

Τεχνολογίες Ελέγχου στις ΑΠΕ

Διάλεξη 1

Καθηγητής Αντώνιος Αλεξανδρίδης
Αναπλ. Καθηγητής Γεώργιος Κωνσταντόπουλος

Στόχος του μαθήματος

Κατανόηση των βασικών δομικών μονάδων που αποτελούν τις κύριες μορφές ΑΠΕ, τη μαθηματική τους μοντελοποίηση και τον σχεδιασμό ελέγχου.

Με την επιτυχή περάτωση της εκπαιδευτικής διαδικασίας, οι φοιτητές θα έχουν αποκτήσει τις απαραίτητες γνώσεις, ώστε:

- Να γνωρίζουν τις βασικές αρχές λειτουργίας των ΑΠΕ (αιολικών, Φ/Β, μπαταρίες) και την επίδραση των ελεγχόμενων διεπαφών ηλεκτρονικών μετατροπών ισχύος.
- Να μπορούν να φθάνουν στο πλήρες δυναμικό μοντέλο ενός ΑΠΕ συστήματος συνδυάζοντας τα μοντέλα του ηλεκτρονικού μετατροπέα ισχύος και των ελεγκτών.
- Να σχεδιάσουν ένα κατάλληλο ελεγκτή για μετατροπέα ισχύος (βασισμένο στο γραμμικοποιημένο ή το μή γραμμικό μοντέλο).
- Να σχεδιάσουν ένα κατάλληλο ελεγκτή για πλήρες σύστημα ΑΠΕ.
- Να ελέγχουν το σύστημα ως προς την ευστάθειά του.

Υλικό μαθήματος

- Α. Αλεξανδρίδης, Σημειώσεις ΤΕΧΝΟΛΟΓΙΕΣ ΕΛΕΓΧΟΥ ΣΤΙΣ ΑΝΑΝΕΩΣΙΜΕΣ ΠΗΓΕΣ ΕΝΕΡΓΕΙΑΣ (ΑΠΕ), Εκδ. Παν/μιου Πατρών.
- A. Yasdani and R. Iravani, Voltage sourced converters in Power Systems: Modeling, Control and Applications. Hoboken, NJ, USA: Wiley, 2010

+ διαφάνειες eclass

Χρήσιμη προηγούμενη γνώση: Βασικές έννοιες Συστημάτων Ηλεκτρικής Ενέργειας, Συστημάτων Αυτομάτου Ελέγχου, Ανανεώσιμων Πηγών Ενέργειας

Τρόπος διδασκαλίας και εξέτασης

Τρόπος διδασκαλίας:

- Διαλέξεις (13 εβδομάδες x 3 ώρες = 39 ώρες) – θεωρία και παραδείγματα (ασκήσεις) + παραδείγματα στο Matlab/Simulink

Τρόπος εξέτασης:

- Τελική εξέταση (100%) – με ανοικτά βιβλία (3 ώρες)

Απαιτείται διάβασμα στο σπίτι (70 ώρες)

Σύνολο μαθήματος: 112 ώρες

Τρόπος επικοινωνίας με τους διδάσκοντες

Τρόπος επικοινωνίας:

- Μέσω email:

a.t.alexandridis@ece.upatras.gr

g.konstantopoulos@ece.upatras.gr

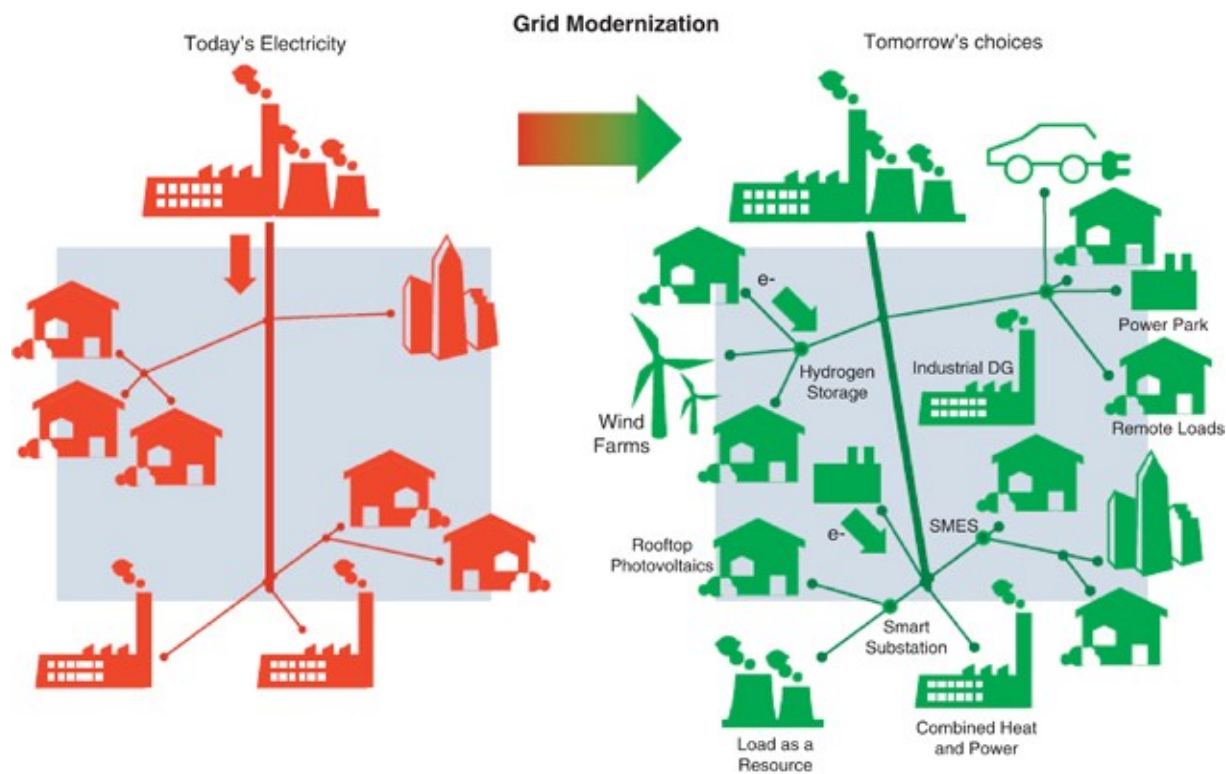
Γραφεία:

