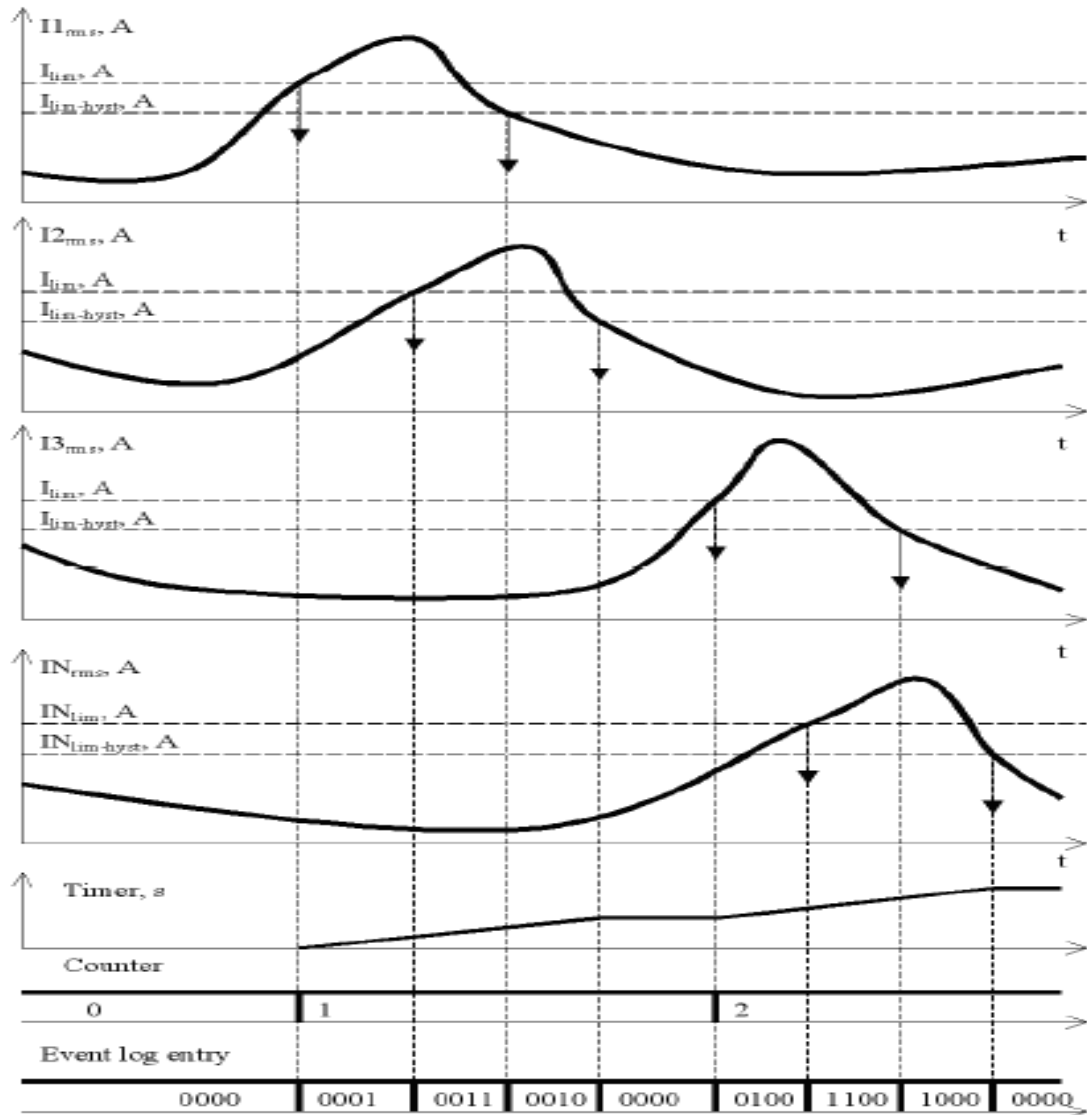
Για τον έλεγχο υπέρτασης ο μετρητής ελέγχει την τιμή “RMS” της τάσης U_{rms} σε κάθε φάση και καταγράφει συμβάντα στα οποία η τάση ξεπερνά το όριο U_{over} . Η τιμή “RMS” του ρεύματος U_{rms} μετράται κάθε δευτερόλεπτο. Εάν σε κάποιο χρονικό σημείο, σε οποιαδήποτε τιμή U_{rms} ξεπεράσει το όριο U_{over}



($U_{rms} > U_{over}$), τότε ο μετρητής καταγράφει συμβάν υπέρτασης (είναι σαν τον αλγόριθμο όμοιο με αυτόν της υπέρβασης ρεύματος.
Αμέσως μόλις η τιμή της τάσης πέσει κάτω από το όριο τάσης υστέρησης ($U_{rms} < U_{over-hyst}$) τότε σημειώνεται η ένδειξη το τέλος του συμβάντος υπέρτασης. Παρόμοια συμβάντα καταγράφονται από ειδικό αρχείο συμβάντων υπέρτασης. Κάθε νέα εγγραφή στο αρχείο περιλαμβάνει ώρα και ημερομηνία του γεγονότος, καθώς και πληροφόρηση σχετικά με την κατάσταση (επάνω ή κάτω από το όριο) της κάθε τάσης (U_{3rms} , U_{2rms} , U_{1rms}). Επιπλέον ένας ξεχωριστός καταχωρητής μετράει το συνολικό αριθμό [από 0 9999] των συμβάντων υπέρτασης ενώ ένας άλλος ξεχωριστός καταχωρητής μετράει την συνολική διάρκεια [από 0 99.999.999 δευτερόλεπτα] όλων των γεγονότων υπέρτασης. Οι τιμές των ορίων (U_{over} και $U_{over-hyst}$) μπορούν να παραμετροποιηθούν ανεξάρτητα σε μονάδες Volts. Για έλεγχο υπότασης ο μετρητής ελέγχει την τιμή “RMS” της τάσης U_{rms} σε κάθε φάση και καταγράφει γεγονότα στα οποία η τάση πέφτει κάτω από το όριο U_{under} . Η τιμή “RMS” του ρεύματος U_{rms} μετράται κάθε δευτερόλεπτο. Εάν σε κάποιο χρονικό σημείο, οποιαδήποτε τιμή, U_{rms} πέσει κάτω από το όριο U_{under} ($U_{rms} < U_{under}$) τότε ο μετρητής καταγράφει συμβάν υπότασης. Μόλις η τιμή της τάσης ξεπεράσει το όριο τάσης υστέρησης ($U_{rms} > U_{under+hyst}$) τότε καταγράφεται το τέλος του συμβάντος υπότασης. Παρόμοια είδη γεγονότων καταγράφονται από το ειδικό αρχείο συμβάντων υπέρτασης. Οι εγγραφές που γίνονται μέσα στο αρχείο αυτό περιλαμβάνει την ώρα, την ημερομηνία και την πληροφόρηση-ενημέρωση του συμβάντος σχετικά με την κατάσταση (πάνω ή κάτω από το επιτρεπόμενο όριο της κάθε τάσης (U_{3rms} , U_{2rms} , U_{1rms}).
Ακόμα ένας ξεχωριστός καταχωρητής μετράει τον συνολικό αριθμό [0.....9999] των συμβάντων υπότασης ενώ ένας άλλος ξεχωριστός καταχωρητής μετράει την συνολική διάρκεια [0.....99.999.999 δευτερόλεπτα] όλων των συμβάντων



υπότασης. Οι τιμές των ορίων U_{under} και $U_{under+hyst}$ μπορούν να τροποποιηθούν ανεξάρτητα σε μονάδες Volts. .[25],[26],[27],[28]



Σχήμα 30 : Αλγόριθμος ελέγχου ρεύματος και υπέρτασης από ηλεκτρονικό μετρητή GAMA από πηγή [26]



**ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ
ΑΙΓΑΙΟΥ**

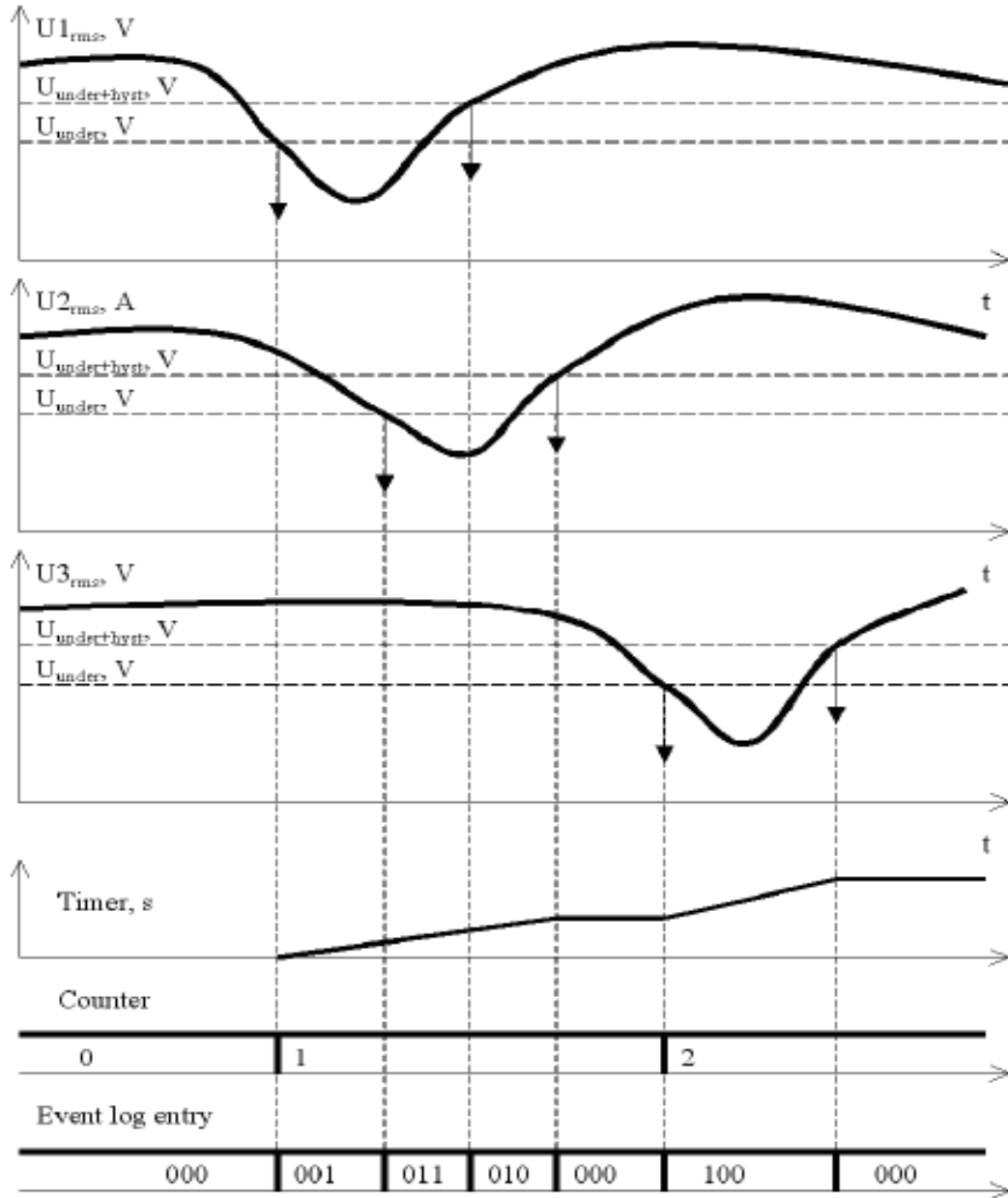
Τμήμα Ναυτιλίας και
Επιχειρηματικών Υπηρεσιών

