



**ΤΕΙ ΜΕΣΟΛΟΓΓΙΟΥ
ΤΜΗΜΑ ΤΗΛΕΠ/ΚΩΝ ΣΥΣΤΗΜΑΤΩΝ ΚΑΙ ΔΙΚΤΥΩΝ**

ΤΙΤΛΟΣ ΠΤΥΧΙΑΚΗΣ

ΣΧΕΔΙΑΣΜΟΣ ΔΙΚΤΥΩΝ ΕΝΕΡΓΕΙΑΣ

**Χαρίλαος Σιαράμπαλης
ΑΜ 0431**

Επιβλέπων: Νταγιούκλας Αναστάσιος

Περίληψη

Στην παρούσα διπλωματική εργασία θα ασχοληθούμε με τον σχεδιασμό δικτύων ενέργειας και πιο συγκεκριμένα με τα SmartGrids(Εξυπνα δίκτυα). Τα SmartGrids αποτελούν την πιο πρόσφατη εξέλιξη στον τομέα της παροχής ενέργειας. Παρακάτω υπάρχει ο ορισμός των SmartGrids καθώς και οι λόγοι που τα SmartGrids είναι ανώτερα των συμβατικών δικτύων. Στο δεύτερο μέρος της εργασίας παρουσιάζονται τα ιδιαίτερα χαρακτηριστικά τους, αναλύονται τα πλεονεκτήματα τους ,η αρχιτεκτονική τους και ο λόγος που πρέπει να αλλάξουμε τα υπάρχοντα συμβατικά δίκτυα. Επίσης πραγματοποιείται σύγκριση μεταξύ των συμβατικών δικτύων και των SmartGrids.

Στο τρίτο μέρος της εργασίας με τη χρήση του προγράμματος προσομοίωσης Simulink θα προσομοιώσουμε ένα απλό δίκτυο ηλεκτρικής ενέργειας που αποτελείται από το κεντρικό δίκτυο παροχής ενέργειας καθώς και μία φάρμα ανεμογεννητριών που παράγουν ενέργεια. Θα δούμε πως συμπεριφέρεται το δίκτυο αυτό και θα εκτελέσουμε και κάποια σενάρια πάνω του.

Abstract

In this thesis we discuss the design of power networks and more specifically the design of SmartGrids (Intelligent Networks).

The SmartGrids are the latest evolution in the field of energy. Below is the definition of SmartGrids and the causes which SmartGrids are superior to conventional networks.

In the second part of the study we discuss their characteristics, analyze the advantages and disadvantages, their architecture and why we need to change the existing conventional networks. Also we compare the existing conventional networks and SmartGrids.

In the third part of the paper using the Simulink simulation program will simulate a simple electricity network consisting from the main power grid and a wind farm producing wind energy. We'll see how the network behaves and we will execute some simple scenarios on it.

Περιεχόμενα

[Περίληψη](#)

[Abstract](#)

[Περιεχόμενα](#)

[Πρόλογος](#)

[Κεφάλαιο1-Εισαγωγή](#)

[Κεφάλαιο2-Θεωρητική ανάλυση](#)

[2.1 Τι είναι το Smartgrid?](#)

[2.2 Ποιος ο λόγος για την χρησιμοποίηση του Smart Grid.](#)

[2.2.1 Παλαιωμένες εγκαταστάσεις και έλλειψη χωρητικότητας του δικτύου.](#)

[2.2.2 Θερμικοί περιορισμοί στις γραμμές.](#)

[2.2.3 Λειτουργικοί περιορισμοί](#)

[2.2.4 Ασφάλεια εφοδιασμού ηλεκτρικής ενέργειας](#)

[2.2.5 Εθνικές πρωτοβουλίες](#)

[2.3 Πλεονεκτήματα της τεχνολογίας του SmartGrid.](#)

[2.4 Χαρακτηριστικά στοιχεία και λειτουργίες.](#)

[2.4.1 Νησιδοποίηση\(Islanding\)](#)

[2.4.1.1 Εκ προθέσεως νησιδοποίηση.](#)

[2.4.1.2 Ακούσια νησιδοποίηση.](#)

[2.4.2 Αμφίδρομη ροή ηλεκτρικής ενέργειας.](#)

[2.4.3 Αποθήκευση ενέργειας.](#)

[2.4.4 Smartmeters\(Εξυπνοι μετρητές\).](#)

[2.4.5 Ένδειξη τιμής.](#)

[2.4.6 Αυτόματη επιδιόρθωση σφαλμάτων.](#)

[2.4.7 Διαχείριση της ζήτησης.](#)

[2.4.8 Απόκριση στη ζήτηση.](#)

[2.4.9 Plug-in electric vehicle\(PEV\).](#)

[Κεφάλαιο3-Προσομοίωση](#)

[3.1 Τι είναι το Simulink.](#)

[3.2 Εργαλεία προσομοίωσης.](#)

[3.2.1 Δίκτυο.](#)

[3.2.2 Φαρμα αιολικής ενέργειας.](#)

[3.2.3 Φορτίο.](#)

[3.2.4 Σφάλμα](#)

[3.2.5 Προσομοίωση.](#)

[3.3 Περιγραφή σεναρίων προσομοίωσης.](#)

[3.3.1 Σφάλμα σε μια από τις γραμμές ανάμεσα σε μια από τις γεννήτριες και το δίκτυο.](#)

[3.3.2 Αύξηση της παραγόμενης ενέργειας της αιολικής φάρμας λόγω αύξησης της ταχύτητας του αέρα και αξιοποίηση της επιπλέον ενέργειας.](#)

[3.3.3 Αποκοπή μιας από τις γεννήτριες της φάρμας και πως αυτή επηρεάζει το υπόλοιπο δίκτυο.](#)

[3.3.4 Σύνδεση στο δίκτυο μιας επιπλέον πηγής ενέργειας για την υποστήριξη του λόγω υψηλού φορτίου.](#)

[Κεφάλαιο4- Αποτελέσματα και σχολιασμοί](#)

[4.1 Σφάλμα σε μια από τις γραμμές ανάμεσα σε μια από τις γεννήτριες και το δίκτυο.](#)

[4.2 Αύξηση της παραγόμενης ενέργειας της αιολικής φάρμας λόγω αύξησης της ταχύτητας του αέρα και αξιοποίηση της επιπλέον ενέργειας.](#)

[4.3 Αποκοπή μιας από τις γεννήτριες της φάρμας και πως αυτή επηρεάζει το υπόλοιπο δίκτυο.](#)

[4.4 Σύνδεση στο δίκτυο μιας επιπλέον πηγής ενέργειας για την υποστήριξη του λόγω υψηλού φορτίου.](#)

[Κεφάλαιο5- Συμπεράσματα.](#)

Λίστα γραφημάτων

Σενάριο 1

Ενεργή και άεργη ισχύς στο δίκτυο(Συν. χωρητικότητα φάρμας 2,25MW)

Ενεργή και άεργη ισχύς στο δίκτυο(Συν. Χωρητικότητα φάρμας 4,5MW)

Ενεργή και άεργη ισχύς στο δίκτυο(Συν. Χωρητικότητα φάρμας 4,5MW και χωρητικότητα δικτύου 50MVA)

Σενάριο 2

Ταχύτητα του ανέμου(m/s)

Ενεργή και άεργη ισχύς μίας γεννήτριας.

Ενεργή και άεργη ενέργεια του δικτύου κατά τη διάρκεια της προσομοίωσης(50sec).

Σενάριο 3

Ενεργή και άεργη ενέργεια στο δίκτυο (P O)

Ενεργή και άεργη ενέργεια στο δίκτυο (P O) μετά την αποσύνδεση της γεννήτριας.

V I στο τμήμα του δικτύου που αποσυνδέθηκε

Ενεργή και άεργη ισχύς στο τμήμα του δικτύου που αποσυνδέθηκε.

Ενεργή και άεργη ισχύς σε γειτονική γεννήτρια αιολικής ενέργειας

Σενάριο 4

Ενεργή και άεργη ισχύς στο δίκτυο κατά τη διάρκεια της προσομοίωσης.

Ταχύτητα του ανέμου κατά την διάρκεια της προσομοίωσης (m/s)

Πρόλογος

Στην παρούσα διπλωματική εργασία θα ασχοληθούμε με τον σχεδιασμό δικτύων ενέργειας και πιο συγκεκριμένα με τα Smart Grids(Εξυπνα δίκτυα). Τα Smart Grids αποτελούν την πιο πρόσφατη εξέλιξη στον τομέα της παροχής ενέργειας. Παρακάτω υπάρχει ο ορισμός των Smart Grids καθώς και οι λόγοι που τα Smart Grids είναι ανώτερα των συμβατικών δικτύων. Επίσης παρουσιάζονται τα ιδιαίτερα χαρακτηριστικά τους. Στο δεύτερο μέρος της εργασίας θα προσομοιώσουμε με το Simulink ένα απλό δίκτυο ηλεκτρικής ενέργειας που αποτελείται από το κεντρικό δίκτυο παροχής ενέργειας καθώς και μία φάρμα ανεμογεννητριών που παράγουν ενέργεια. Θα δούμε πως συμπεριφέρεται το δίκτυο αυτό και θα εκτελέσουμε και κάποια σενάρια πάνω του.

Ναύπακτος 2012

Ο φοιτητής,
Χαρίλαος Σιαράμπαλης

Κεφάλαιο 1 – Εισαγωγή

Εγκατεστημένα συστήματα ηλεκτρικής ενέργειας, τα οποία έχουν αναπτυχθεί τα τελευταία 70 χρόνια τροφοδοτούν ηλεκτρική ενέργεια με τη χρήση μεγάλων γεννητριών οι οποίες με τη σειρά τους τροφοδοτούν ένα δίκτυο υψηλής τάσης που ονομάζεται δίκτυο μεταφοράς(Transmission grid).

Κάθε ξεχωριστή μονάδα παραγωγής ηλεκτρικής ενέργειας, ανεξάρτητα με το αν πρόκειται για υδροηλεκτρική , πυρηνική η καύσης καυσίμων, μπορούν να παράξουν μεγάλες ποσότητες ηλεκτρικής ενέργειας μέχρι και 1000 MW. Το δίκτυο μεταφοράς χρησιμοποιείται για να μεταφέρει την ηλεκτρική ενέργεια, μερικές φορές διαμέσου αρκετά μεγάλων αποστάσεων , όπου αυτή η ενέργεια χωρίζεται και περνά μέσα από μια σειρά μετατροπών ενέργειας ,μικρότερα δίκτυα για να φτάσει τελικά στον τελικό πελάτη.

Το μέρος του συστήματος ενέργειας που παρέχει την ενέργεια(οι μεγάλες μονάδες παραγωγής και το δίκτυο μετάδοσης) επικοινωνούν μεταξύ τους για να εξασφαλίσουν την αποτελεσματική λειτουργία του, να μπορούν να χρεωθούν οι πελάτες, καθώς και για την ασφάλεια του συστήματος.

Αυτό το κομμάτι του συστήματος ενέργειας έχει κάποια αυτοματοποιημένα συστήματα ελέγχου, όμως αυτές μπορεί να είναι περιορισμένες σε τοπικές λειτουργίες που έχουν ως στόχο να εξασφαλίσουν την ομαλή λειτουργία του δικτύου σε περιπτώσεις βλαβών.

Το σύστημα μετάδοσης είναι γενικά πολύ εκτενές αλλά είναι σχεδόν εντελώς παθητικό με πολύ λίγη επικοινωνία και πολύ περιορισμένους τοπικούς ελέγχους. Εκτός από όλα αυτά σε περιπτώσεις που χρειάζονται μεγάλες ποσότητες ενέργειας(όπως για παράδειγμα σε βαριές βιομηχανίες), δεν υπάρχει έλεγχος σε πραγματικό χρόνο του διαθέσιμου ποσού ενέργειας ούτε το ποσό που χρειάζεται την συγκεκριμένη στιγμή.

Με την σημερινή επανάσταση στις τηλεπικοινωνίες, κυρίως με το Internet προσφέρει την δυνατότητα για μεγαλύτερη παρακολούθηση και μεγαλύτερο έλεγχο σε όλο το σύστημα κάτι που το κάνει πιο αποτελεσματικό ευέλικτο και χαμηλότερου κόστους.

Το Smart grid είναι μια ευκαιρία ώστε να χρησιμοποιήσουμε τεχνολογίες(ICT:Information and Communication Technologies) για να βελτιώσουμε τα ηλεκτρικά συστήματα ενέργειας.

Οι επιστήμονες οι οποίοι ασχολούνται με τον καιρό συμφωνούν ότι τα αέρια του θερμοκηπίου που παράγουν οι άνθρωποι μας οδηγούν σε αύξηση της θερμοκρασίας. Γι' αυτό πρέπει να βρεθούν τρόποι πιο αποτελεσματικής χρήσης της ενέργειας και αύξηση του ποσοστού παραγωγής ενέργειας από ανανεώσιμες πηγές(Ήλιος, Άνεμος κτλ.)

Η αποτελεσματική διαχείριση των φορτίων και η μείωση των απωλειών και της χαμένης ενέργειας χρειάζεται ακριβής πληροφορία ενώ η χρήση μεγάλων ποσοτήτων ανανεώσιμης ενέργειας χρειάζεται την ενσωμάτωση του φορτίου στην λειτουργία του συστήματος ενέργειας για να μπορέσει να εξισορροπηθεί η προσφορά και η ζήτηση.

Οι ευφυείς μετρητές(Smart Meters) είναι ένα σημαντικό στοιχείο των Smart Grid καθώς μπορούν να παρέχουν πληροφορίες σχετικά με το φορτίο και έτσι μπορούμε να δούμε πως η ενέργεια κινείται μέσα στο δίκτυο .Όταν όλα τα μέρη του δικτύου ενέργειας παρακολουθούνται τότε η κατάσταση του φανερώνεται και μας παρουσιάζονται πολλές επιλογές ελέγχου του.

Στο Ηνωμένο Βασίλειο σχεδιάζουν ένα οικολογικό δίκτυο ηλεκτρικής ε ενέργειας το οποίο μάλλον πρόκειται να αποτελεί έναν συνδυασμό μεταξύ ανανεώσιμων πηγών ενέργειας πυρηνικής ενέργειας και ενέργειας από καύση(το διοξείδιο του άνθρακα θα παγιδεύεται και θα αποθηκεύεται).

Αυτός ο συνδυασμός παράγωγης ενέργειας είναι δύσκολο να διαχειριστεί καθώς αποτελείται από πολλές ανανεώσιμες πηγές ενέργειας που δεν έχουν σταθερή απόδοση και από μεγάλης ισχύς πυρηνικούς αντιδραστήρες η καύσης οι οποίοι για τεχνικούς και εμπορικούς λόγους, θα λειτουργού συνέχεια με σταθερή απόδοση.

Είναι δύσκολο να δει κανείς πως ένα τέτοιο σύστημα ενέργειας μπορεί να λειτουργήσει οικονομικά χωρίς τις δυνατότητες στην παρακολούθηση και στους χειρισμούς που προσφέρει ένα Smartgrid.

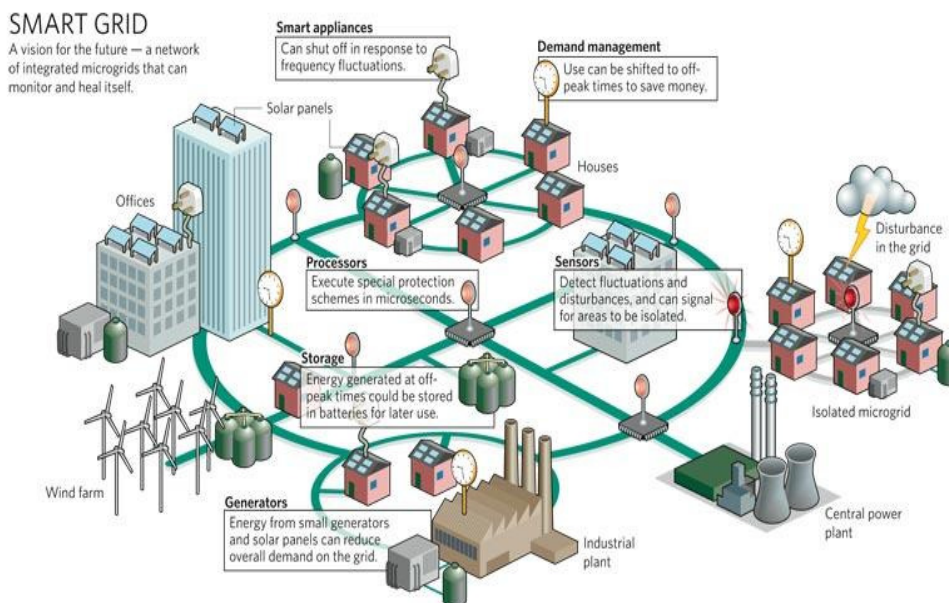
Στην εργασία στο δεύτερο κεφάλαιο αναλύουμε τα Smartgrids θεωρητικά, βλέποντας τι είναι ακριβώς τα Smartgrids, τα ιδιαίτερα χαρακτηριστικά τους, την αρχιτεκτονική τους, καθώς και τα πλεονεκτήματα τους σε σχέση με τα συμβατικά δίκτυα.