- 3^{ος} όροφος, Κτίριο Επέκτασης ΗΜΤΥ

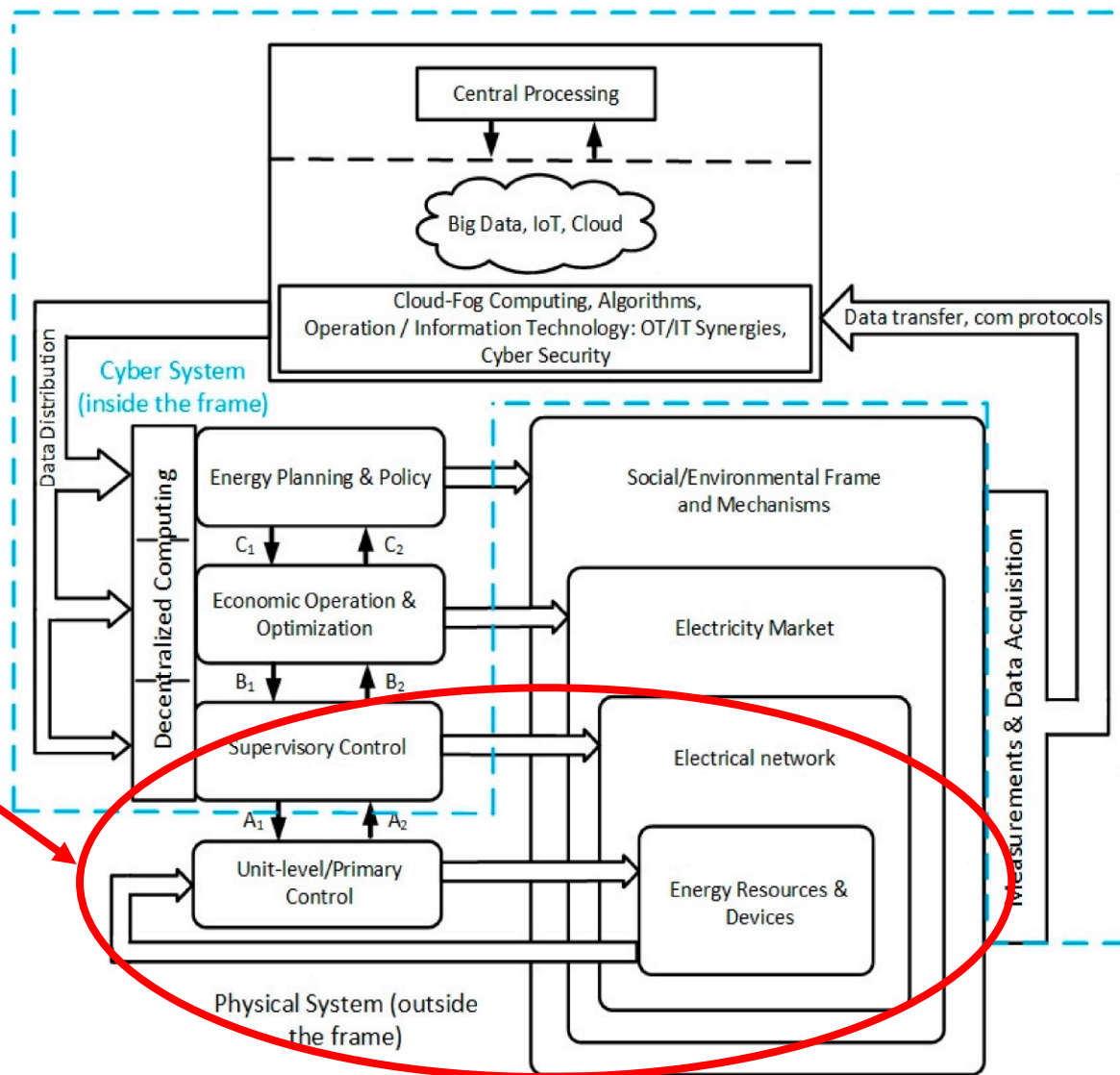
Προτείνεται να στέλνετε email στους διδάσκοντες για προγραμματισμό συνάντησης

