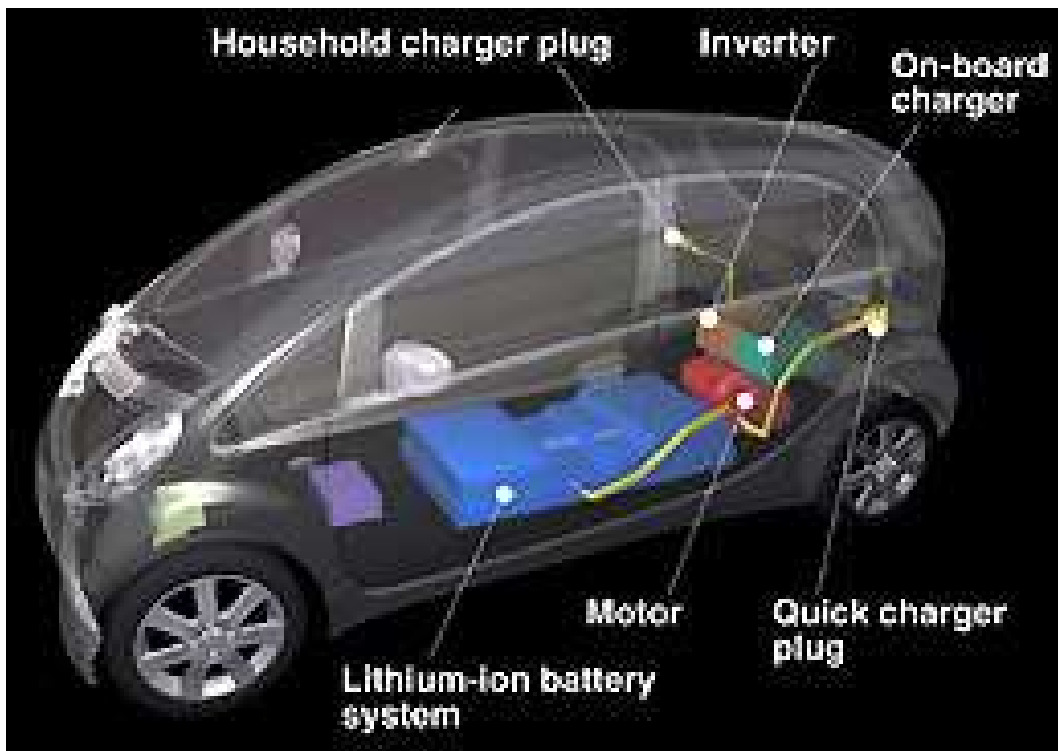


**ΤΕΧΝΟΛΟΓΙΚΟ ΕΚΠΑΙΔΕΥΤΙΚΟ ΙΔΡΥΜΑ  
ΘΕΣΣΑΛΟΝΙΚΗΣ  
ΣΧΟΛΗ ΤΕΧΝΟΛΟΓΙΚΩΝ ΕΦΑΡΜΟΓΩΝ  
ΤΜΗΜΑ ΟΧΗΜΑΤΩΝ**



**ΠΤΥΧΙΑΚΗ ΕΡΓΑΣΙΑ:**

**ΦΟΡΤΙΣΤΕΣ ΜΠΑΤΑΡΙΩΝ**

**ΣΕ ΗΛΕΚΤΡΟΚΙΝΗΤΑ ΟΧΗΜΑΤΑ**

**ΣΠΟΥΔΑΣΤΗΣ: ΔΟΝΤΣΙΟΣ ΑΝΤΩΝΙΟΣ  
ΕΠΙΒΛΕΠΩΝ: ΚΟΣΜΑΝΗΣ ΘΕΟΔΩΡΟΣ**

ΘΕΣΣΑΛΟΝΙΚΗ 2009

# ΠΕΡΙΕΧΟΜΕΝΑ

<b>ΚΕΦΑΛΑΙΟ 1</b>	<b>ΕΙΣΑΓΩΓΗ</b>	7
-------------------	-----------------	---

## **ΚΕΦΑΛΑΙΟ 2** ΑΝΑΓΚΗ ΧΡΗΣΗΣ ΗΛΕΚΤΡΟΚΙΝΗΤΩΝ ΟΧΗΜΑΤΩΝ

2.1	Εισαγωγικά στοιχεία περί ρύπανσης	7
-----	-----------------------------------	---

2.1.2	Εκπομπές ρύπων οχημάτων	8
-------	-------------------------	---

2.1.3	Ευρωπαϊκά πρότυπα εκπομπών ρύπων	12
-------	----------------------------------	----

2.1.4	Μέτρα μείωσης εκπομπών CO <sub>2</sub>	13
-------	--	----

2.2	Ηλεκτρικά οχήματα	14
-----	-------------------	----

2.3	Πλεονεκτήματα – Μειονεκτήματα των EV	14
-----	--------------------------------------	----

## **ΚΕΦΑΛΑΙΟ 3** Μπαταρίες EVs

3.1	Μπαταρίες	16
-----	-----------	----

3.2	Βασικά στοιχεία μπαταριών	17
-----	---------------------------	----

3.2.1 Αμπερόωρα (Ampere-Hour).....	17
3.2.2 Αμπέρ κατά την κρύα εκκίνηση(cold-cranking amperes).....	17
3.2.3 Ηλεκτρική τάση(battery voltage).....	17
3.2.4 Ηλεκτρική αντίσταση(resistance).....	17
3.3 Είδη μπαταριών.....	18
3.3.1 Μπαταρία Lead-acid ( μόλυβδου ).....	18
3.3.2 Μπαταρία Nickel-cadmium(νικελίου-καδμίου).....	19
3.3.3 Μπαταρία Sodium-Sulfur(θεικού νατρίου).....	19
3.3.4 Μπαταρία Sodium- Nickel-Chloride(χλωριούχο νικέλιο νατρίου).....	21
3.3.5 Μπαταρία Lithium-Polymer(πολυμερής λιθίου).....	22
3.3.6 Μπαταρία Zinc-Air(αερίου-ψευδαργύρου).....	23
3.3.7 Μπαταρία Nickel-Zinc(ψευδαργύρου-νικελίου).....	24
3.3.8 Μπαταρία NiMH.....	24
3.3.9 Μπαταρία Li – ion.....	28
3.4 Συγκριτική αντιπαράθεση μεταξύ NiMH και Li – ion στα ηλεκτρικά οχήματα.....	32
3.5 Οι υπερπυκνωτές.....	36