Στο τρίτο μέρος της εργασίας βλέπουμε τι είναι το εργαλείο που θα χρησιμοποιήσουμε για την προσομοίωση, το Simulink. Αναλύουμε το μοντέλο που θα κάνουμε, τα μπλοκ που θα χρησιμοποιήσουμε και τα σενάρια που θα μοντελοποιήσουμε.

Στο τέταρτο μέρος της εργασίας βλέπουμε τα αποτελέσματα της προσομοίωσης και τα αναλύουμε και στο πέμπτο μέρος είναι τα συμπεράσματα που βγάλαμε από την εργασία.

Κεφάλαιο 2 - Θεωρητική ανάλυση

2.1 Τι είναι το Smart Grid ?



Εικόνα 1 Smartgrid

Υπάρχουν πολλοί ορισμοί για το τι είναι το Smart Grid. Στην ευρωπαϊκή ένωση το Smart Grid χαρακτηρίζεται ως:

<<Ένα δίκτυο ηλεκτρικής ενέργειας που χρησιμοποιεί αμφίδρομες τεχνολογίες επικοινωνίας και ελέγχου, διανεμημένη χρήση υπολογιστικών συστημάτων και συνδεδεμένων αισθητήρων ,περιλαμβάνοντας εξοπλισμό εγκατεστημένο στη θέση του δικτύου.

Επίσης θα πρέπει να έχει την δυνατότητα να λαμβάνει υπόψη του την συμπεριφορά και τις ενέργειες των συνδεδεμένων χρηστών είτε πρόκειται για παραγωγούς είτε για καταναλωτές. Ακόμα θα χρησιμοποιεί καινοτόμα προϊόντα και υπηρεσίες καθώς και τεχνολογίες έξυπνης παρακολούθησης, ελέγχου, επικοινωνίας και αυτόματης επιδιόρθωσης με σκοπό να παρέχει μια αποδοτική, βιώσιμη, οικονομική και ασφαλή ηλεκτρική ενέργεια. >>

Μερικά από τα πράγματα τα οποία θα είναι δυνατό να γίνουν λόγω του Smart Grid είναι:

1. Βελτιστοποίηση της λειτουργίας και της χρήσης των υποδομών του δικτύου.
2. Παροχή στους πελάτες περισσότερων πληροφοριών και δυνατοτήτων καθώς και δυνατότητα συμμετοχής στη βελτιστοποίηση της λειτουργίας του συστήματος.
3. Διευκόλυνση στη σύνδεση και τη λειτουργία μονάδων παραγωγής όλων των μεγεθών και τεχνολογιών

ΣΧΕΔΙΑΣΜΟΣ ΔΙΚΤΥΩΝ ΕΝΕΡΓΕΙΑΣ

ΤΕΙ Μεσολογγίου τμήμα Τηλεπικοινωνιακών συστημάτων και δικτύων – 2012

4. Μείωση σε σημαντικό βαθμό της εκπομπής διοξειδίου του άνθρακα και άλλων περιβαλλοντικών επιπτώσεων του συστήματος.
5. Βελτίωση των επιπέδων αξιοπιστίας, ποιότητας και ασφάλειας το δικτύου ενέργειας.
6. Βελτίωση σε σημαντικό βαθμό των υπηρεσιών που μπορούν να υπάρχουν στην παροχή ενέργειας.
7. Διευκολύνετε η ενοποίηση όλων των ξεχωριστών αγορών της ΕΕ προς μία ενιαία ευρωπαϊκή αγορά.

2.2 Ποιος ο λόγος για την χρησιμοποίηση του Smart Grid.

Από το 2005 και μετά, έχουμε δει μια αύξηση στο ενδιαφέρον για το Smart Grid. Αυτό συμβαίνει κυρίως λόγω στην μεγάλη ανάπτυξη που υπάρχει στον τομέα των τηλεπικοινωνιών και πως αυτές οι νέες τεχνολογίες μπορούν να χρησιμοποιηθούν ώστε εκσυγχρονιστούν τα δίκτυα ενέργειας. Ο μόνος τρόπος να γίνει η παραγωγή ενέργειας πιο οικολογική με χαμηλότερες εκπομπές διοξειδίου του άνθρακα σε ρεαλιστικό κόστος είναι μέσω καλύτερης παρακολούθησης και χειρισμού του δικτύου ενέργειας.

Οι κυριότεροι λόγοι είναι:

2.2.1 Παλαιωμένες εγκαταστάσεις και έλλειψη χωρητικότητας του δικτύου.

Σε πολλά μέρη του κόσμου, το δίκτυο ενέργειας επεκτάθηκε γρήγορα από την δεκαετία του 50 και ο εξοπλισμός για την μετάδοση της ηλεκτρικής ενέργειας που είχε εγκατασταθεί τώρα θεωρείται τώρα ξεπερασμένος και χρειάζεται να αντικατασταθεί. Το κόστος για την αντικατάσταση θα είναι πολύ υψηλό ακόμα και αν η δυνατότητα κατασκευής εξοπλισμού ενέργειας και το κατάλληλο ανθρώπινο δυναμικό υπήρχαν. Η ανάγκη για αντικατάσταση των κυκλωμάτων μετάδοσης και διανομής της ενέργειας μας δίνει την ευκαιρία να καινοτομήσουμε και να χρησιμοποιήσουμε νέους σχεδιασμούς και τεχνολογίες .

Σε Πολλές χώρες τα σχέδια για επέκταση των δικτύων για την αντιμετώπιση της αυξανόμενης κατανάλωσης ηλεκτρικής ενέργειας, καθώς και τα σχέδια για την διασύνδεση ανανεώσιμων πηγών ενέργειας έχουν καθυστερήσει και σε μερικές περιπτώσεις ακόμα και δέκα χρόνια. Γι' αυτό το λόγο κάποια από τα υπάρχοντα δίκτυα και γραμμές ηλεκτρικής ενέργειας λειτουργούν κοντά στα όρια χωρητικότητας τους και κάποιες ανανεώσιμες πηγές ενέργειας δεν μπορούν να ενωθούν. Αυτό απαιτεί πιο έξυπνους τρόπους για την αύξηση της χωρητικότητας των δικτύων δυναμικά και εκτροπή των ροών ισχύος μέσω λιγότερων φορτωμένων δικτύων.

2.2.2 Θερμικοί περιορισμοί στις γραμμές.

Οι θερμικοί περιορισμοί στις υπάρχουσες γραμμές του δικτύου ενέργειας και τον εξοπλισμό τους μας δίνει το ανώτατο όριο της χωρητικότητας ενέργειας τους. Όταν μέσα από τις γραμμές και τον εξοπλισμό περνάει ρεύμα μεγαλύτερο από αυτό που αντέχει τότε υπερθερμαίνεται και η μόνωση τους χαλάει πιο γρήγορα. Αυτό προκαλεί μύωση στον χρόνο ζωής τους και αύξηση στις περιπτώσεις λαθών. Αν σε μια γραμμή περάσει παραπάνω ρεύμα από ότι αντέχει, ο αγωγός διαστέλλεται και χαλαρώνει και η απόσταση από το έδαφος μικραίνει.

Κάθε μείωση της απόστασης του αγωγού από το έδαφος έχει σημαντικές επιπτώσεις και γιατί παρατηρείται αύξηση στον αριθμό των λαθών και λόγω του ότι αποτελεί κίνδυνο για την δημόσια ασφάλεια. Οι θερμικοί περιορισμοί εξαρτώνται σε μεγάλο βαθμό από τις περιβαλλοντικές συνθήκες που αλλάζουν κατά την διάρκεια του έτους.

2.2.3 Λειτουργικοί περιορισμοί

Κάθε σύστημα ενέργειας λειτουργεί μέσα σε ορισμένα όρια τάσης και συχνότητας. Αν η τάση υπερβεί τα όρια τότε η μόνωση του συστήματος ενέργειας και ο εξοπλισμός του πελάτη μπορούν να πάθουν ζημιά κάτι που μπορεί να οδηγήσει το σύστημα σε λάθη και ζημιές. Από την άλλη αν η τάση είναι πολύ χαμηλή τότε μπορούν να δημιουργηθούν προβλήματα στον εξοπλισμό.

Η χωρητικότητα πολλών κυκλωμάτων διακίνησης ηλεκτρικής ενέργειας περιορίζεται από τις διακυμάνσεις στην τάση μεταξύ του ανώτατου και ελάχιστου φορτίου και γι' αυτό τα κυκλώματα δεν είναι ποτέ φορτωμένα κοντά στα όρια τους. Αν και το μειωμένο φόρτωμα του κυκλώματος οδηγεί σε χαμηλές απώλειες, χρειάζεται μεγαλύτερη επένδυση χρημάτων. Από την δεκαετία του 90 υπήρξε μια αναβίωση του ενδιαφέροντος για την σύνδεση του δικτύου παραγωγής με αυτό της διακίνησης. Αυτή η διανεμημένη παραγωγή μπορεί να προκαλέσει υπέρταση όταν το φορτίο είναι χαμηλό και γι' αυτό χρειάζεται η συντονισμένη λειτουργία της τοπικής παραγωγής και ειδικός εξοπλισμός για τον έλεγχο της τάσης στο δίκτυο διανομής. Η συχνότητα του συστήματος ενέργειας εξαρτάτε από την ισορροπία της παραγωγής και της ζήτησης. Οι διαχειριστές του συστήματος διατηρούν την συχνότητα μεταξύ αυστηρών ορίων και όταν αυτή μεταβάλλεται τότε ενεργοποιούνται μηχανισμοί για να την επαναφέρουν σε φυσιολογικά επίπεδα. Κάτω από συνθήκες έκτακτης ανάγκης κάποια φορτία αποσυνδέονται για να διατηρηθεί η σταθερότητα του δικτύου.

Ανανεώσιμες πηγές ενέργειας (όπως για παράδειγμα, Αιολική, ηλιακή) δεν έχουν σταθερή παραγωγή ενέργειας και είναι πολλές φορές δύσκολο να προβλεφτεί με ακρίβεια για ώρες αργότερα. Στα φωτοβολταϊκά πάνελ η ενέργεια εξαρτάτε από τις καιρικές συνθήκες όπως και στην αιολική ενέργεια. Δηλαδή υπάρχουν περίοδοι κατά την διάρκεια της ημέρας που η παραγωγή είναι μεγαλύτερη από άλλες περιόδους. Μία μεγάλη γεννήτρια ορυκτών καυσίμων μπορεί να χρειάζεται ώρες μέχρι να φτάσει σε πλήρη λειτουργία. Κάποιοι από τους παραγωγούς ενέργειας του συστήματος (για παράδειγμα ένα πυρηνικό εργοστάσιο) μπορεί να λειτουργούν συνέχεια και με σταθερή απόδοση για τεχνικούς ή εμπορικούς λόγους. Γι' αυτό η διατήρηση ισορροπίας παραγωγής και ζήτησης γίνεται δύσκολη. Η αποθήκευση ενέργειας μπορεί να αντιμετωπίσει αυτό το πρόβλημα αλλά με μία ανάλογη αύξηση στο κόστος.

Γι' αυτό το λόγο οι διαχειριστές του δικτύου ολοένα και περισσότερο προσπαθούν να βρουν τρόπους να εξισορροπήσουν την παραγωγή με τη ζήτηση. Πιστεύετε ότι στο μέλλον η στροφή των ανθρώπων στην ηλεκτρική ενέργεια για την θέρμανση τους(και για τη μείωση των εκπομπών διοξειδίου του άνθρακα) και λόγω της φόρτισης των ηλεκτρικών οχημάτων θα οδηγήσει σε μεγαλύτερη χωρητικότητα δυναμικών φορτίων.

2.2.4 Ασφάλεια εφοδιασμού ηλεκτρικής ενέργειας

Οι σύγχρονες κοινωνίες χρειάζονται ολοένα και περισσότερο αξιόπιστη παροχή ηλεκτρικής ενέργειας καθώς όλο και περισσότερα κρίσιμα φορτία συνδέονται στο δίκτυο(νοσοκομεία, μετρό, κτλ.). Η παραδοσιακή μέθοδος για την ενίσχυση της αξιοπιστίας ήταν εκτός από το κύριο κύκλωμα να εγκαθίσταντε και άλλα επιπλέον, κάτι που είχα και χρηματικό αλλά και περιβαλλοντικό κόστος. Έτσι το μόνο που χρειάζονταν όταν παρουσιάζονταν πρόβλημα ήταν να αποσυνδέουν το προβληματικό κύκλωμα. Η προσέγγιση ενός έξυπνου δικτύου είναι να χρησιμοποιήσει μετά το λάθος μια έξυπνη αναδιάρθρωση ώστε μετά το αναπόφευκτο λάθος στο σύστημα ενέργειας, όχι μόνο η παροχή ενέργειας στον πελάτη να παραμείνει σταθερή αλλά και να αποφευκτική και η ακριβή λύση της εγκατάστασης επιπλέον κυκλωμάτων που έτσι και αλλιώς έμενα αχρησιμοποίητα για το μεγαλύτερο διάστημα της ζωής τους.

2.2.5 Εθνικές πρωτοβουλίες

Πολλές κυβερνήσεις ενθαρρύνουν την ανάπτυξη των SmartGrid ως έναν οικονομικό τρόπο ώστε να εκσυγχρονίσουν τα συστήματα ενέργειας τους καθώς επίσης και μπορούν πιο εύκολα να διασύνδεουν πηγές χαμηλών εκπομπών διοξειδίου του άνθρακα. Επίσης η ανάπτυξη των SmartGrid βλέπετε και ως μια ευκαιρία να αναπτυχθούν νέα προϊόντα και υπηρεσίες.

2.3 Πλεονεκτήματα της τεχνολογίας του SmartGrid.

Διάφοροι λόγοι συντελούν στην ανικανότητα των σημερινών δικτύων στο να καλύψουν αποδοτικά τις ανάγκες για ηλεκτρική ενέργεια. Ο παρακάτω πίνακας συγκρίνει τα χαρακτηριστικά των σημερινών δικτύων με αυτά των SmartGrid:

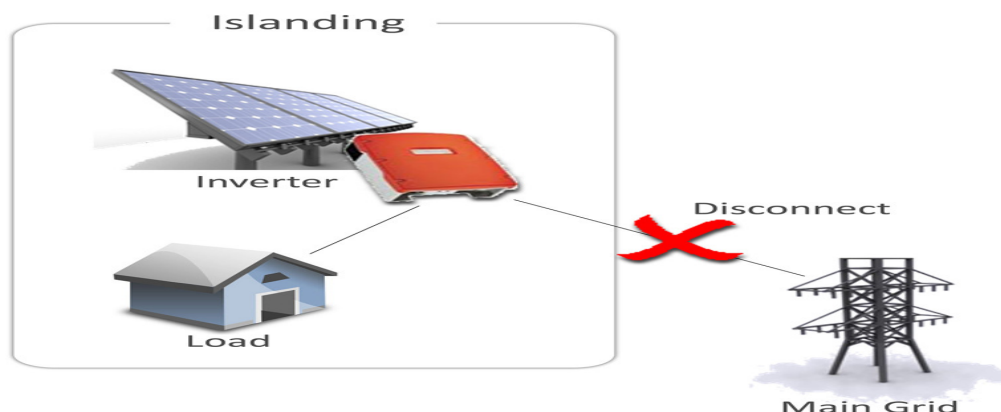
Προτιμώμενα Χαρακτηριστικά	Σημερινά Δίκτυα	Έξυπνα Δίκτυα
Ενεργή συμμετοχή των καταναλωτών	Οι καταναλωτές δεν είναι ενημερωμένοι ούτε συμμετέχουν.	Καταναλωτές που είναι ενήμεροι και συμμετέχουν.
Υποστήριξη όλων των μεθόδων παραγωγής και αποθήκευσης ενέργειας.	Κυριαρχείται από την κεντρική παραγωγή. Υπάρχουν πολλά εμπόδια για την κατανομή ενέργειας και στην διασύνδεση των πόρων	Ευκολία στην κατανομή της ενέργειας. Η διασύνδεση των πόρων γίνεται ποιο εύκολη. Δίνεται έμφαση στις ανανεώσιμες πηγές ενέργειας.
Νέα προϊόντα, υπηρεσίες και αγορές.	Περιορισμένες, φτωχά ενσωματωμένες αγορές χονδρικής. Περιορισμένες δυνατότητες για τους καταναλωτές.	Καλά ενσωματωμένες αγορές χονδρικής. Ανάπτυξη μιας νέας αγοράς ηλεκτρικής ενέργειας για τους καταναλωτές.
Η ποιότητα της ενέργειας έχει πολύ σημαντικό ρόλο.	Επικεντρωμένα στις διακοπές. Χαμηλή απόκριση σε θέματα ποιότητας ενέργειας.	Η ποιότητα της ενέργειας αποτελεί προτεραιότητα. Ποικιλία επιλογών για την ποιότητα σε σχέση με τη τιμή. Γρήγορη λύση των προβλημάτων.
Πρέπει να προβλέπει τυχόν βλάβες στο σύστημα και να τις επιδιορθώνει αυτόματα από μόνο του.	Ανταποκρίνεται ώστε να μειώσει τις ζημιές και επικεντρώνεται στην προστασία των εγκαταστάσεων του δικτύου σε περίπτωση βλάβης	Αυτόματα ανιχνεύει και αντιμετωπίζει τα προβλήματα. Επικεντρώνεται στην πρόληψη μειώνοντας τις επιπτώσεις για τους καταναλωτές.
Ανθεκτικότητα ενάντια σε ηλεκτρονικές επιθέσεις και φυσικές καταστροφές.	Ευάλωτα σε επιθέσεις τροπμοκρατίας και φυσικών καταστροφών με χαμηλή απόκριση.	Ανθεκτικότητα ενάντια σε ηλεκτρονικές επιθέσεις και φυσικές καταστροφές, δυνατότητα γρήγορης αποκατάστασης του δικτύου.

