



# Τεχνολογίες Αποθήκευσης Ενέργειας

Το IEEE Standard για τη διαστασιολόγηση Φ/Β -Μπαταριών

<https://energysystems.teicrete.gr/>

## Γενικά για τη μεθοδολογία



- Ανάγκες εφεδρείας παρεχόμενες από τις μπαταρίες μου
- Καθόρισμος Φορτίου
- Χωρητικότητα μπαταριών
- Καθορισμός εν σειρά κελιών
- Χαρακτηριστικά μπαταριών

<https://energysystems.teicrete.gr/>

## Αυτονομία



ΤΕΧΝΟΛΟΓΙΚΟ ΕΚΠΑΙΔΕΥΤΙΚΟ ΙΔΡΜΑ ΚΡΗΤΗΣ

- Αφορά την περίοδο που μπορεί να εξυπηρετηθεί το φορτίο μόνο από τις μπαταρίες
- Τι λαμβάνουμε υπ' όψιν
  - ❖ Εφαρμογή –Πόσο κρίσιμη μπορεί να είναι αυτή
  - ❖ Διαθεσιμότητα Συστήματος Παραγωγής. Τι έχουμε ζητήσει να ικανοποιεί
  - ❖ Μεταβλητότητα Παραγωγής (εποχή-μέρα/νύχτα)
  - ❖ Μεταβλητότητα –προβλεψιμότητα και διαχειρισσιμότητα φορτίου
  - ❖ Η δυνατότητα παροχής εφεδρικής γεννήτριας
  - ❖ Προσβασιμότητα της περιοχής-Να ληφθεί υπ' όψιν ο χρόνος μετάβασης
- Μικρή περίοδος αυτονομίας οδηγεί σε υψηλό cycling τις μπαταρίες
- Μεγάλη περίοδος μπορεί να οδηγήσει σε overcharging

<https://energysystems.teicrete.gr/>



ΕΝΕΡΓΕΙΑΚΑ ΣΥΣΤΗΜΑΤΑ

2<sup>ο</sup> Εξάμηνο ΔΠΜΣ «Ενεργειακά Συστήματα»

## Τυπικές Απώλειες που πρέπει να λαμβάνονται υπ' όψιν



ΤΕΧΝΟΛΟΓΙΚΟ ΕΚΠΑΙΔΕΥΤΙΚΟ ΙΔΡΜΑ ΚΡΗΤΗΣ

- Απόκλιση από το MPP επειδή δεν υπάρχει σταθερό δίκτυο
- Απώλειες από την πηγή μέχρι την μπαταρία (2%)
- Απώλειες στο ρυθμιστή φόρτισης (2% τουλ.)
- Απώλειες στην αποθηκευτική διάταξη
- Εσωτερικές απώλειες διανομής (2% τουλ.)
- Απώλειες στον τυχόν αντιστροφέα (5% τουλ.)
- Η ποιότητα του εξοπλισμού θα επηρεάσει και την απόδοση.

<https://energysystems.teicrete.gr/>



ΔΙΑΤΗΜΑΤΙΚΟ ΠΡΟΓΡΑΜΜΑ  
ΜΕΤΑΠΤΥΧΙΑΚΩΝ ΣΠΟΥΔΩΝ  
ΕΝΕΡΓΕΙΑΚΑ ΣΥΣΤΗΜΑΤΑ

2<sup>ο</sup> Εξάμηνο ΔΠΜΣ «Ενεργειακά Συστήματα»



- Το μέσο φορτίο δείχνει πολύ αρχικά ιδέα για το μέγεθος της αποθήκευσης -ενεργειακά
- Να εκτιμηθεί το μέγιστο φορτίο μέσα σε ένα 24 ώρο και σε ευρύτερη περίοδο
- Αν η αυτονομία θεωρείται μεγαλύτερη από 24 ώρες θα πρέπει η αποθηκευτική διάταξη να μπορεί να αντέξει το φορτίο σε περίπτωση μερικής φόρτισης και το μέγιστο φορτίο να εμφανίζεται προς το τέλος της περιόδου.
- Αν δεν έχετε επαναλαμβανόμενη χρονοσειρά (μία ρουτίνα δηλαδή) συνιστάται να εκτιμήσετε το φορτίο σε διάρκεια μεγαλύτερη από την αυτονομία της μπαταρίας.

<https://energysystems.teicrete.gr/>



ΔΙΑΤΗΜΑΤΙΚΟ ΠΡΟΓΡΑΜΜΑ  
ΜΕΤΑΠΤΥΧΙΑΚΩΝ ΣΠΟΥΔΩΝ  
ΕΝΕΡΓΕΙΑΚΑ ΣΥΣΤΗΜΑΤΑ

2<sup>ο</sup> Εξάμηνο ΔΠΜΣ «Ενεργειακά Συστήματα»



- Στιγμιαίο ρεύμα: (Μηχανές,σφάλματα) αν δεν έχετε άλλη πληροφορία θεωρήστε τη διάρκειά του περίπου 1'. Κάποιες φορές συνιστάται να τα σημειώνετε χωριστά
- Ονομαστικό ρεύμα και τύπος φορτίου (σταθερής αντίστασης,ισχύος ή ρεύματος)
- Απώλειες: Θα πρέπει να συμπεριληφθούν γιατί πρέπει να εξυπηρετηθούν!
- Διάρκεια και ταυτοχρονισμός φορτίου
- Ελάχιστο Ρεύμα το οποίο αναμένεται. Μπορεί να είναι μόνο το ρεύμα του inverter.

<https://energysystems.teicrete.gr/>



ΔΙΑΤΗΜΑΤΙΚΟ ΠΡΟΓΡΑΜΜΑ  
ΜΕΤΑΠΤΥΧΙΑΚΩΝ ΣΠΟΥΔΩΝ  
ΕΝΕΡΓΕΙΑΚΑ ΣΥΣΤΗΜΑΤΑ

2<sup>ο</sup> Εξάμηνο ΔΠΜΣ «Ενεργειακά Συστήματα»



- Εύρος διακύμανσης τάσης –Ιδιαίτερα χρήσιμο για τη ρύθμιση των φορτιστών και για την προστασία των φορτίων ώστε να μην προσφέρουμε τάση η οποία καταστρέφει τις συσκευές μας
- Σύγκριση του μεγίστου ρεύματος (στιγμιαίου) και του μέγιστου αναμενόμενου ρεύματος κανονικής λειτουργίας.
- Τελικός Υπολογισμός Ημερήσιου φορτίου σε

Ah



- Υπολογισμός βάσει του μέσου φορτίου της χωρητικότητας που απαιτείται.
- Δίαιρώ με το βάθος εκφόρτισης για να μπορώ να έχω την απαιτούμενη χωρητικότητα.
- Λαμβάνω υπόψη μου τη μέγιστη επιτρεπτή εκφόρτιση ανά ημέρα (λογικά θα είναι αρκετά μικρότερη από ότι παραπάνω)-Ιδιαίτερα για όχι τόσο βαθιάς εκφόρτισης μπαταρίες-αυτό μπορεί να είναι 15%.
- Λαμβάνω υπ' όψιν και τη χωρητικότητα στο τέλος ζωής (βάσει βάθους εκφόρτισης)
- Χρησιμοποιώ παραμέτρους ασφαλείας (π.χ +10%)
- Υπολογίζω την τελική χωρητικότητα που θα αναπροσαρμοστεί με τα κελιά σε σειρά-παράλληλα.
- Από εκεί υπολογίζω πόσες ώρες συνεχούς φορτίου στο Μέγιστο ταυτοχρονισμένο ρεύμα ικανοποιώ.

## Καθορισμός Τάσης



ΤΕΧΝΟΛΟΓΙΚΟ ΕΚΠΑΙΔΕΥΤΙΚΟ ΙΔΡΥΜΑ ΚΡΗΤΗΣ

- Συνηθίζετε να χρησιμοποιείτε σχετικά τυποποιημένα μεγέθη
- Πρέπει να καθοριστεί το εύρος της τάσης μεταξύ μέγιστης και ελάχιστης ώστε να ικανοποιούνται
  - ❖ Οι απαιτήσεις του φορτίου (η ελάχιστη των μεγίστων-η μέγιστη των ελαχίστων)
  - ❖ Οι περιορισμοί του charger και του Battery Inverter.
  - ❖ Τους περιορισμούς της τάσης ανά κελί
- Έπαναλαμβανόμενη φόρτιση σε υψηλό  $V_{max}$  οδηγεί σε περιορισμό του χρόνου ζωής αν δεν είναι και επικίνδυνο λόγω του υψηλού ρεύματος Gassing ή και έκρηξης
- Υψηλή τάση μπορεί να οδηγήσει σε ιδιαίτερα αυξημένο ρεύμα ειδικά με λαμπτήρες LED.

<https://energysystems.teicrete.gr/>



ΔΙΑΤΗΜΑΤΙΚΟ ΠΡΟΓΡΑΜΜΑ  
ΜΕΤΑΠΤΥΧΙΑΚΩΝ ΣΠΟΥΔΩΝ  
ΕΝΕΡΓΕΙΑΚΑ ΣΥΣΤΗΜΑΤΑ

2<sup>ο</sup> Εξάμηνο ΔΠΜΣ «Ενεργειακά Συστήματα»

## Πόσες μπαταρίες να βάλω στη σειρά?



ΤΕΧΝΟΛΟΓΙΚΟ ΕΚΠΑΙΔΕΥΤΙΚΟ ΙΔΡΥΜΑ ΚΡΗΤΗΣ

- Βάζω τόσα κελιά στη σειρά ώστε και στο μέγιστο charging Voltage που επιτρέπει ο κατασκευαστής να μην υπερβώ τη μέγιστη απαιτούμενη τάση π.χ αν αυτή είναι 58V και επιτρέπεται 2.4V ανά κελί, τότε βάζω 24 μπαταρίες
- Θα πρέπει η μικρότερη δυνατή τάση να οδηγεί σε τάση κελιού τέτοια που θα επιτρέψει την εκφόρτιση ανά κελί σε τάση που να επιτρέπει ο κατασκευαστής για τη συγκεκριμένη χωρητικότητα με βάση το παραπάνω βήμα
- Φροντίστε ο αριθμός των μπαταριών που χρησιμοποιείται μπορεί να φορτιστεί αποδοτικά από κοινούς κι όχι εξεζητημένους φορτιστές.
- Επίσης αν η τάση μετά την εκφόρτιση είναι πιο χαμηλή σημαίνει λιγότερα κελιά ανά σειρά.