## **ΚΕΦΑΛΑΙΟ 4 Φορτιστές μπαταριών EVs**

<b>4.1 Εισαγωγή-Φόρτιση μπαταρίας.....</b>	<b>43</b>
<b>4.2 Αρχή λειτουργίας φορτιστών.....</b>	<b>45</b>
<b>4.3 Κατηγορίες φορτιστών.....</b>	<b>46</b>
<b>4.4 Είδη φόρτισης.....</b>	<b>47</b>
<b>4.4.1 Αγώγιμη φόρτιση (conductive charging).....</b>	<b>47</b>
<b>4.4.2 Επαγωγική φόρτιση (inductive charging).....</b>	<b>51</b>
<b>4.5 Χρόνος επαναφόρτισης.....</b>	<b>53</b>
<b>4.6 Διαδικασίες φόρτισης.....</b>	<b>53</b>
<b>4.7 Μοντέλα φορτιστών.....</b>	<b>54</b>
<b>4.7.1.1 Manzanita Micro PFC-20.....</b>	<b>54</b>
<b>4.7.1.2 Ταχύτητα και αποδοτικότητα.....</b>	<b>55</b>
<b>4.7.1.3 Διαστάσεις.....</b>	<b>55</b>
<b>4.7.1.4 Λειτουργίες του φορτιστή.....</b>	<b>56</b>
<b>4.7.1.5 Λειτουργία on / off του φορτιστή.....</b>	<b>56</b>
<b>4.7.1.6 Πάνελ ελέγχου.....</b>	<b>57</b>

<b>4.7.1.7 Volts trim (ρύθμιση τάσης)</b> .....	57
<b>4.7.1.8 Reg Buss</b> .....	59
<b>4.7.1.9 Power Led-green</b> .....	59
<b>4.7.2 Warn Led-red</b> .....	59
<b>4.7.2.1 AMPS knob</b> .....	59
<b>4.7.2.2 Limits Led-yellow</b> .....	59
<b>4.7.2.3 Timer Led-blue</b> .....	60
<b>4.7.2.4 Timer ADJ</b> .....	60
<b>4.7.2.5 Switches</b> .....	60
<b>4.8 Zivan NG3</b> .....	61
<b>4.8.1.1 Οδηγίες εγκατάστασης και κανόνες ασφάλειας</b> .....	62
<b>4.8.1.2 Διάγραμμα ZIVAN NG3</b> .....	64
<b>4.8.1.3 LED indicator</b> .....	64
<b>4.8.1.4 Alarms</b> .....	65
<b>4.8.1.5 Βοηθητικές επαφές</b> .....	66
<b>4.8.1.6 LED Bar Graph</b> .....	67
<b>4.8.1.7 Τεχνικά χαρακτηριστικά</b> .....	67

4.8.1.8 Μηχανολογικές διαστάσεις.....	70
4.9 HV Li-Ion Smart Charger.....	71
4.9.1 Κύριες προδιαγραφές.....	72
4.9.2 Μέθοδοι φόρτισης και έλεγχος λειτουργίας.....	73
4.9.3 Ακολουθία προγραμματισμού.....	76
4.10 ALPHA CHARGER.....	77
4.10.1 Σημαντικές οδηγίες ασφαλείας.....	77
4.10.2 Στερέωση του φορτιστή.....	78
4.10.3 EV-500 Ενδεικτικές λυχνίες.....	78
4.10.4 Προδιαγραφές EV-500 (Specifications).....	79
<b>ΚΕΦΑΛΑΙΟ 5 Συμπεράσματα.....</b>	<b>81</b>
<b>ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ.....</b>	<b>82</b>

---

## **ΚΕΦΑΛΑΙΟ 1. Εισαγωγή**

Το θέμα της παρούσας διπλωματικής εργασίας είναι οι φορτιστές μπαταριών των ηλεκτροκίνητων οχημάτων (EV). Αρχικά επισημαίνεται η ανάγκη χρήσης ηλεκτροκίνητων οχημάτων στην σημερινή εποχή, η οποία ανάγκη προκύπτει από την ρύπανση του περιβάλλοντος η οποία προκαλείται από τα οχήματα. Γίνεται αναφορά στους ρύπους που εκπέμπουν τα οχήματα καθώς και στα μέτρα μείωσης αυτών. Στη συνέχεια γίνεται αναφορά στα ηλεκτροκίνητα οχήματα για να ακολουθήσει η περιγραφή των μπαταριών των Evs , με τα βασικά στοιχεία αυτών, τα είδη των μπαταριών που μπορεί να χρησιμοποιήσει ένα EV, μια συγκριτική αντιπαράθεση μεταξύ των επικρατέστερων μπαταριών στον χώρο των EVs και μια σύντομη ματιά στο χώρο των υπερπυκνωτών. Στο τελευταίο κεφάλαιο της εργασίας παρουσιάζονται οι φορτιστές των μπαταριών των EV. Περιγράφεται η αρχή λειτουργίας τους, οι κατηγορίες τους, οι τρόποι φόρτισης με τον χρόνο που απαιτείται, οι διαδικασίες που ακολουθούνται κατά την διάρκεια της φόρτισης των μπαταριών και τέλος γίνεται αναφορά στα μοντέλα φορτιστών που κυκλοφορούν στο εμπόριο με λεπτομέρειες κατασκευής και τα χαρακτηριστικά λειτουργίας τους.

---

## **ΚΕΦΑΛΑΙΟ 2. Ανάγκη χρήσης ηλεκτρικών οχημάτων**

## **2.1 Εισαγωγικά στοιχεία περί ρύπανσης**

Η ρύπανση της ατμόσφαιρας από τα αυτοκίνητα, τη βιομηχανία και τις άλλες ανθρώπινες δραστηριότητες έχει φτάσει σήμερα σε ανησυχητικά επίπεδα. Ένα μεγάλο ποσοστό της οφείλεται και στα αυτοκίνητα. Ωστόσο, είναι γεγονός ότι έχει επιτευχθεί μεγάλη τεχνολογική πρόοδος στον τομέα της μείωσης των ρύπων που εκλύουν οι κινητήρες των αυτοκινήτων, στον τομέα της αεροδυναμικής (καλύτερη αεροδυναμική σημαίνει χαμηλότερη κατανάλωση, άρα εκπομπή λιγότερων ρύπων), στον τομέα του σχεδιασμού του θαλάμου καύσης και στην έρευνα για την χρήση εναλλακτικών καυσίμων, όπως το υδρογόνο, το υγραέριο και τις αλκοόλες (αιθάλη, Μανόλη). Τα ηλεκτρικά, τα υβριδικά, τα ηλιακά αυτοκίνητα, η νέα ώθηση που δόθηκε στην έρευνα για τους κινητήρες diesel, οι κεραμικοί κινητήρες και η νέα γενιά των δίχρονων κινητήρων είναι άμεση συνέπεια των οικολογικών ανησυχιών και της έντονης αναζήτησης για εναλλακτικά καύσιμα και κινητήρες.

Ο πρώτος συναγερμός για το πρόβλημα της ρύπανσης δόθηκε στις Η.Π.Α, όπου υπάρχουν και τα περισσότερα αυτοκίνητα ανά χιλιάδα κατοίκων. Στο Los Angeles που βρίσκεται στην πολιτεία της California , η αιθαλομίχλη είχε κάνει την ατμόσφαιρα αφόρητη για πολλά χρόνια. Γι' αυτό το λόγο το 1961 θεσπίστηκαν νόμοι που καθόριζαν τη μέγιστη επιτρεπόμενη ποσότητα έκλυσης άκαυστων υδρογονανθράκων και μονοξειδίου του άνθρακα από τους εμβολοφόρους κινητήρες. Η ισχύς των νόμων αυτών επεκτάθηκε στις 20/10/1965 σε όλη την αμερικανική επικράτεια. Από τότε, οι νόμοι αυτοί γίνονται ολοένα και πιο αυστηροί ενώ άρχισαν να εφαρμόζονται σχεδόν σε όλες τις χώρες του κόσμου.