2.4 Χαρακτηριστικά στοιχεία και λειτουργίες.

Τα κυριότερα χαρακτηριστικά των SmartGrid που τα ξεχωρίζουν από τα συμβατικά δίκτυα είναι τα παρακάτω:

2.4.1 Νησιδοποίηση(Islanding)

Νησιδοποίηση (Islanding) αναφέρεται στην περίπτωση όπου ένα τοπικό ηλεκτρικό δίκτυο συνεχίζει να έχει ρεύμα χωρίς να παίρνει από το κεντρικό δίκτυο λόγω κάποιας τεχνολογίας μικροπαραγωγής. Για παράδειγμα νησιδοποίηση έχουμε όταν μια γραμμή ενέργειας έχει ενσωματωμένα και ηλιακά πάνελ. Στην περίπτωση Blackout τα ηλιακά πάνελ συνεχίζουν να παράγουν ενέργεια εφόσον υπάρχει ακόμα ήλιος. Έτσι αυτή η γραμμή είναι σαν ένα νησί με ενέργεια περιτριγυρισμένο από μία θάλασσα γραμμών χωρίς ρεύμα. Τα σημερινά συμβατικά δίκτυα χαρακτηρίζονται από μία κεντρική παραγωγή και γι' αυτό σε περίπτωση διακοπής της ενέργειας δεν υπάρχει νησιδοποίηση και όλοι οι πελάτες σε μία περιοχή μένουν χωρίς ρεύμα.



Εικόνα 2 Νησιδοποίηση

Υπάρχουν δύο ειδών νησιδοποιήσεις, η εκ προθέσεως και η ακούσια.

2.4.1.1 Εκ προθέσεως νησιδοποίηση.

Η εκ προθέσεως η προγραμματισμένη νησιδοποίηση πραγματοποιείται όταν ένα μέρος του δικτύου απομονώνεται από το κεντρικό δίκτυο με σκοπό την αξιοπιστία του δικτύου και την διατήρηση της ασφαλείας του. Το προσωπικό συνεχώς παρακολουθεί το νησιδοποιημένο σύστημα και δεν υπάρχει κανένα πρόβλημα για το προσωπικό.

2.4.1.2 Ακούσια νησιδοποίηση.

Όταν η νησιδοποίηση είναι ξαφνική και απρόβλεπτη τότε μιλάμε για ακούσια νησιδοποίηση, κάτι που γίνεται κυρίως λόγω αποτυχίας των μέτρων κατά της νησιδοποίησης. Αυτού του είδους η νησιδοποίηση μπορεί να συμβεί για διάφορους λόγους όπως κάποιου στιγμιαίου λάθους της τροφοδοσίας του δικτύου ή από απλά φυσικές καταστροφές όπως το κόψιμο κάποιου καλωδίου από ένα πεσμένο δέντρο.

2.4.2 Αμφίδρομη ροή ηλεκτρικής ενέργειας.

Σκοπός των Smart Grid είναι τα διάφορα τοπικά δίκτυα να στέλνουν ενέργεια στο κεντρικό δίκτυο και αντίστροφα. Για παράδειγμα ένα σπίτι στο οποίο έχουν τοποθετηθεί ηλιακά πάνελ. Κατά την διάρκεια της ημέρας η κατανάλωση του ρεύματος δεν είναι πάντα σταθερή. Πολλές φορές όταν η κατανάλωση είναι πολύ χαμηλή τα πάνελ παράγουν παραπάνω ενέργεια από ότι χρειάζεται. Αυτήν την ενέργεια που περισσεύει την στέλνουν στο κεντρικό δίκτυο για να χρησιμοποιηθεί σε άλλες ανάγκες. Το βράδυ που δεν υπάρχει ήλιος αν χρειαστεί παραπάνω ενέργεια τότε το κεντρικό δίκτυο θα δώσει όσο χρειαστεί.

2.4.3 Αποθήκευση ενέργειας.

Σε ένα ηλεκτρικό δίκτυο, είτε αυτό είναι ένα ισχυρό διασυνδεδεμένο δίκτυο (όπως αυτό της ηπειρωτικής χώρας) είτε είναι αυτόνομο (μεγάλης ή μικρότερης ισχύος, όπως τα νησιά ανάλογα με το μέγεθός τους) σε κάθε χρονική στιγμή πρέπει να ικανοποιείται το ισοζύγιο της ισχύος, δηλ. η ισχύς που απορροφάται από τους καταναλωτές, το φορτίο, πρέπει να είναι ίση, με μικρές αποκλίσεις, προς αυτή που παράγουν οι σταθμοί παραγωγής (θερμικοί, υδροηλεκτρικοί κλπ).

Για τα SmartGrid που θα βασίζονται περισσότερο σε ανανεώσιμες πηγές ενέργειας η ικανότητα να αποθηκεύονται μεγάλες ποσότητες ενέργειας για μελλοντική χρήση είναι αναγκαία. Εξαιτίας της μη σταθερής απόδοσης που έχουν κάποιες ανανεώσιμες πηγές ενέργειας όπως την νύχτα για τα ηλιακά πάνελ και την έλλειψη αέρα για τις ανεμογεννήτριες μπορεί να υπάρχουν στιγμές που το ρεύμα που παράγεται να μην επαρκεί για να καλύψει τις ανάγκες των καταναλωτών.

Σε αυτές τις στιγμές η ενέργεια που είναι αποθηκευμένη μπορεί να καλύψει τις ανάγκες των καταναλωτών μέχρι να ξαναρχίσουν να παράγουν ενέργεια. Με αυτόν τον τρόπο πετυχαίνουμε μια πιο αποδοτική και οικονομική λειτουργία του δικτύου. Η χρονική διακύμανση του φορτίου είναι σχετικά προβλέψιμη ώστε να προσαρμόζεται η παραγωγή ηλεκτρικής ισχύος.

ΣΧΕΔΙΑΣΜΟΣ ΔΙΚΤΥΩΝ ΕΝΕΡΓΕΙΑΣ*ΤΕΙ Μεσολογγίου τμήμα Τηλεπικοινωνιακών συστημάτων και δικτύων – 2012*

Για τεχνικούς λόγους και σε περιόδους χαμηλού φορτίου, οι μεγάλοι θερμικοί σταθμοί δεν μπορούν να μειώσουν την παραγωγή τους κάτω από ένα τεχνικό ελάχιστο όριο οπότε τις χρονικές αυτές περιόδους φαίνεται να περισσεύει ισχύς στο δίκτυο.

Αποτελεσματική αποθήκευση ενέργειας μπορεί να πραγματοποιηθεί με πολλούς τρόπους όπως :

1. Σε ηλεκτρική μορφή συνεχούς ρεύματος σε μία συστοιχία ηλεκτρικών συσσωρευτών (μπαταρίες).
2. Σε μηχανική μορφή υπό την μορφή κινητικής ενέργειας σε σφόνδυλο.
3. Υπό τη μορφή πεπιεσμένου αέρα ή αερίου γενικότερα σε αεροφυλάκιο.
4. Σε υδραυλική μορφή υπό την μορφή ποσότητας νερού που αντλείται από μία χαμηλότερη στάθμη σε μία υψηλότερη.

Στην διαδικασία αποθήκευσης της ενέργειας και στην συνέχεια της επαναπόδοσής της στην κατανάλωση γίνεται με την ανάπτυξη απωλειών με αποτέλεσμα η ενέργεια που αποδίδεται να είναι μικρότερη από την ενέργεια που αποθηκεύεται. Ο τύπος των απωλειών εξαρτάται από την μέθοδο αποθήκευσης.

2.4.4 Smart meters(Εξυπνοι μετρητές).

Στα σημερινά δίκτυα ηλεκτρικής ενέργειας η μόνη μέτρηση που γίνεται αφορά στο ποσό της ενέργειας που καταναλώνεται από τον πελάτη. Η εταιρία παραγωγής του ρεύματος παίρνει αυτά τα στοιχεία και υπολογίζει το πόσο πρέπει να πληρώσει ο πελάτης. Με τα Smart Grid και τους έξυπνους μετρητές θα υπάρχουν υποδομές οι οποίες θα καταγράφουν σε πραγματικό χρόνο την κατανάλωση όλων των συσκευών του πελάτη και όχι μόνο την συνολική κατανάλωση. Οι εταιρίες θα έχουν την δυνατότητα με έγκριση του πελάτη να δημιουργούν ενεργειακά προφίλ για να μπορούν να καθορίζουν ανά πάσα στιγμή το ποσό της ενέργειας που θα παρέχουν. Οι μετρήσεις θα στέλνονται ανά τακτά χρονικά διαστήματα που καθορίζονται ανάλογος με τις ανάγκες του συστήματος. Τα δεδομένα προτού σταλούν θα επεξεργάζονται. Για την μετάδοση των δεδομένων θα μπορούν να χρησιμοποιηθούν διάφορες τεχνολογίες όπως WiFi και Bluetooth(για την μετάδοση από τις συσκευές) και το διαδίκτυο, οπτικών ινών η 3G (για την αποστολή των δεδομένων από τον πελάτη στην εταιρία παροχής ρεύματος). Οι εταιρίες με βάση τα δεδομένα που έχουν την δυνατότητα αν έχουν άδεια να μπορούν να χειριστούν κάποιες από τις συσκευές ώστε αν χρειαστεί να μπορούν να τις θέσουν εκτός λειτουργίας. Με αυτόν τον τρόπο θα μπορούν να μειώσουν την ζήτηση του φορτίου. Οι πάροχοι με τα δεδομένα που θα έχουν θα μπορούν ακόμα προσφέρουν ένα πλήθος νέων υπηρεσιών και οι πελάτες θα ασκούν μεγαλύτερη επιρροή στην λειτουργία της αγοράς ενέργειας.



Εικόνα 3 Smart Meter

2.4.5 Ένδειξη τιμής.

Τα δίκτυα Smart Grid λόγω των Smart Meters θα μπορούν να προσφέρουν στους καταναλωτές μία οπτική ένδειξη του ποσού που θα πρέπει να πληρώσουν για το ρεύμα που καταναλώνουν. Η γνώση της τιμής που θα μπορεί ο πελάτης να δει από μια απλή οπτική ένδειξη έχει σημαντική επιρροή. Έχει παρατηρηθεί ότι οι καταναλωτές που γνωρίζουν πόσο κοστίζει το ρεύμα που χρησιμοποιούν καταναλώνουν λιγότερο ρεύμα από αυτούς που δεν ξέρουν. Με αυτόν τον τρόπο εξοικονομείτε ενέργεια και προστατεύεται το περιβάλλον.

2.4.6 Αυτόματη επιδιόρθωση σφαλμάτων.

Η αξιοπιστία των συστημάτων ενέργειας έχει έρθει στο επίκεντρο από τα πρόσφατα Blackouts στον κόσμο. Τα οικονομικά και κοινωνικά κόστη αυτών των αποτυχιών μπορούν να φτάσουν τα δισεκατομμύρια δολάρια. Όσο η τεχνολογία αναπτύσσεται στηριζόμαστε όλο και περισσότερο στο ηλεκτρικό ρεύμα. Χρησιμοποιούμε καθημερινά μηχανήματα η τεχνολογίες όπως το internet που χρειάζονται συνεχώς ρεύμα.

Η ανάγκη λοιπόν για την αξιοπιστία των συστημάτων ενέργειας μεγαλώνει. Αυτή η αύξηση στην κατανάλωση ενέργειας έχει οδηγήσει και στην αύξηση των Blackouts. Ένα δίκτυο αυτόματης επιδιόρθωσης σφαλμάτων θα πρέπει : 1) Να μπορεί να προβλέπει έγκαιρα τα προβλήματα που μπορούν να δημιουργηθούν. 2) Ανακατανομή των πόρων για την ελαχιστοποίηση των δυσμενών επιπτώσεων. 3) Μια γρήγορη και συντονισμένη απάντηση στις εξελισσόμενες διαταραχές .

ΣΧΕΔΙΑΣΜΟΣ ΔΙΚΤΥΩΝ ΕΝΕΡΓΕΙΑΣ

ΤΕΙ Μεσολογγίου τμήμα Τηλεπικοινωνιακών συστημάτων και δικτύων – 2012

4) Ελαχιστοποίηση της απώλειας υπηρεσίας κάτω από οποιεσδήποτε συνθήκες .5) Ελαχιστοποίηση του χρόνου που χρειάζεται για να αποκατασταθεί η υπηρεσία.

2.4.7 Διαχείριση της ζήτησης.

Η διαχείριση της ζήτησης(Demand Side Management(DSM)), είναι η τροποποίηση της καταναλωτικής ζήτησης για ενέργεια με διάφορες μεθόδους, όπως οικονομικά κίνητρα και εκπαίδευση. Ο κύριος στόχος της διαχείρισης της ζήτησης είναι να ενθαρρύνει τον καταναλωτή να χρησιμοποιεί λιγότερη ενέργεια κατά τις ώρες αιχμής η ν αλλάζει τις ώρες που χρησιμοποιεί την ενέργεια σε ώρες εκτός αιχμής όπως τη νύχτα και τα σαββατοκύριακα. Με την διαχείριση της ζήτησης δεν μειώνεται αναγκαστικά η συνολική κατανάλωση ενέργειας αλλά αναμένεται να οδηγήσει στην μείωση της ανάγκης για επενδύσεις σε δίκτυα και μονάδες παραγωγής.

Η κατανάλωση ηλεκτρικής ενέργειας μπορεί να ποικίλει σημαντικά σε βραχυπρόθεσμα και μεσοπρόθεσμα χρονικά πλαίσια. Επιπλέον η ικανότητα η προθυμία των καταναλωτών η τιμή να προσαρμόζεται αλλάζοντας την ζήτηση μπορεί να είναι χαμηλή, ιδιαίτερα βραχυπρόθεσμα. Διάφορες αποτυχίες της αγοράς έχουν αποκλείσει ένα ιδανικό αποτέλεσμα γι' αυτό η διαχείριση της ζήτησης θα πρέπει να φέρει την ζήτηση και την προσφορά σε ένα βέλτιστο σημείο.

2.4.8 Απόκριση στη ζήτηση.

Η απόκριση στη ζήτηση(Demand Response) είναι ένας μηχανισμός των δικτύων ηλεκτρικής ενέργειας για την διαχείριση της κατανάλωσης ενέργειας των πελατών σε σχέση με τις συνθήκες προσφοράς. Τα δίκτυα ενέργειας εξελίσσονται συνεχώς οι επιχειρήσεις και οι υπηρεσίες που ασχολούνται με τον τομέα της ενέργειας πρέπει να ανταποκρίνονται άμεσα στις νέες ανάγκες των καταναλωτών και να αξιοποιούν τις ευκαιρίες που προκύπτουν από τις τεχνολογικές εξελίξεις και καινοτομίες.