Μετάβαση προς το έξυπνο δίκτυο

Παραδοσιακό δίκτυο → Έξυπνο δίκτυο



Κυβερνοφυσική προσέγγιση μοντέρνων Συστημάτων Ηλεκτρικής Ενέργειας



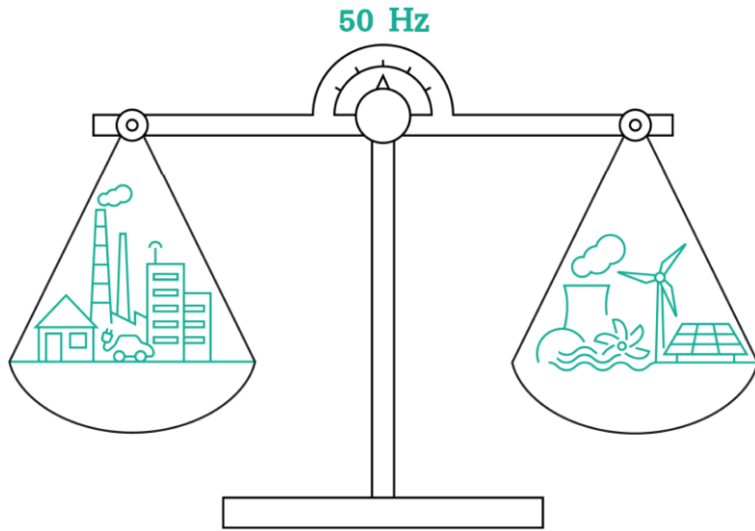
Αντικείμενο του μαθήματος

Χρήση καθαρών πηγών ενέργειας

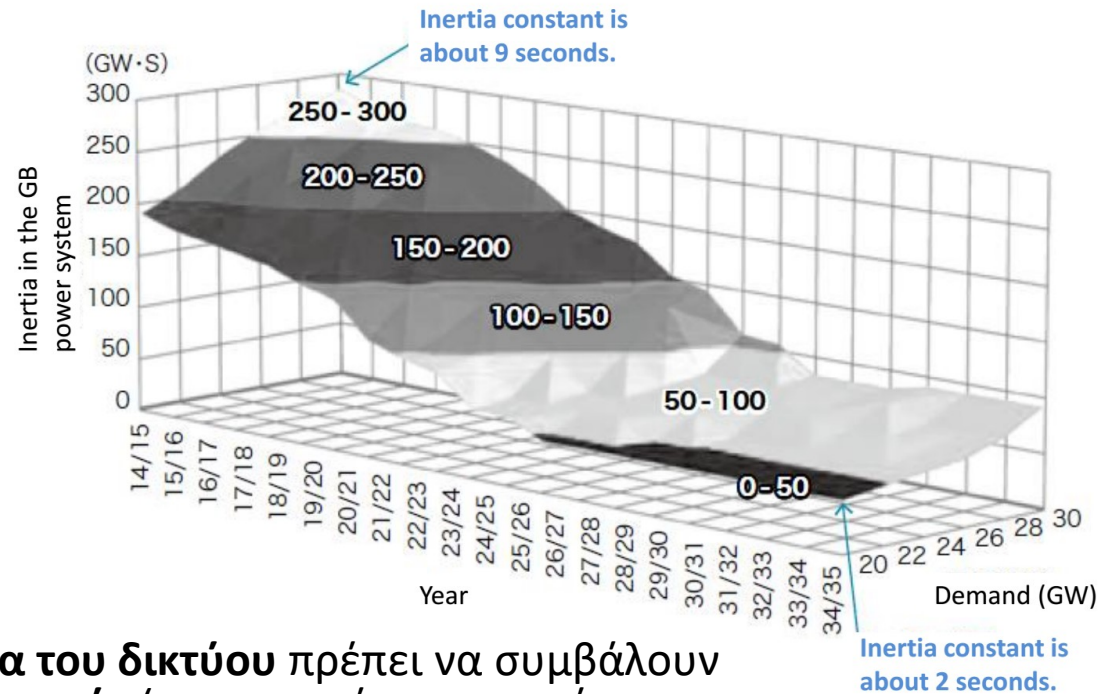
Η μετάβαση από τις συμβατικές πηγές ενέργειας προς τις ΑΠΕ θέλει προσοχή!