### **2.1.2 Εκπομπές ρύπων οχημάτων**

Οι βλαβερές ουσίες που εκπέμπουν οι κινητήρες των οχημάτων είναι:

- **Άκαυστοι υδρογονάνθρακες (HC)**

Οι άκαυστοι υδρογονάνθρακες προέρχονται από την ατελή καύση του καυσίμου μίγματος ή διαφεύγουν από την ελαιολεκάνη του κινητήρα.. Πρόκειται για υδρογονάνθρακες αλδεϊδικούς, παραφινικούς εκτεταμένης κυκλικής αλύσου και αρωματικούς οι οποίοι είναι σε θέση να ενωθούν με το οξυγόνο. Οι εργαστηριακές έρευνες απέδειξαν ότι οι ενώσεις αυτές αντιδρούν παρουσία υπεριώδους ακτινοβολίας και ερεθίζουν τα ανθρώπινα μάτια, μολύνουν την ατμόσφαιρα και



προκαλούν ζημιές στη βλάστηση. Είναι ακόμα υπεύθυνες για την φωτοχημική αιθαλομίχλη και ορισμένες από αυτές (ιδιαίτερα το βενζόλιο) είναι καρκινογόνες.

- **Οξείδια του αζώτου (NOx)**

Πρόκειται για έναν από τους βασικούς συντελεστές της δημιουργίας του φωτοχημικού νέφους. Τα οξείδια του αζώτου κάτω από την επίδραση της ηλιακής ακτινοβολίας συμμετέχουν σε ορισμένες χημικές αντιδράσεις που έχουν σαν αποτέλεσμα τη μετατροπή των άκαυστων υδρογονανθράκων στα λεγόμενα φωτοχημικά οξειδωτικά και την παραγωγή όζοντος που επίσης είναι τοξικό για το αναπνευστικό σύστημα. Με τη βοήθεια του όζοντος και του οξυγόνου της ατμόσφαιρας τα οξείδια του αζώτου δημιουργούν κατόπιν έναν κύκλο δευτερογενούς ρύπανσης, η οποία κάτω από τις κατάλληλες καιρικές συνθήκες καταλήγει στο σχηματισμό της φωτοχημικής αιθαλομίχλης.

- **Μονοξείδιο του άνθρακα (CO)**

Προέρχεται κυρίως από τους βενζινοκινητήρες. Είναι βασικό προϊόν της ατελούς καύσης των υδρογονανθράκων (και του άνθρακα γενικότερα) και όταν η συγκέντρωσή του στον αέρα ξεπεράσει κάποια επίπεδα προκαλεί πονοκεφάλους και προβλήματα στο κυκλοφορικό σύστημα. Σε πολύ υψηλές συγκεντρώσεις (που μπορούν να υπάρξουν όμως μόνο σε κλειστό χώρο) μπορεί να αποβεί θανατηφόρο. Το CO, πάντως, είναι ασταθής ένωση και μόλις βρεθεί στον ελεύθερο αέρα μετατρέπεται αρκετά γρήγορα σε αβλαβές διοξείδιο του άνθρακα και γι' αυτό και έχει μόνο τοπική επίδραση.

Οι τρεις παραπάνω ρύποι είναι οι σημαντικότεροι που εκλύουν οι βενζινοκινητήρες.

- **Καπνός**

Προέρχεται κυρίως από τους πετρελαιοκινητήρες (diesel). Λόγω της συνήθους ορατής χροιάς των καυσαερίων του κινητήρα Diesel στα πιο μεγάλα φορτία εξαιτίας των σωματιδιακών εκπομπών, στην πράξη γίνεται διάκριση του λεγόμενου καπνού

(smoke) των εκπεμπόμενων καυσαερίων του στις εξής τρεις κατηγορίες, ανάλογα με την απόχρωση του:

i. Λευκός Καπνός, που αποτελείται από ομίχλη υγρών άκαυστων σωματιδίων καυσίμου και εμφανίζεται κατά την εκκίνηση εν ψυχρώ.

ii . Κυανός Καπνός, που αποτελείται από ομίχλη υγρών ακαύστων σωματιδίων λιπαντικού ελαίου και εμφανίζεται όταν υπάρχει πρόβλημα με την λίπανση (π.χ φθαρμένα ή κολλημένα ελατήρια εμβόλου)

iii . Μελανός Καπνός ή Καπνός "Τύπου Αιθάλης", που αποτελείται βασικώς από λεπτά σωματίδια στερεού άκαυστου άνθρακα (ανθρακώδες υλικό), δηλαδή την αιθάλη που δημιουργείται από την πυρόλυση του καυσίμου τοπικά σε ζώνες με σχετική ανεπάρκεια οξυγόνου, εμφανιζόμενος στην περιοχή των υψηλών φορτίων (π.χ >85% του μεγίστου).

#### • **Μόλυβδος (Pb)**

Ο μόλυβδος είναι τοξικός. Χρησιμοποιείται στη βενζίνη για την αύξηση του βαθμού οκτανίου ώστε να αντέχει στις υψηλές πιέσεις και θερμοκρασίες που αναπτύσσονται στους θαλάμους καύσης. Παίζει δηλαδή το ρόλο του αντικροτικού, εμποδίζοντας την αυτανάφλεξη της βενζίνης από την υψηλή συμπίεση πριν δημιουργηθεί ο σπινθήρας. Επειδή 'δηλητηριάζει' τους καταλύτες και τους αχρηστεύει, τα καταλυτικά αυτοκίνητα λειτουργούν μόνο με αμόλυβδη βενζίνη.

#### • **Διοξείδιο του θείου (SO<sub>2</sub>)**

Δημιουργείται από την αντίδραση του θείου που περιέχεται στα καύσιμα με το οξυγόνο. Η ουσία αυτή προκαλεί ερεθισμό των βρόγχων και των βλεννογόνων της μύτης και ελάττωση της ορατότητας. Η ποσότητα των εκλυόμενων ανυδριτών εξαρτάται από τις συνθήκες λειτουργίας του κινητήρα. Συνήθως η μεγαλύτερη ποσότητα εκλύεται στο ρελαντί ή όταν αφήνουμε ελεύθερο τον επιταχυντή

#### • **Όζον**

Το γεγονός ότι το όζον δεν αναφέρεται στους βασικούς ρύπους που εκπέμπονται από τα αυτοκίνητα και τις άλλες εστίες καύσης, οφείλεται στο ότι δεν αποτελεί πρωτογενή ρύπο αλλά δευτερογενή που σχηματίζεται στον αέρα από την αντίδραση ανάμεσα στα οξειδία του αζώτου και στους υδρογονάνθρακες. Επειδή για την αντίδραση αυτή χρειάζεται και η παρουσία του ηλιακού φωτός, σε μέρη όπως η χώρα μας, όπου η ηλιοφάνεια αποτελεί συνηθισμένο φαινόμενο στο μεγαλύτερο μέρος του χρόνου, εύκολα αντιλαμβάνεται κανείς πόσο αυξημένη μπορεί να είναι η παραγωγή όζοντος. Ιδιαίτερα μάλιστα όταν η ατμοσφαιρική ρύπανση είναι υπερβολικά αυξημένη.

