



**ΤΜΗΜΑ ΗΛΕΚΤΡΟΛΟΓΩΝ &
ΗΛΕΚΤΡΟΝΙΚΩΝ ΜΗΧΑΝΙΚΩΝ**

ΣΧΟΛΗ ΜΗΧΑΝΙΚΩΝ
ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ ΔΥΤΙΚΗΣ ΑΤΤΙΚΗΣ

***Μετάβαση στο Έξυπνο Δίκτυο
ηλεκτρικής ενέργειας, οι Έξυπνοι
Μετρητές και τα Ηλεκτρονικά Ισχύος***

Πτυχιακή εργασία

Φοιτητής: Μπούλης Νικόλαος

A.M: 42992

Ημερομηνία:

Επιβλέπων καθηγητής: Βόκας Γεώργιος

Περίληψη

Στην παρούσα πτυχιακή εργασία παρουσιάζεται η μετάβαση από το συμβατικό Σύστημα Ηλεκτρικής Ενέργειας στα Ευφυή Ηλεκτρικά Δίκτυα. Τα σύγχρονα Συστήματα Ηλεκτρικής Ενέργειας έχουν αρχίσει να ενσωματώνουν πλήθος ψηφιακών τεχνολογιών και νέων ηλεκτρομηχανολογικών συστημάτων στην παραγωγή, στη μεταφορά, στη διανομή και στην κατανάλωση της Ηλεκτρικής Ενέργειας. Τα δίκτυα που επιτυγχάνουν την πιο αξιόπιστη, αποδοτική και με λιγότερες περιβαλλοντικές επιπτώσεις λειτουργία τους αξιοποιώντας τις παραπάνω τεχνολογίες, χαρακτηρίζονται ως Ευφυή-Έξυπνα Ηλεκτρικά Δίκτυα.

Το πρώτο κεφάλαιο αποτελεί μια ομαλή εισαγωγή στο θέμα των έξυπνων δικτύων και σε αυτά που θα ακολουθήσουν.

Το δεύτερο κεφάλαιο καταπιάνεται με το ίδιο το έξυπνο δίκτυο. Αρχικά με το τι είναι, έπειτα πως οργανώνεται, από τι αποτελείται ενώ δεν λείπουν τα πλεονεκτήματα και τα μειονεκτήματα αυτού. Περιγράφεται ο ρόλος του ανθρώπου μέσα στο νέο δίκτυο αλλά και ο τρόπος με τον οποίο οι νέες τεχνολογίες βοηθούν σε αυτή τη μετάβαση.

Στο τρίτο κεφάλαιο γίνεται μια αναφορά στον τρόπο που λειτουργούν τα πράγματα στην Ελλάδα. Ποιά είναι η υφιστάμενη αρχή, το έργο της αλλά και πως βοηθά τη μετάβαση στα νέα έξυπνα δίκτυα.

Το τέταρτο κεφάλαιο είναι αφιερωμένο στους έξυπνους μετρητές, οι οποίοι φαίνεται πως είναι ένα πολύ βασικό κομμάτι στην ανάπτυξη του νέου δικτύου. Αρχικά, ορίζεται η έννοια του "έξυπνου μετρητή" και παρουσιάζεται ο ρόλος που θα έχει στο έξυπνο δίκτυο. Παραθέτονται τα πλεονεκτήματα και τα μειονεκτήματα της χρήσης τους ενώ συνάμα γίνονται κατανοητές οι νέες δυνατότητες που αποκτά ο καταναλωτής.

Στο πέμπτο κεφάλαιο αναλύεται ο τρόπος με τον οποίο πρέπει να σχεδιαστεί το νέο σύστημα ηλεκτρικής ενέργειας ώστε να μπορεί να ανταπεξέρχεται στις ανάγκες της ζήτησης.

Το έκτο κεφάλαιο παρουσιάζει τον τρόπο με τον οποίο τα ηλεκτρονικά ισχύος είναι σε θέση να βοηθήσουν τη μετάβαση στα έξυπνα δίκτυα. Δίνονται προς ανάγνωση ποικίλες εφαρμογές των ηλεκτρονικών ισχύος που αφορούν τις ΑΠΕ, τη μεταφορά και την αποθήκευση της ηλεκτρικής ενέργειας αλλά και τα ηλεκτρικά αυτοκίνητα.