<https://energysystems.teicrete.gr/>



ΔΙΑΤΗΜΑΤΙΚΟ ΠΡΟΓΡΑΜΜΑ  
ΜΕΤΑΠΤΥΧΙΑΚΩΝ ΣΠΟΥΔΩΝ  
ΕΝΕΡΓΕΙΑΚΑ ΣΥΣΤΗΜΑΤΑ

2<sup>ο</sup> Εξάμηνο ΔΠΜΣ «Ενεργειακά Συστήματα»

## Πόσο μεγάλες μπαταρίες να χρησιμοποιήσω?



ΤΕΧΝΟΛΟΓΙΚΟ ΕΚΠΑΙΔΕΥΤΙΚΟ ΙΔΡΜΑ ΚΡΗΤΗΣ

- Φροντίστε ότι η χωρητικότητα της μπαταρίας ταυτόχρονα ικανοποιεί την ανάγκη για αποδεκτή τάση εκφόρτισης και τον αριθμό των απαιτούμενων ωρών

<https://energysystems.teicrete.gr/>



ΔΙΑΤΜΗΜΑΤΙΚΟ ΠΡΟΓΡΑΜΜΑ  
ΜΕΤΑΠΤΥΧΙΑΚΩΝ ΣΠΟΥΔΩΝ  
ΕΝΕΡΓΕΙΑΚΑ ΣΥΣΤΗΜΑΤΑ

2<sup>ο</sup> Εξάμηνο ΔΠΜΣ «Ενεργειακά Συστήματα»

## Γιατί να βάλω μπαταρίες Παράλληλα?



ΤΕΧΝΟΛΟΓΙΚΟ ΕΚΠΑΙΔΕΥΤΙΚΟ ΙΔΡΜΑ ΚΡΗΤΗΣ

- Γιατί η χωρητικότητα μία μπαταρίας δεν αρκεί
- Εφεδρεία σε περίπτωση βλάβης (redundancy)
- Όταν μία σειρά μπαταριών βγει εκτός λόγω συντήρησης
- Κάθε string μπαταριών που παραλληλίζεται να έχει όμοιες μπαταρίες και σε είδος και σε πλήθος.
- Η τελική χωρητικότητα είναι αποτέλεσμα του συνδυασμού παράλληλων και σειρά μπαταριών.

<https://energysystems.teicrete.gr/>



ΔΙΑΤΜΗΜΑΤΙΚΟ ΠΡΟΓΡΑΜΜΑ  
ΜΕΤΑΠΤΥΧΙΑΚΩΝ ΣΠΟΥΔΩΝ  
ΕΝΕΡΓΕΙΑΚΑ ΣΥΣΤΗΜΑΤΑ

2<sup>ο</sup> Εξάμηνο ΔΠΜΣ «Ενεργειακά Συστήματα»



- Υψηλή τελική τάση φόρτισης
- Οχι αποκοπή της φόρτισης όταν επιτύχουμε την επιθυμητή τάση
- Πολύ πιο τακτική φόρτιση και συνήθως μεγάλη αποθήκευση ενέργειας σε σχέση με την κατανάλωση (Άρα και η υπερδιαστασιολόγηση δε βοηθάει)
- Βασικές Επιπτώσεις
  - ❖ Απώλεια Ύδατος (στις παλιές μπαταρίες)
  - ❖ Εκπομπές αερίων-Αύξηση συγκέντρωσης
  - ❖ Αύξηση θερμοκρασίας

<https://energysystems.teicrete.gr/>



- Οι επιπτώσεις εξαρτώνται σε μεγάλο βαθμό από
  - ❖ Ρυθμό (πόσο συχνά γίνεται η υπερφόρτιση και με τι ρεύμα)
  - ❖ Διάρκεια υπερφόρτισης (αν π.χ. Δεν διακόπτεται καθόλου η φόρτιση)
- Οι επιπτώσεις μπορεί να είναι σημαντικότερες στις **valve regulated**
  - ❖ Δεν μπορείς να συμπληρώσεις νερό (για να αραιώσεις τον ηλεκτρολύτη όπως στις open)
  - ❖ Φαινόμενο thermal Runaway –Η μπαταρία δέχεται ακόμα περισσότερο φορτίο με αποτέλεσμα να καταστρέφεται
  - ❖ Πρόβλημα στην κάθοδο γιατί διαβρώνεται από το Θειικό οξύ.

<https://energysystems.teicrete.gr/>





- Προκαλείται εξ' αιτίας
  - ❖ Χαμηλής διάρκειας φόρτισης
  - ❖ Χαμηλή τάση φόρτισης
- Επιβραδύνεται ο χρόνος ζωής της αλλά και η ικανότητα παροχής υψηλού ρυθμού φορτίου
- Θα πρέπει λοιπόν να εξεταστεί
  - ❖ Επέκταση της πηγής
  - ❖ Συχνότερη χρήση της τυχόν εφεδρικής γεννήτριας
  - ❖ Μείωση του χρησιμοποιούμενου φορτίου

<https://energysystems.teicrete.gr/>



- Μειωμένη θερμοκρασία
- Υψηλοί ρυθμοί εκφόρτισης
- Υψηλή τελική τάση εκφόρτισης (δεν εκμεταλλευόμαστε το σύνολο της μπαταρίας)
- Περιορισμοί στο βάθος εκφόρτισης
- Αδυναμία φόρτισης
- Παρατεταμένη περίοδος υπερβολικής φόρτισης με υψηλές θερμοκρασίες

<https://energysystems.teicrete.gr/>





- Αυτό ενδέχεται να συμβεί αν κάποιο μεγάλο φορτίο έχει σημαντικό στιγμιαίο ρεύμα και ειδικά αν αυτό τείνει να συμβαίνει στο τέλος της περιόδου αυτονομίας.
  - ❖ΘΑ Πρέπει να συμβουλευέστε και το πρότυπο IEEE-Std 485-1997 σε συνδυασμό με τα παραπάνω
  - ❖Αν το φορτίο είναι σχετικά μικρό δεν πρέπει να ανησυχούμε πολύ
  - ❖Να προσπαθήσουμε να πείσουμε να χρησιμοποιείται το φορτίο αυτό σε περιόδους όπου η πρωτογεννής πηγή είναι διαθέσιμη.
  - ❖Προσπαθήστε να περιορίσετε το ρεύμα εκκίνησης του φορτίου. Αυτό είναι ευκολότερο αν αξιοποιήσετε τη γνώση περι κινητήρων και εκκίνησης (διακόπτης τριγωνο-αστέρα ή αντιστάσεις εκκίνησης ή soft starters)
  - ❖ Συμβουλευτέ τους χρήστες για φορτία όπως η ηλεκτροκόλληση να φέρνουν γεννήτρια που θα αναλαμβάνει να δολυεύει τον επιπλέον εξοπλισμό.
- ❖ Αρχίζει να συζητείται η χρήση flywheels ή ultra-capacitors για αυτό το σκοπό (υψηλό και γρήγορο ρεύμα)

<https://energysystems.teicrete.gr/>



ΔΙΕΥΘΥΝΣΗ ΜΕΤΑΠΤΥΧΙΑΚΩΝ ΣΠΟΥΔΩΝ  
ΕΝΕΡΓΕΙΑΣ ΤΕΧΝΟΛΟΓΙΑΣ

2η Φάση του ΕΠΜΣ «Ενεργειακά Συστήματα»



- Αν υπάρχει ενδεχόμενο να φτάσετε σε πολύ χαμηλές θερμοκρασίες που θα μπορούσαν να οδηγήσουν σε freezing τον Ηλεκτρολύτη, φροντίστε για τις ακόλουθες (που μπορεί να είναι και συμπληρωματικές)
  - ❖Μόνωση του χώρου
  - ❖Αύξηση του αριθμού των μπαταριών
  - ❖Αυξήστε την ελάχιστη τάση
- Αν η ελάχιστη θερμοκρασία είναι σχετικά χαμηλή πορέπει να γίνει προσάυξηση της χωρητικότητας.
- Η αυτο-εκφόρτιση πρέπει να ληφθεί υπ' όψιν αν αποτελεί τιμή μεγαλύτερη από 5% της διαθέσιμης μέσης ημερήσιας ενέργειας από την μπαταρία επίσης και είδαμε ότι επηρεάζεται από τη θερμοκρασία

<https://energysystems.teicrete.gr/>



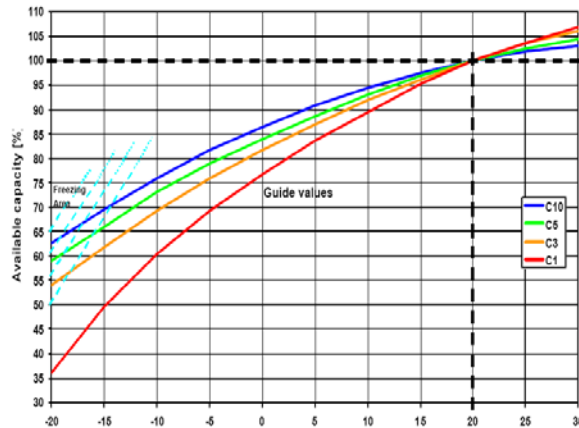
ΔΙΕΥΘΥΝΣΗ ΜΕΤΑΠΤΥΧΙΑΚΩΝ ΣΠΟΥΔΩΝ  
ΕΝΕΡΓΕΙΑΣ ΤΕΧΝΟΛΟΓΙΑΣ

2η Φάση του ΕΠΜΣ «Ενεργειακά Συστήματα»