Το πρόβλημα γίνεται ακόμα πιο πολύπλοκο από μια περίεργη αντίφαση. Τα αυτοκίνητα παράγουν και μονοξείδιο του αζώτου, που οξειδώνεται στον αέρα και μετατρέπεται σε διοξείδιο του αζώτου. Μόνο το τελευταίο μπορεί να πάρει μέρος στη δημιουργία του όζοντος αντιδρώντας με τους υδρογονάνθρακες. Αλλά το ίδιο το μονοξείδιο του αζώτου καταστρέφει το όζον. Παρατηρείται λοιπόν το περίεργο φαινόμενο, ότι παρόλο που τα αυτοκίνητα θεωρούνται υπεύθυνα για το μεγαλύτερο μέρος της δημιουργίας όζοντος, στο κέντρο των μεγάλων πόλεων τα επίπεδα του όζοντος μπορεί να είναι χαμηλά και να είναι

υψηλότερα στην περιφέρεια! Κι αυτό γιατί στο κέντρο της πόλης, λόγω της πυκνής κυκλοφορίας, παράγονται μεγάλες ποσότητες μονοξειδίου του αζώτου, που καταστρέφουν το δημιουργημένο όζον. Αντίθετα, στην περιφέρεια των πόλεων η κυκλοφορία είναι χαμηλή κι έτσι υπάρχει πολύ λίγο μονοξείδιο του αζώτου. Καθώς λοιπόν ο άνεμος μεταφέρει προς τα εκεί τους διάφορους ρύπους (που βέβαια δεν προέρχονται μόνο από τα αυτοκίνητα), δημιουργείται βαθμιαία όζον από την αντίδραση υδρογονανθράκων και διοξειδίου του αζώτου κι επειδή δεν υπάρχει αρκετό μονοξείδιο για να το καταστρέψει, τα επίπεδα του όζοντος αυξάνονται.

#### • Διοξείδιο του άνθρακα (CO<sub>2</sub>)

Βασικό συστατικό των καυσαερίων, αποτελεί ένα από τα κύρια προϊόντα της καύσης των υδρογονανθράκων και κάθε ανθρακούχου καυσίμου. Δεν είναι τοξικό και γι' αυτό δεν μπορεί να χαρακτηριστεί ως ρύπος με την κλασική έννοια του όρου. Σε μακροπρόθεσμη βάση, όμως, πρέπει να ελεγχθούν οι εκπομπές του γιατί είναι υπεύθυνο για το 'φαινόμενο του θερμοκηπίου', που βαθμιαία μπορεί να οδηγήσει σε σημαντική αύξηση των θερμοκρασιών του πλανήτη μας. Είναι προφανές λοιπόν πως

είναι επιτακτική η ανάγκη μείωσης των εκπεμπόμενων ρύπων από τα εκατομμύρια των οχημάτων που κυκλοφορούν στις μεγαλουπόλεις. Για αυτόν ακριβώς το λόγο θεσπίστηκαν συγκεκριμένα πρότυπα εκπομπών καθώς και οι αντίστοιχες διαδικασίες ελέγχου της συμμόρφωσης των οχημάτων με αυτά.

Για τη μέτρηση των εκπεμπόμενων ρύπων από τα οχήματα έχουν καθιερωθεί πλέον από διάφορες χώρες τυποποιημένοι κύκλοι ελέγχου (test cycles), οι οποίοι ουσιαστικά ορίζουν μια προκαθορισμένη διαδικασία υπολογισμού των ρύπων. Η τυποποίηση αυτή είναι πολύ σημαντική και συμβάλει με τον καλύτερο δυνατό τρόπο στη μείωση των εκπομπών καθώς καθιστά δυνατή τη σύγκριση μεταξύ διαφορετικών οχημάτων που όμως

επιτελούν το ίδιο έργο. Ένας κύκλος ελέγχου ή κύκλος πόλης πρέπει ιδανικά να προσομοιώνει την καθημερινή κίνηση ενός οχήματος με τις συχνές στάσεις και εκκινήσεις που το χαρακτηρίζουν, δηλαδή να αναπαριστά τη μεταβατική λειτουργία στην οποία το όχημα υπόκειται, ώστε οι μετρήσεις να μπορούν να θεωρηθούν ρεαλιστικές. Είναι χαρακτηριστικό το γεγονός ότι οι αυτοκινητοβιομηχανίες προσπαθούν να βελτιστοποιήσουν την εκπομπή ρύπων των οχημάτων τους στην περιοχή στην οποία ελέγχεται η συμμόρφωσή τους με τα πρότυπα, με αποτέλεσμα η πραγματική ρύπανση των οχημάτων να είναι μεγαλύτερη από το αναμενόμενο, υπονομεύοντας έτσι τα πρότυπα αλλά και τη δημόσια υγεία. Οι «Κύκλοι Πόλης» (transient cycles) λοιπόν, έρχονται να καλύψουν αυτό το κενό στις διαδικασίες ελέγχου εισάγοντας νέες πιο αυστηρές διαδικασίες που προσομοιώνουν την πραγματική λειτουργία του οχήματος και συμβάλουν ουσιαστικά στην αντιμετώπιση της ρύπανσης του περιβάλλοντος. Στη συνέχεια παρουσιάζονται τα πρότυπα εκπομπών ρύπων αλλά και οι «Κύκλοι Πόλης» που έχουν υιοθετηθεί στην Ευρώπη.

### **2.1.3 Ευρωπαϊκά πρότυπα εκπομπών ρύπων**

Τα Ευρωπαϊκά πρότυπα εκπομπών είναι ένα σύνολο από απαιτήσεις, οι οποίες καθορίζουν τα αποδεκτά όρια των εκπεμπόμενων ρύπων των νέων οχημάτων που πωλούνται στην Ευρωπαϊκή Ένωση. Τα πρότυπα καθορίζονται σε μια σειρά από οδηγίες της Ευρωπαϊκής Ένωσης οι οποίες κατευθύνονται στην σταδιακή επιβολή όλο και πιο αυστηρών προδιαγραφών. Εκπομπές NO<sub>x</sub>, HC, CO και μικροσωματιδίων ρυθμίζονται σε διαφορετικά πρότυπα ανάλογα με τον τύπο του οχήματος ενώ ο έλεγχος της συμμόρφωσης με τις προδιαγραφές γίνεται με τυποποιημένους «Κύκλους

Πόλης» που έχει υιοθετήσει η Ευρωπαϊκή Ένωση. Οχήματα που δεν τηρούν τις προδιαγραφές δεν μπορούν να ταξινομηθούν στα κράτη μέλη της Ε.Ε. ενώ τα νέα πρότυπα δεν ισχύουν για οχήματα που βρίσκονται ήδη στη κυκλοφορία.