&

**ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ
ΔΥΤΙΚΗΣ ΑΤΤΙΚΗΣ**

Τμήμα Μηχανικών Βιομηχανικής
Σχεδίασης και Παραγωγής





Σχήμα 31 : Αλγόριθμος ελέγχου υπότασης από ηλεκτρονικό μετρητή GAMA GAMA από πηγή [26]



4.9 Επικοινωνία και Εργαλεία Λογισμικού

Οι μετρητές ZMD400AR/ZFD400AR και ZMD400CR/ZMD400AR έχουν ένα οπτικό περιβάλλον για επικοινωνία μέσω ενός ολοκληρωμένο περιβάλλον επικοινωνίας στην μητρική κάρτα για να ελέγχει από το “firmware” την έκδοση B23 καθώς επίσης για απομακρυσμένο έλεγχο κοστολόγησης του μετρητή (RS232, RS422 , RS485 ή CS από επιλογή). Η πρόσβαση μέσω επικοινωνίας του λογισμικού περιβάλλοντος του μετρητικού συστήματος προστατεύεται με συγκεκριμένα επίπεδα πρόσβασης και κωδικούς. Εάν η παρακολούθηση ελέγχου ενεργοποιείται από ανάλογη παραμετροποίηση, τότε η επικοινωνία προκαλείται-ενεργοποιείται για συγκεκριμένο χρόνο. Μετά από ένα συγκεκριμένο αριθμό προσπαθειών για εισαγωγή κωδικού χρήση με λάθος κωδικό, τότε ο έλεγχος παρακολούθησης παίρνει ρόλο αυτόνομα όλων των επιτρεπτών επιπέδων προστασίας με χρήση προστασίας κωδικού και για τον κωδικό “ IEC W5 ”. Το λειτουργικό περιβάλλον της μητρικής κάρτας είναι μόνιμα τοποθετημένο στον μετρητή και για αυτόν το λόγο δεν μπορεί να τοποθετηθεί ή να αλλαχθεί. Οι παρακάτω εκδόσεις λογισμικού για μητρικές κάρτες που είναι διαθέσιμες για μετρητές ZMD400AR/ZFD400AR και ZMD400CR/ZMD400AR.

- “Interface Board c1 με RS32 interface”
- “Interface Board c2 με RS485 interface”
- “Interface Board c3 με CS interface”
- “Interface Board c6 με RS422 interface”

Το οπτικό περιβάλλον “IEC 62056-21 είναι ένα πολύ σημαντικό κατευθυντήριο περιβάλλον. Είναι τοποθετημένο στην κορυφή και δεξιά στην κύρια πλακέτα.. Είναι πολύ χρήσιμη γιατί εξυπηρετεί στο να καταγράφει ακόμη και “την στιγμή” με μεγάλη λεπτομέρεια, στο να αποδίδει καλές υπηρεσίες λειτουργίας όπως για παράδειγμα να εισάγει έτοιμες εντολές. Επιπλέον μπορεί να λειτουργεί σαν “οπτικό



κλειδί” δηλαδή σαν δέκτης σήματος φωτός, που είχε δημιουργηθεί από φανάρι ή φακό λειτουργώντας για προβολή συμβάντων.[25],[28]

Ακόμα χρησιμοποιείται για επικοινωνία με τον μετρητή “Landis+Gyr MAP120 υπηρεσία εργαλείων ή με το Landis+Gyr MAP 190 για παραμετροποίηση. Για το κομμάτι των λειτουργικών εργαλείων λογισμικού, υπάρχουν δύο κατάλληλα εργαλεία. Αυτά είναι το “**Landis+Gr MAP110**” υπηρεσία εργαλείων για πελάτες η οποία χρησιμοποιείται για να ελέγχει , να επικυρώνει και να εγκαθιστά μετρητές για εξυπηρέτηση εργασίας άμεσα. Και το δεύτερο είναι το “**Landis +Gyr MAP120**” , το οποίο χρησιμοποιείται ως υπηρεσία και προγραμματισμός εργαλείων για πελάτες για επανα-παραμετροποιήσεις και ρυθμίσεις. Περιλαμβάνει επιπλέον όλες τις λειτουργικές εφαρμογές του “Landis+Gyr MAP110” υπηρεσίας εργαλείων. Οι εγκατεστημένοι μετρητές ZMD400 μπορούν να εξοπλισθούν με ένα στοιχείο τερματικού καλύμματος για ανίχνευση. Για το λόγο αυτό, χρειάζεται να παραμετροποιούνται, ακόμα και το στοιχείο το οποίο αποτελείται από ένα διακόπτη, ο οποίος ανιχνεύει την μετακίνηση του τερματικού καλύμματος. Οποτεδήποτε το τερματικό κάλυμμα μετακινείται, το ανιχνευτικό στοιχείο ανιχνεύει την αλλαγή κατάστασης του διακόπτη μέσω παραμέτρου ελέγχου εισόδου και εισάγει την ονομασία του γεγονότος, π.χ. “συμβάν No13”, στο εσωτερικό ημερολόγιο συμβάντων με ημερομηνία και ώρα.

4.10 Σύνοψης

Στο κεφάλαιο αυτό αναφέρθηκαν διάφορα μοντέλα έξυπνων μετρητών και πιο ειδικά ασχοληθήκαμε με το μοντέλο της Landys+Gr. Δόθηκε μια γενική εικόνα του μετρητή και πως μετράει. Μπλοκ διαγράμματα της λειτουργίας του , επεξεργασία σήματος, και πως διαμορφώνονται οι μετρούμενες μεταβλητές. Δόθηκαν τα φορτία του λιμένα του Πειραιά, και πως υπολογίστηκαν με τις προηγούμενες σχέσεις στα

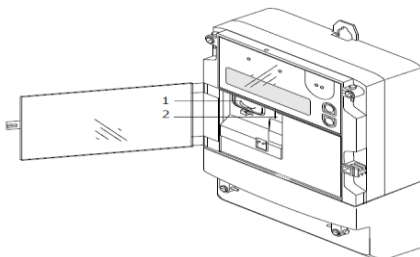


διάφορα κεφάλαια. Επισυνάφθηκαν λογισμικά και εργαλεία τα οποία είναι συμβατά με τον μετρητή αυτό.

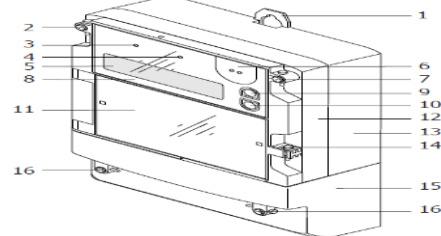
Κατασκευή Έξυπνου Μετρητή σε Λιμάνι

5.1 Εισαγωγή

Το μέρος αυτό επικεντρώνεται στην περιγραφή δομής και σύνθεσης των μοντέλων μετρητών ZMD400AR/ZMD400CR και ZFD400AR/ZFD400CR καθώς δείχνει επίσης με εικόνες και διαγράμματα τα κοινά και σημαντικά μέρη τα μοντέλα των μετρητών[25],[28]. Η εσωτερική δομή και κατασκευή των μετρητών δεν περιγράφεται εδώ μιας και είναι προστατευόμενη εξακρίβωση και καινοτομία. Η μπροστινή “πόρτα-όψη” είναι μόνο ασφαλισμένη με ένα προστατευτικό χρήσης και μπορεί να ανοιχτεί μόνο μιας για να λειτουργήσει το “κλειδί επανεκκίνησης”, για να αλλαχτεί η μπαταρία ή για να αλλαχτεί η τρόπος κοστολόγησης της πλακέτας



Εικόνα 23: Μετρητής με ανοιχτό μπροστινό παραθυρόφυλλο
από πηγές [25],[28]



Εικόνα 24: Μετρητής ZxD400xR



1. Τμήμα τοποθέτησης μπαταρίας
2. Κουμπί Επανεκκίνησης "R"

1. Συνδυασμός Ανάρτησης	9. Κουμπί Οθόνης Επάνω
2. Κοχλίας προστατευτικού καλύμματος κατασκευαστή	10. Κουμπί Οθόνης Κάτω
3. Οπτική επαλήθευση κατανάλωση αεργου ισχύος (κόκκινο), μόνο για ZxD400CR	11. Μπροστά φύλλο με την πλακέτα κοστολόγησης
4. . Οπτική επαλήθευση κατανάλωση αεργου ισχύος (κόκκινο)	12. Πάνο μέρος κάσας
5. LCD Οθόνη	13. Κάτω μέρος κάσας
6. Οπτικό περιβάλλον	14. Προστατευτικό χρήσης στο μπροστινό φύλλο
7. Κοχλίας με προστατευτικό εξακρίβωσης	15. Τερματικό Κάλυμμα
8. Πρώτο τμήμα κύριας πλακέτας πρόσοψης	16. Τερματικό κάλυμμα με κοχλία ασφάλισης μιας χρήσης

5.2 Μηχανική Κατασκευή

Τα μέρη από τα οποία αποτελούνται οι μετρητές αυτοί κυρίως είναι η 1) κάσα, 2) το παράθυρο εξέτασης-επίβλεψης, 3) το τερματικό κάλυμμα, 4) το μπροστινό φύλλο παραθύρου.

Κάσα: Η κάσα του μετρητή είναι φτιαγμένη από μη σταθερό “πολυανθρακικό” πλαστικό. Το επάνω μέρος της κάσας υποστηρίζεται από δύο διαφανή πλαστικά παράθυρα παρακολούθησης, έχοντας το περιθώριο για ένα στην κορυφή που είναι η κύρια πλακέτα όψης και η δεύτερη η κύρια πλακέτα κοστολόγησης στο κάτω μέρος. Το χαμηλότερο μέρος της κάσας είναι ενισχυμένο με γυαλί-ίνα.

Παράθυρο παρακολούθησης : Το επάνω μέρος του φύλλου με τη μπροστινή κύρια πλακέτα προστατεύονται στην πάνω δεξιά μεριά με ένα προστατευτικό εξακρίβωσης, ενώ το επάνω μέρος της κάσας ασφαρίζεται στο επάνω αριστερό



ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ ΑΙΓΑΙΟΥ

Τμήμα Ναυτιλίας και
Επιχειρηματικών Υπηρεσιών

&

ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ ΔΥΤΙΚΗΣ ΑΤΤΙΚΗΣ

Τμήμα Μηχανικών Βιομηχανικής
Σχεδίασης και Παραγωγής



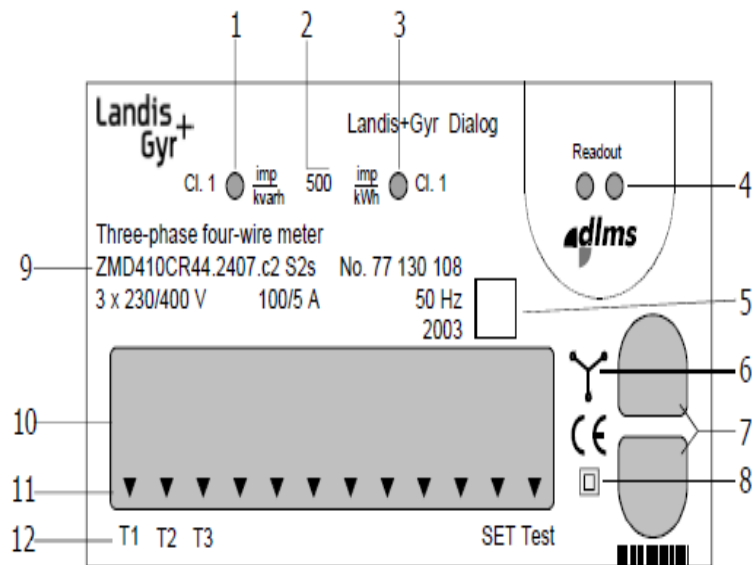
μέρος με ένα προστατευτικό του κατασκευαστή για θέματα εγγύησης ή δεύτερου προστατευτικού. Το χαμηλό μέρος του παραθύρου παρακολούθησης είναι συνδεδεμένο με το μπροστά παραθυρόφυλλο, ασφαλισμένο με προστατευτικό χρήσης.