## Επίπτωση Θερμοκρασίας



ΤΕΧΝΟΛΟΓΙΚΟ ΕΚΠΑΙΔΕΥΤΙΚΟ ΙΔΡΜΑ ΚΡΗΤΗΣ



<https://energysystems.teicrete.gr/>



ΔΙΑΤΜΗΜΑΤΙΚΟ ΠΡΟΓΡΑΜΜΑ  
ΜΕΤΑΠΤΥΧΙΑΚΩΝ ΣΠΟΥΔΩΝ  
ΕΝΕΡΓΕΙΑΚΑ ΣΥΣΤΗΜΑΤΑ

2<sup>ο</sup> Εξάμηνο ΔΠΜΣ «Ενεργειακά Συστήματα»

19

## Άλλοι Έλεγχοι



ΤΕΧΝΟΛΟΓΙΚΟ ΕΚΠΑΙΔΕΥΤΙΚΟ ΙΔΡΜΑ ΚΡΗΤΗΣ

- Πόσο συχνά θα συντηρείται η μπαταρία?
- Να είναι η ικανότητα παραγωγής από την πηγή μου (σε μέση τιμή) περίπου 30% μεγαλύτερη από τη μέση ημερήσια κατανάλωση.
- Καλό είναι αν υπάρχει εποχικότητα της ζήτησης σε κάθε περίπτωση να λαμβάνετε το χειρότερο μήνα από άποψης ενεργειακών πηγών.

<https://energysystems.teicrete.gr/>



ΔΙΑΤΜΗΜΑΤΙΚΟ ΠΡΟΓΡΑΜΜΑ  
ΜΕΤΑΠΤΥΧΙΑΚΩΝ ΣΠΟΥΔΩΝ  
ΕΝΕΡΓΕΙΑΚΑ ΣΥΣΤΗΜΑΤΑ

2<sup>ο</sup> Εξάμηνο ΔΠΜΣ «Ενεργειακά Συστήματα»



## Φόρτιση, Εκφόρτιση, Αποθήκευση.

*Οι μπαταρίες Αρέσκονται  
στις ήπιες θερμοκρασίες  
και στη λίγη δουλειά-σαν  
τους ανθρώπους.*

### ΦΟΡΤΙΣΗ



- Περιεχόμενο το επόμενο βήμα:

$$E(t + \Delta t) = E(t) + n_{ch} \cdot P_{ch}(t) \cdot \Delta t$$

- Όρια ρυθμού φόρτισης:

$$0 \leq P_{ch}(t) \leq Store^{MAX}(t)$$

- Όπου ο μέγιστος ρυθμός αποθήκευσης ανά βήμα είναι:

$$Store^{MAX}(t) = \min \left\{ P_{ch}^{AV}(t), \frac{C^{MAX}(t) - E(t)}{n_{ch} \cdot \Delta t} \right\}$$

## Φόρτιση-Μεταβλητές



ΤΕΧΝΟΛΟΓΙΚΟ ΕΚΠΑΙΔΕΥΤΙΚΟ ΙΔΡΙΜΑ ΚΡΗΤΗΣ

- $n_{ch}$ , η απόδοση της διάταξης μετατροπής ενέργειας από το δίκτυο
- $C^{MAX}(t)$  η ενεργειακή χωρητικότητα της αποθηκευτικής διάταξης για την εξεταζόμενη χρονική στιγμή (ΘΑ δούμε ότι δεν είναι σταθερή για διάφορες διατάξεις)
- $\Delta t$  η διάρκεια του διαστήματος για την προσομοίωση λειτουργίας
- $P_{ch}(t)$  η ισχύς που απορροφάται από το δίκτυο κατά το χρονικό διάστημα  $\Delta t$

<https://energysystems.teicrete.gr/>



ΔΙΑΤΗΜΑΤΙΚΟ ΠΡΟΓΡΑΜΜΑ  
ΜΕΤΑΠΤΥΧΙΑΚΩΝ ΣΠΟΥΔΩΝ  
ΕΝΕΡΓΕΙΑΚΑ ΣΥΣΤΗΜΑΤΑ

2<sup>ο</sup> Εξάμηνο ΔΠΜΣ «Ενεργειακά Συστήματα»

## Εκφόρτιση



ΤΕΧΝΟΛΟΓΙΚΟ ΕΚΠΑΙΔΕΥΤΙΚΟ ΙΔΡΙΜΑ ΚΡΗΤΗΣ

- Περιεχόμενο το επόμενο βήμα:

$$E(t + \Delta t) = E(t) - n_{dch} \cdot P_{dch}(t) \cdot \Delta t$$

- Όρια ρυθμού φόρτισης:

$$0 \leq P_{dch}(t) \leq Disc^{MAX}(t)$$

- Όπου ο μέγιστος ρυθμός αποθήκευσης ανά βήμα είναι:

$$Disc^{MAX}(t) = \min \left\{ P_{dch}^{AV}(t), \frac{E(t)}{n_{dch} \cdot \Delta t} \right\}$$

<https://energysystems.teicrete.gr/>



ΔΙΑΤΗΜΑΤΙΚΟ ΠΡΟΓΡΑΜΜΑ  
ΜΕΤΑΠΤΥΧΙΑΚΩΝ ΣΠΟΥΔΩΝ  
ΕΝΕΡΓΕΙΑΚΑ ΣΥΣΤΗΜΑΤΑ

2<sup>ο</sup> Εξάμηνο ΔΠΜΣ «Ενεργειακά Συστήματα»

## Είδη Φορτίσεων



ΤΕΧΝΟΛΟΓΙΚΟ ΕΚΠΑΙΔΕΥΤΙΚΟ ΙΔΡΥΜΑ ΚΡΗΤΗΣ

**Constant Current:** Φόρτιση υπό σταθερό ρεύμα για μερικές ώρες σε σχετικά υψηλή τάση. Η Επιλογή της τάσης εξαρτάται και από τις θερμοκρασίες και ο πόσο γρήγορα θέλουμε να φορτίσουμε

**Topping Charge:** Φόρτιση για ποσοστό SOC άνω του 70% με ελαττούμενο ρεύμα από την τιμή του Constant Current

**Floating Charge:** Μετά που θα φορτιστεί η μπαταρία προκειμένου να αποφευχθεί η αυτο-εκφόρτιση. Πρέπει να γίνεται σε χαμηλότερη τάση από την προηγούμενη περίπτωση.

**Boost Charge:** Γρήγορη φόρτιση με μεγάλο ρεύμα

**Trickle Charge:** Για να διατηρηθεί η μπαταρία μετά από μακρά περίοδο αποθήκευσης.

<https://energysystems.teicrete.gr/>



ΔΙΑΤΗΜΑΤΙΚΟ ΠΡΟΓΡΑΜΜΑ  
ΜΕΤΑΠΤΥΧΙΑΚΩΝ ΣΠΟΥΔΩΝ  
ΕΝΕΡΓΕΙΑΚΑ ΣΥΣΤΗΜΑΤΑ

2<sup>ο</sup> Εξάμηνο ΔΠΜΣ «Ενεργειακά Συστήματα»

25

## Βασικές Αρμοδιότητες Ρυθμιστής Φόρτισης



ΤΕΧΝΟΛΟΓΙΚΟ ΕΚΠΑΙΔΕΥΤΙΚΟ ΙΔΡΥΜΑ ΚΡΗΤΗΣ

- Προστασία της μπαταρίας από υπερβολική εκφόρτιση. Κάτω από ένα όριο τάσης τα φορτία αποσυνδέονται από την μπαταρία για να την προστατεύσουν.
- Προστασία της μπαταρίας από υπερβολική φόρτιση
- Προστασία του Φ/Β από ανάστροφο ρεύμα

<https://energysystems.teicrete.gr/>



ΔΙΑΤΗΜΑΤΙΚΟ ΠΡΟΓΡΑΜΜΑ  
ΜΕΤΑΠΤΥΧΙΑΚΩΝ ΣΠΟΥΔΩΝ  
ΕΝΕΡΓΕΙΑΚΑ ΣΥΣΤΗΜΑΤΑ

2<sup>ο</sup> Εξάμηνο ΔΠΜΣ «Ενεργειακά Συστήματα»

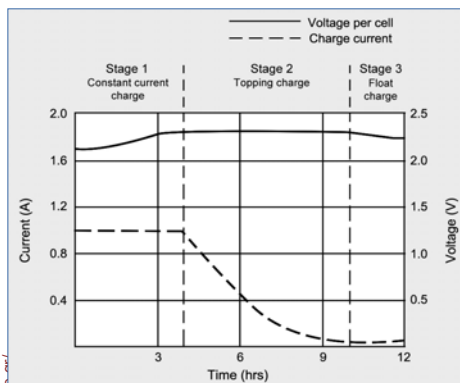
26



- Διαφορετικές-παραμετροποιήσιμες παράμετρος για διάφορα είδη μπαταριών
- Προστασία Υπερφόρτισης και βραχυκυκλώματος
- Αισθητήρας θερμοκρασίας για αντιστάθμιση με θερμοκρασία μπαταρίας ή/και εξωτερικού χώρου
- Ενδεικτικά (από Led εως πλήρη οθόνη)
- Δυνατότητα να προσφέρει τους διαφορετικούς τύπους φόρτισης που είπαμε παραπάνω
- Πιο προηγμένοι ελεγκτές μπορεί να διαθέτουν MPP με σημαντική αύξηση του κόστους αλλά και ως 10% μεγαλύτερη παραγωγή.

https://energysystems.teicrete.gr/

## Πως να φορτίσετε μία μπαταρία Μολύβδου-Οξέος



➤ Φορτίση μέχρι τα 2.40V/κελί, και μετά μείωση του ρεύματος. Αν είναι δυνατόν με σταθερό ρεύμα.