#### **2.1.4 Μέτρα μείωσης εκπομπών CO<sub>2</sub>.**

Εκτός από τους βασικούς ρύπους που είναι οι HC, τα NO<sub>x</sub> και το CO, βασικό συστατικό των καυσαερίων των αυτοκινήτων είναι και το CO<sub>2</sub>. Για την αντιμετώπιση του φαινομένου του θερμοκηπίου, η Ευρωπαϊκή Ένωση υπέγραψε εθελοντικές συμφωνίες με την αυτοκινητοβιομηχανία για τη μείωση των εκπομπών του CO<sub>2</sub>. Οι συμφωνίες αυτές υπογράφηκαν την περίοδο 1998-99, με τους ακόλουθους οργανισμούς:

- ACEA – Ευρωπαϊκός Οργανισμός Κατασκευαστών Αυτοκινήτων (Association des Constructeurs Européens d'Automobiles) : BMW, DaimlerChrysler, Fiat, Ford, GM, Porsche, PSA Peugeot Citroën, Renault, VW Group.

- JAMA – Ιαπωνικός Οργανισμός Κατασκευαστών Αυτοκινήτων (Japanese Automobile Manufacturers Association): Daihatsu, Honda, Isuzu, Mazda, Mitsubishi, Nissan, Subaru, Suzuki, Toyota.

- KAMA – Κορεατικός Οργανισμός Κατασκευαστών Αυτοκινήτων (Korean Automobile Manufacturers Association) : Daewoo, Hyundai, Kia, Ssangyong.

Οι παραπάνω εταιρείες κατέχουν το 90% των πωλήσεων αυτοκινήτων στην Ευρωπαϊκή Ένωση. Η Ευρωπαϊκή Ένωση σκοπεύει να επεκτείνει αυτές τις συμφωνίες για την υιοθέτηση ακόμα πιο φιλόδοξων στόχων στη μείωση των εκπομπών του CO<sub>2</sub>. Οι μελλοντικές συμφωνίες θα περιλαμβάνουν μέτρα όπως φορολογικές ελαφρύνσεις και κίνητρα για μια πιο οικολογική οδήγηση. Σε περίπτωση όμως που αυτές οι συμφωνίες δεν υλοποιηθούν η Ε.Ε. θα προχωρήσει στη θέσπιση υποχρεωτικών ορίων εκπομπών.

Η συμφωνία με την ACEA που υπογράφηκε τον Μάρτιο του 1998 περιλάμβανε τις παρακάτω διατάξεις:

1. Στόχος των 140 g/km για το CO<sub>2</sub> μέχρι το 2010 ( στόχος που αντιπροσωπεύει 25% μείωση από το επίπεδο των 186 g/km το 1995).

2. Πιθανή μείωση του ορίου στα 120 g/km μέχρι το 2012.

Οι στόχοι αυτοί θα επιτευχθούν μέσω της τεχνολογίας εξοικονόμησης καυσίμων. Η Ε.Ε υπολογίζει ότι τα επιβατικά αυτοκίνητα μέχρι το 2010 θα καταναλώνουν κατά μέσο όρο περίπου 5.8 λίτρα βενζίνης/100 km ή 5.25 λίτρα diesel/100 km. Η πρόοδος που έχει συμφωνηθεί ελέγχεται από την Ε.Ε και την ACEA. Ετήσιες αναφορές προόδου δημοσιεύονται από την Ε.Ε.

## **2.2 Ηλεκτρικά οχήματα**

Η παγκόσμια ανησυχία, δεδομένου της συνεχούς ελάττωσης των αποθεμάτων πετρελαίου και της περιβαλλοντικής ρύπανσης, κινητοποίησε την έρευνα/ανάπτυξη των εναλλακτικών συστημάτων μετάδοσης ισχύος. Ένα τέτοιο εναλλακτικό σύστημα προώθησης είναι και το ηλεκτρικό αυτοκίνητο (Electric Vehicle-EV), το οποίο ευρέως θεωρείται ως το τελευταίο στάδιο στην πορεία για το Όχημα Μηδενικών Εκπομπών (Zero Emission Vehicle). Το ηλεκτρικό όχημα έχει σύστημα κίνησης που τροφοδοτείται μέσω μπαταριών. Το κόστος της ηλεκτρικής ενέργειας για την τροφοδότηση των ηλεκτροκίνητων οχημάτων κατά τη διάρκεια της λειτουργίας τους υπολογίστηκε στην California λιγότερο από το ένα τέταρτο του κόστους της βενζίνης που θα χρησιμοποιούσαν στη συμβατική τους μορφή. Σε σύγκριση με τα συμβατικά αυτοκίνητα, τα EV μπορούν να συμβάλλουν στη μείωση της ρύπανσης και της εξάρτησης από το πετρέλαιο και να ελαττώσουν τις εκπομπές των αερίων του θερμοκηπίου που οδηγούν στην υπερθέρμανση του πλανήτη. Τα ηλεκτρικά οχήματα δε χρησιμοποιούν κάποιο φυσικό καύσιμο κατά τη διάρκεια της ηλεκτρικής τους λειτουργίας. Ένα EV λειτουργεί με την ηλεκτρική ενέργεια η οποία προέρχεται από τις μπαταρίες και δίνει στον οδηγό την επιλογή να τη φορτίζει στο σπίτι του χρησιμοποιώντας μια πηγή ηλεκτρικού ρεύματος. Συνήθως, η φόρτιση του αυτοκινήτου θα γίνεται τη νύχτα που θα είναι και ακινητοποιημένο για αρκετή ώρα.

## **2.3 Πλεονεκτήματα – Μειονεκτήματα των EV**

Τα EV παρουσιάζουν πλεονεκτήματα αλλά και ορισμένα μειονεκτήματα έναντι στα συμβατικά οχήματα. Παρακάτω αναφέρονται αυτά αναλυτικά.

- Όταν το όχημα προωθείται από ηλεκτρική ενέργεια, είναι πολύ πιο οικονομικό από το να προωθείται με καύσιμο. Ως “καύσιμο μεταφοράς”, η ηλεκτρική ενέργεια είναι 50% με 75% φθηνότερη ακριβή από το ισοδύναμο κόστος ενός λίτρου βενζίνης.
- Η χρήση των ηλεκτρικών οχημάτων θα οδηγήσει στη μείωση των εκπομπών των αερίων του θερμοκηπίου.
- Η ηλεκτρική τεχνολογία προσφέρει τη δυνατότητα χρήσης ανανεώσιμων πηγών ενέργειας στην επαναφόρτιση του οχήματος.
- Τα ηλεκτρικά οχήματα μπορούν να αποτελέσουν μέρος μιας τεχνολογίας που θα περιλαμβάνει σταθμούς ανεφοδιασμού σε κάθε σπίτι και ένα αναπτυγμένο ηλεκτρικό δίκτυο που θα μπορεί να συνεισφέρει στην κίνηση των οχημάτων. Στο σχήμα 2-1 φαίνεται ένας τέτοιος σταθμός.