Πρόβλημα ισοζυγίου παραγωγής-κατανάλωσης + Πρόβλημα μείωσης αδράνειας του δικτύου (παράδειγμα Ηνωμένου Βασιλείου)



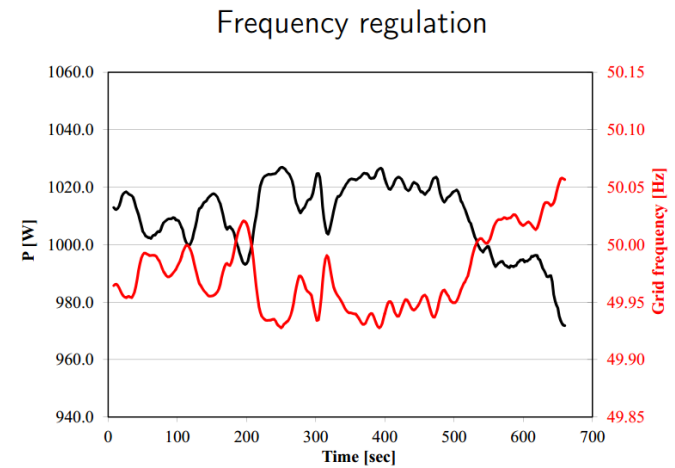
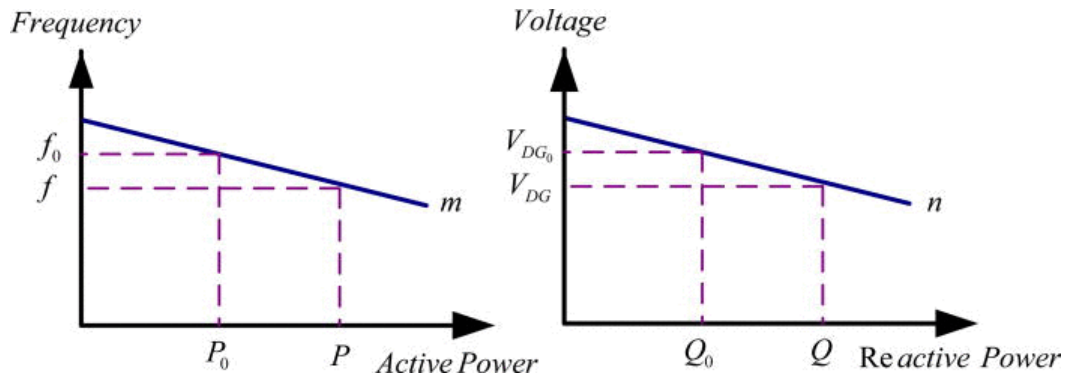
National Grid, 2014 Electricity Ten Year Statement



Στην ευσταθή και αξιόπιστη λειτουργία του δικτύου πρέπει να συμβάλουν τόσο οι μονάδες διεσπαρμένης παραγωγής (πχ. ανανεώσιμες πηγές ενέργειας) όσο και τα έξυπνα φορτία (πχ. φόρτιση Η/Ο)

Μέθοδοι υποστήριξης δικτύου

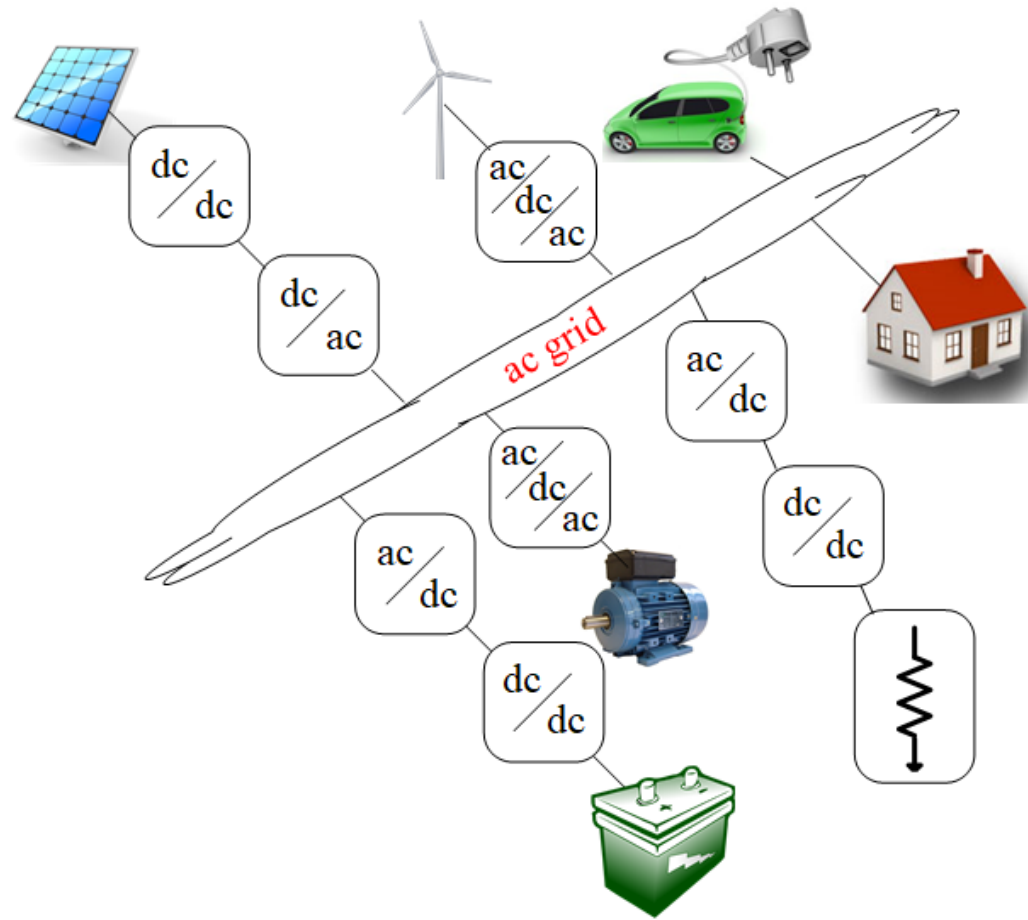
- Μονάδες διεσπαρμένης παραγωγής:



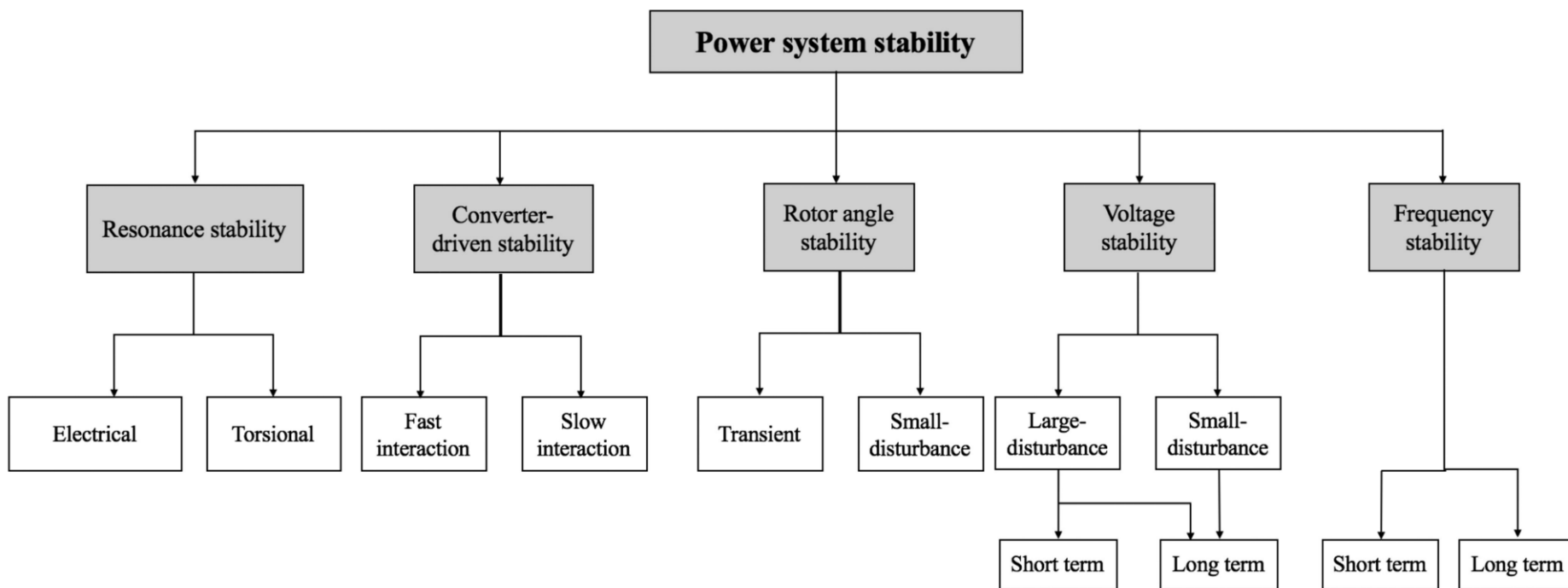
Ενσωμάτωση ΑΠΕ στο ηλεκτρικό δίκτυο

Οι μετατροπείς ισχύος αποτελούν απαραίτητες μονάδες στα μοντέρνα συστήματα ηλεκτρικής ενέργειας για την ενσωμάτωση ανανεώσιμων πηγών ενέργειας, μονάδων αποθήκευσης και φορτίων στο δίκτυο

- ac/dc μετατροπείς:
 - ανορθωτές (*rectifiers*)
 - αντιστροφείς (*inverters*)
- dc/dc μετατροπείς:
 - ανύψωσης τάσης (*boost converter*)
 - υποβιβασμού τάσης (*buck converter*)
 - ανύψωσης/υποβιβασμού τάσης (*buck-boost converter*)