➤ 2.25V/cell για να αντιμετωπίσετε την αυτο-εκφόρτιση-float charge (μειώστε την για θερμοκρασίες άνω των 29°C).

➤ Έχουμε αναφερθεί στα προβλήματα της υπερφόρτισης

➤ Χρειάζεται φόρτιση τύπου topping

➤ Όταν φτάνετε το όριο τάσης θα πρέπει να περιορίζεται το ρεύμα φόρτισης

➤ Να ακολουθείτε το φυλλάδιο του κατασκευαστή για περισσότερες λεπτομέρειες για τις υπο-κατηγορίες

https://energysystems.teicrete.gr/

## Πως να φορτίσετε μία μπαταρία Μολύβδου-Οξέος



- Αν έχετε διακυμανσεις θερμοκρασίας να χρησιμοποιήσετε κατάλληλο αισθητήρα
- Σε διαφορετική περίπτωση προσαρμόστε τη θερμοκρασία λίγο χαμηλότερα για λόγους ασφαλείας. ΜΗ ΦΟΡΤΙΖΕΤΕ ΠΑΝΩ από 49°C
- Για τάσεις 2.30-2.35 V/Κελί μπορείτε να φορτίσετε σε θερμοκρασίες άνω των 30°C επιμηκύνοντας το χρόνο ζωής. Η φόρτιση είναι αργή κι αν δεν χρησιμοποιούνται κύκλοι εξισορρόπησης τότε ενδέχεται να έχουμε εναπόθεση θείου
- Σε υψηλότερες τάσεις 2.4-2.45 V/Κελί μπορούμε να έχουμε αποδοτικότερες ενδείξεις αλλά ενδέχεται να φτάσουμε σε σημεία διάβρωσης. Να αποφεύγεται σε υψηλές θερμοκρασίες.
- Η πριονωτή τάση φόρτισης (ripple) θα πρέπει να περιορίζεται στο 5% (5A στα 100Ah)

<https://energysystems.teicrete.gr/>



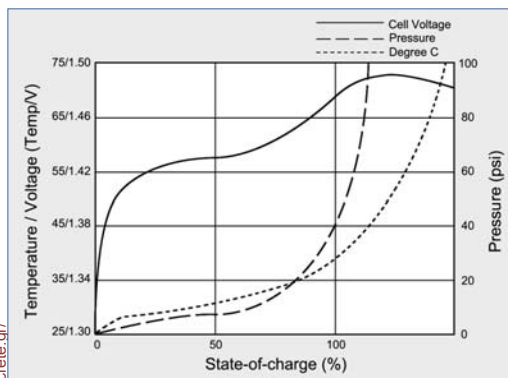
ΔΙΑΤΗΜΑΤΙΚΟ ΠΡΟΓΡΑΜΜΑ  
ΜΕΤΑΠΤΥΧΙΑΚΩΝ ΣΠΟΥΔΩΝ  
ΕΝΕΡΓΕΙΑΚΑ ΣΥΣΤΗΜΑΤΑ

2<sup>ο</sup> Εξάμηνο ΔΠΜΣ «Ενεργειακά Συστήματα»

## Πως να φορτίσετε μία μπαταρία Νικελίου



ΤΕΧΝΟΛΟΓΙΚΟ ΕΚΠΑΙΔΕΥΤΙΚΟ ΙΔΡΜΑ ΚΡΗΤΗΣ



➤ Η φόρτιση μέχρι το 70% είναι αποδοτική μετά η μπαταρία ζεσταίνεται

➤ Αν η μπαταρία έχει πρόβλημα τότε η ανίχνευση της πλήρους φόρτισης είναι πολύ δύσκολη

➤ Χρειάζεται αισθητήρας θερμοκρασίας για ασφάλεια

➤ Παρουσιάζει πιο έντονη μνήμη. Αν εκφορτίζεται συχνά σε ένα σημείο αυτό το σημείο θυμάται και χαμηλώνει πολύ την τάση μετά

➤ Μέσα σε 1-3 φορτίζουν-με floating charge

➤ Η τάση δείχνει σε μεγάλο βαθμό την φόρτιση

➤ Η φόρτιση Trickle στις NiMH να περιορίζεται στο 0.05C;

<https://energysystems.teicrete.gr/>



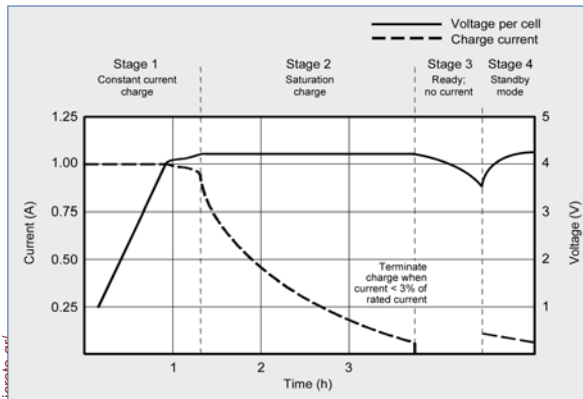
ΔΙΑΤΗΜΑΤΙΚΟ ΠΡΟΓΡΑΜΜΑ  
ΜΕΤΑΠΤΥΧΙΑΚΩΝ ΣΠΟΥΔΩΝ  
ΕΝΕΡΓΕΙΑΚΑ ΣΥΣΤΗΜΑΤΑ

2<sup>ο</sup> Εξάμηνο ΔΠΜΣ «Ενεργειακά Συστήματα»

## Πως να φορτίσετε μία μπαταρία Li-ion



ΤΕΧΝΟΛΟΓΙΚΟ ΕΚΠΑΙΔΕΥΤΙΚΟ ΙΔΡΥΜΑ ΚΡΗΤΗΣ



➤ Φορτίστε στα 4.20V/κελί

➤ ΟΧΙ trickle charge-Η μπαταρία πρέπει να ηρεμεί μετά τη φόρτιση

➤ Περιοδική topping φόρτιση επιτρέπεται

➤ Φορτίζει σε 1-3 ώρες (2/3 είναι για topping)

➤ Έχει πλήρως φορτιστεί όταν το ρεύμα πέσει κάτω από ένα κατώφλι

➤ **ΟΧΙ trickle charge!** Δεν απορροφούν την Υπερφόρτιση.

<https://energysystems.teicrete.gr/>



ΔΙΑΤΗΜΑΤΙΚΟ ΠΡΟΓΡΑΜΜΑ  
ΜΕΤΑΠΤΥΧΙΑΚΩΝ ΣΠΟΥΔΩΝ  
ΕΝΕΡΓΕΙΑΚΑ ΣΥΣΤΗΜΑΤΑ

2<sup>ο</sup> Εξάμηνο ΔΠΜΣ «Ενεργειακά Συστήματα»

## Τι αρέσει και τι δεν αρέσει στις μπαταρίες

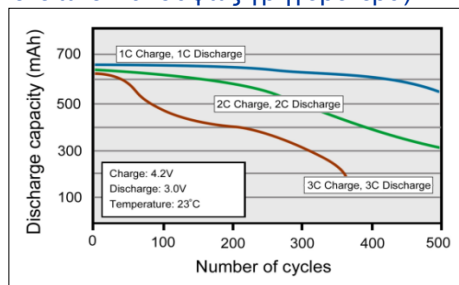


ΤΕΧΝΟΛΟΓΙΚΟ ΕΚΠΑΙΔΕΥΤΙΚΟ ΙΔΡΥΜΑ ΚΡΗΤΗΣ

➤ Οι μπαταρίες Μολύβδου-Οξέος απαιτούν φόρτιση κορεσμού της τάξης των 14h.

➤ Για τις μπαταρίες Μολύβδου-Οξέος η 8-ωρη θεωρείται γρήγορη).

➤ Ταχύτερη φόρτιση από την ωριαία προκαλεί στρές (και τελειώνει και σαφώς γρηγορότερα)



Αν φορτίσετε ή εκφορτίσετε μία μπαταρία Li-ion πάνω από 1C μειώνει το χρόνο ζωής.

<https://energysystems.teicrete.gr/>



ΔΙΑΤΗΜΑΤΙΚΟ ΠΡΟΓΡΑΜΜΑ  
ΜΕΤΑΠΤΥΧΙΑΚΩΝ ΣΠΟΥΔΩΝ  
ΕΝΕΡΓΕΙΑΚΑ ΣΥΣΤΗΜΑΤΑ

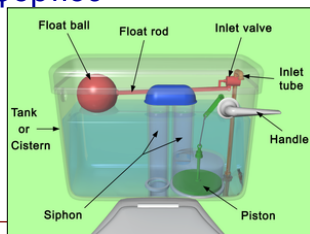
2<sup>ο</sup> Εξάμηνο ΔΠΜΣ «Ενεργειακά Συστήματα»

## Φόρτιση/Εκφόρτιση



ΤΕΧΝΟΛΟΓΙΚΟ ΕΚΠΑΙΔΕΥΤΙΚΟ ΙΔΡΜΑ ΚΡΗΤΗΣ

- Οι φορτιστές θα πρέπει με ασφάλεια να φορτίζουν ακόμη και μία χαλασμένη μπαταρία
- Όταν οι φορτιστές φορτίζουν μία μπαταρία σταματήστε τη φόρτιση
- Η υπερ-φόρτιση υποδηλώνει έναν χαλασμένο φορτιστή
- Η εκφόρτιση πρέπει να γίνεται μέσω κατάλληλου φορτίου



### Υδραυλικό Ανάλογα

Το φλοτέρ αν χαλάσει προκαλεί πλημμύρα

Το τούβλο μειώνει τη χωρητικότητα

<https://energysystems.teicrete.gr/>



ΔΙΑΤΗΜΑΤΙΚΟ ΠΡΟΓΡΑΜΜΑ  
ΜΕΤΑΠΤΥΧΙΑΚΩΝ ΣΠΟΥΔΩΝ  
ΕΝΕΡΓΕΙΑΚΑ ΣΥΣΤΗΜΑΤΑ

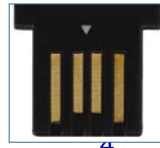
2<sup>ο</sup> Εξάμηνο ΔΠΜΣ «Ενεργειακά Συστήματα»