2.4.9 Plug-in electric vehicle(PEV).

Τα ηλεκτρικά οχήματα είναι μια νέα σχετικά τεχνολογία οχημάτων που κινούνται με ηλεκτρική ενέργεια μέσω μίας μπαταρίας μεγάλης χωρητικότητας που επαναφορτίζεται από το δίκτυο ηλεκτρικής ενέργειας. Ο αριθμός των ηλεκτρικών οχημάτων μπορεί να μην είναι μεγάλος αυτή τη στιγμή αλλά θεωρείται ότι θα παίξουν καθοριστικό ρόλο στο μέλλον αφού θεωρούνται πιο οικολογικά από τα συμβατικά οχήματα και η ενσωμάτωσή τους στο δίκτυο ως μονάδες κατανάλωσης και αποθήκευσης ενέργειας θα καθορίσει σε μεγάλο βαθμό την μορφή του δικτύου.

ΣΧΕΔΙΑΣΜΟΣ ΔΙΚΤΥΩΝ ΕΝΕΡΓΕΙΑΣ

ΤΕΙ Μεσολογίου τμήμα Τηλεπικοινωνιακών συστημάτων και δικτύων – 2012

Για την αξιοποίηση τους για κατανάλωση πώληση και αγορά ηλεκτρικής ενέργειας είναι απαραίτητο το δίκτυο να υποστηρίζει τις απαραίτητες τεχνολογίες αμφίδρομης ροής ισχύος και εμπορικές εφαρμογές αγοροπωλησίας ενέργειας. Δηλαδή αυτό σημαίνει ειδικά σημεία φόρτισης σταθμούς και εφαρμογές αγοροπωλησίας, έξυπνους μετρητές, συστήματα ανταλλαγής δεδομένων και φιλικές προς τον χρήστη διεπαφές.

Για τα Smart Grids τα ηλεκτρικά αυτοκίνητα θα γίνουν πολύ σημαντικά καθώς μπορούν να αποθηκεύσουν συνολικά μεγάλα ποσά ενέργειας. Οι οδηγοί θα μπορούν να τα φορτίζουν την νύχτα που η ζήτηση είναι χαμηλή και όταν η ζήτηση είναι μεγάλη θα μπορούν να επιστρέφουν ενέργεια στο δίκτυο. Η τεχνολογία που επιτρέπει την σύνδεση των οχημάτων με το δίκτυο και την αξιοποίηση τους είναι γνωστή ως Vehicle to Grid(V2G). Εκτός από την συνεισφορά τους στο δίκτυο ενέργειας τα ηλεκτρικά οχήματα είναι οικολογικά και βοηθούν στην αντιμετώπιση του φαινομένου του θερμοκηπίου.



Εικόνα 4 Ηλεκτρικά αυτοκίνητα

2.5 Μικροδίκτυα.

2.5.1 Κατανεμημένες Παραγωγές.

Οι Κατανεμημένες Πηγές Ενέργειας (ΚΠΕ) περιλαμβάνουν τις Κατανεμημένες Παραγωγές (ΚΠ), τις Κατανεμημένες μονάδες Αποθήκευσης ενέργειας (ΚΑ) και τα ελεγχόμενα φορτία.

Οι Κατανεμημένες Παραγωγές είναι μονάδες ενέργειας τοποθετημένες κοντά στα τοπικά φορτία και μπορούν να βελτιώσουν την ποιότητα και την αξιοπιστία της παρεχόμενης ηλεκτρικής ενέργειας στον καταναλωτή ενώ παράλληλα μειώνουν τις εκπομπές άνθρακα. Επιπρόσθετα οφέλη είναι ο περιορισμός των απωλειών στις γραμμές και του κόστους επέκτασης των δικτύων.

Στις Κατανεμημένες Παραγωγές περιλαμβάνονται οι ανεμογεννήτριες, τα φωτοβολταϊκά, οι μονάδες βιομάζας αλλά και γεννήτριες κινούμενες από παλινδρομικές μηχανές, μικροστρόβιλους και τα κύτταρα καυσίμου. Για να έχουμε βέλτιστη αξιοποίηση της δεύτερης κατηγορίας ΚΠ επιδιόκουμε και την αξιοποίηση της αποβαλόμενης θερμότητας, οπότε οδηγούμαστε στα συστήματα συνδυασμένης παραγωγής θερμότητας και ηλεκτρικής ενέργειας.

2.5.2 Μικροδίκτυα(MicroGrids)

Παρόλο που οι ΚΠ έχουν τα προαναφερθέντα πλεονεκτήματα όταν πρόκειται να ελεγχθεί μεγάλος αριθμός τους τότε υπάρχει ένα σημαντικό πρόβλημα και η λύση θεωρείται ότι είναι τα μικροδίκτυα. Μικροδίκτυα είναι ηλεκτρικά συστήματα με τουλάχιστον μία ΚΠ και φορτία, που έχουν την ικανότητα να λειτουργούν αυτόνομα (island) εντός του δικτύου διανομής αν χρειασθεί. Επειδή η παραγωγή ορισμένων ΚΠ είναι αβέβαιη απαιτείται η χρήση ΚΑ.

Μέσα στα μικροδίκτυα τα φορτία και οι πηγές μπορούν να συνδέονται και να αποσυνδέονται καθώς και το μικροδίκτυο να αποσυνδέεται από το υπόλοιπο ηλεκτρικό δίκτυο με την ελάχιστη διαταραχή στα τοπικά φορτία. Όταν το μικροδίκτυο εργάζεται αυτόνομα και χρειάζεται να επανασυνδεθεί στο υπόλοιπο δίκτυο, τότε χρειάζεται συγχρονισμός μεταξύ τους πριν κλείσει ο διακόπτης.

Άρα η σχεδίαση και λειτουργία των μικροδικτύων απαιτεί νέες ικανότητες και τεχνολογίες στους τομείς των ΣΗΕ, στα ηλεκτρονικά ισχύος, στα αναλογικά και ψηφιακά ηλεκτρονικά και στον έλεγχο, ενώ καθοριστικός στην ανάπτυξή τους είναι ο ρόλος των επικοινωνιακών συστημάτων και των δικτύων υπολογιστών. Επομένως το τελικό αποτέλεσμα με τη χρήση των μικροδικτύων είναι να μετατρέψουμε τα δίκτυα διανομής από παθητικά σε ενεργά.

2.5.3 Μικροδίκτυα σε νησιά.

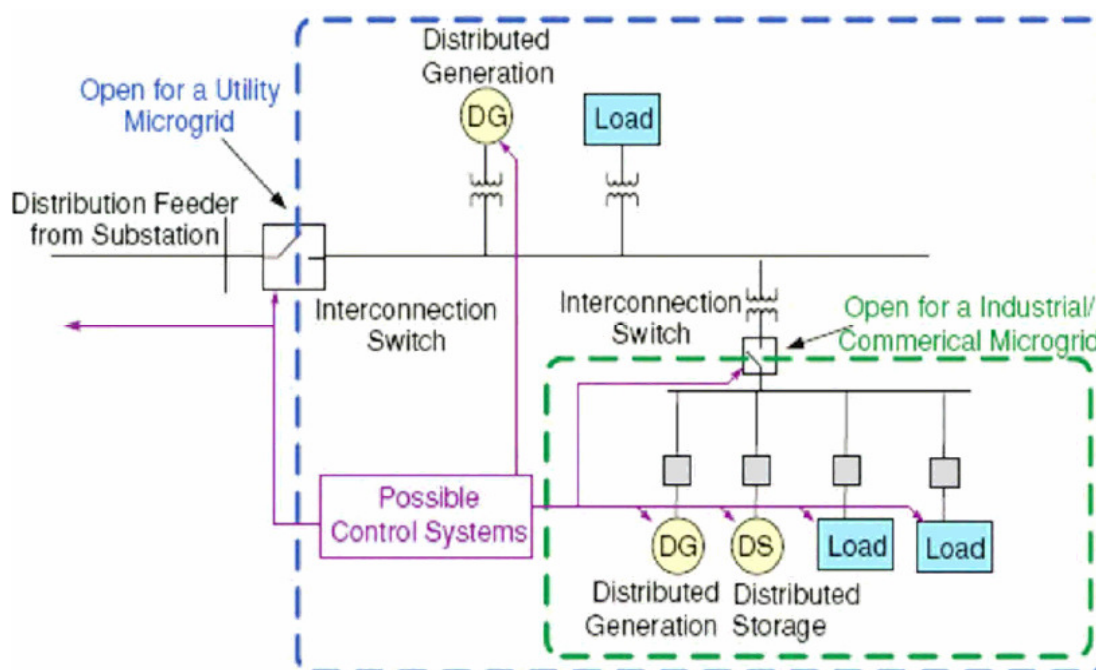
Οι ανάγκες σε ηλεκτρική ενέργεια στα μη διασυνδεδεμένα με το ηπειρωτικό δίκτυο νησιά καλύπτονται από τους αυτόνομους σταθμούς Diesel και χρησιμοποιείται πετρέλαιο που μεταφέρεται με δεξαμενόπλοια. Τα περισσότερα νησιά παρουσιάζουν υψηλούς δείκτες ετήσιας αύξησης ζήτησης ενέργειας και ισχύος, ιδιαίτερα τους καλοκαιρινούς μήνες λόγω του αυξημένου τουρισμού και της χρήσης κλιματιστικών. Ήδη, η κατανάλωση ηλεκτρικής ενέργειας στα νησιά πλησιάζει το 10% της χώρας ενώ η κατανάλωση πετρελαίου είναι αυξανόμενη και με μεγάλη οικονομική επιβάρυνση.

Οι ανάγκες σε νερό στα περισσότερα νησιά δεν μπορούν να καλυφθούν από τα επιφανειακά και υπόγεια νερά. Η μεταφορά του νερού έχει υψηλό κόστος με υψηλή κατανάλωση πετρελαίου που δεν μπορεί παρά να αποτελεί μια προσωρινή λύση. Η αφαλάτωση θαλασσινού νερού με την τεχνολογία της αντίστροφης όσμωσης και χρήση ηλεκτρικής ενέργειας αποτελεί μια μόνιμη λύση αλλά απαιτεί μεγάλη ποσότητα ενέργειας.

Αυτές οι τάσεις για αυξανόμενες ανάγκες σε ηλεκτρική ενέργεια και πόσιμο νερό σε συνδυασμό με τις καλπάζουσες τιμές του πετρελαίου δημιουργούν κλίμα αβεβαιότητας στους ρυθμούς ανάπτυξης των νησιών. Η στρατηγική της Ευρωπαϊκής Ένωσης για την ενέργεια και το περιβάλλον με φιλόδοξους στόχους δείχνει την κατεύθυνση για την ανάπτυξη. Για την Ελλάδα μεταξύ των άλλων έχει προταθεί στόχος 18% συμμετοχής των Ανανεώσιμων Πηγών Ενέργειας (ΑΠΕ) στην τελική κατανάλωση της χώρας για το 2020. Τα νησιά χαρακτηρίζονται από υψηλό δυναμικό ηλιακής και αιολικής ενέργειας, ενώ μερικά νησιά διαθέτουν επιπλέον αξιόλογο δυναμικό βιομάζας, γεωθερμίας και μικρών υδροηλεκτρικών, που αποτελούν πρόκληση για αξιοποίηση τόσο για την παραγωγή ενέργειας για τελική χρήση όσο και για την παραγωγή πόσιμου νερού.

Τα υβριδικά συστήματα και μικροδίκτυα σε συνδυασμό και με τεχνολογίες αποθήκευσης της ενέργειας, βρίσκονται σε συνεχή εξέλιξη με σκοπό τη μεγάλη διείσδυση ΑΠΕ στα ηλεκτρικά δίκτυα, ιδιαίτερα στα νησιά, σε συμφωνία και με την Ευρωπαϊκή και Εθνική πολιτική για την ενέργεια και το περιβάλλον. Απώτερος στόχος είναι η αξιοποίηση των ΑΠΕ για την κάλυψη των αναγκών των νησιών σε κάθε μορφή τελικής χρήσης ενέργειας με την εφαρμογή προηγμένων τεχνολογιών φιλικών στο περιβάλλον σε μια πορεία προς τη βιώσιμη ανάπτυξη.

Η παραγωγή ενέργειας και πόσιμου νερού με τεχνολογίες φιλικές στο περιβάλλον θα αποτελέσουν την καλύτερη υποδομή για τον οικολογική και βιώσιμη τουριστική ανάπτυξη που αποτελεί την μεγάλη πρόκληση για το τουριστικό μέλλον των νησιών.



Εικόνα 5 Μικροδίκτυο

Κεφάλαιο 3 - Προσομοίωση

3.1 Τι είναι το Simulink.

Το Simulink είναι ένα λογισμικό πακέτο που επιτρέπει τη μοντελοποίηση, προσομοίωση και ανάλυση δυναμικών συστημάτων. Υποστηρίζει γραμμικά και μη γραμμικά συστήματα, μοντελοποιημένα σε συνεχή ή διακριτό χρόνο, ή ακόμα και υβριδικά συστήματα. Υποστηρίζονται ακόμη συστήματα με τμηματικά διαφορετικούς χρόνους δειγματοληψίας.

Για τη μοντελοποίηση, το Simulink παρέχει ένα γραφικό περιβάλλον διεπαφής(GUI) που επιτρέπει την κατασκευή μοντέλων θα δομικών διαγραμμάτων, χρησιμοποιώντας λειτουργίες Click and Drag του ποντικιού. Το Simulink περιλαμβάνει ένα πλήθος βιβλιοθηκών δομικών στοιχείων (blocks), τα βασικότερα από τα οποία είναι οι πηγές(sources), τα στοιχεία απορρόφησης (sinks), τα συνεχή γραμμικά στοιχεία, τα μη γραμμικά στοιχεία και τα στοιχεία σημάτων και συστημάτων. Είναι επίσης δυνατή η τροποποίηση και η δημιουργία νέων δομικών στοιχείων από το χρήστη. Τα μοντέλα του Simulink είναι ιεραρχικά (ένα μοντέλο μπορεί να περιέχει μπλοκ τα οποία με τη σειρά τους να περιέχουν άλλα μπλοκ).

Ένα σύστημα που έχει ιεραρχική δομή μπορεί να μοντελοποιηθεί αρχικά σε υψηλό επίπεδο ως ένα σύνολο διασυνδεδεμένων υποσυστημάτων, κάθε ένα από τα οποία μοντελοποιείται ως ένα μπλοκ. Στην συνέχεια κάνοντας κλικ με το ποντίκι μπορούμε να κατέβουμε σε χαμηλότερα επίπεδα ώστε να δούμε αυξανόμενους βαθμού λεπτομέρειας.

Μετά τη δημιουργία ενός μοντέλου είναι δυνατή η προσομοίωση του, χρησιμοποιώντας μια από τις διάφορες μεθόδους ολοκλήρωσης που παρέχει το Simulink. Χρησιμοποιώντας παλμογράφους(Scopes) και άλλα μπλοκ απεικόνισης είναι δυνατή η παρακολούθηση των αποτελεσμάτων της προσομοίωσης καθώς αυτή εξελίσσεται.

3.2 Εργαλεία προσομοίωσης.

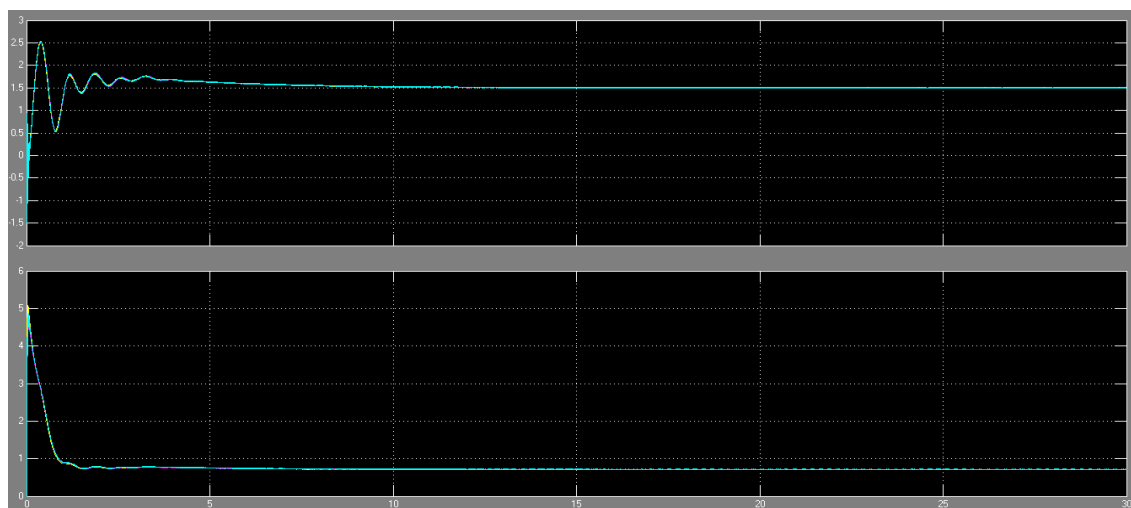
Σε αυτό το κομμάτι της εργασίας αναλύουμε τα μπλοκ που χρησιμοποιήσαμε για να πραγματοποιήσουμε την προσομοίωση.