Το έβδομο κεφάλαιο είναι το πειραματικό μέρος το οποίο χωρίζεται σε δύο μέρη. Το πρώτο μέρος αφορά το σύστημα μετρήσης της κατανάλωσης ενέργειας του κτηρίου Z σε σχέση με το σύστημα Σ.Υ.Θ.Η.Α. της σχολής. Το δεύτερο είναι μια κατασκευή με δύο μετρητές ηλεκτρικής ενέργειας που υπολογίζουν την κατανάλωση ενός σταθερού φορτίου.

Το τελευταίο και όγδοο κεφάλαιο αφορά τις αναφορές που χρησιμοποιήθηκαν για τη συγγραφή της εργασίας αυτής.

Λέξεις κλειδιά: Έξυπνο δίκτυο, έξυπνος μετρητής, ζήτηση-απόκριση, ΑΠΕ, ηλεκτρονικά ισχύος

Abstract

In this thesis there is a presentation of the transition between the old and conventional power system and the new Smart Grid. The new power systems start adopting plenty of digital technologies and new electromechanical systems which affect the production, the transportation and the consumption of electric power. Those grids that operate more efficiently, more reliably, are environmentally friendlier and are capable of capitalizing the above technologies, are characterized as Smart Grids.

The first chapter constitutes a smooth introduction in the subject of smart grids and those subjects that follow.

The second chapter deals with the smart grid itself. At first, with what it is, then how it is organised, from what is composed of and finally its advantages and disadvantages. Not only the human role in the new grid but the way how the new technologies contribute to this transition is described.

In the third paragraph, what occurs in Greece is analyzed. Which is the existing authority, how it is operate and the way it

The forth chapter is dedicated to smart meters, which seem to be very important in the development of the new grid. The definition of "smart meter" is defined in the beginning, then their role in the new smart grid is presented. Their advantages and disadvantages are mentioned while the new capabilities that the client receives are made comprehensible.

In the fifth chapter, the way the new power system must be designed in order to respond into the demand needs is described.

The sixth part presents the section of power electronics, which seem to be very important in the transition to the smart grid. Then, various applications connecting power electronics with the smart grid, regarding RES, distribution and storage of energy and PEVs, are displayed.

The seventh part is the experimental one which is separated into two other parts. The first one is about the measurement system of the energy consumption of the building Z regarding the R.C.S.I.O. system of the university. The second part is a structure with two energy meters that count the energy consumption of a specific load.

The last part is a list of the references that were used in order to complete this thesis.

Key words: Smart grid, smart meter, demand-response, RES, power electronics

Περιεχόμενα

1 Εισαγωγή	10-12
2 Το "έξυπνο δίκτυο"	
2.1 Ορισμός του έξυπνου δικτύου.....	12
2.2 Χαρακτηριστικά του έξυπνου δικτύου.....	13-16
2.3 Αρχές και προϋποθέσεις του έξυπνου δικτύου.....	17-20
2.4 Τεχνολογίες έξυπνου δικτύου.....	21-23
2.5 Η δομή του έξυπνου δικτύου.....	23-28
2.6 Διεσπαρμένη παραγωγή.....	29-37
2.6.1 Πλεονεκτήματα και μειονεκτήματα Διεσπαρμένης παραγωγής.....	38-40
2.6.2 Οικονομική προσέγγιση των DER.....	40-41
2.7 Μικροδίκτυα.....	41-43
2.8 Ηλεκτρικά Οχήματα (PEV).....	44
2.8.1 Βασικές κατηγορίες PEVs.....	44-45
2.8.2 Περιγραφή των βασικών λειτουργικών τμημάτων του PEV.....	45-50
2.8.3 Η V2G διαδικασία.....	50-52
2.8.4 Πλεονεκτήματα και μειονεκτήματα των PEVs.....	52-55
2.9 Εφαρμογές έξυπνων δικτύων ανά τον κόσμο.....	56
2.9.1 Ευρώπη.....	56-57
2.9.2 Υπόλοιπος κόσμος.....	57
2.10 Εφαρμογές έξυπνων δικτύων στην Ελλάδα.....	58
2.10.1 Ενέργειες των ΔΕΗ και ΔΕΔΔΗΕ.....	58-60
2.10.2 Κύθνος-"έξυπνο" νησί και "πράσινη" Τήλος.....	60-63