## Φόρτιση μέσω Θύρας USB



ΤΕΧΝΟΛΟΓΙΚΟ ΕΚΠΑΙΔΕΥΤΙΚΟ ΙΔΡΜΑ ΚΡΗΤΗΣ

- Η Θύρα παρέχει αμφίδρομη επικοινωνία αλλά και 5V στα 500mA
- Μπορεί να φορτίσει μικρές μονού κελιού μπαταρίες Li-ion
- Μπορεί να μην είναι εφικτή η πλήρης φόρτωση για μεγαλύτερες μπαταρίες
- Η υπερφόρτιση μπορεί να οδηγήσει σε εκφόρτιση του φορέα (laptop)



### Type A USB plug

Pin 1 +5VDC

Pins 2 & 3 Δεδομένα

Pin 4 γείωση

<https://energysystems.teicrete.gr/>



ΔΙΑΤΗΜΑΤΙΚΟ ΠΡΟΓΡΑΜΜΑ  
ΜΕΤΑΠΤΥΧΙΑΚΩΝ ΣΠΟΥΔΩΝ  
ΕΝΕΡΓΕΙΑΚΑ ΣΥΣΤΗΜΑΤΑ

2<sup>ο</sup> Εξάμηνο ΔΠΜΣ «Ενεργειακά Συστήματα»

## Υπερταχεία φόρτιση-Μετριάστε την αν είναι εφικτό



ΤΕΧΝΟΛΟΓΙΚΟ ΕΚΠΑΙΔΕΥΤΙΚΟ ΙΔΡΜΑ ΚΡΗΤΗΣ

Υπάρχουν μπαταρίες που μπορούν να φορτίσουν γρηγορότερα από 30' αλλά...

- Η ταχεία φόρτιση μπορεί να γίνει σε απολύτως υγιή μπαταρία
- Προκαλείται σμίκρυνση του χρόνου ζωής
- Για καλύτερα αποτελέσματα, αν επιθυμείτε κάτι τέτοιο κάντε λίγο μεγαλύτερη υπομονή για φόρτιση μεταξύ των 1-2hrs με ρυθμό το πολύ 1C.

<https://energysystems.teicrete.gr/>



ΔΙΑΤΜΗΜΑΤΙΚΟ ΠΡΟΓΡΑΜΜΑ  
ΜΕΤΑΠΤΥΧΙΑΚΩΝ ΣΠΟΥΔΩΝ  
ΕΝΕΡΓΕΙΑΚΑ ΣΥΣΤΗΜΑΤΑ

Chinese high-speed train

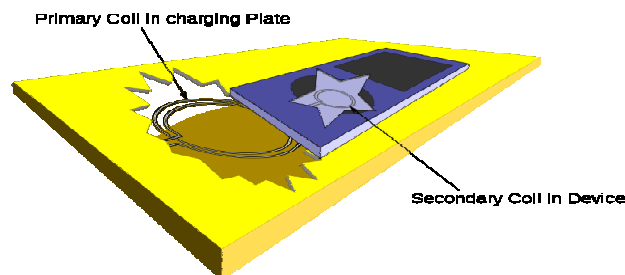
2<sup>ο</sup> Εξάμηνο ΔΠΜΣ «Ενεργειακά Συστήματα»

## Ασύρματη Φόρτιση



ΤΕΧΝΟΛΟΓΙΚΟ ΕΚΠΑΙΔΕΥΤΙΚΟ ΙΔΡΜΑ ΚΡΗΤΗΣ

- Μέσω επαγωγή και παρομοιάζει τον πομπό και το δέκτη
- Η επαγώμενη τάση ανορθώνεται και ρυθμίζεται
- Η Φόρτιση έχει απόδοση 70% παράγοντας θερμότητα.



<https://energysystems.teicrete.gr/>



ΔΙΑΤΜΗΜΑΤΙΚΟ ΠΡΟΓΡΑΜΜΑ  
ΜΕΤΑΠΤΥΧΙΑΚΩΝ ΣΠΟΥΔΩΝ  
ΕΝΕΡΓΕΙΑΚΑ ΣΥΣΤΗΜΑΤΑ

2<sup>ο</sup> Εξάμηνο ΔΠΜΣ «Ενεργειακά Συστήματα»

# Ασύρματη Φόρτιση



ΤΕΧΝΟΛΟΓΙΚΟ ΕΚΠΑΙΔΕΥΤΙΚΟ ΙΔΡΜΑ ΚΡΗΤΗΣ

## Πλεονεκτήματα

- Ευκολία-όχι ανάγκη επαφής
- Ευκολος καθαρισμός και αποστείρωση
- Μη εκτεθειμένα μεταλλά-όχι διάβρωση
- Αποφυγή κινδύνου shock και σπινθήρα



## Μειονεκτήματα

Τα όρια ισχύος επιμηκύνουν τους χρόνους φόρτισης

- Η επαγόμενη θερμότητα στρεσάρει την μπαταρία
- Ανησυχία για την ακτινοβολία
- Περίπλοκη και κατά 25% ακριβότερη
- Μη συμβατά σταντάρτς



<https://energysystems.teicrete.gr/>



ΔΙΑΤΗΜΑΤΙΚΟ ΠΡΟΓΡΑΜΜΑ  
ΜΕΤΑΠΤΥΧΙΑΚΩΝ ΣΠΟΥΔΩΝ  
ΕΝΕΡΓΕΙΑΚΑ ΣΥΣΤΗΜΑΤΑ

2<sup>ο</sup> Εξάμηνο ΔΠΜΣ «Ενεργειακά Συστήματα»

## Battery Management System



ΤΕΧΝΟΛΟΓΙΚΟ ΕΚΠΑΙΔΕΥΤΙΚΟ ΙΔΡΜΑ ΚΡΗΤΗΣ

To monitor the voltage/current during charging and discharging

To monitor temperature of the cells

To estimate S.O.C and S.O.H of the cells

Cell balancing

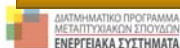
To ensure proper Charge/discharge current

Cell protection

Γιατί το χρειαζόμαστε;

1. Ασφάλεια σε μη φυσιολογικές συνθήκες ώστε να απομονώσουμε τα κελιά
1. Επιμήκυνση χρόνου ζωής-Αποδοτική φόρτιση με κατάλληλο αλγόριθμο φόρτισης
2. Συντήρηση-Για μετρήσεις «Υγείας»

<https://energysystems.teicrete.gr/>



ΔΙΑΤΗΜΑΤΙΚΟ ΠΡΟΓΡΑΜΜΑ  
ΜΕΤΑΠΤΥΧΙΑΚΩΝ ΣΠΟΥΔΩΝ  
ΕΝΕΡΓΕΙΑΚΑ ΣΥΣΤΗΜΑΤΑ

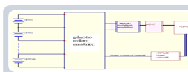
2<sup>ο</sup> Εξάμηνο ΔΠΜΣ «Ενεργειακά Συστήματα»

38

## Τυπικά στοιχεία Battery management System.



ΤΕΧΝΟΛΟΓΙΚΟ ΕΚΠΑΙΔΕΥΤΙΚΟ ΙΔΡΜΑ ΚΡΗΤΗΣ



### Measurement Block

- Samples Voltage, Current and Temperature
- The digitized signals will be used by other blocks



### Battery Algorithm Block

- Main function is to estimate SOC and SOH
- Kalman Filtering method is adopted in the Coulomb counting method to improve accuracy



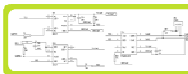
### Battery Capability Estimation Block

- Main task is to send information about the maximum charge/discharge current of the battery
- The maximum charge/discharge current is a function of SOC, temperature and cell voltage.



### Battery Cell balancing Block

- Aids in cell equalization
- Resistive or active cell equalization can be implemented



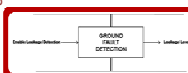
### CAN transceiver

- Physical communication module
- CAN protocol is used for high speed data transfer



### Thermal Management Block

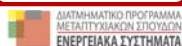
- Monitors temperature of the battery
- Prevents battery damage under extreme operating temperatures



### Ground Fault Detection Block

- Ensures safety by detecting leakage current
- Isolates HV terminals from other parts of a vehicle

<https://energysystems.teicrete.gr/>

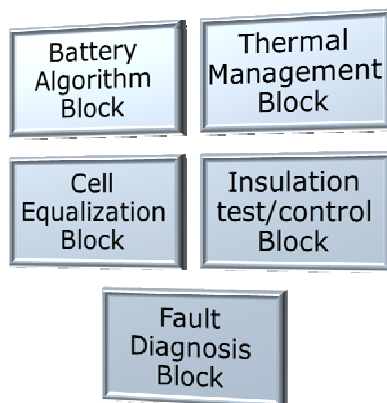


2<sup>ο</sup> Εξάμηνο ΔΠΜΣ «Ενεργειακά Συστήματα»

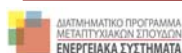
## Τυπικές «ρουτίνες» Αλγορίθμου Ελέγχου