3.2.1 Δίκτυο.

Το δίκτυο μοντελοποιείται με τη χρήση του μπλοκ "Three-Phase Programmable Voltage Source" που προσομοιώνει μια προγραμματιζόμενη τριφασική πηγή τάσης. Στις παραμέτρους ορίζουμε τάση 120Kv, μηδενική φάση και συχνότητα 60 Hertz. Στην συνέχεια χρησιμοποιούμε το μπλοκ "Three-Phase Transformer", δηλαδή ένα μπλοκ μετασχηματιστή που μετατρέπει την τάση σε 33Kv. Έπειτα ο μετασχηματιστής ενώνεται με το μπλοκ "Three-Phase PI Section Line" που είναι ένα τριφασικό καλώδιο μήκους 15 χιλιομέτρων με αμελητέα αντίσταση.

3.2.2 Φάρμα αιολικής ενέργειας.

Για την μοντελοποίηση μιας φάρμας αιολικής ενέργειας χρησιμοποιούμε ένα από τα έτοιμα μπλοκ που έχει το Simulink για την προσομοίωση ανανεώσιμων πηγών ενέργειας και πιο συγκεκριμένα το "Wind Turbine Induction Generator (Phasor Type)". Αυτό το μπλοκ εξομοιώνει μια γεννήτρια επαγωγής που λειτουργεί με την δύναμη του αέρα. Όλες οι παράμετροι όπως πόσος αέρας φυσάει ή το πόσο ενέργεια παράγει η κάθε μία μπορούν να αλλάξουν οποιαδήποτε στιγμή το θέλουμε. Στο συγκεκριμένο μοντέλο θα φτιάξουμε μια φάρμα αιολικής ενέργειας συνολικής ισχύς 6MW. Για να το πετύχουμε αυτό θα χρησιμοποιήσουμε τρία μπλοκ που θα έχουν ισχύ από τρία το καθένα. Κάθε γεννήτρια συνδέεται με έναν μετασχηματιστή 33Kv και στη συνέχεια σε μία γραμμή "Three-Phase PI Section Line". Αυτές οι γραμμές ενώνονται στη συνέχεια με το δίκτυο. Κάθε γεννήτρια παράγει 1.5 MW όπως βλέπουμε από το σχήμα. Βλέπουμε ότι η παραγόμενη ενέργεια σταθεροποιείται περίπου μετά από 5 sec και παραμένει σταθερή κατά την διάρκεια της υπόλοιπης προσομοίωσης. Μπορούμε εύκολα να αλλάξουμε την τιμή του αέρα για κάθε τουρμπίνα και να αυξήσουμε ή να μειώσουμε το ποσό της παραγομένης ενέργειας κατά την διάρκεια της προσομοίωσης. Η άεργη ισχύς που χρειάζονται για να λειτουργήσει η γεννήτρια είτε απορροφάτε από το δίκτυο ή ειδικές συσκευές.



Εικόνα 6 Ενεργή και άεργη ισχύς κατά την διάρκεια της προσομοίωσης.

3.2.3 Φορτίο.

Για την εξομοίωση του φορτίου του δικτύου χρησιμοποιούμε το μπλοκ “Three-Phase Parallel RLC Load”. Βάζουμε στις παραμέτρους του μπλοκ (Active power, Inductive/Capacitive reactive power) τα στοιχεία που θέλουμε. Μπορούμε εύκολα κατά τη διάρκεια της προσομοίωσης να προσθέτουμε ή να αφαιρούμε φορτία.

3.2.4 Σφάλμα.

Για την εξομοίωση του σφάλματος χρησιμοποιούμε το μπλοκ Three phase fault. Μπορούμε μέσω των παραμέτρων να ρυθμίσουμε σε ποιες φάσεις θα γίνει το σφάλμα το πότε θα γίνει και τη διάρκεια του.

3.2.5 Προσομοίωση.

Για την προσομοίωση προσθέτουμε το μπλοκ powergui και από τις επιλογές του επιλέγουμε να γίνει η προσομοίωση με phasors. Για να μπορούμε να μετρήσουμε την τάση και την ένταση του δικτύου χρησιμοποιούμε το μπλοκ “Three-Phase V-I Measurement” και το μπλοκ Scope για τα διαγράμματα.

3.3 Περιγραφή σεναρίων προσομοίωσης.

3.3.1 Σφάλμα σε μια από τις γραμμές ανάμεσα σε μια από τις γεννήτριες και το δίκτυο.

Σε αυτό το σενάριο προσομοιώνουμε την περίπτωση που συμβεί κάποιο σφάλμα σε μία από τις γραμμές που συνδέουν τις γεννήτριες αιολικής ενέργειας με το δίκτυο. Η φάρμα αιολικής ενέργειας έχει χωρητικότητα 2,25 MW και το δίκτυο 25 MVA. Για την προσομοίωση του σφάλματος χρησιμοποιούμε το μπλοκ Three-phase fault. Έχουν τοποθετηθεί διάφορα μικρά φορτία κατά το μήκος του δικτύου. Στη συνέχεια θα αλλάξουμε τις τιμές από τις γεννήτριες για να δούμε αν θα υπάρξει κάποια αλλαγή συμπεριφοράς.

3.3.2 Αύξηση της παραγόμενης ενέργειας της αιολικής φάρμας λόγω αύξησης της ταχύτητας του αέρα και αξιοποίηση της επιπλέον ενέργειας.

Σε αυτό το σενάριο θα δούμε πως τα Smartgrids μπορούν να αξιοποιήσουν καλύτερα την ενέργεια που παράγεται σε ένα δίκτυο. Συγκεκριμένα θα δούμε όταν η ταχύτητα του αέρα αυξηθεί πως αυξάνεται η ποσότητα της ενέργειας που παράγεται και την αξιοποίηση της με την σύνδεση κάποιου επιπλέον φορτίου. Για την καλύτερη ανάγνωση των διαγραμμάτων αφαιρέσαμε όλα τα φορτία εκτός από αυτό που μπει κατά τη διάρκεια της προσομοίωσης. Έτσι έχουμε μια φάρμα αιολικής ενέργειας με μέγιστη συνολική απόδοση 9 MW με κάθε γεννήτρια να έχει μέγιστη απόδοση 3 MW. Στη συνέχεια θα προσθέσουμε ένα φορτίο που θα είναι ίσο με το ποσό της ενέργειας που αυξήθηκε εξαιτίας της αύξησης της ταχύτητας του ανέμου.

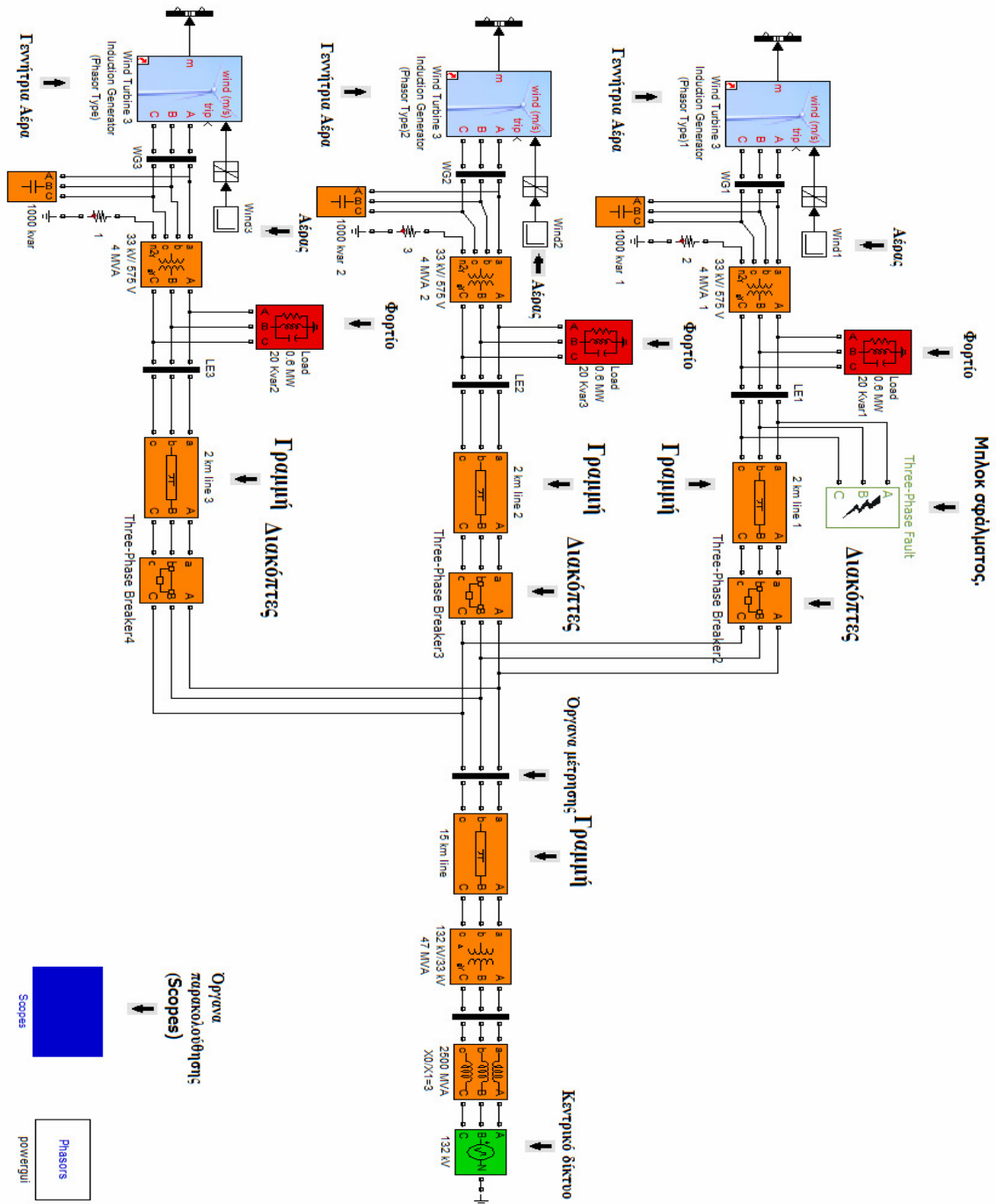
3.3.3 Αποκοπή μιας από τις γεννήτριες της φάρμας και πως αυτή επηρεάζει το υπόλοιπο δίκτυο.

Σε αυτό το σενάριο θα δούμε πως επηρεάζετε το δίκτυο αν μία από τις γεννήτριες αιολικής ενέργειας αποσυνδεθεί από το υπόλοιπο δίκτυο. Η φάρμα αιολικής ενέργειας έχει συνολική χωρητικότητα 2,25 MW και έχουν προστεθεί μικρά φορτία σε όλο το μήκος του δικτύου με συνολικό φορτίο 2,05 MW.

3.3.4 Σύνδεση στο δίκτυο μιας επιπλέον πηγής ενέργειας για την υποστήριξη του λόγω υψηλού φορτίου.

Σε αυτό το σενάριο θα δούμε τι γίνεται όταν προσθέσουμε στο δίκτυο επιπλέον φορτία και την υποστήριξη του με την σύνδεση μιας επιπλέον πηγής. Στη αρχή η ταχύτητα του ανέμου θα πέσει και μαζί με αυτή και η απόδοση της φάρμας αιολικής ενέργειας. Στην συνέχεια θα προστεθεί ένα φορτίο 1,5 MW και 0,6 Mvar στο δίκτυο. Αυτό γίνεται μετά από 20 sec από την αρχή της. Στο 25 δευτερόλεπτο της προσομοίωσης θα προστεθεί και δεύτερο φορτίο παρόμοιο με το προηγούμενο πάνω στο δίκτυο. Τότε θα το δίκτυο θα συνδεθεί με ένα διπλανό δίκτυο για υποστήριξη.

Αυτό κρατάει μέχρι το 38 δευτερόλεπτο της προσομοίωσης όπου η ταχύτητα του ανέμου αρχίζει να επανέρχεται και τα δύο δίκτυα αποσυνδέονται.

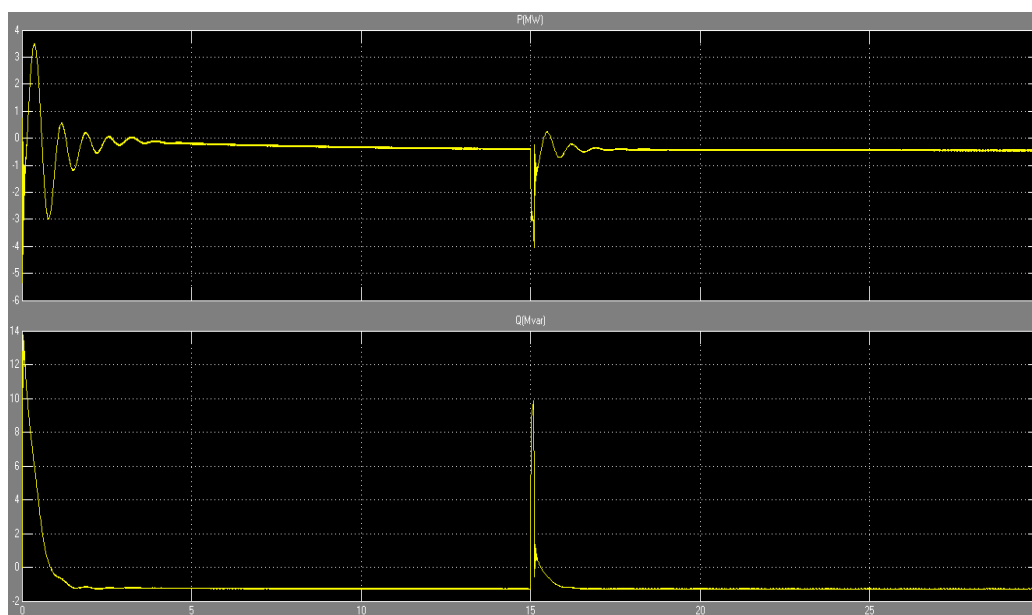


Εικόνα 7 Σχέδιο δικτύου.

Κεφάλαιο 4 – Αποτελέσματα και σχολιασμοί.

Σε αυτό το κεφάλαιο βλέπουμε τα αποτελέσματα και τα αναλύουμε.

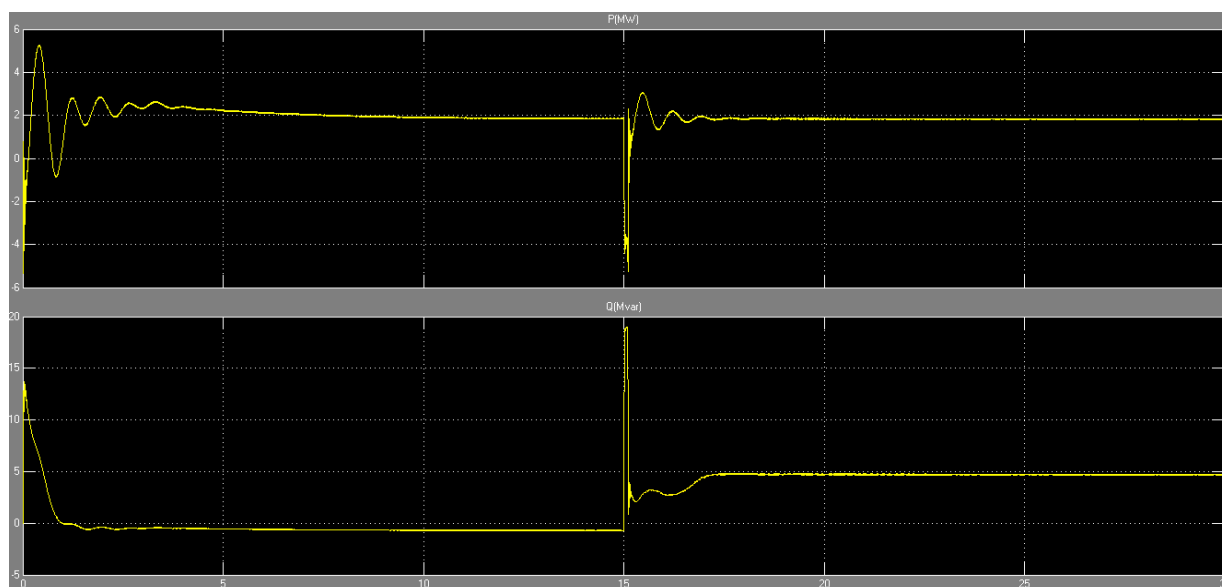
4.1 Σφάλμα σε μια από τις γραμμές ανάμεσα σε μια από τις γεννήτριες και το δίκτυο.