Η μπροστινή πλακέτα κοστολόγησης σε σύνδεση με το διάγραμμα της πίσω μεριάς, το τμήμα τοποθέτησης της μπαταρίας και το κουμπί επανεκκίνησης βρίσκονται κάτω από το μπροστινό παραθυρόφυλλο.

Τερματικό Κάλυμμα : Το τερματικό κάλυμμα είναι διαθέσιμο σε διάφορα μήκη προκειμένου να επιβεβαιώσει τον ελεύθερο χώρο για τις συνδέσεις.

Μπροστινό Παραθυρόφυλλο: Η μπροστινή πόρτα πρέπει να ανοίγει για να δίνει πρόσβαση στο τμήμα της μπαταρίας και στο κουμπί επανεκκίνησης και στην κύρια πλακέτα κοστολόγησης.

Η πλακέτα πρόσοψης : χωρίζεται σε δύο τμήματα και έχει σχεδιαστεί στις προτιμήσεις του καταναλωτή. Περιέχει όλα τα απαραίτητα και σημαντικά δεδομένα για τον μετρητή. Η κύρια μπροστινή πλακέτα είναι τοποθετημένη κάτω από το πλαστικό παραθυρόφυλλο όψης-παρακολούθησης, το οποίο είναι ασφαλισμένο με ένα προστατευτικό επιβεβαίωσης. Οι διακόπτες επιτρέπουν την λειτουργία των κουμπιών της οθόνης για “πάνω” και “κάτω” για έλεγχο την οθόνης [25],[28].



Εικόνα 25 : Κύρια μπροστινή πλακέτα μετρητή από πηγές [25],[28]

1.Οπτική παρακολούθηση άεργου ισχύος μόνο για "ZxD400CR"	7.Κουμπί οθόνης "πάνω" ή "κάτω"
2.Σταθερά Μετρητή "R1"	8.Σύμβολο για διπλή προστασία μόνωσης
3. Οπτική παρακολούθηση εξόδου πραγματικής ισχύος	9. Δεδομένα μετρητή (π.χ. σιεριακός αριθμός, τύπος σχεδιασμού κ.α.
4. Οπτικό περιβάλλον	10.Οθόνη "LCD"
5. Σύμβολο έγκρισης	11.Βέλη για την ένδειξη παροντικής κατάστασης



**ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ
ΑΙΓΑΙΟΥ**

Τμήμα Ναυτιλίας και
Επιχειρηματικών Υπηρεσιών

&

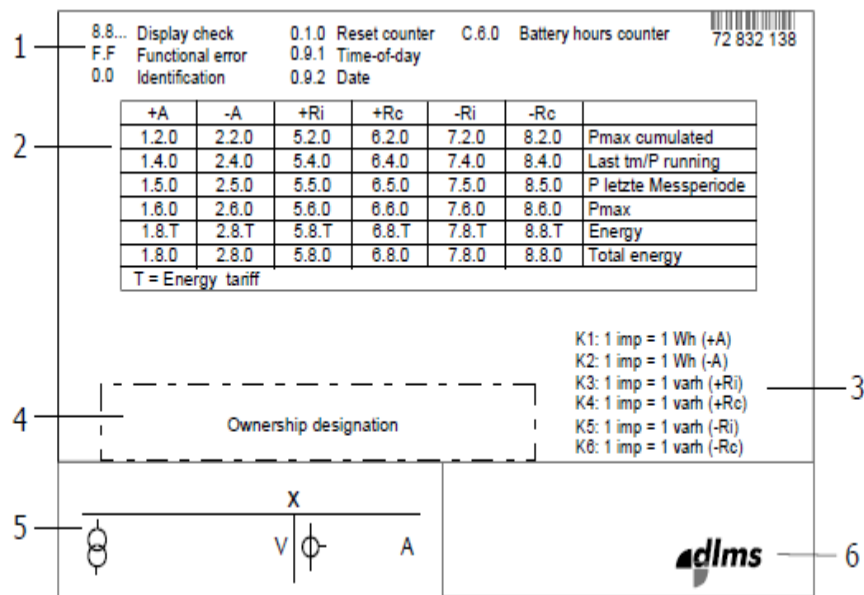
**ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ
ΔΥΤΙΚΗΣ ΑΤΤΙΚΗΣ**

Τμήμα Μηχανικών Βιομηχανικής
Σχεδίασης και Παραγωγής



6. Τύπος σύνδεσης

12. Γενική ένδειξη
κατάστασης



Εικόνα 26: Πλακέτα πρόσοψης κοστολόγησης από πηγές [25],[28]

1. Γενικά δεδομένα εμφάνισης οθόνης
2. Μετρημένες ποσότητες
3. Δεδομένα επικοινωνίας εξόδου
4. Σχεδιασμός ιδιοκτησίας
5. Δεδομένα μετατροπέων και συντελεστού ισχύος
6. "DLMS" σύμβολο (εάν το λογισμικό περιβάλλοντος IEC, DLMS υποστηρίζονται



Η κοστολόγηση της πλακέτας είναι τοποθετημένη στην μπροστινή πόρτα, η οποία μπορεί να στριφογυρνάει από την μία μεριά προς τα αριστερά και ασφαλίζεται από ένα προστατευτικό μονομιάς χρήσης. Το διάγραμμα συνδεσμολογίας του μετρητή είναι στην πίσω πλευρά της πλακέτας και για αυτό είναι ορατό με ανοιχτή την μπροστινή πόρτα.

5.3 Συνδεσμολογία

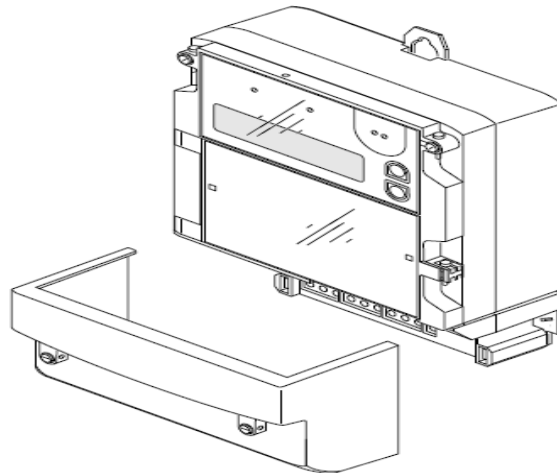
Το τερματικό μπλοκ με όλες τις συνδέσεις βρίσκεται τοποθετημένο κάτω από το τερματικό κάλυμμα. Δύο προστατευτικά μονομιάς χρήσης στους τοποθετημένους κοχλίες του τερματικού καλύμματος αποτρέπουν την παράνομη πρόσβαση στις συνδεσμολογίες των φάσεων και για την μη καταγραμμένη κατανάλωση ρεύματος. Η αρχική σειρά των τερματικών αποτελείται από συγκεντρωμένα φορτία στα τερματικά και αποτελείται από 1) πίνακες επέκτασης τερματικών στα αριστερά. Ανάλογα με την έκδοση πάνω από τέσσερις εισόδους ελέγχου ή έξι επαφές εξόδου ή ένα συνδυασμό αυτών με μέγιστο σύνολο των 6 εισόδων και εξόδων, τότε η σύνδεση της τάσης για ξεχωριστή παροχή θα είναι διαθέσιμη [25],[28].

2) Πίνακας για τις συνδέσεις λογισμικού περιβάλλοντος στα δεξιά, - εάν υπάρχει. Υπάρχει επίσης τερματικό συγκέντρωσης φορτίων (CS interface) ή ένα “RJ12” διπλή θύρα (“RS232”, “RS422” ή “RS485” για λογισμικό περιβάλλον). Εάν δεν υπάρχει λογισμικό περιβάλλον ένας πίνακας κυκλώματος παρέχει προστασία από σκόνη. Το κέντρο των τερματικών επίπεδο 0 αποτελείται από τα τερματικά των φορτίων και από 1) τις εξόδους των τάσεων U1, U2, U3, και N ουδετέρου “παγιδευμένοι” από την προηγούμενη φάση εισόδου, 2) τρεις έτοιμες εισόδους ελέγχου με κοινό γραμμή επιστροφής επωνομαζόμενη “G” (ηλεκτρολογικά

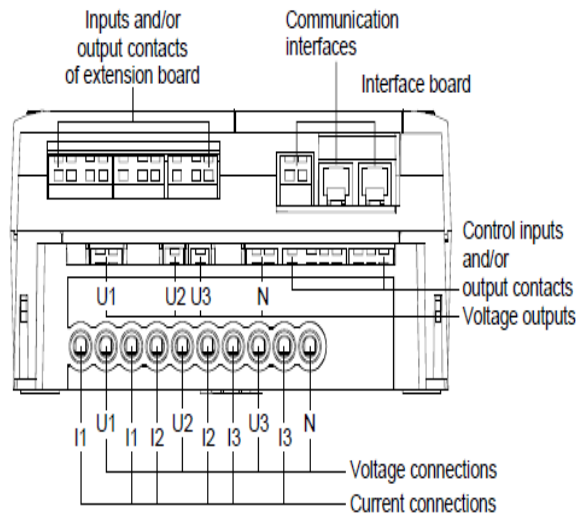


απομονωμένη), 3) δύο επαφές εξόδου για να μεταφέρει δεδομένα έτοιμα όπως δραστικά κύματα ή σήματα ελέγχου (ηλεκτρολογικά απομονωμένα).

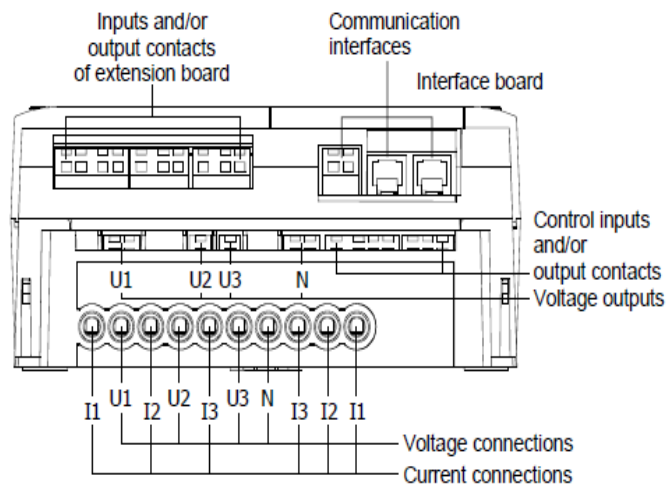
Το κάτω μέρος των τερματικών αποτελεί τις συνδέσεις των φάσεων με εισόδους και εξόδους των κυκλωμάτων της κάθε φάσης με την σύνδεση της τάσης μεταξύ του ουδετέρου και του αγωγού. Εκτός από την απεικόνιση του κοινού τερματικού σχεδίου σύμφωνα με το μετρητή “ZMD400” είναι επίσης διαθέσιμος σχεδιασμός προαιρετικά με τερματική συμμετρική απεικόνιση.