ΤΕΧΝΟΛΟΓΙΚΟ ΕΚΠΑΙΔΕΥΤΙΚΟ ΙΔΡΜΑ ΚΡΗΤΗΣ



<https://energysystems.teicrete.gr/>



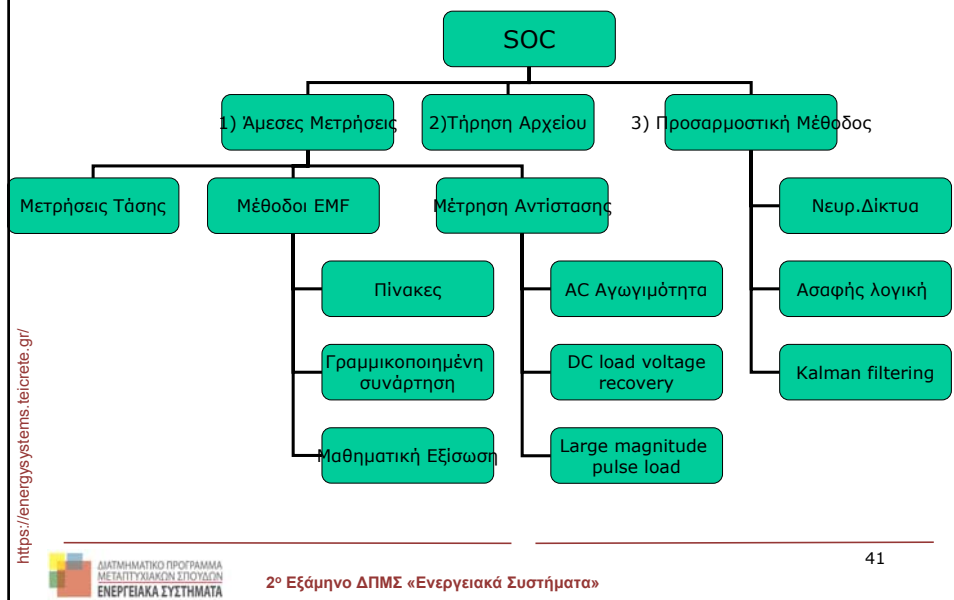
2<sup>ο</sup> Εξάμηνο ΔΠΜΣ «Ενεργειακά Συστήματα»

40

## τρόποι εκτίμησης SOC



ΤΕΧΝΟΛΟΓΙΚΟ ΕΚΠΑΙΔΕΥΤΙΚΟ ΙΔΡΜΑ ΚΡΗΤΗΣ



## 1) Άμεσες μετρήσεις



ΤΕΧΝΟΛΟΓΙΚΟ ΕΚΠΑΙΔΕΥΤΙΚΟ ΙΔΡΜΑ ΚΡΗΤΗΣ

Μετράται η τάση ανοικτού κυκλώματος. Ιδιαίτερα χρησιμοποιείται για τις Lead-Acid λόγω συσχέτισης τάσης και SOC

Δεν είναι κατάλληλη μέθοδος για μπαταρίες Li-Ion.

### Εκτίμηση HEΔ

Μσω θερμοδυναμικών εξισώσεων και εξισώσεων του Nerst Η Μέση τιμή της τάσης (για το ίδιο ρεύμα και θερμοκρασία) σε κάθε σημείο SOC αναπαρίσταται προκειμένου να εκτιμηθεί η HEΔ

Υπάρχει ακόμη πιο έντονη συσχέτιση της HEΔ με την τιμή του SOC Και παραμένει σταθερή οπότε είναι ένα πολύ καλό δείγμα για την εξαγωγή του SOC.

https://energysystems.teicrete.gr/



Οι μετρούμενες παράμετροι συγκρίνονται με τα αποθηκευμένα στοιχεία ενός πίνακα για να εκτιμηθεί η τιμή SOC

**B) Κατά τμήματα γραμμική συνάρτηση:** Προκειμένου να μειώσουν το μέγεθος του πίνακα, το SOC χρησιμοποιούνται κατά τμήματα γραμμικές συναρτήσεις

Π.χ.

Τάση	SOC%
4.08 – 4.24	85-100%
4.06-4.08	81.7-85%

Έτσι κατά προσέγγιση ή και με γραμμική αρεμβολή είναι γνωστή η κατάσταση φορτίσης της μηχανής.



Χρησιμοποιείται είτε στα μοντέλα λογιστικής μοντελοποίησης  
Είτε συσχετίζουν την EMF και τα δυναμικά ισορροπίας των θετικών και αρνητικών ηλεκτροδίων βάσει των οποίων προλέπεται το SOC.



- Χρησιμοποιώντας μία γνωστή συνάρτηση μπορείτε να εκτιμήσετε την εμπέδηση της μπαταρίας (αν χρησιμοποιήσουμε ως είτε την «Εσωτερική» αντίσταση της.
- Οι μεγαλύτερες μπαταρίες έχουν μικρότερη εσωτερική αντίσταση.
- Δεν είναι πρακτική για την εκτίμηση της κατάστασης για ηλεκτρικά οχήματα
- Μπορεί όμως να ενημερώσει για την κατάσταση Υγ μπαταρίας.



<https://energysystems.teicrete.gr/>



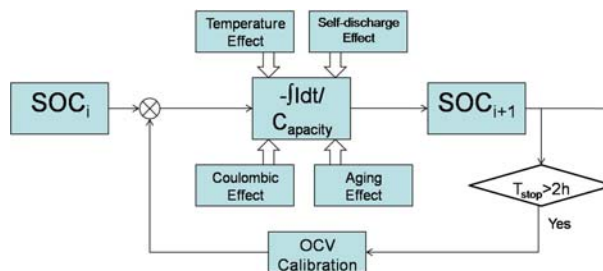
Χρησιμοποιεί μέτρηση φορτίων με Φίλτρα Kalman και επαναφορά(reset) SOC.

$$SOC_{new} = SOC_{old} - \Delta SOC$$

$$SOC_{new} = SOC_{old} - \left( \frac{i_{new} \Delta t}{Q} \right)$$

$$t_{new} = t_{old} + \Delta t$$

Q η χωρητικότητα των μπαταριών



Αξιοποιεί λοιπόν και τις μετρήσεις φορτίου, και τις παραμέτρους οι οποίες επιδρούν στην μπαταρία.

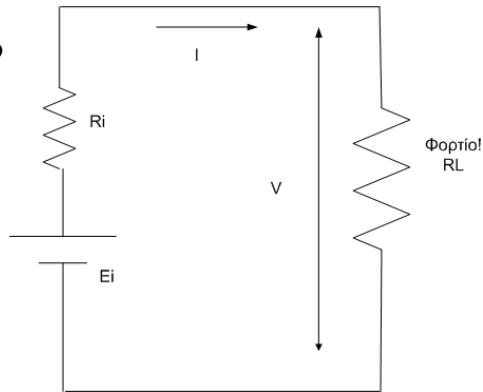
<https://energysystems.teicrete.gr/>

## Η μπαταρία ως ισοδύναμο κύκλωμα



ΤΕΧΝΟΛΟΓΙΚΟ ΕΚΠΑΙΔΕΥΤΙΚΟ ΙΔΡΜΑ ΚΡΗΤΗΣ

Το απλούστερο ισοδύναμο



Προσοχή! Το ρεύμα στο φορτίο μειώνεται λόγω μείωσης της τάσης και της αύξησης της εσωτερικής αντίστασης  
Τα μοντέλα αυτά θεωρούν ότι απλά αυξάνει η εσωτερική αντίσταση και άρα μειώνεται η διαθέσιμη τάση.

<https://energysystems.teicrete.gr/>



2<sup>ο</sup> Εξάμηνο ΔΠΜΣ «Ενεργειακά Συστήματα»

47

## Βασικοί Τύποι\_Peukert Model



ΤΕΧΝΟΛΟΓΙΚΟ ΕΚΠΑΙΔΕΥΤΙΚΟ ΙΔΡΜΑ ΚΡΗΤΗΣ

$$I^n \cdot T_i = \text{const} \quad (1.1) \quad I_1^n \cdot T_1 = I_2^n \cdot T_2 \quad (1.2)$$

$$\left(\frac{I_1}{I_2}\right)^n = \frac{T_2}{T_1} \quad (1.3) \quad Cap = I_1 \cdot T_1 \quad (1.4)$$

**n=1.1-1.4**  
**Προτιμότερο**  
**προς 1.1**



COPYRIGHT 2001, ELECTRIC POWER RESEARCH INSTITUTE

David Linden, Thomas B. Reddy, "Handbook of Batteries", 3rd Edition: McGraw-. Hill, Inc., New York 2002.

<https://energysystems.teicrete.gr/>



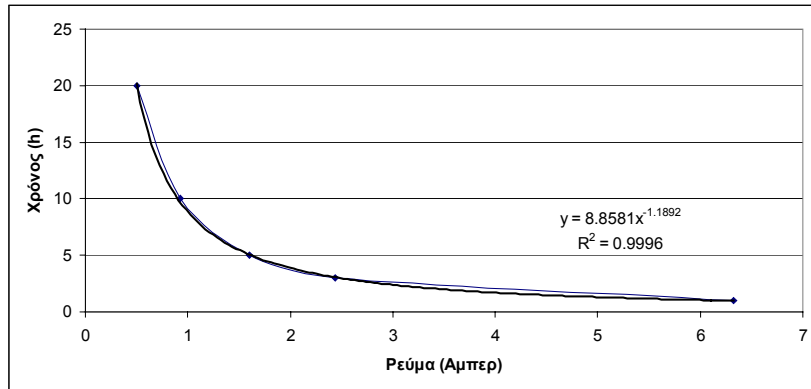
2<sup>ο</sup> Εξάμηνο ΔΠΜΣ «Ενεργειακά Συστήματα»

48

## Βασικοί Τύποι Peukert Model



ΤΕΧΝΟΛΟΓΙΚΟ ΕΚΠΑΙΔΕΥΤΙΚΟ ΙΔΡΜΑ ΚΡΗΤΗΣ



Στο συγκεκριμένο παράδειγμα προκύπτει τελεστής Peukert  $n=1.1892$   
Προήλθε από εμπορικό φυλλάδιο...