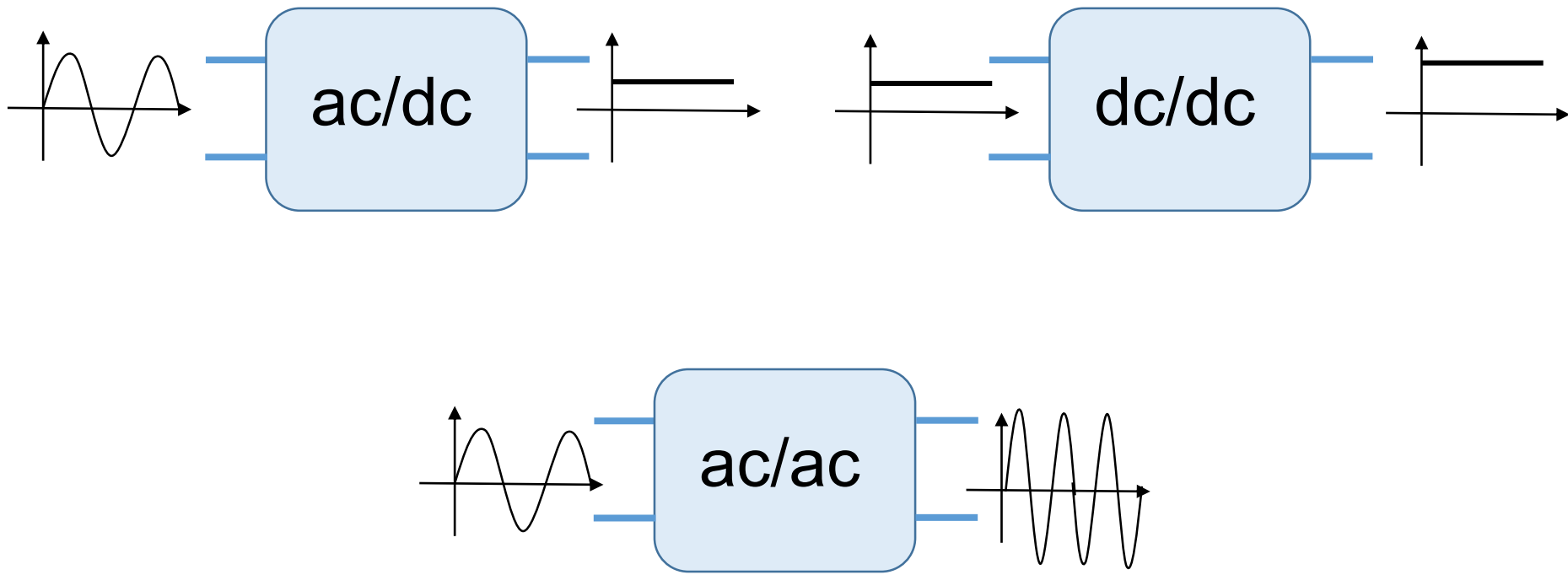


Ευστάθεια μοντέρνων ΣΗΕ



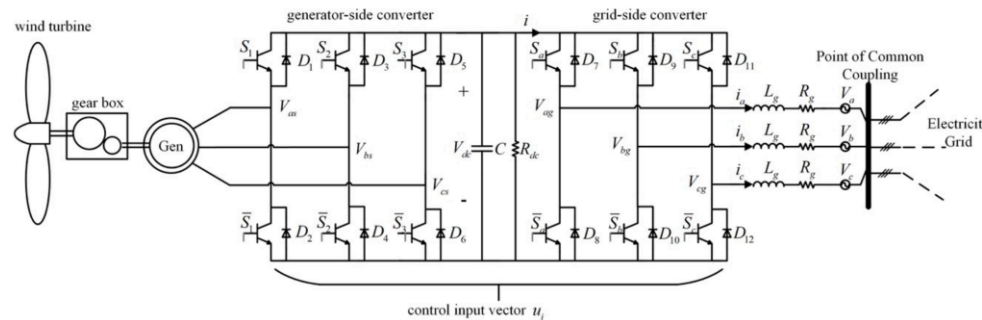
Τύποι μετατροπών ισχύος

Οι ηλεκτρονικοί μετατροπείς ισχύος είναι συσκευές οι οποίες μετατρέπουν ac σε dc ισχύ και αντίστροφα ή αλλάζουν το πλάτος ή τη συχνότητα μιας τάσης ή ενός ρεύματος.

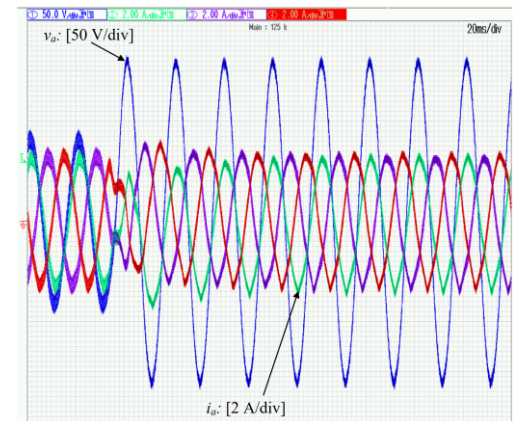
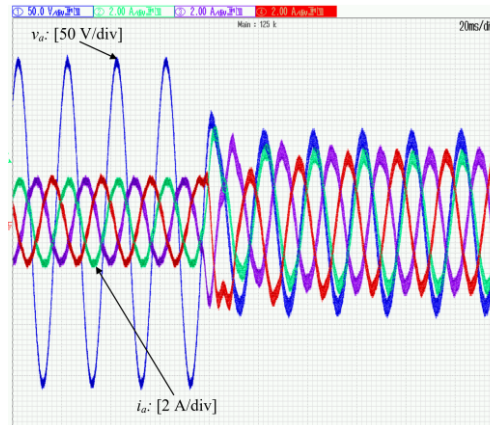
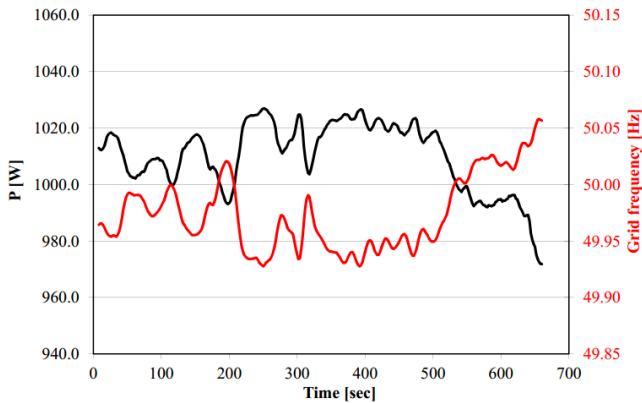