**Σχήμα.2-1** Σταθμός ανεφοδιασμού Evs.

- Ένα ακόμα πλεονέκτημα των EVs είναι η προβλεπόμενη μείωση στις εκπομπές CO<sub>2</sub>, εάν βέβαια η χρήση τους εξαπλωθεί και γίνει ευρεία. Αυξημένη απόδοση στο σύστημα μετάδοσης ισχύος αυτών των οχημάτων, οδηγεί σε σημαντικές μειώσεις των ρύπων που οδηγούν στο φαινόμενο του θερμοκηπίου, ακόμα και αν ληφθούν υπόψη

οι απώλειες ενέργειας κατά την παραγωγή και διανομή της ηλεκτρικής ενέργειας του δικτύου και οι απώλειες κατά τη φόρτιση της μπαταρίας.

Μια μελέτη του Αμερικανικού Συμβουλίου Αποδοτικής Ενεργειακής Οικονομίας (American Council for an Energy Efficient Economy - ACCEDE ) προβλέπει ότι κατά μέσο όρο ένας τυπικός Αμερικανός οδηγός αναμένεται να πετύχει περίπου 15% μείωση στις καθαρές εκπομπές CO<sub>2</sub> σχετικά με ένα συμβατικό όχημα, μια μελέτη βασισμένη στη διανομή της ηλεκτρικής ενέργειας του 2005 από τις διάφορες πηγές ηλεκτρικής ενέργειας του Αμερικανικού δικτύου. Επιπρόσθετα, για τα EVs που φορτίζονται σε περιοχές όπου το δίκτυο τροφοδοτείται από πηγές ενέργειας που εκπέμπουν CO<sub>2</sub> σε χαμηλότερα επίπεδα από το μέσο όρο, οι καθαρές εκπομπές CO<sub>2</sub> που σχετίζονται με τα αυτοκίνητα αυτά μειώνονται αντίστοιχα.

- Αντίθετα, η ίδια μελέτη προβλέπει ότι σε περιοχές όπου πάνω από το 80% της ενέργειας του δικτύου προέρχεται από τον άνθρακα, οι τοπικές καθαρές εκπομπές CO<sub>2</sub> θα αυξηθούν με τη χρήση των EVs. Αυτό αποτελεί και το μοναδικό μειονέκτημα των EVs μαζί με το επιπρόσθετο κόστος και βάρος λόγω των συστοιχιών από μπαταρίες.

Όσον αφορά το λειτουργικό κόστος αυτών των οχημάτων, υπάρχουν κάποια υπαρκτά παραδείγματα στην California του 2006, τα οποία είναι άξια αναφοράς. Έτσι, λοιπόν, το κόστος φόρτισης τη νύχτα είναι ισοδύναμο με US\$0.75 ανά γαλόνι (U.S) ή ανά 3.8 L βενζίνης, όταν η βενζίνη πωλείται πάνω από US\$3 το γαλόνι. Οι μπαταρίες υψηλότερης χωρητικότητας στα EVs έχουν ως αποτέλεσμα τη μείωση του κόστους ενέργειας ανά μονάδα διανυόμενης απόστασης αφού ηλεκτρική ενέργεια από το σπίτι, κόστους μόλις US\$1.00 (στα US\$0.09/kW·h), είναι αρκετή για την κάλυψη ίσης απόστασης με ένα γαλόνι (3.8 L) βενζίνης.

Τα EVs προσφέρουν τη δυνατότητα μιας πιο αποδοτικής διαχείρισης της ηλεκτρικής ενέργειας. Τα οχήματα αυτά φορτίζονται πρωτίστως σε περιόδους όπου δεν υπάρχει αιχμή ζήτησης ηλεκτρικής ενέργειας (π.χ τη νύχτα) ή εξοπλίζονται με τεχνολογία διακοπής της φόρτισης στη διάρκεια περιόδων αιχμής.



## **ΚΕΦΑΛΑΙΟ 3. Μπαταρίες EVs**

### **3.1 Μπαταρίες**

Οι μπαταρίες είναι το σημαντικότερο εξάρτημα ενός EV. Από αυτές καθορίζεται η λειτουργία του και επομένως η αποδοτικότητα του. Σε αυτό το κεφάλαιο αναφέρονται τα βασικά στοιχεία των μπαταριών και οι διάφοροι τύποι μπαταριών που χρησιμοποιούνται στα Evs.

### **3.2 Βασικά στοιχεία μπαταριών**

#### **3.2.1 Χωρητικότητα μπαταρίας-Αμπερόρια (Ampere-Hour)**

Ένα από τα βασικά χαρακτηριστικά μιας μπαταρίας είναι η χωρητικότητα της, η οποία μετράται σε αμπερώρια. Τα αμπερώρια είναι η ποσότητα του σταθερού ρεύματος που μπορεί να παρέχει μία πλήρως φορτισμένη μπαταρία για 20 ώρες στους 26 °C χωρίς η τάση των κελιών να πέσει κάτω από ένα προκαθορισμένο κατώτατο όριο. Για παράδειγμα, εάν μία μπαταρία 12V εκφορτίζεται για 20 ώρες ,με ρυθμό 4 ampere,πριν η τάση της πέσει στα 10.5V τότε αυτή η μπαταρία χαρακτηρίζεται με 80 αμπερώρια. Μία μπαταρία 100 AH μπορεί να παρέχει 1 ampere για 100 ώρες ή 10 ampere για 10 ώρες.

#### **3.2.2 Αμπέρ κατά την κρύα εκκίνηση(cold-cranking amperes)**

Αυτό το χαρακτηριστικό χρησιμοποιείται από τους κατασκευαστές για τις μπαταρίες εκκίνησης. Καθορίζεται από την ποσότητα σε ampere την οποία είναι ικανή να παρέχει η μπαταρία για 30 sec στους -17.7 °C,χωρίς η τάση να πέσει κάτω από ένα προκαθορισμένο κατώτατο όριο. Αυτό το όριο για μία μπαταρία 12 V είναι τα 7.2 V.

#### **3.2.3 Ηλεκτρική τάση(battery voltage)**

Υπάρχουν διάφοροι τύποι μπαταριών ως προς την ονομαστική τάση τους. Μπορούμε να συναντήσουμε στο εμπόριο μπαταρίες των 6V 12V, 24V αλλά και μικρότερες οι οποίες βρίσκουν εφαρμογή σε άλλους τομείς και όχι στα οχήματα.

### **3.2.4 Ηλεκτρική αντίσταση(resistance)**

Η τάση της μπαταρίας είναι άμεσα συνδεδεμένη με την ροή του ρεύματος και με την αντίσταση που αυτή συναντάει. Αυτό εκφράζεται με τον νόμο του Ohm ως εξής:

$$V=IR$$

Όπου V η τάση σε volt, I το ρεύμα σε amperes και όπου R η αντίσταση σε ohms. Στην πραγματικότητα υπάρχουν δύο είδη αντίστασης: η εξωτερική αντίσταση από το φορτίο και η εσωτερική αντίσταση της μπαταρίας. Η εσωτερική αντίσταση της μπαταρίας είναι σημαντική για την αποδοτικότητα της μπαταρίας ,για την μεταφορά της ισχύος και για τα επίπεδα φόρτισης της.