Εικόνα 8 Ενεργή και άεργη ισχύς στο δίκτυο(Συν. χωρητικότητα φάρμας 2,25MW)

Στο παραπάνω διάγραμμα παρατηρούμε την ενεργή και άεργη ισχύς στο δίκτυο. Το σφάλμα συμβαίνει στην γραμμή που συνδέει μία από τις γεννήτριες με το δίκτυο και διαρκεί 100msec. Για την μοντελοποίηση του σφάλματος χρησιμοποιούμε το μπλοκ Three-phase fault και το προγραμματίζουμε να συμβεί σε 15 sec από την αρχή της προσομοίωσης. Από το διάγραμμα παρατηρούμε ότι λόγω του σφάλματος προκαλείται μια διαταραχή για λίγο χρονικό διάστημα αφού η ενεργή ισχύς για 4,6 MW και η άεργη αυξάνεται για 11Mvar.

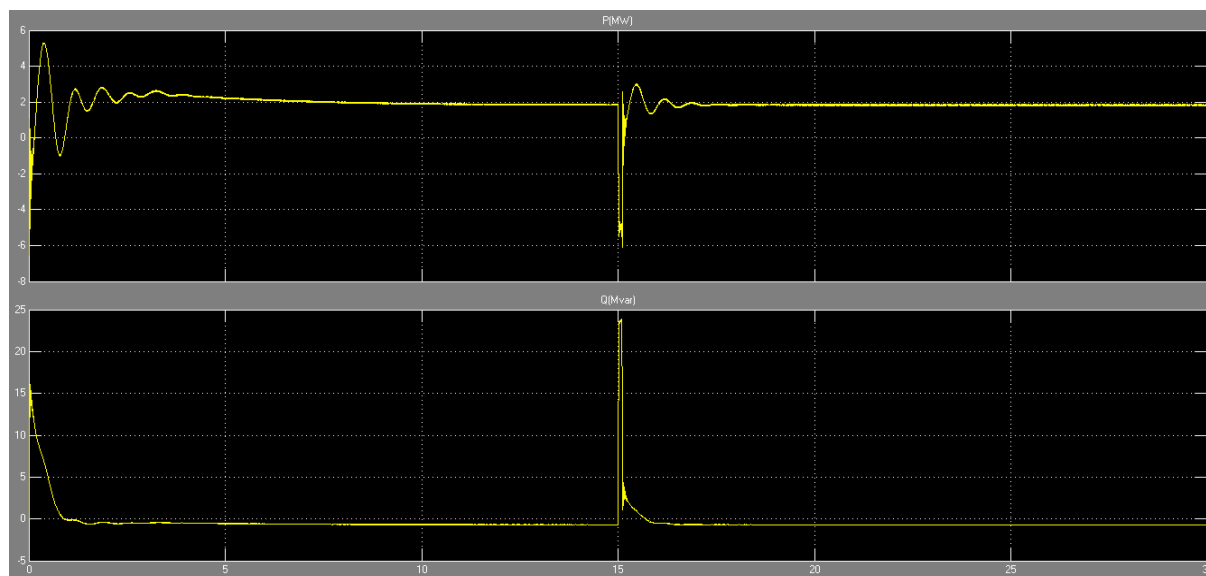
Παρόλο αυτές τις διαταραχές το σφάλμα δεν διαρκεί πολύ ώστε να ενεργοποιηθεί κάποιο μέτρο προστασίας και έτσι το δίκτυο συνεχίζει να λειτουργεί κανονικά μετά το πέρας του σφάλματος.



Εικόνα 9 Ενεργή και άεργη ισχύς στο δίκτυο(Συν. Χωρητικότητα φάρμας 4,5MW)

Στο παραπάνω διάγραμμα βλέπουμε την ενεργή και άεργη ισχύ στο δίκτυο όταν αυξήσουμε την χωρητικότητα της φάρμας αιολικής ενέργειας από 2,25 MW σε 4.5MW διπλασιάζοντας την από πριν. Παρατηρούμε ότι η αυξημένη χωρητικότητα της φάρμας έχει σαν αποτέλεσμα το δίκτυο να αποκτήσει μεγαλύτερη ευαισθησία στα σφάλματα. Επίσης μετά το πέρας του σφάλματος βλέπουμε ότι το δίκτυο είναι ασταθές αφού η κατάσταση λειτουργίας του έχει αλλάξει . Δηλαδή το δίκτυο δεν επανέρχεται στην προηγούμενη του κατάσταση.

Στην συνέχεια θα αυξήσου με την χωρητικότητα του δικτύου από 25MVA σε 50MVA και θα διατηρήσουμε την χωρητικότητα της φάρμας σε 4,5MW.



Εικόνα 10 Ενεργή και άεργη ισχύς στο δίκτυο(Συν. Χωρητικότητα φάρμας 4,5MW και χωρητικότητα δικτύου 50MVA)

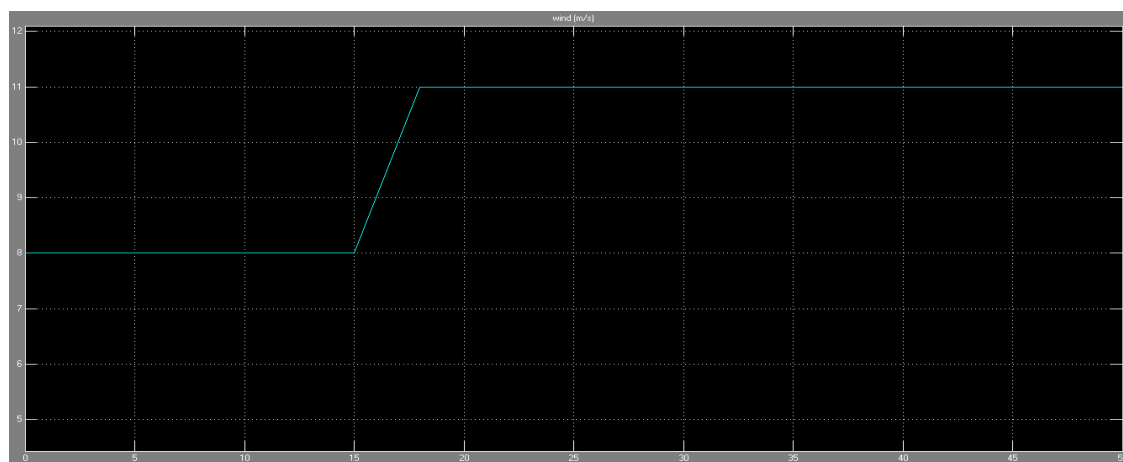
Το Αφού αυξήσαμε την χωρητικότητα του δικτύου από 25MVA σε 50MVA παρατηρούμε ότι ο αντίκτυπος που είχε το σφάλμα στο δίκτυο ελαχιστοποιείται ικανοποιητικά όταν αυξήσαμε την χωρητικότητα της φάρμας σε 4,5 MW. Μετά το πέρας του σφάλματος διάρκειας 100 msec το δίκτυο παρόλο τις διακυμάνσεις που έχει κατά τη διάρκεια του δεν αποσταθεροποιείται όπως πριν και η κατάσταση λειτουργίας του παραμένει η ίδια.

Από τα παραπάνω διαγράμματα παρατηρούμε ότι η επίπτωση που θα έχει ένα σφάλμα στο δίκτυο εξαρτάτε κυρίως από τον σχεδιασμό του. Ενώ ένα δίκτυο με χωρητικότητα φάρμας 2,25 MW και δικτύου 25 MVA δεν επηρεάζεται μακροπρόθεσμα από το σφάλμα δεν συμβαίνει το ίδιο όταν διπλασιάσουμε την χωρητικότητα της φάρμας.

Όταν όμως αυξήσαμε την χωρητικότητα του δικτύου σε 50MVA τότε παρατηρήσαμε ότι το πρόβλημα έπαψε να υπάρχει. Άρα όταν σχεδιάζουμε δίκτυα για να μην αντιμετωπίσουμε προβλήματα λόγο των σφαλμάτων που κάποια στιγμή αναπόφευκτα θα συμβούν πρέπει να λαμβάνουμε υπόψη μας τις χωρητικότητες του δικτύου. Όταν διπλασιάζουμε την χωρητικότητα της φάρμας πρέπει να διπλασιάζουμε αντίστοιχα και του δικτύου.

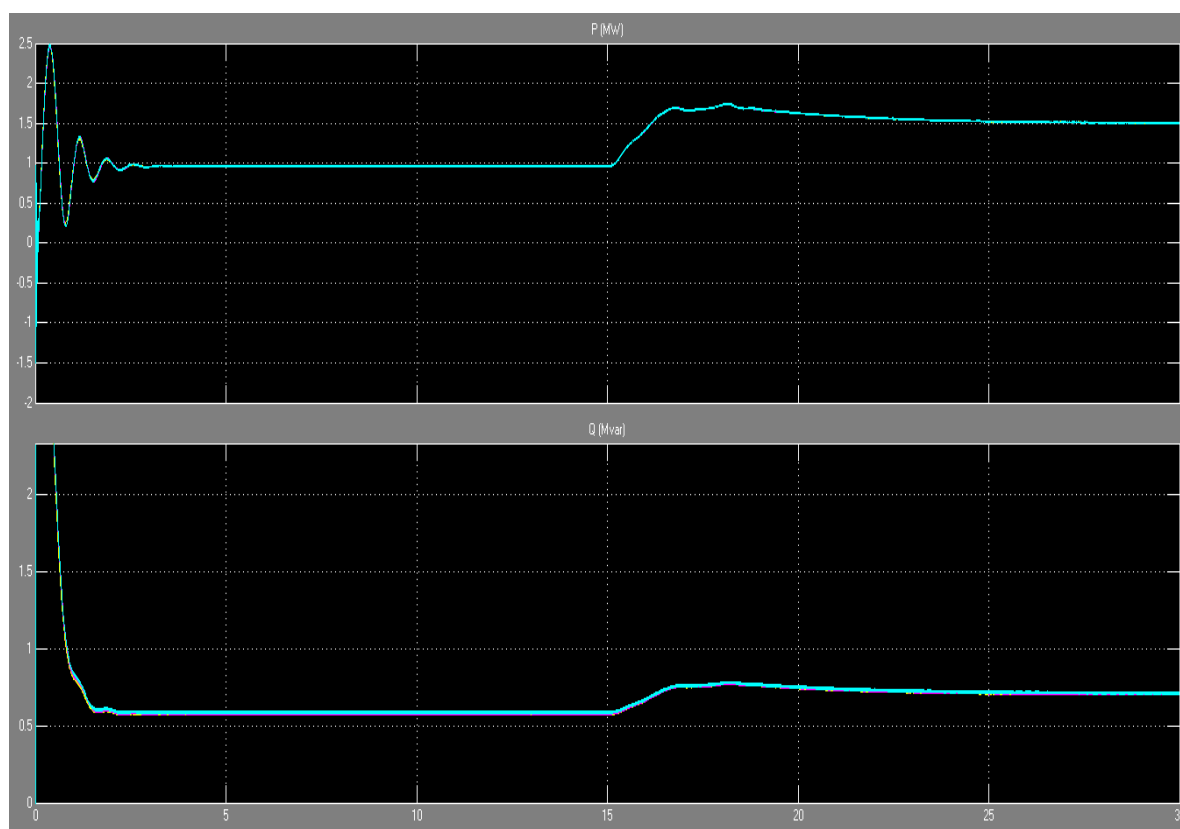
4.2 Αύξηση της παραγόμενης ενέργειας της αιολικής φάρμας λόγω αύξησης της ταχύτητας του αέρα και αξιοποίηση της επιπλέον ενέργειας.

Σε αυτό το σενάριο τι συμβαίνει στο δίκτυο όταν η ταχύτητα του ανέμου αυξηθεί και αυτό οδηγήσει σε αύξηση της παραγόμενης ενέργειας της αιολικής φάρμας. Τα Smartgrid θα έχουν μεγαλύτερο έλεγχο πάνω στο δίκτυο και θα μπορούν λόγω έξυπνων μετρητών που θα είναι τοποθετημένοι στο δίκτυο να καταλαβαίνουν τις μεταβολές στην ενέργεια και να συνδέουν η αποσυνδέουν φορτία ανάλογα με τις δυνατότητες του δικτύου την συγκεκριμένη στιγμή.



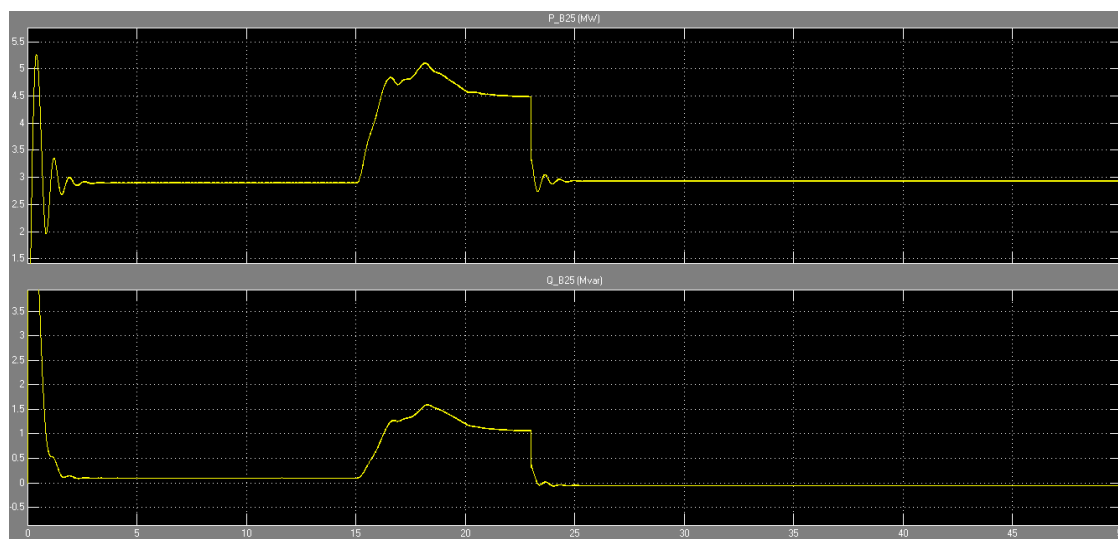
Εικόνα 11 Ταχύτητα του ανέμου(m/s)

Στο παραπάνω διάγραμμα βλέπουμε την ταχύτητα του ανέμου σε m/s κατά την διάρκεια της προσομοίωσης.



Εικόνα 12 Ενεργή και άεργη ισχύς μίας γεννήτριας.

Στα παραπάνω διαγράμματα βλέπουμε την διακύμανση της ενεργής και άεργης ισχύς μίας από τις γεννήτριες αιολικής ενέργειας και πως επηρεάζεται από την αύξηση της ταχύτητας του αέρα. Παρατηρούμε ότι αρχικά η γεννήτρια όταν η ταχύτητα του ανέμου είναι 8 m/s έχει απόδοση 2MW. Μετά από 15 sec όταν η ταχύτητα του ανέμου αυξάνεται, αυξάνεται στα 11m/s και η απόδοση της και μετά από περίπου 10 sec σταθεροποιείται στα 3MW.



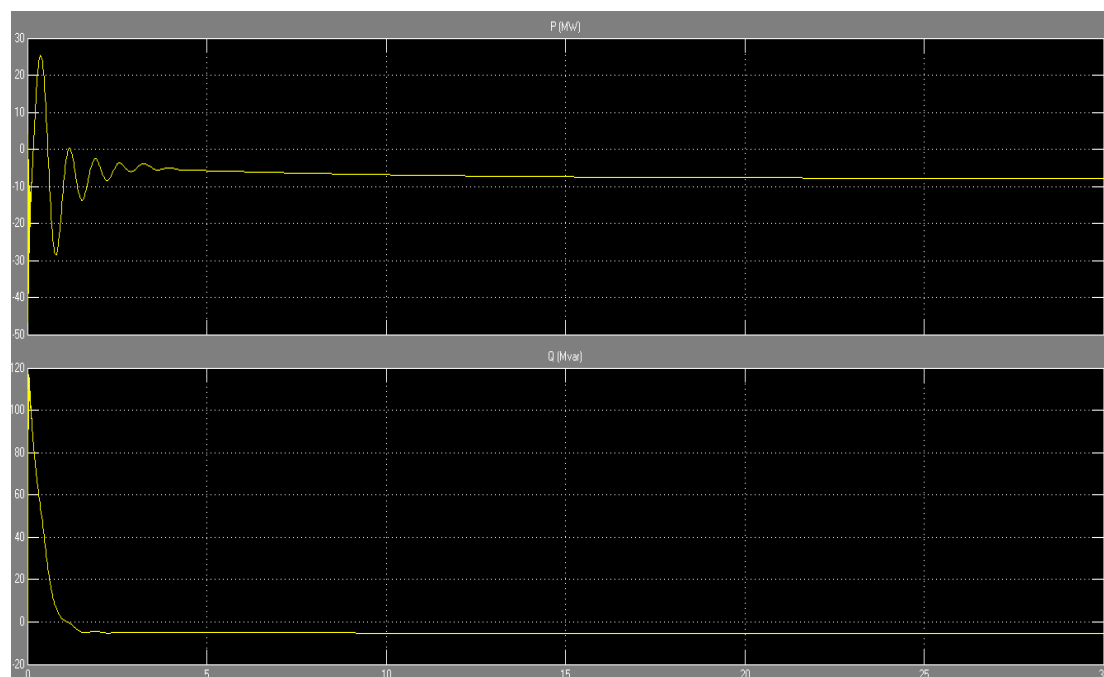
Εικόνα 13 Ενεργή και άεργη ενέργεια του δικτύου κατά τη διάρκεια της προσομοίωσης(50sec).