Εικόνα 27 : Μετρητής “ZxD400CR” αφαιρούμενο το τερματικό κάλυμμα από πηγές [25],[28]



Σχήμα 32: Τερματικό σχέδιο ZMD400xR από πηγές [25],[28]

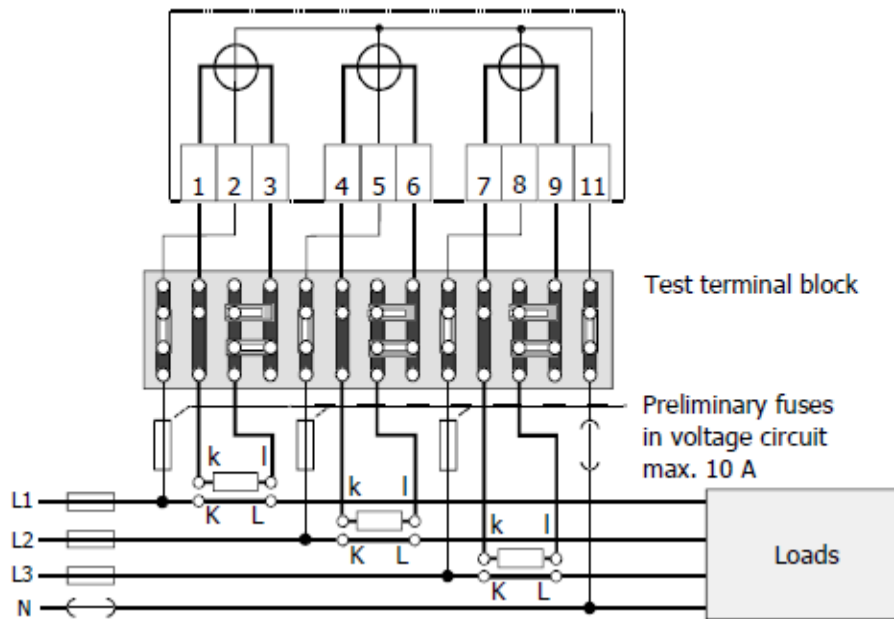


Σχήμα 33 : Συμμετρικό τερματικό σχέδιο “ZMD400xR από πηγές [25],[28]

»

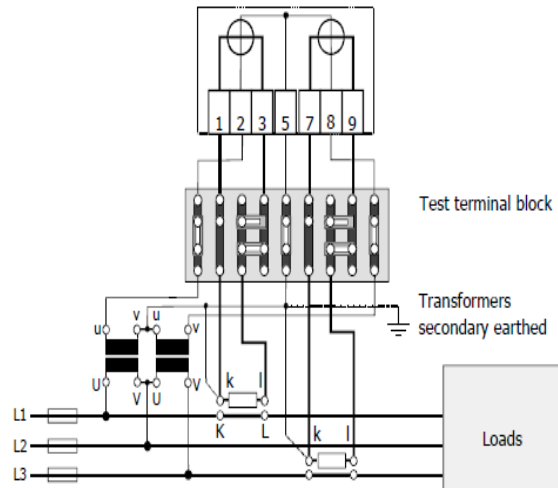
Οι προαπαιτούμενες συνδέσεις των μετρητών για το δίκτυο είναι οι παρακάτω όποτε είναι δυνατό να συνδεθεί ο μετρητής στα διάφορα επίπεδα τάσης [25],[28].

- *Σύνδεση σε χαμηλή τάση με μετασχηματιστές φορτίου*

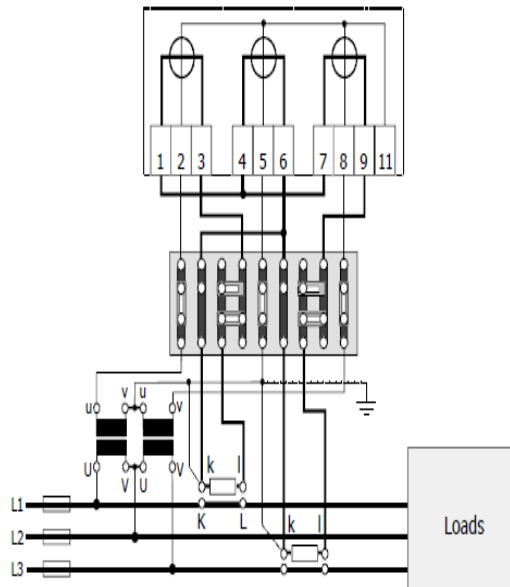


Σχήμα 34: Σύνδεση του μετρητή σε χαμηλή τάση με μετασχηματιστές φορτίου από πηγές [25],[28]

- Σύνδεση σε μέση και υψηλή τάση με (κύκλωμα “Aaron”)

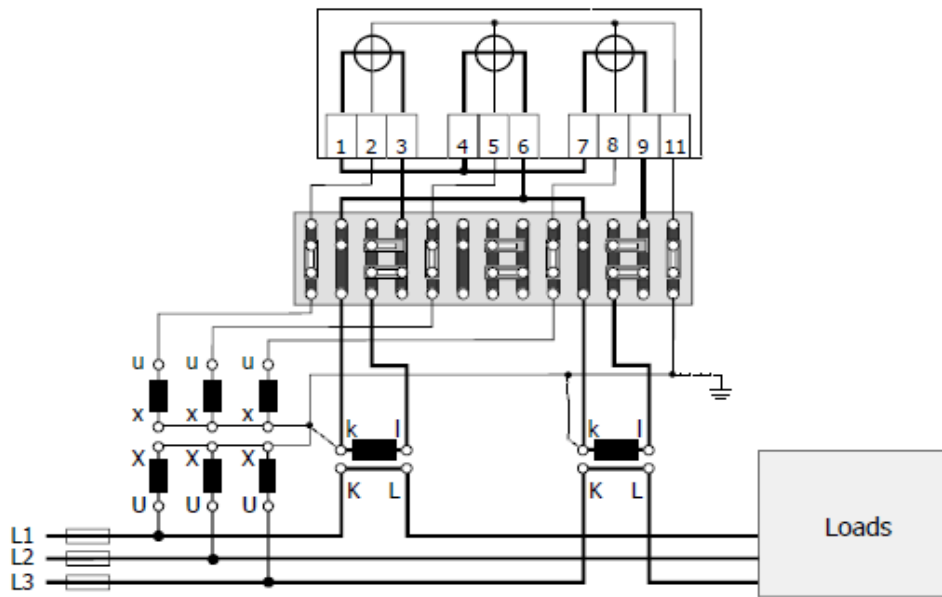


Σχήμα 35 : Σύνδεση τριών αγωγών μετρητή σε τριφασικό δίκτυο από πηγές [25],[28]



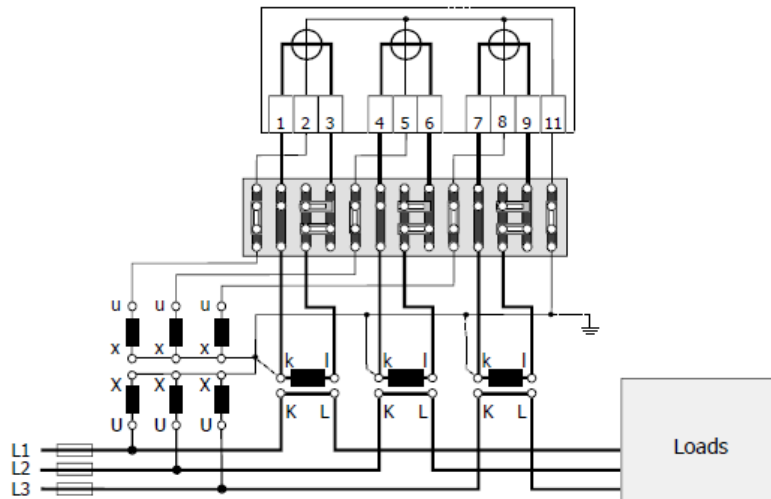
Σχήμα 36 : Σύνδεση τεσσάρων αγωγών μετρητή με σημείου ανοιχτού αστέρα στον μετρητή από πηγές [25],[28]

- Σύνδεση σε μέση και υψηλή τάση με (κύκλωμα “Aaron”)



Σχήμα 37 : Σύνδεση σε μέση και υψηλή τάση τεσσάρων αγωγών μετρητή με σημείο αστέρα συνδεδεμένο από πηγές [25],[28]

- Σύνδεση σε μέση και υψηλή τάση (τεσσάρων κλώνων σε τριφασικό κύκλωμα)



Σχήμα 38 : Σύνδεση σε μέση και υψηλή τάση, τριφασικό τεσσάρων αγωγών δίκτυο από πηγές [25],[28]

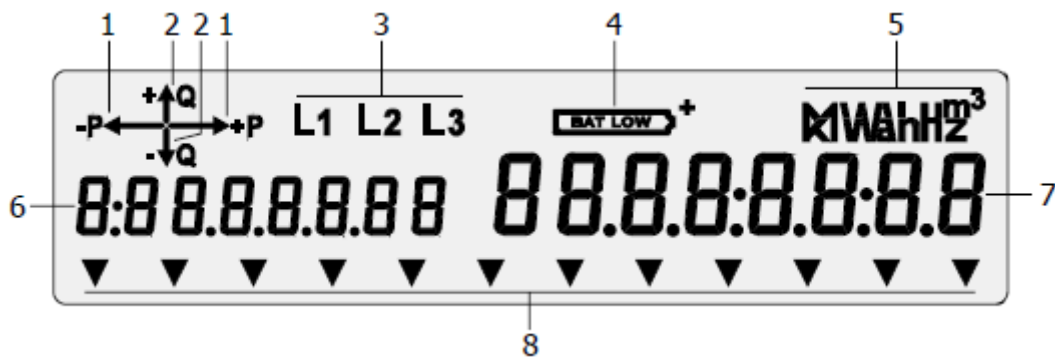


Για το *σχήμα 34* βλέπουμε ότι το δεύτερο κύκλωμα, του μετατροπέα φορτίου πρέπει να είναι πάντοτε κλειστό όταν το φορτίο βρίσκεται στο πρωτεύον. Άνοιγμα του διακόπτη και συνεπώς αλλαγής της υπάρχων κατάστασης μπορεί να καταστρέψει τον μετατροπέα. Το τερματικό “block” που φαίνεται στο *σχήμα 34* επιτρέπει στο δεύτερο κύκλωμα να διακοπεί από βραχυκύκλωμα και το κύκλωμα υπό τάση να είναι ανοιχτό σε διάφορες περιπτώσεις που πρέπει να αλλαχτεί ο μετρητής χωρίς να διακοπεί η λειτουργία του. Οι προηγούμενες (‘αρχικές’ φάσεις) στο κύκλωμα τάσης με μέγιστο ρεύμα τα 10 Αμπέρ (“max. 10A”) προστατεύει εναντίον βραχυκυκλωμάτων στο μετρητικό κύκλωμα [25],[28]. Τα κυκλώματα τάσης συνδέονται άμεσα στο πρωτεύον και θα προστατεύονται από τις κύριες φάσεις των 100 Ampere ή περισσότερα εάν οι κύριες φάσεις δεν είναι σωστά τοποθετημένες. Ένα βραχυκύκλωμα θα επηρεάσει και θα καταστρέψει σίγουρα την μετρητική συσκευή. Για το *σχήμα 35*, το κύκλωμα που χρησιμοποιείται πάνω από όλα είναι μέση τάσης εύρους από 3 έως 30 kV και το κύκλωμα υψηλής τάσης από 30 kV και πάνω. Επίσης σε αυτό το σημείο συστήνεται να εισαχθεί ένα τερματικό σύστημα παρακολούθησης μεταξύ του μετασχηματιστή και της μετρητικής συσκευής. Αυτό γίνεται διότι επιτρέπει την ομαλή ανταλλαγή δεδομένων χωρίς διακοπή ή παρεμβολή της λειτουργίας [25],[28]. Από την άλλη πλευρά όμως δεν χρειάζονται οι πρωταρχικές φάσεις στα κυκλώματα τάσης, αφότου οι μετασχηματιστές τάσης δεν μπορούν να παράγουν μεγάλη ποσότητα βραχυκυκλώματος στο δευτερεύον του μετασχηματιστή. Στη μέση και υψηλή τάση το δευτερεύον όλων των μετατροπέων θα πρέπει να γειώνεται για λόγους ασφάλειας. Αλλιώς πολλές φορές υπάρχουν περιπτώσεις που οδηγούν σε επικίνδυνες καταστάσεις όπως τάση από επαφή. Για τα *σχήματα 36, 37, 38* ισχύει ότι αντί για τρεις φάσεις και τρεις αγωγούς στο μετρητή η παροχή ισχύος μπορεί να είναι επίσης από τρεις φάσεις και τέσσερις αγωγούς μετρητή. Έτσι προκύπτει η πρώτη περίπτωση με 2 μετασχηματιστές τάσης και ανοιχτό αστέρα στο σημείο του μετρητή, και η δεύτερη περίπτωση με μετασχηματιστή τάσης και σημείο αστέρα συνδεδεμένο στον μετρητή.