### **3.3 Είδη μπαταριών**

Τα ακόλουθα είδη μπαταριών χρησιμοποιούνται σε ένα ηλεκτρικό όχημα:

#### **3.3.1 Μπαταρία Lead-acid(μολύβδου)**

Οι μπαταρίες μολύβδου είναι οι πιο διαδεδομένες στην αυτοβιομηχανία για την εκκίνηση των οχημάτων. Αυτός ο τύπος μπαταριών είναι επαναφορτίσιμος. Αρκετές τέτοιες μπαταρίες μολύβδου είναι συνδεδεμένες σε σειρά για να αποδώσουν υψηλή τάση σε ηλεκτρικά οχήματα.. Υπάρχουν αρκετές παραλλαγές τέτοιων μπαταριών, αλλά όλες έχουν την ίδια αρχή λειτουργίας και κατασκευάζονται με τον ίδιο τρόπο. Τα κελιά αυτών των μπαταριών έχουν ηλεκτρόδια φτιαγμένα από μόλυβδο και από οξείδιο του μολύβδου. Οι μπαταρίες μολύβδου είναι από τις παλιότερες σχεδιαστικά μπαταρίες στο εμπόριο. Στο σχήμα 3-1 φαίνεται ο συγκεκριμένος τύπος μπαταρίας.



Σχήμα. 3-1 Μπαταρία Lead-acid.

### 3.3.2 Μπαταρία Nickel-cadmium(νικελίου-καδμίου)

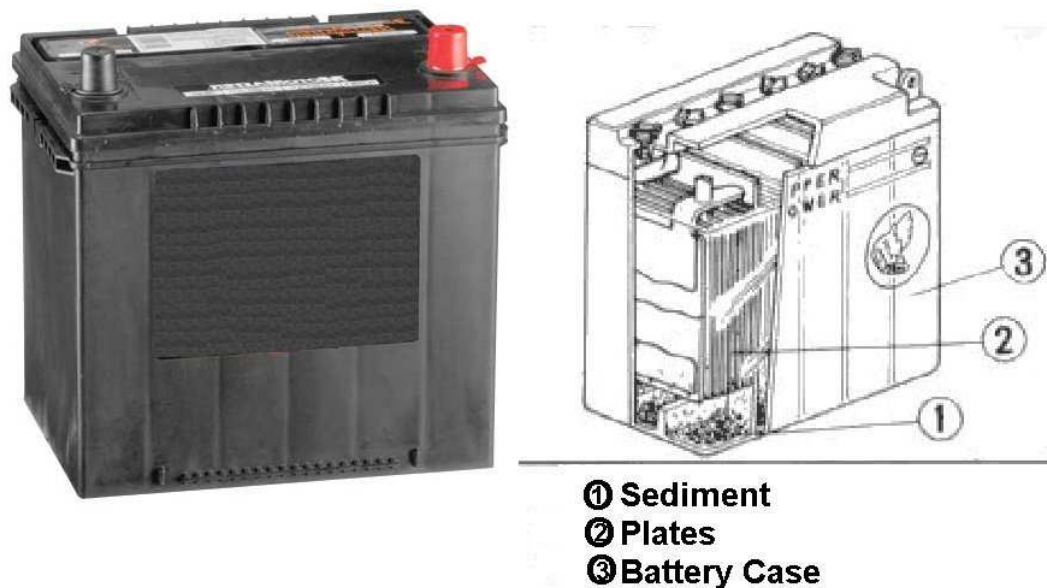
Οι μπαταρίες NiCad χρησιμοποιούνται σε φορητά ραδιόφωνα, σε ιατρικούς εξοπλισμούς και σε επαγγελματικές κάμερες. Τα ηλεκτρόδια στα κελιά σε μία τέτοια μπαταρία είναι από υδροξείδιο του νικελίου και από κάδμιο. Ο ηλεκτρολύτης είναι υδροξείδιο του καλίου. Αυτές οι μπαταρίες είναι οικονομικές και χαρακτηρίζονται από την μακροζωία. Ωστόσο το κάδμιο δεν είναι φιλικό προς το περιβάλλον και αυτός είναι ο λόγος για τον οποίο έχουν αντικατασταθεί από άλλους τύπους μπαταριών. Στο σχήμα 3-2 φαίνεται ο συγκεκριμένος τύπος μπαταρία



Σχήμα. 3-2 Μπαταρία Nickel-cadmium.

### 3.3.3 Μπαταρία Sodium-Sulfur(θεικού νατρίου)

Τα ηλεκτρόδια στα κελιά σε μία τέτοια μπαταρία είναι κατασκευασμένα από νάτριο(αρνητικό ηλεκτρόδιο) και από θειάφι (θετικό ηλεκτρόδιο).Αυτός ο τύπος μπαταρίας είναι πολύ αποδοτικός και χρησιμοποιείται στα ηλεκτρικά οχήματα. Στο σχήμα 3-3 φαίνεται ο συγκεκριμένος τύπος μπαταρίας.



**Σχήμα. 3-3** Μπαταρία Sodium-Sulfur.

### **3.3.4 Μπαταρία Sodium- Nickel-Chloride(χλωριούχο νικέλιο του νατρίου)**

Τα ηλεκτρόδια σε μία τέτοια μπαταρία είναι κατασκευασμένα από νικέλιο και από χλωριούχο νάτριο. Αυτές οι μπαταρίες έχουν περίπου 5 φορές μεγαλύτερη ενέργεια από αυτές του μολύβδου και είναι πλήρως ανακυκλώσιμες. Ωστόσο πρέπει να λειτουργούν σε υψηλές θερμοκρασίες και απαιτούν σύστημα διαχείρισης θερμοκρασίας, κάτι το οποίο αυξάνει το κόστος τους σημαντικά. Οι μπαταρίες αυτές είναι σχεδιασμένες για ηλεκτρικά οχήματα συμπεριλαμβανομένων και των τρένων.

Στο σχήμα 3-4 φαίνεται ο συγκεκριμένος τύπος μπαταρίας.



**Σχήμα. 3-4** Μπαταρία Sodium- Nickel-Chloride.

### 3.3.5 Μπαταρία Lithium-Polymer(πολυμερής λιθίου)

Οι μπαταρίες αυτές μοιάζουν πολύ με τις ιόντων λιθίου (παρακάτω γίνεται λεπτομερής αναφορά σε αυτές). Τα ηλεκτρόδια είναι φτιαγμένα από άνθρακα και από οξείδιο του μετάλλου. Ο στερεός πολυμερής ηλεκτρολύτης δεν είναι εύφλεκτος, επομένως αυτές οι μπαταρίες είναι λιγότερο επικίνδυνες. Επίσης έχουν την ικανότητα να αποθηκεύουν μεγαλύτερη ενέργεια από αυτές του μολύβδου. Στο σχήμα 3-5 φαίνεται ο συγκεκριμένος τύπος μπατα



Σχήμα. 3-5 Μπαταρία Lithium-Polymer.