Στο παραπάνω διάγραμμα βλέπουμε τις διακυμάνσεις στις τιμές της ενεργής και άεργης ενέργειας κατά τη διάρκεια της προσομοίωσης. Η απόδοση είναι σταθερή μέχρι τα 15sec όπου και αυξάνεται η ταχύτητα του ανέμου και παράλληλα και η απόδοση της αιολικής φάρμας. Η ενεργής ισχύ αυξάνεται από τα 3 MW και φτάνει τα 4,5 MW μετά από 5 περίπου sec , ενώ η άεργη αυξάνεται από 0,1 MW σε 1 MW στο ίδιο χρονικό διάστημα.

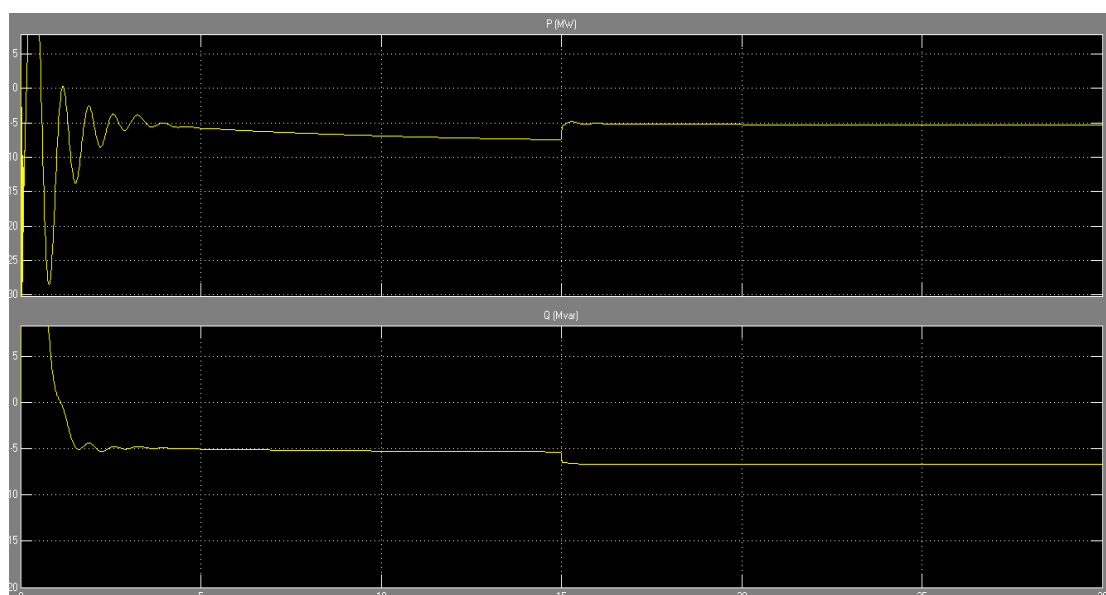
Η παραπάνω ενέργεια που παράγεται αξιοποιείται προσθέτοντας στο δίκτυο ένα επιπλέον φορτίο που επαναφέρει τις τιμές ενεργής και άεργης ενέργειας όπως βλέπουμε στο διάγραμμα. Αυτό το φορτίο μπορεί να είναι μια μπαταρία που χρησιμοποιεί το επιπλέον ρεύμα για να φορτίσει κάποια μπαταρία η να εκτελέσει κάποια άλλη εργασία.

4.3 Αποκοπή μιας από τις γεννήτριες της φάρμας και πως αυτή επηρεάζει το υπόλοιπο δίκτυο.

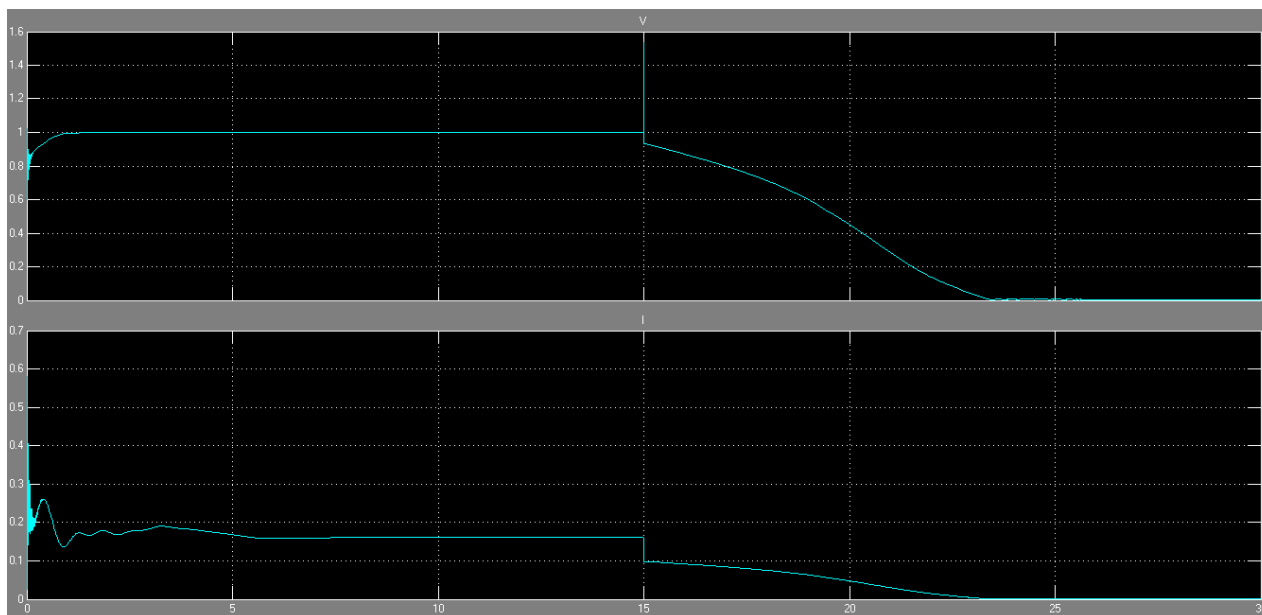
Σε αυτό το σενάριο θα δούμε πως επηρεάζεται το δίκτυο από την αποσύνδεση μιας από τις γεννήτριες αιολικής ενέργειας.



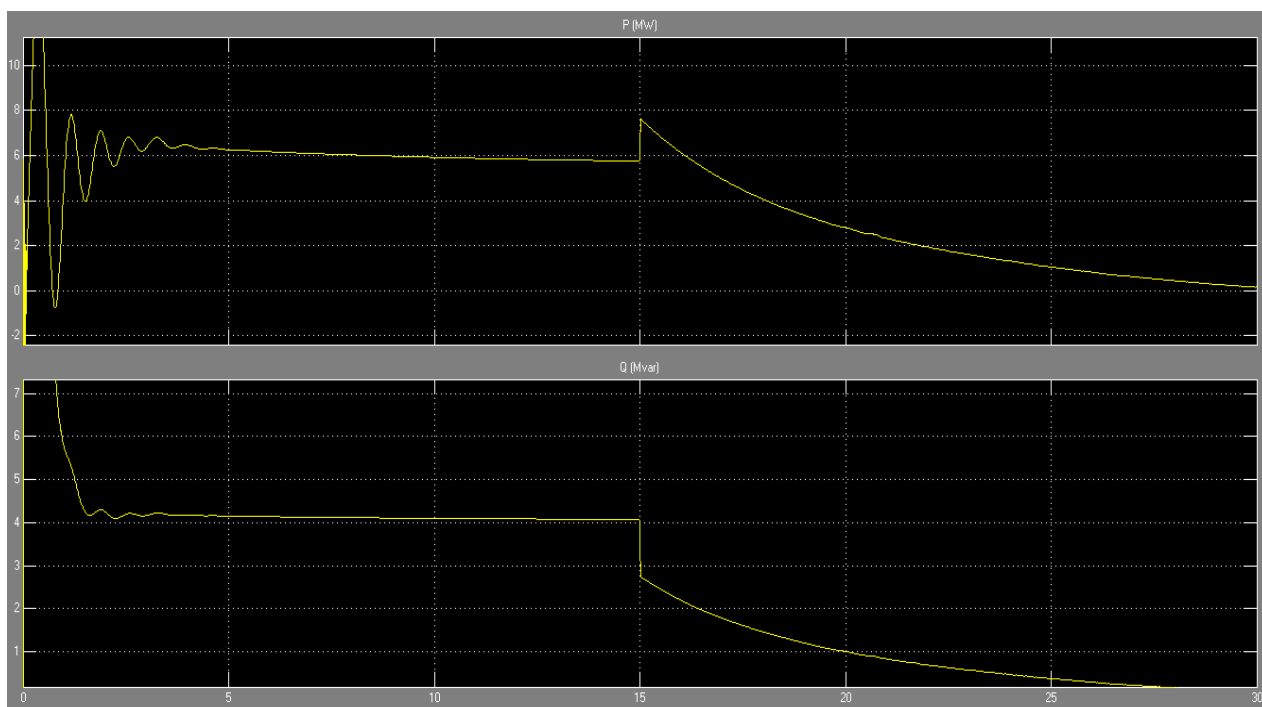
Εικόνα 14 Ενεργή και άεργη ενέργεια στο δίκτυο πριν την αποσύνδεση (P Q)



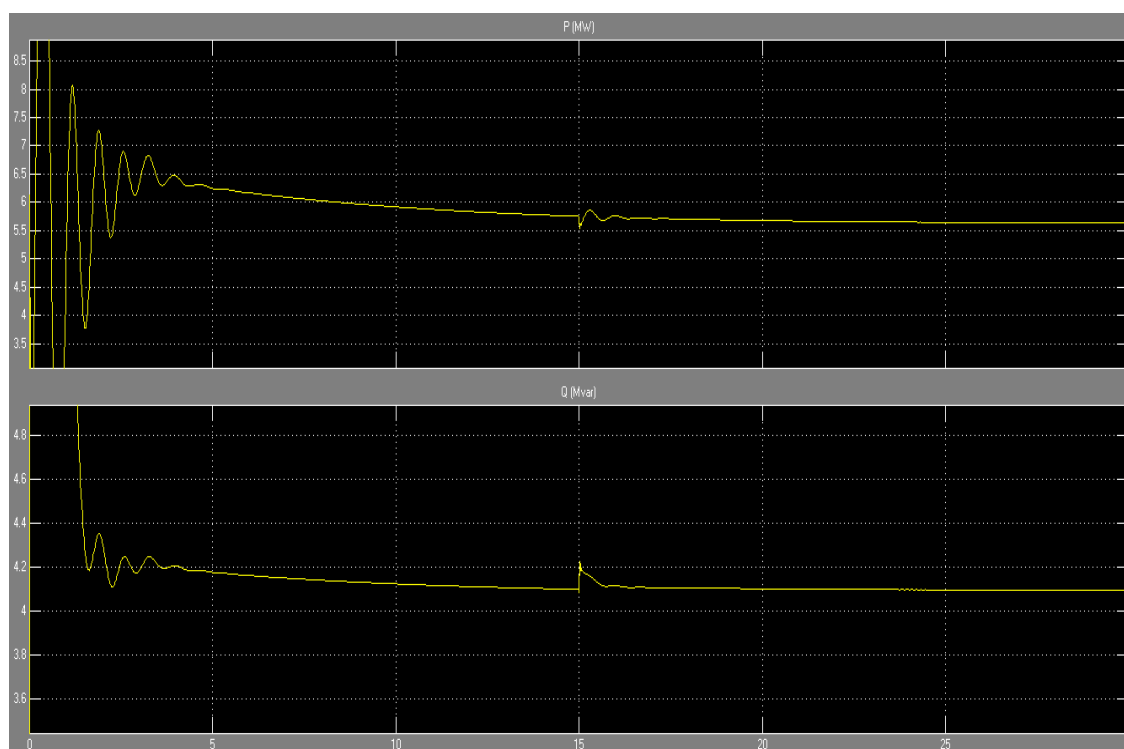
Εικόνα 15 Ενεργή και άεργη ενέργεια στο δίκτυο (P Q) μετά την αποσύνδεση της γεννήτριας.



Εικόνα 16 V I στο τμήμα του δικτύου που αποσυνδέθηκε.



Εικόνα 17 Ενεργή και άεργη ισχύς στο τμήμα του δικτύου που αποσυνδέθηκε.



Εικόνα 18 Ενεργή και άεργη ισχύς σε γειτονική γεννήτρια αιολικής ενέργειας

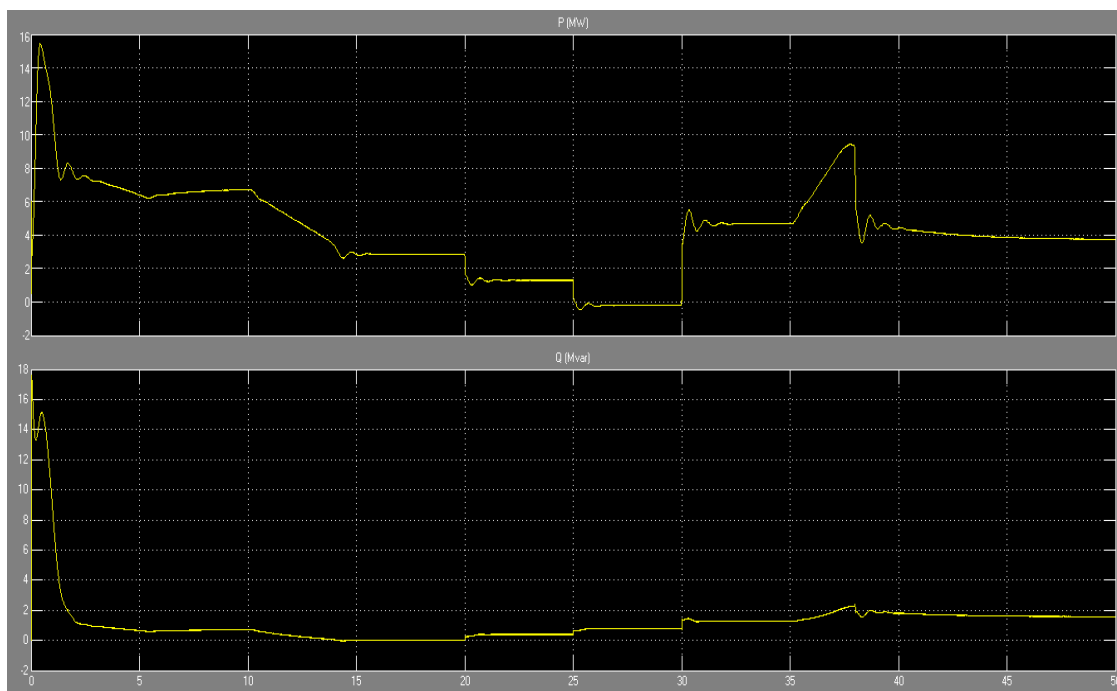
Από τα παραπάνω διαγράμματα βλέπουμε τι συμβαίνει στο δίκτυο όταν μία από τις γεννήτριες αιολικής ενέργειας αποσυνδέεται. Βλέπουμε από το πρώτο διάγραμμα ότι η συνολική ισχύς στο δίκτυο μεταβάλλεται, η ενεργή αυξάνεται και η άεργη μειώνεται. Παρόλο που συμβαίνει βλέπουμε ότι μία φάρμα 2,25 MW μπορεί να υποστηρίξει και λειτουργήσει σταθερά ακόμα και μετά την αποσύνδεση της μίας γεννήτριας.