2.11 Τα οφέλη και οι προκλήσεις από τη μετάβαση στα έξυπνα δίκτυα.....	64-66
--	-------

3 Υφιστάμενη αρχή στην Ελλάδα

3.1 Ιστορική αναδρομή.....	67
3.2 Παραγωγή ενέργειας.....	67
3.2.1 Η σημασία του λιγνίτη.....	67-68
3.2.2 Συνολική εικόνα.....	68-69
3.2.3 Τι ισχύει σήμερα.....	69-70
3.3 Ιδιωτικό κομμάτι.....	70
3.4 Μεταφορά και διανομή ηλεκτρική ενέργειας.....	70
3.4.1 Ιστορική αναδρομή.....	70
3.4.2 Θεωρητικό μοντέλο.....	71
3.4.3 Τι συμβαίνει στην πράξη.....	71

4 Έξυπνοι μετρητές (smart meters)

4.1 Εισαγωγή.....	72
4.2 Η έννοια "smart meter".....	72-73
4.3 Από τι αποτελούνται οι έξυπνοι μετρητές.....	73-74
4.4 Πως λειτουργούν οι έξυπνοι μετρητές.....	74-75
4.5 Τα χαρακτηριστικά των έξυπνων μετρητών.....	75-76
4.6 Ο έξυπνος μετρητής μέσα στο σπίτι.....	76-78
4.7 Τεχνολογίες έξυπνων μετρητών.....	78-80
4.8 Ο διαμεσολαβητής HAN.....	80-82
4.8.1 Πλεονεκτήματα και προκλήσεις του HAN.....	82-83
4.9 Ασφάλεια και ιδιωτικότητα.....	84-86
4.10 Έξυπνοι μετρητές και υγεία.....	86-88

4.11 Κατασκευαστές έξυπνων μετρητών.....	89
4.12 Παραδείγματα έξυπνων μετρητών.....	90-91

5 Σχεδιασμός συστήματος ηλεκτρική ενέργειας και διαχείριση-απόκριση ζήτησης

5.1 Σχεδιασμός συστήματος ελαχίστου κόστους.....	92
5.2 Πρόβλεψη της ζήτησης.....	93
5.3 Σχεδιασμός συστήματος τροφοδοσίας.....	93
5.4 Διαχείριση ηλεκτρικής ζήτησης.....	94
5.4.1 Προφίλ φορτίου.....	95-97
5.4.2 Αλλαγή συμπεριφοράς και εξοικονόμηση ενέργειας.....	97-99
5.5 Βήματα για την ενσωμάτωση του DSM.....	99
5.5.1 Πλεονεκτήματα και προκλήσεις του DSM.....	100-101
5.6 Απόκριση της ζήτησης.....	102

6 Ηλεκτρονικά ισχύος και έξυπνα δίκτυα

6.1 Τα "εργαλεία" των ηλεκτρονικών ισχύος.....	104-105
6.2 Ηλεκτρονικά ισχύος και μικροδίκτυο.....	105-108
6.3 Ηλεκτρονικά ισχύος και διεσπαρμένη παραγωγή.....	108-109
6.4 Ηλεκτρονικά ισχύος και ΑΠΕ.....	109-111
6.5 Ηλεκτρονικά ισχύος και αποθήκευση ενέργειας.....	111-112
6.6 Ηλεκτρονικά ισχύος κατά τη μεταφορά και τη διανομή.....	112-114
6.7 Ηλεκτρικά οχήματα.....	114
6.7.1 Φόρτιση.....	114-116
6.7.2 Φόρτιση με χρήση φωτοβολταϊκών.....	116-119
6.8 Έξυπνο σπίτι.....	119-120

6.9 Ο αρνητικός αντίκτυπος των ηλεκτρονικών ισχύος.....120-121

7 Πειραματικό μέρος

7.1 Μέρος 1.....122-125

7.2 Μέρος 2.....126-128

8 Αναφορές

8.1 Βιβλιογραφία..... 129-130

8.2 Links..... 131-132