5.4 Προβολή Δεδομένων

Όλοι οι τύποι μετρητών υποστηρίζονται από μία υγρού κρυστάλλου οθόνη “LCD”. Η οθόνη μπορεί να παρέχεται με επιπλέον βοηθητική φωτεινότητα για ευκολότερη χρήση στο διάβασμα



Εικόνα 28 : Βασική Απεικόνιση Οθόνης “LCD” από πηγές [25],[28]

Βασικά στοιχεία πραγματικής ισχύος :

- $\longrightarrow +P$ Θετική διεύθυνση πραγματική ισχύς (εισέρχεται από την εταιρεία ισχύος)
- $\longleftarrow -P$ Αρνητική διεύθυνση πραγματική ισχύς (εξέρχεται στην εταιρεία ισχύος)
- $\longleftarrow -P \longrightarrow +P$ Αρνητική διεύθυνση πραγματική ισχύος ξεχωριστά της κάθε φάσης αλλά μόνο στο μοντέλο μετρητή (ZMD400xR)

Βασικά στοιχεία άεργου ισχύος:




- $+\uparrow Q$ Θετική διεύθυνση άεργου ισχύος
- $-\downarrow Q$ Αρνητική διεύθυνση άεργου ισχύος

Βασικά στοιχεία προβολής τεταρτημορίων :

- $+\uparrow Q$ \rightarrow $+P$ 1 τεταρτημόριο
- $-\downarrow Q$ \leftarrow $+P$ 2 τεταρτημόριο
- $-\downarrow Q$ \leftarrow $-P$ 3 τεταρτημόριο
- $+\uparrow Q$ \rightarrow $-P$ 4 τεταρτημόριο

- Ενδείξεις φάσεων : **L1 L2 L3** : Ένδειξη που υπάρχει για να δείξει τις φάσεις τάσεων. Εάν το περιστρεφόμενο πεδίο ανταποκρίνεται σε αυτό που έχει δοθεί εξαρχής από την παραμετροποίηση, σύμβολα “L1, L2, L3” είναι συνεχόμενα αναμμένα, διαφορετικά αναβοςβήγουν κάθε δευτερόλεπτο.

- Κατάσταση μπαταρίας:  : Αυτό το σύμβολο εμφανίζεται εάν η φόρτιση τάσης μπαταρίας είναι πολύ χαμηλά

- Χώρος θεμάτων: **WVARVA** : τα επόμενα θέματα είναι τα W, var, VA, k..., M, Hours, V, A, hz, m³, (τα “var”, και τα “VA” είναι μόνο για τους “combimeters”)

- Χώρος κειμένου : **8:8 8.8.8.8.8 8** : Πάνω από 8-ψηφία οι δείκτες απεικονίζονται, οι οποίοι ορίζουν την αξία



- Σύμβολα τόξα : ▼ ▼ ▼ ▼ : είναι μια επιπλέον ένδειξη κατάστασης για τις κοστολογήσεις, για την επανεκκίνηση, και για τον έλεγχο κατάστασης. .[25],[28].

Το σύστημα του πίνακα περιεχομένων αποτελείται κυρίως από δεδομένα τα οποία εμφανίζονται στην οθόνη και υποστηρίζονται από τα μέρη των υπόλοιπων θεμάτων και τιμών. Το οκταψήφιο σύστημα πίνακα περιεχομένου επιτρέπει συμβατότητα όλα τα προηγούμενα γνωστά συστήματα πινάκων για κείμενα όπως “DIN, LG, VEOe, OBIS κ.α.” Η δομή B:C.D.E.F εφαρμόζεται στο « OBIS (Object Identification System) ως “B” ορίζεται το κανάλι για τα νούμερα, δηλαδή ο αριθμός των εισόδων ενός μετρητικού εξοπλισμού έχοντας πολλαπλές εισόδους για την μέτρηση της ενέργειας του ίδιου ή διαφορετικού είδους για παράδειγμα, στη συλλογή στους συλλέκτες δεδομένων, στην εγγραφή θεμάτων και άλλα.) Αυτό ενεργοποιεί δεδομένα από διαφορετικές πηγές στο να αναγνωρίζονται. Το γράμμα “C” ορίζει τα αφηρημένα ή τα φυσικά δεδομένα τα οποία σχετίζονται στην πηγή πληροφοριών που ανησυχεί περισσότερο για παράδειγμα πραγματική ενέργεια, άεργος ενέργεια, φαινόμενη ενέργεια, συνημίτονο γωνίας, φορτίο και τάση. Το γράμμα “D” ορίζει τους τύπους ή τα αποτελέσματα της επεξεργασίας των φυσικών ποσοτήτων σύμφωνα με τις κοστολογήσεις των αλγορίθμων. Οι αλγόριθμοι μπορούν να μεταφέρουν ενέργεια και ποσότητες ζήτησης καθώς και άλλες φυσικές ποσότητες. Το γράμμα “E” ορίζει την περαιτέρω επεξεργασία των αποτελεσμάτων μέτρησης σύμφωνα με την κοστολόγηση. Για αόριστα δεδομένα ή για μέτρηση αποτελεσμάτων για τα οποία οι κοστολογήσεις δεν είναι έγκυρα, αυτή η ομάδα τιμών που ορίζεται μπορεί να χρησιμοποιηθεί για περαιτέρω κατηγοριοποίηση. Τέλος το γράμμα “F” ορίζει την αποθήκευση των δεδομένων σύμφωνα με διαφορετικές περιόδους χρέωσης. Όπου αυτό δεν γίνεται εφικτό, αυτή η ομάδα αξιών που δημιουργείται μπορεί να χρησιμοποιηθεί για περαιτέρω κατηγοριοποίηση. .[25],[28]. Γενικό παράδειγμα αποτελεί το:



- 1.8.0 1= Πραγματική Ισχύς εισόδων (όλων των φάσεων)
8= Κατάσταση
0= Σύνολο
- 0.9.1 Τοπική Ωρα

5.5 Συντήρηση

Οι έλεγχοι των μετρητών θα πρέπει να νε σε περιοδικούς κυκλικούς χρόνους σύμφωνα με τις νόμιμες διεθνές συνθήκες. Στα γενικά πρότυπα οι μετρητές θα πρέπει να αποξυλόνονται και να αποσυναρμολογούνται σύμφωνα με τους κανονισμούς και θα πρέπει να αντικαθιστούνται από ένα υποκατάστατο μετρητή. Αυτός ο μετρητής παρακολούθησης θα μπορεί να αποδώσει στο σημείο σε συγκεκριμένες περιπτώσεις και όχι για πάντα. Η κατάσταση παρακολούθησης-ελέγχου επιτρέπει την αύξηση της καταγραφής της ενέργειας από λογισμικά προγράμματα έκδοσης “B23” από το 1 στα 5 ψηφία. Αυτό επιτρέπει στην εταιρεία παροχή ισχύος να συνεχίσει με την μετρητική παρακολούθηση σε επαρκές μικρό χρονικό διάστημα. Στην κατάσταση ελέγχου οι ίδιες καταγραφές παρουσιάζονται στην τρέχουσα οθόνη στην κατάσταση λειτουργίας με λεπτομερή επίλυση και όχι κυλιόμενη χρήση των δεδομένων. Οι καταχωρητές των δεδομένων αποτελούνται από συνολικά 12 ψηφία. Το μέγιστο των 8 ψηφίων παρόλο αυτά εμφανίζεται στην οθόνη [25],[28]. Ο αποτελεσματικός αριθμός των ψηφίων που εμφανίζεται και ο αριθμός των δεκαδικών που παίρνουν καθορίζονται από την παραμετροποίηση. Επίσης, για την κατάσταση ελέγχου παραμετροποιείται περισσότερος χώρος μνήμης για θέσεις δεκαδικών, ο οποίος μέγιστος ανέρχεται στο μέγιστο 5 για να επιτευχθεί μία γρηγορότερη παρακολούθηση της μετάδοσης της ενέργειας για να καταγραφεί. Η αλλαγή από την κανονική λειτουργία στη κατάσταση ελέγχου και πίσω δημιουργήθηκε από αναβαθμισμένες εντολές ή χειροκίνητα στο κεντρικού μενού



ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ ΑΙΓΑΙΟΥ

Τμήμα Ναυτιλίας και
Επιχειρηματικών Υπηρεσιών

&

ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ ΔΥΤΙΚΗΣ ΑΤΤΙΚΗΣ

Τμήμα Μηχανικών Βιομηχανικής
Σχεδίασης και Παραγωγής



υπηρεσιών [25],[28]. Επιπλέον στη κατάσταση ελέγχου η έξοδος οπτικού ελέγχου για την πραγματική ισχύ μπορεί να παρέχει τις κυματομορφές της άεργους ισχύος ανάλογα με την παραμετροποίηση. Οι κυματομορφές της άεργους ισχύος υποστηρίζονται σε αυτό τον έλεγχο εξόδου. Οι κυματομορφές της πραγματική ισχύς υποστηρίζονται για όλες τις άλλες αξίες οι οποίες εμφανίζονται στην κανονική κατάσταση λειτουργίας.

Για τεχνικούς λόγους , μπορούν να συμβούν καλύτερες μετρητικές διακυμάνσεις μεταξύ μικρών χρονικών διαστημάτων μέτρησης.

Για αυτό προτιμάτε να χρησιμοποιούνται ακριβές λίγο πιο μακροχρόνιες μετρητικές περιόδους προκειμένου να κατορθώσουν την απαιτούμενη ακρίβεια.

Current [% In]	Measuring uncertainty 0.1%			Measuring uncertainty 0.05%		
	3 P cosφ=1	1 P 1	3 P 0.5	3 P cosφ=1	1 P 1	3 P 0.5
1	40 s	40 s	90 s	80 s	80 s	160 s
2	20 s	20 s	40 s	40 s	40 s	80 s
5	10 s	10 s	15 s	16 s	16 s	32 s
10	8 s	8 s	10 s	14 s	14 s	18 s
20	6 s	6 s	8 s	12 s	12 s	14 s
50	6 s	6 s	6 s	12 s	12 s	12 s
100	6 s	6 s	6 s	12 s	12 s	12 s
200	6 s	6 s	6 s	12 s	12 s	12 s

3 P = universal

1 P = single-phase

Εικόνα 29 : Ποσοστά μετρητικού πίνακα Landis+Gr για μοντέλα ZMD400xR/ZFD400xR

Η “κόκκινη” οπτική παρακολούθηση των εξόδων που γίνεται στον μετρητή πάνω από την οθόνη θα πρέπει να χρησιμοποιείται για παρακολούθηση του μετρητή. Αυτή
- 147 -



η παροχή δίνει παλμούς σε συχνότητα εξαρτώμενη από την σταθερά “R” του μετρητή όπου το αυξανόμενο όριο είναι πάντα αποφασιστικό για τον έλεγχο. Ιδιαίτερη σημείωση υπάρχει στο ότι η διαδικασία επεξεργασίας ψηφιακού σήματος παρέχει καθυστέρηση δύο δευτερολέπτων μεταξύ της στιγμιαίας ισχύς στο μετρητή και στην στο πως εμφανίζονται οι παλμοί στον οπτικό έλεγχο εξόδων. Κανένας παλμός δεν χάνεται. Ο αριθμός των παλμών ανα δευτερόλεπτο για την απαιτούμενη ισχύ κατορθώνεται από το να πολλαπλασιαστεί η σταθερά του μετρητή “R” με την ισχύ σε “kW” και όλο αυτό διαιρούμενο με το 3600. Χαρακτηριστικό Παράδειγμα είναι :