Παράδειγμα μοντελοποίησης και ελέγχου Ανεμογεννήτριας

- Grid support
- Seamless integration
- Operation under grid voltage sags



Frequency regulation



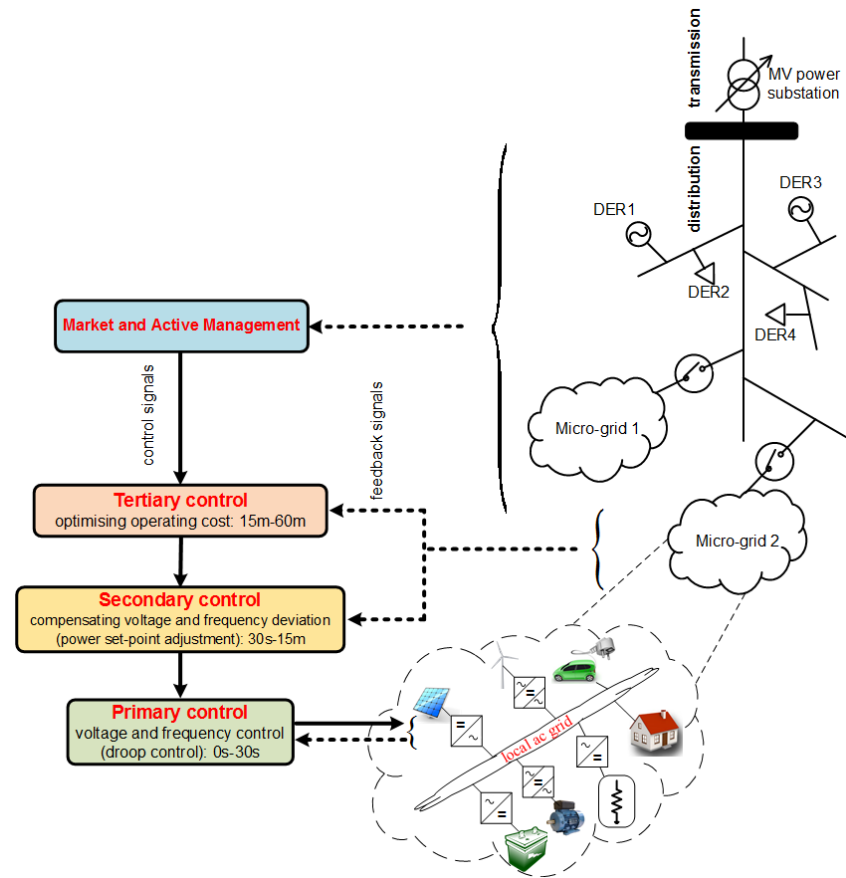
Παράδειγμα εφαρμογής ελέγχου σε αντιστροφέα για διασύνδεση διεσπαρμενης παραγωγής με το ηλεκτρικό δίκτυο

- Smart inverter technology:



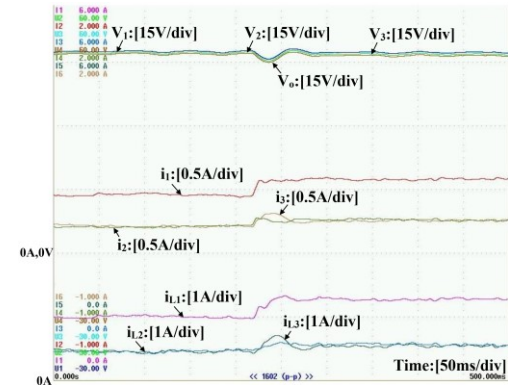
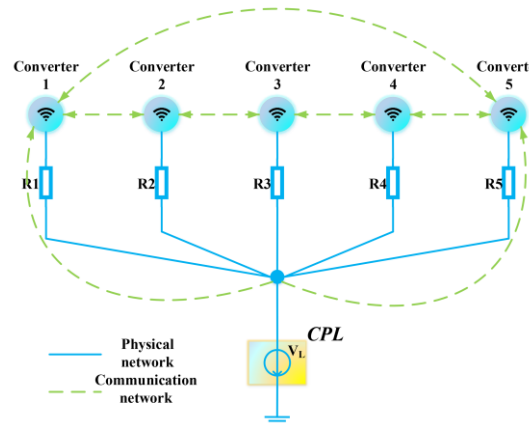
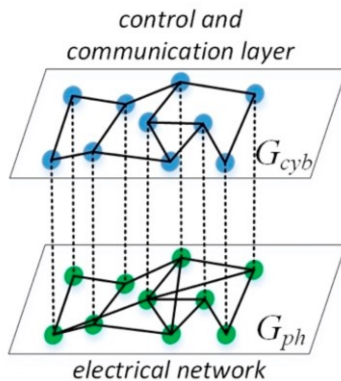
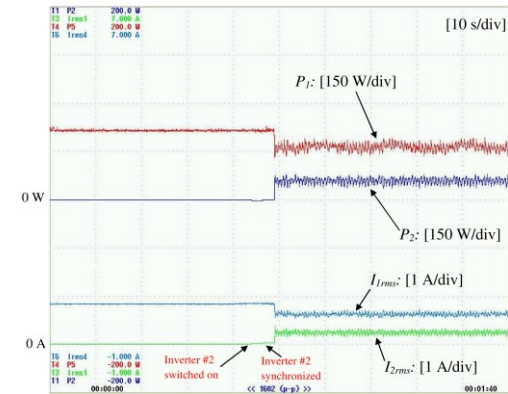
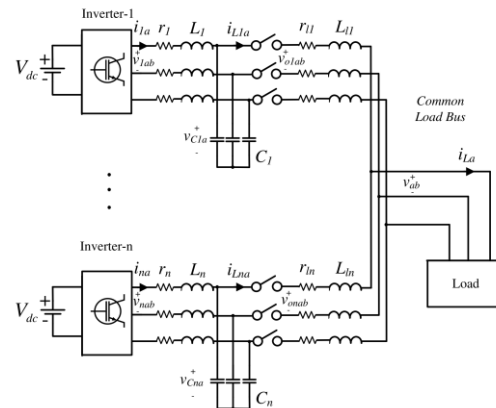
Μικροδίκτυα και ιεραρχική δομή ελέγχου

- **Primary control:** seamless integration of renewable energy systems, grid support, resilient operation under grid faults
- **Secondary control:** distributed operation – communication among neighbouring units, power sharing, voltage/frequency restoration
- **Supervisory control:** optimal operation under constraints, cost minimisation, life-time maximisation



Microgrid control and management

- Power sharing
- Voltage and frequency regulation + restoration
- Distributed control
- Optimal utilisation of renewable/green energy

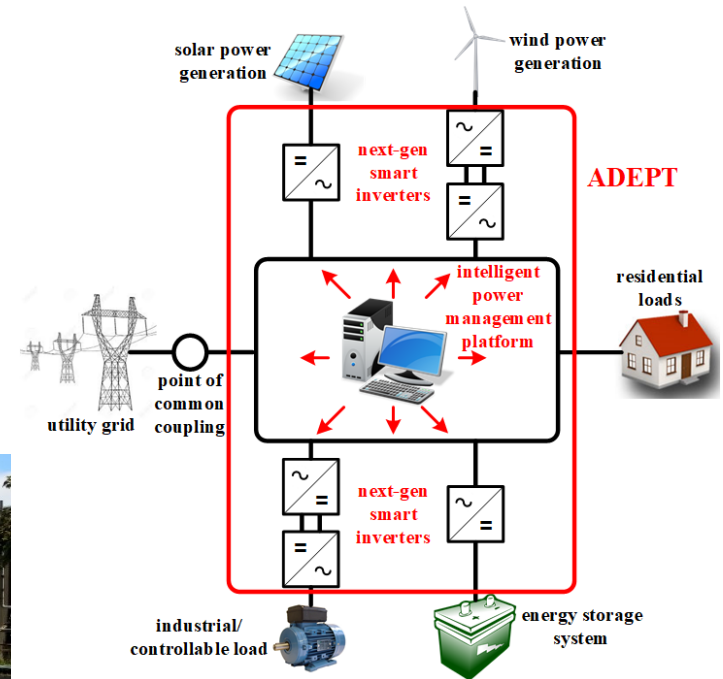


Παράδειγμα έξυπνης διαχείρισης μικροδικτύου

ADvanced multi-Energy management and oPTimisation time shifting platform (ADEPT)

Intelligent management of distributed generation units in grid-connected microgrid

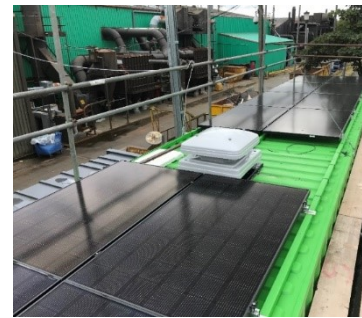
Ebbw Vale, South Wales



Innovate UK



Παράδειγμα έξυπνης διαχείρισης μικροδικτύου



Παράδειγμα έξυπνης διαχείρισης μικροδικτύου



Εργαστηριακές Υποδομές

- **Real-time digital simulator (Typhoon HIL):** real-time simulation of power networks, hardware-in-the-loop implementation
- **Controllable power converter/inverter units + Dspace + TI microcontrollers**
- **Several 1.5~2kVA Leroy Somer motors/generators (eg. SCIM, PMSG)**
- **Rooftop PV 2.4kW + EV charger**
- **Wind turbine**
- **Fuel cell**
- **Battery emulators**