Στα επόμενα διαγράμματα βλέπουμε τι συμβαίνει στο τμήμα του δικτύου που αποσυνδέθηκε. Βλέπουμε ότι μετά την αποσύνδεση ενεργοποιείται ένα μέσο προστασίας για να αποφευχθεί η νησιδοποίηση του τμήματος κάτι που θα ήταν επικίνδυνο για την ασφάλεια των τεχνικών του δικτύου.

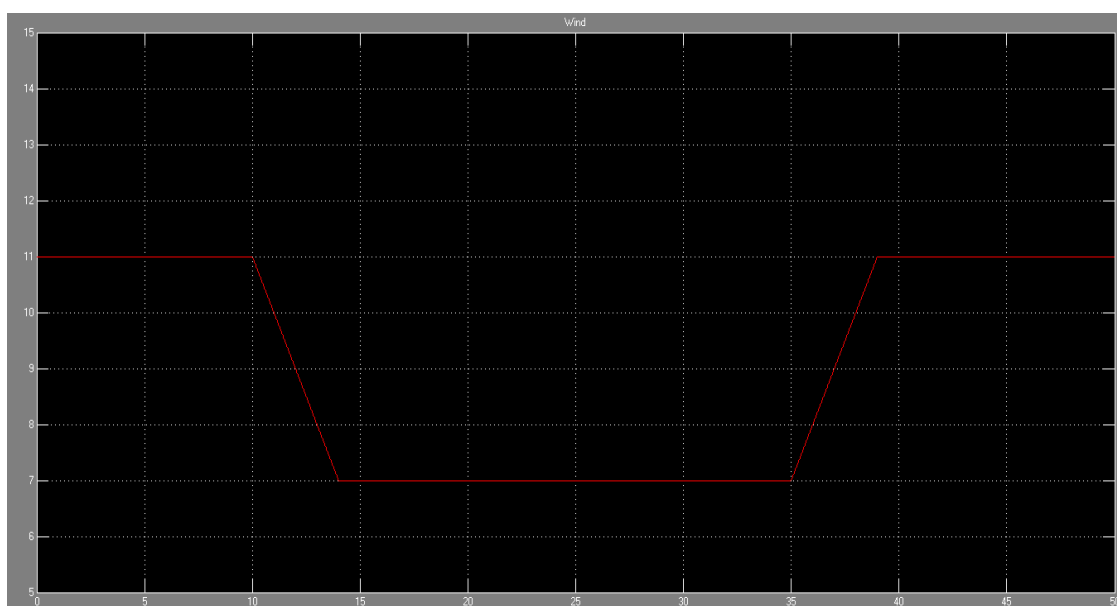
Από το τελευταίο διάγραμμα της ισχύς σε μια γειτονική γεννήτρια αιολικής ενέργειας βλέπουμε ότι πέρα από μια μικρή διακύμανση στις τιμές τους δεν αποσταθεροποιείται. Ένας τρόπος ανίχνευσης της νησιδοποίησης είναι να παρακολουθούνται οι διακυμάνσεις στις τιμές των διαγραμμάτων.

4.4 Σύνδεση στο δίκτυο μιας επιπλέον πηγής ενέργειας για την υποστήριξη του λόγο υψηλού φορτίου.

Σε αυτό το σενάριο βλέπουμε τι γίνεται όταν λόγω της αύξησης των φορτίων του δικτύου και της μείωσης της ταχύτητας του ανέμου, συνδέεται μία γειτονική πηγή για την υποστήριξη του δικτύου.



Εικόνα 19 Ενεργή και άεργη ισχύς στο δίκτυο κατά τη διάρκεια της προσομοίωσης.



Εικόνα 20 Ταχύτητα του ανέμου κατά την διάρκεια της προσομοίωσης (m/s)

Στα παραπάνω διαγράμματα βλέπουμε τι συμβαίνει στο δίκτυο κατά τη διάρκεια της προσομοίωσης και τη μεταβολή της ταχύτητας του ανέμου. Το δίκτυο αποτελείται από 4 γεννήτριες αιολικής ενέργειας απόδοσης 1.5 MW και σύνολο 6 MW. Στο πρώτο μέρος του διαγράμματος βλέπουμε την ισχύ σε ιδανικές συνθήκες ταχύτητας αέρα να φτάνει τα 6 MW μέχρι το 10 δευτερόλεπτο που μειώνεται λόγω της μείωσης του ανέμου. Μετά από 5 δευτερόλεπτα προσθέεται ένα φορτίο 1 MW και πάλι μετά από 5 δευτερόλεπτα ένα δεύτερο φορτίο 1 MW. Στο 30 δευτερόλεπτο συνδέεται με το δίκτυο με μία διπλανή γεννήτρια αιολικής ενέργειας 2 MW για να βοηθήσει το δίκτυο. Η ταχύτητα του ανέμου αρχίζει να επανέρχεται μετά από 5 δευτερόλεπτα και μαζί με αυτή ανεβαίνει πάλι η απόδοση του δικτύου. Έτσι η επιπλέον πηγή αποσυνδέεται στο 38^ο δευτερόλεπτο αφού δεν είναι πια αναγκαία. Παρατηρούμε ότι ένα Smartgrid μπορεί να ανταποκριθεί έξυπνα στις ανάγκες του δικτύου δυναμικά και ανάλογα με τη κατάσταση και να αξιοποιήσει καλύτερα τους πόρους που διαθέτει. Αυτό συμβάλει στο καλύτερο επίπεδο ποιότητας υπηρεσίας και στη σταθερή λειτουργία του.

Κεφάλαιο 5 – Συμπεράσματα.

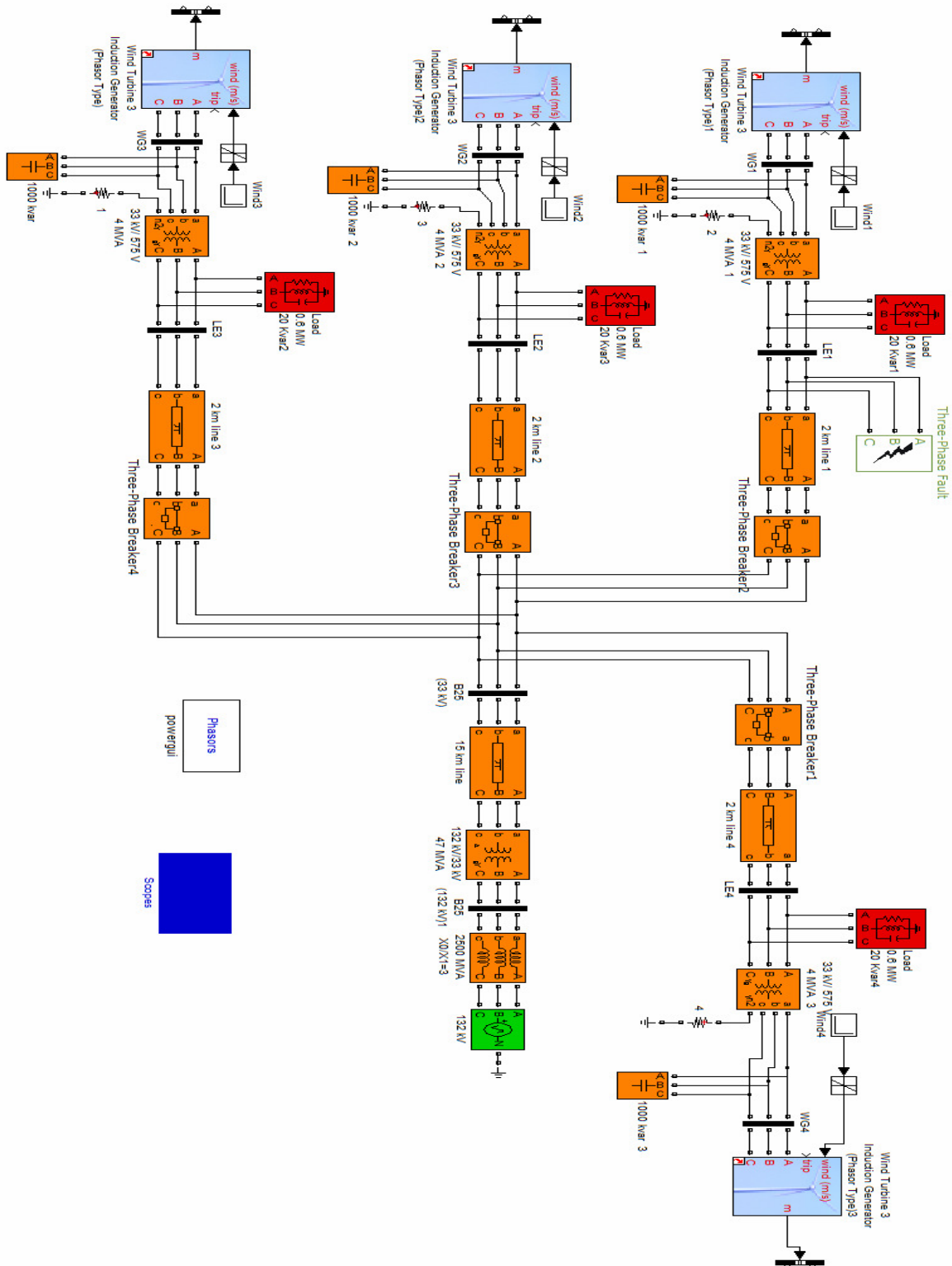
Σύμφωνα με την παραπάνω εργασία μπορούμε να καταλήξουμε στα εξής συμπεράσματα για τα Smart Grids:

- Υπάρχει πολύ μεγάλο ενδιαφέρον στους διάφορους ενεργειακούς φορείς για την εξέλιξη της τεχνολογίας των Smart Grids και ότι στ Smart Grids καλύπτουν ένα μεγάλο φάσμα τεχνολογιών. Αυτό έχει σαν αποτέλεσμα οποιαδήποτε εξέλιξη στον ευρύτερο τομέα των τεχνολογιών που έχουν σχέση με την ηλεκτρική ενέργεια να αποδίδεται ως χαρακτηριστικό των Smart Grids.
- Η κυριότερη διαφορά μεταξύ του σημερινού συμβατικού δικτύου ηλεκτρικής ενέργειας και του Smart Grid είναι κυρίως η ικανότητα που έχει να διαχειρίζεται με πιο έξυπνο και αποτελεσματικό τρόπο περισσότερα πράγματα.
- Ακόμα ένα χαρακτηριστικό των Smart Grids είναι η μετάβαση από την αρχιτεκτονική της κεντρικής παραγωγής στην κατανεμημένη(Distributed Generation) και στη μικροπαραγωγή. Αυτό εξαρτάτε σε μεγάλο βαθμό από τη διείσδυση των ανανεώσιμων πηγών ενέργειας, την εξέλιξη της τεχνολογίας των έξυπνων συστημάτων μέτρησης, της αποθήκευσης ενέργειας καθώς και των τεχνολογιών τηλεπικοινωνίας.
- Παρά το ενδιαφέρον που καταβάλουν διάφοροι φορείς για την περαιτέρω ανάπτυξη των Smart Grids, υπάρχει η ανάγκη για ένα φορέα να ηγηθεί της συνολικής προσπάθειας και που θα θέσει ένα κοινό πλαίσιο εργασίας το οποίο θα οδηγήσει αποτελεσματικά στην υλοποίηση των ευφυών δικτύων.

Από τα σενάρια που προσομοιώσαμε με το Simulink βλέπουμε πως ανταποκρίνεται το δίκτυο που έχουμε μοντελοποιήσει σε ορισμένες περιπτώσεις. Διαπιστώνουμε ότι ένα έξυπνο δίκτυο χάρη στη ικανότητα του να μετρά και να καταλαβαίνει τι συμβαίνει στο δίκτυο ανά πάσα στιγμή μπορεί να προσαρμοστεί στις συνθήκες του κάθε σεναρίου αρκετά καλά.

Επίσης ο σχεδιασμός του δικτύου παίζει και αυτός σημαντικό ρόλο στην απόκριση του δικτύου στα σφάλματα. Η ικανότητα τους να αξιοποιούν την περισσευούμενη ενέργεια που παράγουν οι ανεμογεννήτριες συμβάλει θετικά στην οικονομία και στην προστασία του περιβάλλοντος. Είδαμε την επίδραση που έχει στο δίκτυο η αποσύνδεση μιας από τις γεννήτριες αιολικής ενέργειας. Λόγω του προγράμματος δεν είναι δυνατή η σωστή μελέτη της νησιδοποίησης που παρατηρείται όμως κάτι που θα είναι πολύ σημαντικό για τα Smart Grids αφού η χρήση ανανεώσιμων πηγών ενέργειας θα είναι σημαντική.

Παράρτημα.



Εικόνα 21 Φάρμα αιολικής ενέργειας με τέσσερις γεννήτριες

Βιβλιογραφία

- [1] James Momoh, “*SMART GRID Fundamentals of Design and Analysis*”
- [2] Janaka Ekanayake, Kithsiri Liyanage, Jianzhong Wu, Akihiko Yokoyama, Nick Jenkins, “*SMART GRID TECHNOLOGY AND APPLICATIONS*”
- [3] Tony Flick “*Securing the Smart Grid: Next Generation Power Grid Security* ”
- [4] Fereidoon P. Sioshansi, “*Smart Grid: Integrating Renewable, Distributed & Efficient Energy*”
- [5] Andres Carvallo, “The Advanced Smart Grid: Edge Power Driving Sustainability”
- [6] Peter Fox-Penner, “Smart Power: Climate Change, the Smart Grid, and the Future of Electric Utilities”
- [7] Krzysztof iniewski, “Smart Grid Infrastructure & Networking”
- [8] Christine Hertzog, “Smart Grid dictionary
- [9] Math H.J Bollen, “The Smart Grid Adapting the power system to new challenges”

Internet πηγές

- [1] VoiceSmart Grid:Information Clearinghouse,
<http://www.sgiclearinghouse.org/>
- [2] Office of Electricity Delivery & Energy Reliability
<http://energy.gov/oe/technology-development/smart-grid>
- [3] European Smart Grids Technology Platform:Vision and Strategy for Europe's Electricity Networks of the Future,
ftp://ftp.cordis.europa.eu/pub/fp7/energy/docs/smartgrids_en.pdf
- [4] Από το Smart Metering στα Smart Grids μέσω Ενεργειακής Πληροφορικής Από το Smart Metering στα Smart Grids μέσω Ενεργειακής Πληροφορικής
<http://www.openscience.gr/node/>
- [5] Smart Grids:Single market for gas & electricity,
http://ec.europa.eu/energy/gas_electricity/smartgrids/smartgrids_en.htm
- [6] International Smart Grid Action Network (ISGAN),
<http://www.iea-isgan.org/>
- [7] Eranet,
<http://www.eranet-smartgrids.eu/>
- [8] Internation Energy Agency,
<http://www.iea.org/>

[9] Smart Grid News,

<http://www.smartgridnews.com/>

[10] Greek Islands: Electric Energy, Networks, Connections and Smart Grids Prof. Nikos Hatziargyriou, Vice Chair and Deputy CEO, PPC

http://www.aegeanenergy.gr/pdf/milosconf2009/GR_Islands_Electric_Energy_Networks_Connections_and_Smart_Grids.pdf

[11] Industry Solutions Utilities/Smart Grid,

http://www.cisco.com/web/strategy/energy/external_utilities.html

[12] Power & Energy Society,

<http://www.ieee-pes.org/ieee-transactions-on-smart-grid>

[13] European Committee For Electrotechnical Standardization,

<http://www.cenelec.eu/aboutcenelec/whatwedo/technologysectors/smartgrids.html>

[14] Global Smart Grid Federation,

<http://www.globalsmartgridfederation.org/>

[15] European Technology Platform For The Electricity Of The Future,

<http://www.smartgrids.eu/>

[16] Η τήρηση των δεσμεύσεών μας ως προς την κλιματική αλλαγή δίνει ώθηση στην ανάπτυξη και στην απασχόληση,

http://europa.eu/rapid/press-release_IP-08-80_el.htm?locale=el

[17] European Commission Research & Innovation,

http://ec.europa.eu/research/energy/eu/research/smartgrid/index_en.htm

[18] International Electrotechnical Commission,

<http://www.iec.ch/smartgrid/>

[19] Simulink,

<http://www.mathworks.com/products/simulink/>

[20] Εγχειρίδιο MATLAB SIMULINK,

http://nereus.mech.ntua.gr/courses/control/control_pdf/matlab_primer.pdf

[21] Introduction to Simulink,

<http://ece.wpi.edu/courses/es3011/sim/simulink.html>

[22] Simulink Basics Tutorial,

http://ctms.engin.umich.edu/CTMS/index.php?aux=Basics_Simulink