Σταθερά μετρητή “R”=1000

Ισχύς “P”= 35 kW

Έλεγχος Εξόδου “F”= $(R \times P) / 3600 = (1000 \times 35) / 3600 = 10 \text{ imp/s}$

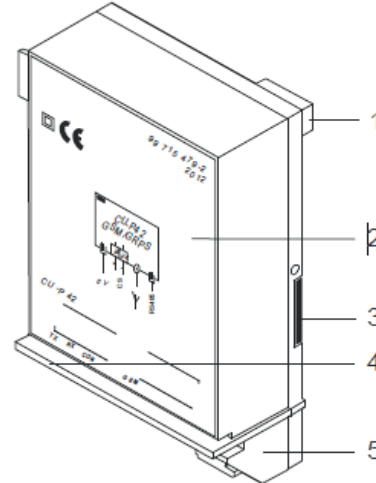
5.6 GSM/GPRS Modem

Η κατάσταση της λειτουργίας της συσκευής μπορεί να παραμετροποιηθεί και να συνδεθεί ανάλογα σε “GSM” modem, ή σε “GPRS” modem. Το GSM modem (global system for mobile communication) είναι ένα ασύρματο modem για την απομακρυσμένη μετάδοση δεδομένων μέσω κινητού τηλεφώνου δικτύου. Το GSM modem χρησιμοποιεί εύρος συχνοτήτων 850 Hz, 900 Hz, 1800 Hz, και 1900 MHz. Το “GPRS Modem” (general packet radio service) χρησιμοποιεί δίκτυο “GSM” για την μετάδοση των δεδομένων αλλά στέλνει και λαμβάνει δεδομένα σε πακέτα. Η λειτουργία του πακέτου για την μετάδοση των δεδομένων απαιτεί χρήση λογαριασμού δικτύου βασισόμενη στον όγκο των δεδομένων που μεταδίδονται αντί να συμπεριλαμβάνεται ο χρόνος σύνδεσης. Η λειτουργία του “GPRS” απαιτεί ασύρματο δίκτυο που σημαίνει χρήση πρωτοκόλλου “TCP/IP”. Το περιβάλλον λογισμικού που υποστηρίζει (“CS Interface”) έχει κατά βάση πρότυπο το “IEC



62056-21” ή το “DIN 66258”. Υποστηρίζει τα πρωτόκολλα επικοινωνίας “IEC 62056-21” καθώς και επικοινωνία λειτουργίας ενεργής ή παθητικής. Το λογισμικό περιβάλλον “RS232 Interface” είναι ένα συμμετρικό σύγχρονο περιβάλλον άμεσο στο “DIN 66529”. Αυτό το περιβάλλον επικοινωνίας μπορεί να χρησιμοποιηθεί για προσωρινή σύνδεση με υπολογιστή ασύρματο ή όχι προκειμένου να επικοινωνήσει με τον μετρητή ανεξάρτητα από την κανονική απόκτηση των δεδομένων.[29]

Η μηχανική κατασκευή του.



Εικόνα 30: Συσκευή Landis+Gr GSM/GPRS Εικόνα 31: Μπροστά όψη συσκευής Landis+Gr GSM/GPRS

από πηγή [29]

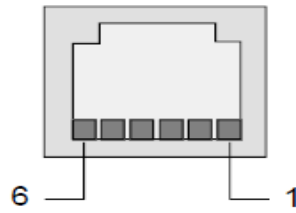
1.	Δεκαθέσιος κωδικός σύνδεσης
2.	Μπροστινή πλάκα



3.	Υποδοχή θέσης "SIM"
4.	Οδηγός φωτός όπου είναι ορατά τα "LED"
5.	Παροχή ισχύος, κεραίας και σύνδεση λογισμικού περιβάλλοντος

Η πρόσοψη της συσκευής επικοινωνίας που ταιριάζει στον μετρητή είναι ορατή με τον μετρητή με ανοιχτό το μπροστά πορτάκι. Όταν έχει προσαρμοστεί ένας αντάπτορας "CU" η πρόσοψη της συσκευής μπορεί να γίνει ορατή από μπροστά. Οι εξωτερικές συνδέσεις όπως παροχή τάσης, κεραία, "CS-" και RS485 ή RS232 περιβάλλον επικοινωνίας βρίσκονται από κάτω, ενώ ένας κωδικός δεκαθέσιος παρέχει ξεκλείδωμα σύνδεσης με τον ηλεκτρονικό μετρητή ή τον αντάπτορα "CU". Υπάρχουν τέσσερα λεντάκια πάνω στην πλακέτα του κυκλώματος που φροντίζουν για την ένδειξη μετάδοσης και λήψης δεδομένων αλλά και για τις διάφορες ενέργειες του μετρητή διαμέσου του οδηγού ένδειξης φωτός κάτω από τη μπροστά πλακέτα.

Η συσκευή του GSM/GPRS δεν έχει προστατευτικό από μόνο της. Προστατεύεται όταν ενσωματωθεί από ένα προστατευτικό χρήσης του μετρητή ή από αντάπτορα "CU". Για την παροχή ισχύος, την κεραία και το περιβάλλον σύνδεσης της συσκευής θα πρέπει να συμμορφωνόμαστε με τα ακόλουθα. Η υποδοχή για εξωτερική παροχή στα 5 Volt παρέχεται σε όλες τις συσκευές επικοινωνίας CU-P4x. Για να επιβεβαιωθεί η αξιοπιστία στην λειτουργία του "modem", η χρήση μιας εξωτερικής παροχής ισχύος στα 5 Volt συνιστάται για τις συσκευές μετρητών E650 σε μερικές περιπτώσεις. Στα τερματικά φορτίου οι πολικότητες είναι ορίζονται ως , [(+) αριστερό τερματικό (23) και (-) δεξί τερματικό (24)]. Τα "PIN" του καλωδίου υποδοχής "RJ12" (μόνο "CU-P41 και CU-P42") βαθμονομούνται ως.[29]



Εικόνα 32: Βαθμονομημένα PIN υποδοχής “RJ12” από πηγή [29]

5.7 Συνδέσεις CU-P40, CU-P41, CU-P42,

- Συνδέσεις CU-P40

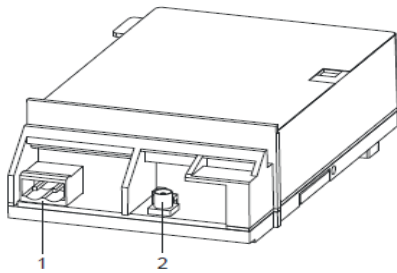


ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ ΑΙΓΑΙΟΥ

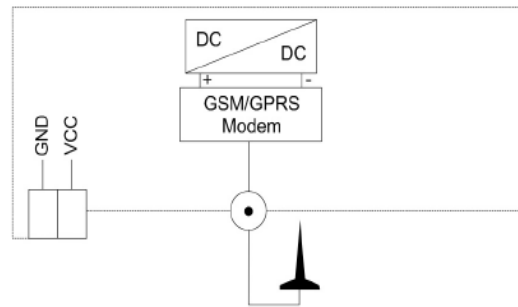
Τμήμα Ναυτιλίας και
Επιχειρηματικών Υπηρεσιών

ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ & ΔΥΤΙΚΗΣ ΑΤΤΙΚΗΣ

Τμήμα Μηχανικών Βιομηχανικής
Σχεδίασης και Παραγωγής



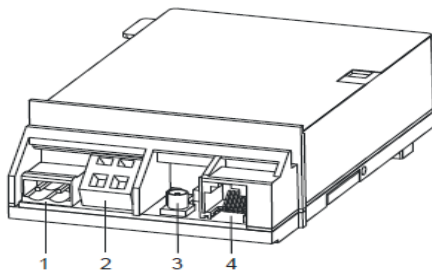
Εικόνα 33: Συνδέσεις CU-P40
συσκευής CU-P40 από πηγή [29]



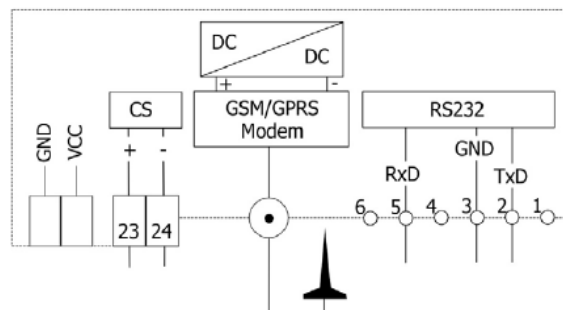
Εικόνα 34: Διάγραμμα σύνδεσης επικοινωνίας
συσκευής CU-P40 από πηγή [29]

1.	Εξωτερική είσοδος παροχή ισχύος 5 Volt για υποδοχή 2-pin
2.	Σύνδεση κεραίας (MCX υποδοχή)

• Συνδέσεις CU-P41



Εικόνα 35: Συνδέσεις CU-P41 από πηγή [29]



Εικόνα 36: Διάγραμμα σύνδεσης επικοινωνίας
συσκευής CU-P41 από πηγή [29]

1.	Εξωτερική είσοδος παροχή ισχύος 5 Volt για υποδοχή 2-pin
2.	CS interface

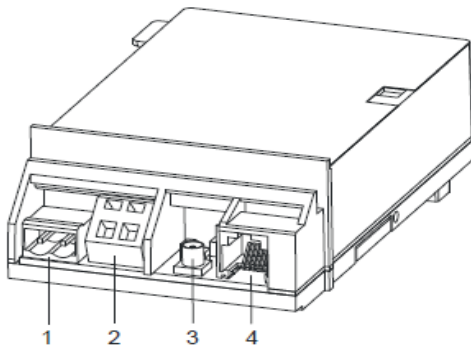


3.	Σύνδεση κεραίας (MCX υποδοχή)
4.	RS232 interface (RJ12 socket)

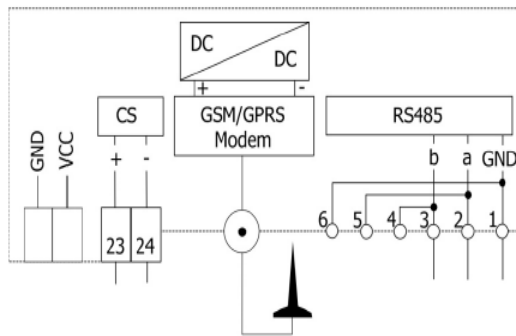
Η υποδοχή RJ12 για το RS232 interface έχει την παρακάτω εκχώρηση “pin”

No. Pin	Τερματικό	Σήμα
2.	TxD	Transmitted Data
3.	GND	Signal Ground
5.	RxD	Received Data

- Συνδέσεις CU-P42



Εικόνα 37: Συνδέσεις CU-P42 από πηγή [29]



Εικόνα 38: Διάγραμμα σύνδεσης επικοινωνίας συσκευής CU-P42 από πηγή [29]

1.	Εξωτερική είσοδος παροχή ισχύος 5 Volt για υποδοχή 2-pin
2.	CS interface
3.	Σύνδεση κεραίας (MCX υποδοχή)
4.	RS485 interface (RJ12 socket)

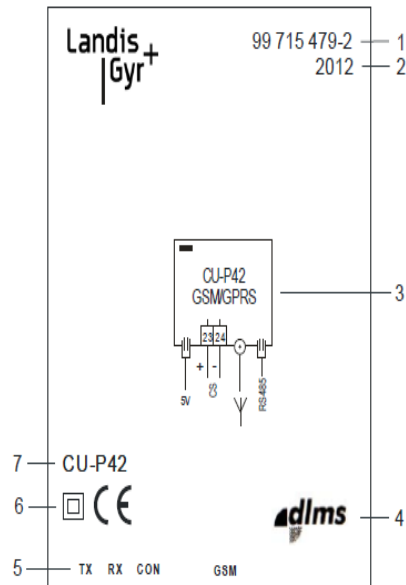


Η υποδοχή RJ12 για το RS485 interface έχει την παρακάτω εκχώρηση “pin”