<https://energysystems.teicrete.gr/>



ΔΙΑΤΗΜΑΤΙΚΟ ΠΡΟΓΡΑΜΜΑ  
ΜΕΤΑΠΤΥΧΙΑΚΩΝ ΣΠΟΥΔΩΝ  
ΕΝΕΡΓΕΙΑΚΑ ΣΥΣΤΗΜΑΤΑ

2<sup>ο</sup> Εξάμηνο ΔΠΜΣ «Ενεργειακά Συστήματα»

49

## Άλλο λογιστικό μοντέλο



ΤΕΧΝΟΛΟΓΙΚΟ ΕΚΠΑΙΔΕΥΤΙΚΟ ΙΔΡΜΑ ΚΡΗΤΗΣ

Μετράει το φορτίο (σε Ah) που θα έπρεπε να εκφορτιστεί από μία πλήρως φορτισμένη μπαταρία για να τη φέρει στην παρούσα κατάσταση.

$$AhD = - \int (I - \max(I_{gas}, I_{SD})) dt + AhD_0$$

όπου

$I$  ρεύμα (αρνητικό για εκφόρτιση, θετικό για φόρτιση, A)

$I_{gas}$  ρεύμα gassing, A

$I_{SD}$  Ρεύμα αυτοεκφόρτισης, A

$t$  χρόνος, hr

$AhD_0$  AhD για  $t = 0$

<https://energysystems.teicrete.gr/>



ΔΙΑΤΗΜΑΤΙΚΟ ΠΡΟΓΡΑΜΜΑ  
ΜΕΤΑΠΤΥΧΙΑΚΩΝ ΣΠΟΥΔΩΝ  
ΕΝΕΡΓΕΙΑΚΑ ΣΥΣΤΗΜΑΤΑ

2<sup>ο</sup> Εξάμηνο ΔΠΜΣ «Ενεργειακά Συστήματα»



Με τη γνώση του **AhD** και της θερμοκρασίας η τάση της μπαταρίας υπολογίζεται από τις παρακάτω εξισώσεις:

Εκφόρτιση:

$$V = DV_{oc} + \frac{\partial V_{oc}}{\partial T}(T - 25) - DV_{slope}(1 - AhR) + \frac{I}{DK_T} \left( \frac{DP_1}{1 + (-I)^{DP_2}} + \frac{DP_3}{AhR0.0001^{DP_4}} \right) (1 - DaTr(T - 25))$$

Φόρτιση:

$$V = \min(V_{max}, CV_{oc} + \frac{\partial V_{oc}}{\partial T}(T - 25) + CV_{slope}AhC + \frac{I}{CK_T} \left( \frac{CP_1}{1 + I^{CP_2}} + \frac{CP_3}{(1 - AhC)^{CP_4}} \right) (1 - CaTr(T - 25))$$

<https://energysystems.teicrete.gr/>



Μπορούν στην ίδια «συσκευασία» να εμπεριέχουν

- ❖ Inverter
  - ❖ Battery charger
  - ❖ Charge controller
  - ❖ MPPT Tracker
  - ❖ Διασύνδεση με AC πηγές -δίνοντας εντολή εκκίνησης γεννήτριας
- Τα μέγεθθ είναι συνήθως σχετικά προκαθορισμένα.

<https://energysystems.teicrete.gr/>



## Αντιστροφέας για εφεδρικά συστήματα



ΤΕΧΝΟΛΟΓΙΚΟ ΕΚΠΑΙΔΕΥΤΙΚΟ ΙΔΡΙΜΑ ΚΡΗΤΗΣ



Δυνατότητα μεταγωγής σε αυτόνομη λειτουργία σε περίπτωση διακοπής του δικτύου.

Διαθέσιμα για οικιακές και μη εφαρμογές

<https://energysystems.teicrete.gr/>



ΔΙΑΤΗΜΑΤΙΚΟ ΠΡΟΓΡΑΜΜΑ  
ΜΕΤΑΠΤΥΧΙΑΚΩΝ ΣΠΟΥΔΩΝ  
ΕΝΕΡΓΕΙΑΚΑ ΣΥΣΤΗΜΑΤΑ

2<sup>ο</sup> Εξάμηνο ΔΠΜΣ «Ενεργειακά Συστήματα»

53

## Αντιστροφέας για εφεδρικά συστήματα



ΤΕΧΝΟΛΟΓΙΚΟ ΕΚΠΑΙΔΕΥΤΙΚΟ ΙΔΡΙΜΑ ΚΡΗΤΗΣ

Μονοφασικό-S	Τριφασικό
24V-2x 12V	48V-αλλάζει ο αριθμός των παραλλήλων μπαταριών ανάλογα με το μοντέλο
2.2kW/2.9kW (Μισάωρο/3.8kW σε 1')	6.8-54,4kWh
3.4kWh μπαταρίες τύπου AGM (αν το αγοράσεις μαζί)-χρόνος μεταγωγής 50ms	20 ms χρόνος μεταγωγής
	5-60kW/6.5-78kW/8.4-100kW

<https://energysystems.teicrete.gr/>



ΔΙΑΤΗΜΑΤΙΚΟ ΠΡΟΓΡΑΜΜΑ  
ΜΕΤΑΠΤΥΧΙΑΚΩΝ ΣΠΟΥΔΩΝ  
ΕΝΕΡΓΕΙΑΚΑ ΣΥΣΤΗΜΑΤΑ

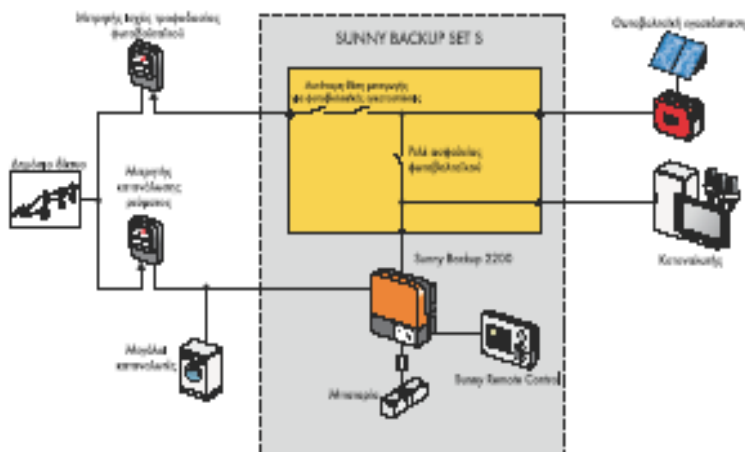
2<sup>ο</sup> Εξάμηνο ΔΠΜΣ «Ενεργειακά Συστήματα»

54

## Αντιστροφές για εφεδρικά συστήματα



ΤΕΧΝΟΛΟΓΙΚΟ ΕΚΠΑΙΔΕΥΤΙΚΟ ΙΔΡΜΑ ΚΡΗΤΗΣ



https://energysystems.teicrete.gr/

ΜΕΤΑΠΤΥΧΙΑΚΟΝ ΠΡΟΓΡΑΜΜΑ  
ΕΝΕΡΓΕΙΑΚΑ ΣΥΣΤΗΜΑΤΑ

2<sup>ο</sup> Εξάμηνο ΔΠΜΣ «Ενεργειακά Συστήματα»

55

## Αντιστροφές για αυτόνομα συστήματα-Sunny Island



ΤΕΧΝΟΛΟΓΙΚΟ ΕΚΠΑΙΔΕΥΤΙΚΟ ΙΔΡΜΑ ΚΡΗΤΗΣ

### Επιτρέπει τον έλεγχο μπαταριών και Φ/Β



Συνδυάζει πολλές διαφορετικές πηγές ΑΠΕ  
δύνοντας τη συχνότητα

Μία πρώτη εφαρμογή η περιοχή της  
Γαϊδουρόμαντρας στην Κύθνο.

<http://camperlovers.gr/2010/12/23/motorhome-double-solar-charger/>

https://energysystems.teicrete.gr/

ΔΙΑΤΗΜΑΤΙΚΟ ΠΡΟΓΡΑΜΜΑ  
ΜΕΤΑΠΤΥΧΙΑΚΟΝ ΠΡΟΓΡΑΜΜΑ  
ΕΝΕΡΓΕΙΑΚΑ ΣΥΣΤΗΜΑΤΑ

2<sup>ο</sup> Εξάμηνο ΔΠΜΣ «Ενεργειακά Συστήματα»

56

Sunny Islands



ΤΕΧΝΟΛΟΓΙΚΟ ΕΠΙΣΤΗΜΟΤΕΧΝΙΚΟ ΙΔΡΥΜΑ ΚΡΗΤΗΣ

5048	3324	4248	2012	2224
4-5kW	2.3-3.3kW	3.4-4.2kW	1.4-2kW	1.6-2.2kW
6.5/8.4/12kW (30'/1'1/3")	4.2/5/7.3kW (30'/1'1/3")	5.4/7/11.4kW (30'/1'1/3")	2.5/3.8/3.9kW (30'/1'1/3")	2.9/3.8/3.9kW(30'/1'1/3")
21.7A AC (Ανά φάση η έξοδος)	14.5A AC (Ανά φάση)	18A	8.7A	9.6A
56A η είσοδος			25A	
48V για μπαταρίες	24V	48V	12V	24
100A Οι μπαταρίες	104A Οι μπαταρίες	80A Οι μπαταρίες	160A	90A

https://energysystems.teicrete.gr/



ΔΙΑΤΗΜΑΤΙΚΟ ΠΡΟΓΡΑΜΜΑ ΜΕΤΑΠΤΥΧΙΑΚΩΝ ΣΠΟΥΔΩΝ ΕΝΕΡΓΕΙΑΚΑ ΣΥΣΤΗΜΑΤΑ

2<sup>ο</sup> Εξάμηνο ΔΠΜΣ «Ενεργειακά Συστήματα»

57

Λοιπά παρελκόμενα...