No. Pin	Τερματικό	Σήμα
1.	c	Signal Ground
2.	a	Data a
3.	b	Data b
4.	b	Data b
5.	a	Data a
6.	c	Signal Ground

5.8 Κεντρική Όψη πλακέτας GSM/GPRS

Τα τέσσερα LEDS “TX, RX, CON και GSM” έχουν σχεδιαστεί πάνω στην μπροστινή όψη της πλακέτας και είναι τοποθετημένα εσωτερικά στο εσωτερικό κύκλωμα της πλακέτας. Είναι ορατά μέσω του οδηγού φωτός και δίνουν γενικές πληροφορίες για τις καταστάσεις που αφορούν 1) την έλλειψη της κάρτας “SIM”, 2) λάθος κωδικός “PIN”, 3) κατάσταση αναμονής, 4) Διάφορες καταστάσεις ένδειξης της διεύθυνσης “IP” με τον “server”[29]



Εικόνα 39: Μπροστινή όψη
συσκευής επικοινωνίας GSM/GPRS
από πηγή [29]

1.	Σειριακός Αριθμός
2.	Έτος Κατασκευής
3.	Διάγραμμα
4.	“Dlms” Σύμβολο Παραμετροποίησης
5.	Τίτλος μετάδοσης/ λήψης “Leds”
6.	Κλάση μόνωσης και σύμβολο “CE”
7.	Τύπος χαρακτηρισμός

5.9 Εγκατάσταση/Απεγκατάσταση Κάρτας SIM και Κεραίας

Όταν τοποθετείτε μία κάρτα “SIM” στην συσκευή “GSM-GPRS” οι ενέργειες που πρέπει να ακολουθούνται είναι:

1. Εάν υπάρχει μέσα στην συσκευή προηγούμενη κάρτα πρέπει να αφαιρεθεί ελευθερώνοντας την με το να σπρώξουμε λίγο παρατεταμένα για 2 δευτερόλεπτα και μετά να την αφήσουμε
2. Τοποθετούμε την κάρτα SIM στην εσοχή λίγο παρατεταμένα όπως δείχνεται στην φωτογραφία μέχρι να κουμπώσει μέσα στην εσοχή.



ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ ΑΙΓΑΙΟΥ

Τμήμα Ναυτιλίας και
Επιχειρηματικών Υπηρεσιών

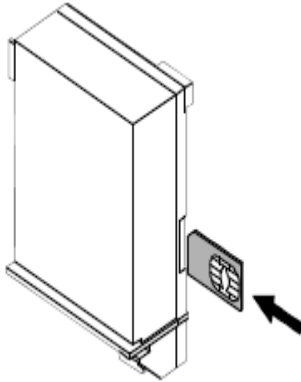
&

ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ ΔΥΤΙΚΗΣ ΑΤΤΙΚΗΣ

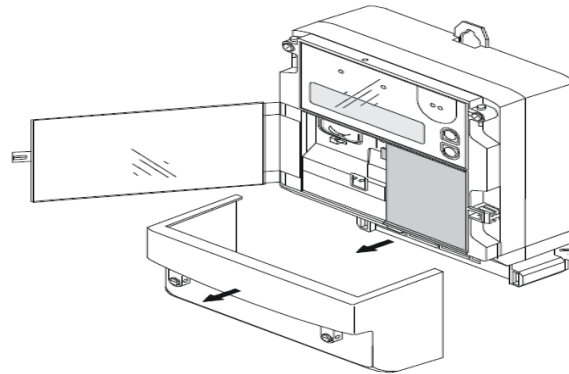
Τμήμα Μηχανικών Βιομηχανικής
Σχεδίασης και Παραγωγής



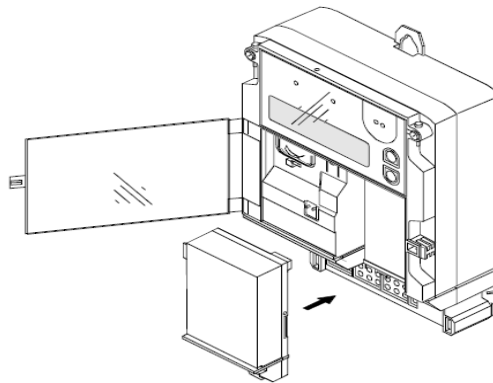
3. Προσπαθούμε να κρατάμε τις ηλεκτρικές επαφές της κάρτας καθαρές για να μην έρχονται σε επαφή με τον χρήστη.
4. Να μην υπάρχει τάση κατά την διάρκεια εγκατάστασης του μετρητή για να αποφευχθούν
5. Επίσης η παρατεταμένη έκθεση σε πτώσεις τάσεις μειώνει τη ζωή της συσκευής. Και αυτό διότι κάθε φορά που υπάρχει πτώση τάσης επηρεάζει την εσωτερική κάρτα μνήμης η οποία έχει ζωή σύμφωνα περίπου 100,000 κύκλους εγγραφής. Για μια ζωή των 15 χρόνων σημαίνει περίπου δεκαπέντε πτώσεις τάσεις κάθε μέρα.
6. Παλαιότερες εκδόσεις “CU” δεν πρέπει να χρησιμοποιούνται σε νέους μετρητές . Οι παλαιότερες εκδόσεις από τους αντάπτορες “CU” είναι μη κατάλληλοι για όλους τους μετρητές. Όταν μια συσκευή απομονωθεί και αντικατασταθεί από μία καινούργια έκδοση προϊόντος η διαλειτουργικότητα των παρακολουθήσεων και ελέγχων σταματά.
7. Συνοψίζοντας , βεβαιωνόμαστε ότι δεν εφαρμόζεται τάση στον μετρητή, βγάζουμε το προστατευτικό μιας χρήσης στην μπροστινή πόρτα και στην τερματική επικάλυψη και ανοίγουμε το μπροστινό πορτάκι και απομακρύνουμε το τερματικό προστατευτικό. Μετακινούμε το πλαστικό που υπάρχει μέσα στην συσκευή και τοποθετούμε τον “αντάπτορα” μαζί με την “SIM” [29]



Εικόνα 40 : Σωστή εισαγωγή κάρτας “SIM”
Από πηγή [29]



Εικόνα 41 : Αφαίρεση προστατευτικού μιας
χρήσης. Από πηγή [29]



Εικόνα 42: Εισαγωγή αντάπτορα με “SIM” από πηγή [29]

Οι ενέργειες για να συνδέσουμε μια κεραία στον “αντάπτορα” της συσκευής επικοινωνίας “CU-P4x είναι οι παρακάτω. 1) Πρέπει να τοποθετηθεί το καλώδιο της κεραίας από πάνω στην εσοχή για κεραία συσκευής. 2) Εάν είναι απαραίτητο, πρέπει να προετοιμαστεί μια μικρή τρύπα για την κεραία στο τερματικό στο ζητούμενο σημείο. 3) Συναρμολογήστε την κεραία με μια μαγνητική βάση έτσι ώστε να δημιουργηθεί μια καλή υποδοχή. 4) Η συσκευή πρέπει να λειτουργεί οπωσδήποτε με κεραία επειδή σε περίπτωση μη λειτουργίας της για παρατεταμένες περιόδους τότε παρεμποδίζεται η καταγραφή των δεδομένων. 5) Επίσης η συσκευή δεν πρέπει να λειτουργεί κατά την διάρκεια όπου η λειτουργία του κινητού τηλεφώνου απαγορεύεται και αυτό διότι ο “αντάπτορας” ελευθερώνει συχνότητες κυμάτων



ραδιοφώνου οι οποίες είναι πολύ επικίνδυνες για άλλους πομπούς-δέκτες κυμάτων.
6) Η τοποθεσία της κεραίας παίζει σπουδαίο ρόλο αφότου κινητά αντικείμενα όπως παράθυρα ή πόρτες θα πρέπει να είναι τοποθετημένα με τον ίδιο τρόπο για να μπορεί να διαβάσει ο μετρητής. Για παράδειγμα εάν οι πόρτες είναι κλειστές μετά την εγκατάσταση κατά την διάρκεια της λειτουργίας του μετρητή, τότε η δύναμη του σήματος του μετρητή θα είναι έγκυρη όταν η πόρτα είναι κλειστή, καθώς αποφεύγουμε μέρη επίσης όπου κινούμενα μεταλλικά αντικείμενα μπορούν να εντοπιστούν όπως αυτοκίνητα σε “γκαράζ”. 7) Ένας επιπλέον παράγοντας είναι η επιρροή του καιρού στην δύναμη σήματος, διάφορες περιπτώσεις όπως η υγρασία, η βροχή, ο κεραυνός μπορούν να επηρεάσουν την δύναμη σήματος και την σωστή αποτελεσματικότητα των μετρήσεων καθώς και το εύρος συχνότητας. [13],[29]

Ο διαμορφωτής-μόντεμ “GSM/GPRS” της συσκευής επικοινωνίας CU-P4x χρειάζεται ένα πεδίο με λιγότερο εύρος λήψης -99 dBm (decibel-milliwatts, μονάδα μέτρησης ένδειξης ισχύος με αναφορά στα milliwatt). Εδώ έγκειται και οι απώλειες ισχύος λόγω καλωδίου κεραίας (-1.5 dB/m) αλλά και κατασκευαστικής δομής θέσης της κεραίας[13],[29]. Έτσι ανάλογα την περίπτωση υπάρχουν δύο περιπτώσεις τοποθέτησης της κεραίας είτε εσωτερικά είτε εξωτερικά του κτηρίου όπως δείχνετε στις δύο παρακάτω επιλογές :

1^η περίπτωση Υπόθεση :

- Πεδίο λήψης δύναμης εκτός κτηρίου τουλάχιστον = - 75 dBm
- Απώλειες ισχύος λόγω δομής κτηρίου = - 30 dB

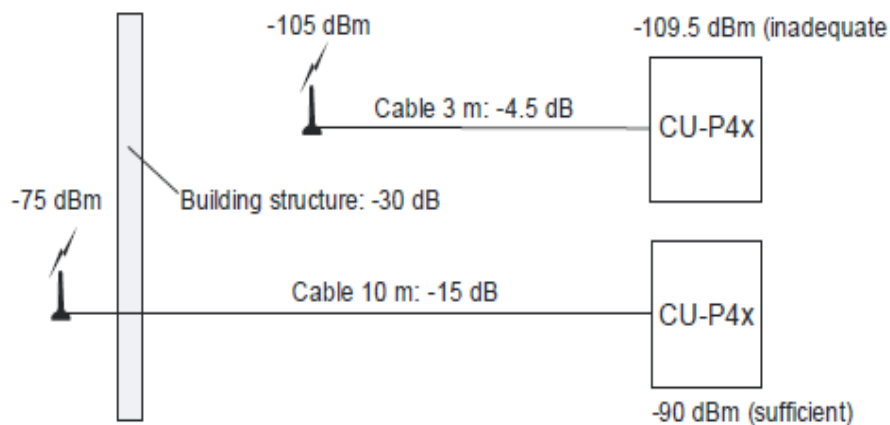
Απόσταση μεταξύ του μετρητή και του έξω τοίχου = 8 μέτρα [13],[29]

Επακόλουθη δύναμη λήψης πεδίου στην είσοδο του CU-P4x:



- Όταν η κεραία με 3 μέτρα καλώδιο έχει τοποθετηθεί μέσα στο κτήριο = -109.5 “dBm”

Όταν η κεραία με 10 μέτρα καλώδιο έχει τοποθετηθεί έξω από κτήριο = -90 “dBm”
[13],[29]



Σχήμα 39 : Παράδειγμα τοποθέτησης κεραίας εξωτερικά από πηγή [29]