ΤΕΧΝΟΛΟΓΙΚΟ ΕΠΙΣΤΗΜΟΤΕΧΝΙΚΟ ΙΔΡΥΜΑ ΚΡΗΤΗΣ

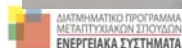
## Solar Charger (Ρυθμιστής φόρτισης μπαταριών)

Διαφορετικός τύπος ανάλογα με την τάση των μπαταριών και την απαιτούμενη ισχύ

Μέχρι 4 παραλληλισμένους



https://energysystems.teicrete.gr/



ΔΙΑΤΗΜΑΤΙΚΟ ΠΡΟΓΡΑΜΜΑ ΜΕΤΑΠΤΥΧΙΑΚΩΝ ΣΠΟΥΔΩΝ ΕΝΕΡΓΕΙΑΚΑ ΣΥΣΤΗΜΑΤΑ

2<sup>ο</sup> Εξάμηνο ΔΠΜΣ «Ενεργειακά Συστήματα»

58

## Solar Charger

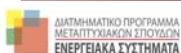


ΤΕΧΝΟΛΟΓΙΚΟ ΕΚΠΑΙΔΕΥΤΙΚΟ ΙΔΡΜΑ ΚΡΗΤΗΣ

12V	24V	48V
630W	1250W	2100W
8-15.6V	16-31.5V	36-65V
50A	50A	40A

Να σκέφτεστε και μελλοντικές επεκτάσεις για Τα ρεύματα...

<https://energysystems.teicrete.gr/>



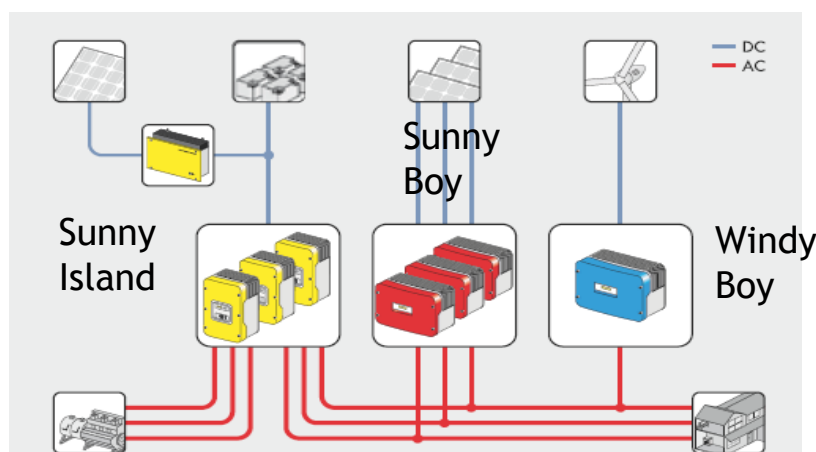
2<sup>ο</sup> Εξάμηνο ΔΠΜΣ «Ενεργειακά Συστήματα»

59

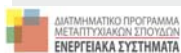
## Τυπική Διάρθρωση Αυτόνομου Συστήματος



ΤΕΧΝΟΛΟΓΙΚΟ ΕΚΠΑΙΔΕΥΤΙΚΟ ΙΔΡΜΑ ΚΡΗΤΗΣ



<https://energysystems.teicrete.gr/>

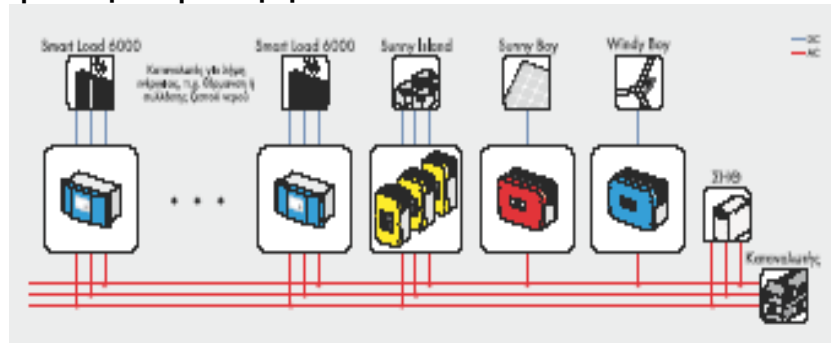


2<sup>ο</sup> Εξάμηνο ΔΠΜΣ «Ενεργειακά Συστήματα»

60



## Χρήση για τη διαχείριση-απόρριψη φορτίου (π.χ θέρμανση/αντλία) όταν πλεονάζει η ηλεκτρική ενέργεια από ΑΠΕ



<https://energysystems.teicrete.gr/>



- Απώλεια της αυτοδιέγερσης λόγω πιθανής βλάβης του πυκνωτή οδηγεί σε μεγάλη πτώση τάσης
- Ξαφνική αύξηση του φορτίου μπορεί να οδηγήσει σε μεγάλη αύξηση της τάσης
- Απώλεια φορτίου οδηγεί σε απότομη αύξηση της τάσης
- Στο ελαφρύ φορτίο η μαγνητική αντίσταση του κυκλώματος μπορεί να οδηγήσει ακόμα σε καταρεύση τάσης
- Δεν πρέπει-για λόγους ευστάθειας τάσης-η Α/Γ να μένει χωρίς φορτίο. Θα πρέπει λοιπόν να βάζετε ένα τέτοιο φορτίο πάντοτε.

<https://energysystems.teicrete.gr/>



## Windy Boy Protection Box

Η Α/Γ δεν πρέπει να μένει χωρίς ΦΟΡΤΙΟ!

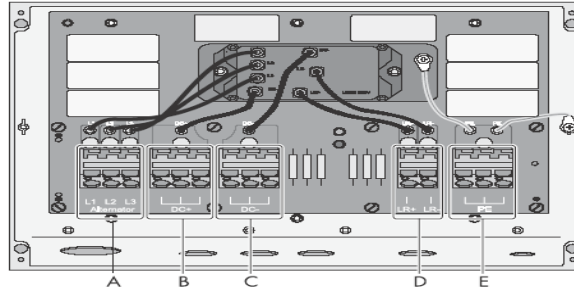


Figure 5: Connection terminals

Position	Designation
A	Alternator connection terminal for small wind turbine system
B	DC+ connection terminal for wind power inverter
C	DC – connection terminal for wind power inverter
D	LR+ and LR – connection terminals for load resistor
E	PE connection terminal for grounding the Windy Boy Protection Box, the load resistor and its cable shield



## Inverters Μπαταριών Δικτύου

- Δεν είναι μόνο οι περιπτώσεις των αυτόνομων συστημάτων
- Διαθέσιμοι σε μεγέθη 560-1010kW
- Ρεύμα εισόδου 1250-1400A
- Βάρος έως και 2tn
- Διαστάσεις 2.5 χ2.20 x 1m



- Λάβετε υπ' όψιν ότι χαμηλή τάση σημαίνει υψηλό ρεύμα. Άρα τόσο οι ωμικές απώλειες όσο και η πτώση τάσης θα είναι μεγαλύτερες για το ίδιο φορτίο σε κανονικό σπίτι
- Μπορεί να χρειαστείτε μεγαλύτερες διατομές καλωδίων, ειδικά γύρω από τις μπαταρίες.
- Μεγάλη πτώση τάσης μεταξύ Φ/Β και μπαταριών μπορεί να οδηγήσει σε μη ικανοποιητική φόρτιση της μπαταρίας ενώ η ενέργεια είναι ήδη διαθέσιμη
- Καλό είναι η πτώση τάσης μεταξύ μπαταρίας και πηγής να περιορίζεται στο 3% και μεταξύ μπαταρίας και φορτίου στο 5%.
- Αντιστροφέας στα 2.2.kW και 24VDC τραβάει 80A!

<https://energysystems.leicrete.gr/>



- ΝΑ μην αποσυνδέετε τις μπαταρίες από τον charger αν πρώτα δεν ΑΠΟΣΥΝΔΕΣΕΤΕ την πηγή φόρτισής τους. Η τάση ανοικτού κυκλώματος της πηγής μπορεί να είναι μεγαλύτερη από εκείνη που αντέχει ο charger.
- Πρώτα συνδέστε τις μπαταρίες και μετά την πηγή φόρτισής τους κατά την εγκατάσταση
- Οι αντιστροφείς δεν έχουν πολύ συχνά προστασία ανάστροφης πολικότητας. Επομένως θα πρέπει να είστε σίγουροι για την πολικότητα πριν τη διασύνδεση γιατί διαφορετικά ενδέχεται να έχουμε καταστροφή του αντιστροφέα
- ΓΕΝΙΚΑ ΠΡΟΣΕΧΕΤΕ ΤΗΝ ΠΟΛΙΚΟΤΗΤΑ ΣΕ ΟΛΑ ΤΑ ΣΤΑΔΙΑ διασύνδεσης και συντήρησης.**

<https://energysystems.leicrete.gr/>



- Οι αντιστροφείς κλείνουν αν η τάση της μπαταρίας είναι ιδιαίτερα χαμηλή για ΤΗ ΔΙΚΗ ΤΟΥΣ προστασία, όχι της Μπαταρίας. Άρα αν υποφορτιστεί η μπαταρία δε θα μας ειδοποιήσει ο inverter.
- Δεν ΠΑΡΑΛΛΗΛΙΖΟΥΜΕ Inverters αν αυτοί δεν έχουν αυτήν την ικανότητα, π.χ. Master/slave. Εναλλακτικά αφιερώνουμε χωριστά κυκλώματα.
- Φροντίστε για την ψύξη των αντιστροφέων. Π.χ τοποθετήστε τους σε βορινό τοίχο...
- Μην εκθέτετε ή εγκαθιστάτε τις μπαταρίες απευθείας στον ήλιο.



- Οι chargers ΔΕΝ έχουν ιδιαίτερη αντικεραυνική προστασία ούτε Ιδιαίτερη προστασία από υπερτάσεις
- Μην κάνετε εγκαταστάσεις εν μέσω καταιγίδων
- Σε περιοχές με συχνές καταιγίδες καλό θα είναι να χρησιμοποιείτε διπολικό διακόπτη για να απομονώνεται το Φ/Β ώστε αν δεχθει κεραυνικό πλήγμα να μην προχωρήσει η ζημιά περαιτέρω.
- ΕΠΙΣΗΜΑΙΝΕΤΕ που οδεύουν DC γραμμές και που AC.