Σε αυτήν την περίπτωση η κεραία με 10 μέτρα σύνδεση καλωδίου πρέπει να τοποθετηθεί εκτός κτηρίου προκειμένου να φτάσει σε επαρκή δύναμη λήψης πεδίου σημάτων για το “GSM modem”. [29]

2^η περίπτωση Υπόθεση :

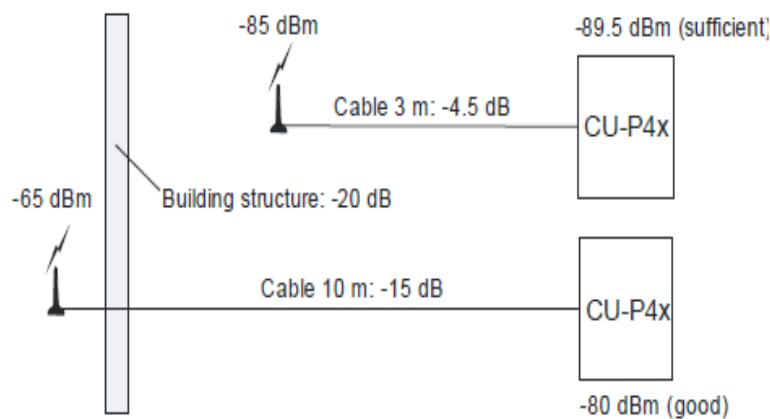
- Πεδίο λήψης δύναμης εκτός κτηρίου τουλάχιστον = - 65 dBm
- Απώλειες ισχύος λόγω δομής κτηρίου = - 20 dB
- Απόσταση μεταξύ του μετρητή και του έξω τοίχου = 8 μέτρα

Επακόλουθη δύναμη λήψης πεδίου στην είσοδο του CU-P4x:



- Όταν η κεραία με 3 μέτρα καλώδιο έχει τοποθετηθεί μέσα στο κτήριο = -89.5 “dBm”

Όταν η κεραία με 10 μέτρα καλώδιο έχει τοποθετηθεί έξω από το κτήριο = -80 “dBm” [13],[29]



Σχήμα 40 : Παράδειγμα τοποθέτησης κεραίας εσωτερικά από πηγή [29]

5.10 Σύνοψης

Τέλος σε αυτή την τελευταία ενότητα επικεντρωθήκαμε στο πώς είναι δομημένο μηχανικά ο μετρητής, τους διάφορους τρόπους συνδεσμολογίας, το πώς προβάλλονται τα δεδομένα στον χρήστη και τον τρόπο συντήρησης. Επίσης πολύ σημαντικό ήταν η αναφορά σε μια συσκευή συνδεσμολογίας “GSM/GPRS”, το πώς αναγράφονται τα διαγράμματα τους, την εγκατάσταση και απεγκατάσταση της κάρτας “SIM” στην συσκευή καθώς και τον τρόπο σύνδεσης της κεραίας.

Τελικά Συμπεράσματα Και Προτάσεις

- 160 -



6.1 Πρακτικές Εφαρμογές

Η μελέτη που έχει γίνει σε αυτήν τη διπλωματική δείχνει ότι το κομμάτι του μετρητή είναι ένα εξελίξιμο προϊόν της τεχνολογίας που από ότι βλέπουμε στο πέρας των χρόνων συνεχίζει να βελτιώνεται. Από τους πρώτους επαγωγικούς μετρητές, στους ηλεκτρονικούς και τέλος στους έξυπνους μετρητές τους βρίσκουμε μέσα στους χώρους της τεχνολογίας των εγκαταστάσεων των πλοίων, σε δημόσια και ιδιωτικά έργα ακόμα και στα ίδια μας τα σπίτια. Η υιοθέτηση τέτοιων έξυπνων λύσεων πλέον σε νέες εγκαταστάσεις και συντηρήσεις κάνουν την ενημέρωση των χρηστών αλλά και τους καταναλωτές που πληρώνουν λογαριασμούς ηλεκτρικής ενέργειας πιο ελεγχόμενες και φιλικές ως προς το περιβάλλον. Επιπλέον προωθείται η καλύτερη εξοικονόμηση ενέργειας και ικανότητας ανακύκλωσης εξαρτημάτων και υλικών για ένα πιο υγιές έξυπνο αλλά και ταυτόχρονα πράσινο περιβάλλον.

6.2 Μελλοντική Έρευνα

Έχοντας ως δεδομένο ότι η έρευνα περιορίστηκε σε ακαδημαϊκό-μεταπτυχιακό πλαίσιο μεγάλο ποσοστό των καταναλώσεων των υποσταθμών δεν χρησιμοποιούσαν έξυπνους μετρητές με αφορμή τον τρόπο χρήση τους και της συμπεριφοράς τους. Συνεπώς δεν ξέρουμε σε πραγματικές συνθήκες το πώς θα συμπεριφερόντουσαν χωρίς τεστ δοκιμών. Οπότε ως μελλοντικό και απώτερο σκοπό καλό θα ήταν η εγκατάσταση δειγματικών έξυπνων μετρητών σε καταναλώσεις λιμένων για την μέτρηση πειραματικών τιμών υπό πραγματικές συνθήκες και τους τρόπους



ισοστάθμισης του συνημίτονου, καθώς και τον τρόπο χρέωσης ανά κάθε περίοδο αφότου στην εργασία ο χρόνος χρέωσης έχει θεωρηθεί ιδανικός.

6.3 Περιορισμοί Έρευνας

Παρόλο αυτά δεν παύει να υπάρχουν και ένα εύρος περιορισμών στο δείγμα της έρευνας και αυτοί είναι :

1. Αρχικά το θέμα του κόστους αφότου δεν υπήρχε δειγματοληπτικός εξοπλισμός για τοποθέτηση και δοκιμή του έξυπνου μετρητή σε πραγματικές συνθήκες .
2. Μη υπάρχων λογισμικό για Landis+Gyr. Υπήρχε δειγματοληπτικό λογισμικό για μετρητή “Atlas Energy Meter” αλλά δεν χρησιμοποιήθηκε
3. Άλλες πηγές πληροφοριών των έξυπνων μετρητών στον εργασιακό χώρο της ναυτιλίας στην (Ελλάδα) αφότου είναι μια καινούργια ενότητα νέας τεχνολογίας στις υδάτινες μεταφορές.

7 Βιβλιογραφία

- [1] Beard C. (2010), Smart Meters For Dummies 2nd Edition, Chichester, West Sussex England, Willey & Sons
- [2] Bernacchi R., (2017) Asea Brown Bover (ABB), Shore To Ship Power and Smart Ports, www.library.e.ab
- [3] Deloitte Port Services (DPS) (2017), Smart Ports, Point of View, Seaports are playing catch-up with the large Transport&Logistics players when it comes to developing insight driven solutions and Internet of Things (IOT) application, The Netherlands, www2.deloitte.com
- [4] Ekanayake J., Liyanage K., Wu J., Yokoyama A., Jenkins N.(2012), Smart Grid Technology and Applications, United Kingdom



- [5] Flick T., Morehouse J. (2011) Securing The Smart Grid Next Generation Power Grid Security, Burlington USA
- [6] Joubert C (2017) Tendencias de IDi en los puertos Los Smart_Port, R&D Axes to Reach The Port of Future, May, Aviles, Spain
- [7] Kallousis, M., Kofinas, P., Alafodimos, N., Fetfatzis, P., Alafodimos, K. (2009), Hybrid local area network evaluation, in proceedings of International Scientific Conference eRA – 4, Aigina, Greece, pp. 248-256
- [8] Kuipers B. & Zuidwijk R. (2013), Smart Port Perspectives Essays in Honour of Hans Smits, Erasmus University, Rotterdam
- [9] Kumar R. (2011). Research Methodology A step By Step Guide For Beginners, London, California, New Dehli, Singapore
- [10] Med Maritime Integrated Projects (MMIP) (2017), Smart Port Confinanced by the European Regional Development Fund
- [11] Olba X., Daaamen W., Vellinga T. (2015) Simulating the Port Wet Infrastructure, Department of Transport & Planning Faculty of Civil Engineering and Geoscience, Delft University of Technology-The Netherlands
- [12] Osk Danish Maritime Fund, ShipTech with Alfa Laval Create dk, The Opportunity Space of 3rd Print in The Maritime Industry, www.greenship.org
- [13] Satellite Communication Tutorialspoint Simpleyeasylearning, www.tutorialspoint.com
- [14] Siemens AG (2017) Ingenuity for Life, Totally Intergrated Power Distribution for Ports & Harbors, Concepts for Profitable and Safe Electric Power Distribution, Erlangen Germany.
- [15] University of Strathcycle, National Technical University of Athens, Smart Port, www.onthemosway.eu
- [16] Westermann S. (2016), Port of the Future, Its and Intelligent Intermodal Traffic Management, Port Authority of Hamburg
- [17] Xuyan C., Jun Y., Neo Chang C., Chu F. (2016), Accenture Connected Ports Driving Future Trade, Shanghai International Port Group (SIPG)
- [18] Ανδρεάδης Κ. (2014), Ευφυή Συστήματα Μέτρησης και Διαχείρισης Ηλεκτρικής Ενέργειας, Διαχειριστής Ελληνικού Δικτύου Διανομής Ηλεκτρικής Ενέργειας (Δ.Ε.Δ.Δ.Η.Ε), Ιανουάριος, Αθήνα
- [19] Βουγιούκας Θ., Μάγος Β. (2011) Smart Meters ΑΤΕΙ ΠΕΙΡΑΙΑ , Τμήμα Ηλεκτρολογίας Μάρτιος
- [20] Καρλής Γ. (2014), Εκτίμηση Φορτίου και Κατάστασης σε Δίκτυα Διανομής με χρήση δεδομένων από έξυπνους Μετρητές Εθνικό Μετσόβιο Πολυτεχνείο (ΕΜΠ), Αθήνα
- [21] Κορακάκης Κ. (2016) Η εξέλιξη της Καινοτομίας του Personnel Management η Οικονομική Πρόσέγγιση
- [22] Λωτίδης Κ. (2013), Έξυπνοι Μετρητές Ηλεκτρικής Ενέργειας, Τεχνολογικό Ιδρυμα Καβάλας, Μάιος, Αθήνα
- [23] Μπακιρτζής Α., Μπίσκας Π. (2010) Έξυπνοι Ψηφιακοί Μετρητές, Αριστοτέλειο Πανεπιστήμιο Θεσσαλονίκης, Τμήμα Ηλεκτρολόγων Μηχανικών και Μηχανικών Υπολογιστών, Δεκεμβριος 2010
- [24] Σταυρούλα Χ. (2016) Συστήματα Τηλεμετρίας Στην Ναυτιλία, Αυτοματισμός Παραγωγής και Υπηρεσιών, Ιούνιος
- [25] Electricity Meters Industrial and Commercial (IEC/MID) Manual (2017) Landis Gyr +, ZMD 400 AR/CR ZFD400AR/CR Sereis 4, Switzerland.
- [26] Electronic Design and Manufacturing International (EDMI) Manual (2004) Atlas Energy Meter User Guide October, Australia.
- [27] ELGAMA-ELEKTRONIKA (EE) Manual (2010) GAMA 300 G3B, Lithuania.
- [28] Electricity Meters Industrial and Commercial (IEC/MID) Manual (2003) Landis Gyr+, ZMD 400 AR/CR, ZFD 400AR/CR, Switzerland
- [29] Communication Industrial and Commercial (CIC) Manual (2016) GSM/GPRS Landis Gyr+, Central System, Switzerland



**ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ
ΑΙΓΑΙΟΥ**

Τμήμα Ναυτιλίας και
Επιχειρηματικών Υπηρεσιών

&

**ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ
ΔΥΤΙΚΗΣ ΑΤΤΙΚΗΣ**

Τμήμα Μηχανικών Βιομηχανικής
Σχεδίασης και Παραγωγής