### 3.3.6 Μπαταρία Zinc-Air(αερίου-ψευδαργύρου)

Το ξεχωριστό χαρακτηριστικό σε αυτές τις μπαταρίες είναι ότι το οξυγόνο του ατμοσφαιρικού αέρα χρησιμοποιείται στην κάθοδο. Η άνοδος είναι μία αντικαταστάσιμη πλάκα φτιαγμένη από μόρια ψευδαργύρου. Ο ηλεκτρολύτης είναι υδροξείδιο του καλίου. Εντός των κελιών μία χημική αντίδραση δημιουργεί ηλεκτρική ενέργεια αλλά τα κελιά δεν είναι επαναφορτίσιμα. Για την επαναφορτίσει θα πρέπει να αντικατασταθεί η πλάκα της ανόδου. Αυτός ο τύπος μπαταρίας έχει μικρό βάρος και αποδίδει μεγάλη ενέργεια. Στο σχήμα 3-6 φαίνεται ο συγκεκριμένος τύπος μπαταρίας.



**Σχήμα. 3-6** Μπαταρία Zinc-Air.

### **3.3.7 Μπαταρία Nickel-Zinc(ψευδαργύρου-νικελίου)**

Αυτές οι μπαταρίες έχουν υψηλή ειδική ενέργεια ,μπορούν να λειτουργήσουν σε ευρύ φάσμα θερμοκρασιών και είναι φιλικές προς το περιβάλλον. Οι μπαταρίες αυτές θεωρούνται αλκαλικές επαναφορτιζόμενες. Το ηλεκτρόδιο στην άνοδο τους είναι

από οξείδιο του ψευδαργύρου και το ηλεκτρόδιο στην κάθοδο είναι από οξείδιο του νικελίου. Ο ηλεκτρολύτης είναι υδροξείδιο του καλίου. Στο σχήμα 3-7 φαίνεται ο συγκεκριμένος τύπος μπαταρίας.



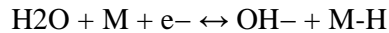
Σχήμα. 3-7 Μπαταρία Nickel-Zinc.

### 3.3.8 Μπαταρία NiMH

Στα σύγχρονα ηλεκτρικά οχήματα, η μπαταρία που χρησιμοποιείται κατά βάση είναι η μπαταρία Νικελίου – Μετάλλου Υδριδίου(NiMH). Πρόκειται για μια επαναφορτιζόμενη μπαταρία, παρόμοια με την μπαταρία Νικελίου – Καδμίου (NiCd), με τη διαφορά ότι αντί για κάδμιο στην άνοδο της έχει ένα κράμα απορροφητικό σε υδρογόνο. Στην κάθοδο, όπως και στις NiCd μπαταρίες, χρησιμοποιεί νικέλιο. Μια NiMH μπαταρία έχει δυο με τρεις φορές τη χωρητικότητα μιας ισοδύναμου μεγέθους

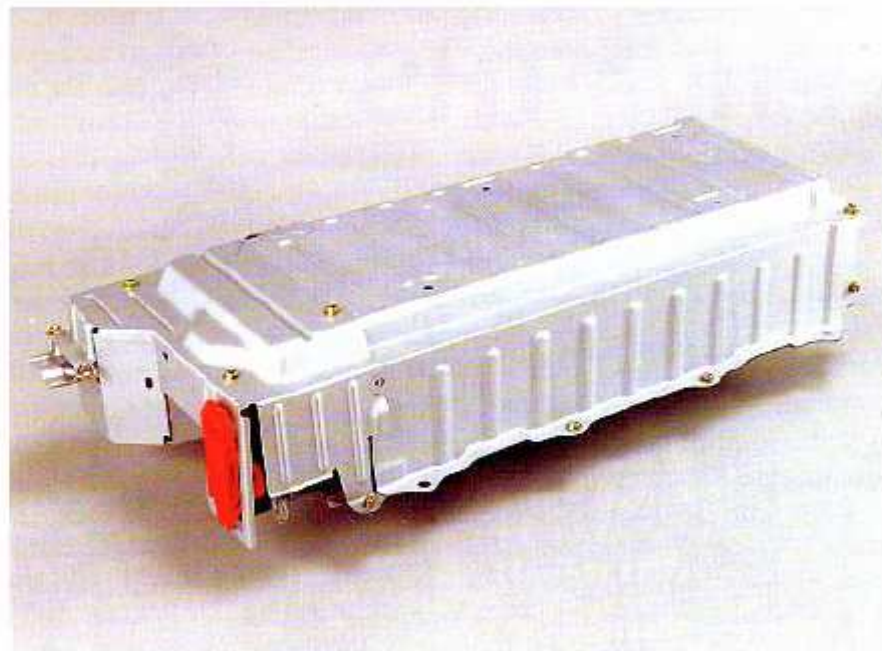


μπαταρίας NiCd . Ωστόσο, συγκρινόμενη με την μπαταρία ιόντων λιθίου (lithium-ion battery), η ογκομετρική ενεργειακή πυκνότητα είναι χαμηλότερη και η αυτοεκφόρτιση μεγαλύτερη. Η ειδική ενεργειακή πυκνότητα για την NiMH είναι περίπου 80 W·h/kg, με την ογκομετρική ενεργειακή πυκνότητα να είναι γύρω στις 200 W·h/L. Η αντίδραση που συμβαίνει στην άνοδο μιας μπαταρίας NiMH είναι η ακόλουθη:



Η μπαταρία φορτίζεται προς την δεξιά κατεύθυνση της εξίσωσης και αποφορτίζεται προς την αριστερή. Το υδροξείδιο του νικελίου είναι αυτό που σχηματίζει την κάθοδο. Το "Μέταλλο" στην άνοδο μιας NiMH μπαταρίας είναι ουσιαστικά μια σύνθετη μεταλλική ένωση. Πολλές χημικές ενώσεις έχουν αναπτυχθεί για την εφαρμογή αυτή αλλά αυτές που εφαρμόζονται ανήκουν σε δυο κατηγορίες. Ο πιο κοινός χημικός τύπος είναι ο AB<sub>5</sub>, όπου A είναι ένα μίγμα σπάνιων γαιών, λανθανίου, δμητρίου, νεοδυμίου, πρασινοδυμίου και B είναι νικέλιο, κοβάλτιο, μαγγάνιο, και αλουμίνιο. Μερικές άλλες μπαταρίες κάνουν χρήση αρνητικών ηλεκτροδίων υψηλότερης χωρητικότητας, βασισμένα σε χημικές ενώσεις τύπου AB<sub>2</sub>, όπου A είναι τιτάνιο ή βανάδιο και B είναι ζιρκόνιο ή νικέλιο, τροποποιημένο με χρώμιο, κοβάλτιο, σίδηρο και μαγγάνιο, εξαιτίας της μειωμένης διάρκειας ζωής της μπαταρίας. Οι μπαταρίες NiMH αποτελούνται από έναν αλκαλικό ηλεκτρολύτη συνήθως υδροξείδιο καλίου. Η τάση φόρτισης είναι 1.4 -1.6 V/στοιχείο. Ένα πλήρως φορτισμένο στοιχείο έχει τάση 1.35-1.4 V και παρέχει ονομαστική τάση 1.2V κατά μέσο όρο στη διάρκεια της αποφόρτισης και μέχρι 1.0V, διότι περαιτέρω αποφόρτιση μπορεί να προκαλέσει μόνιμη ζημιά στο στοιχείο της μπαταρίας. Ο ρυθμός αυτοεκφόρτισης επηρεάζεται κατά πολύ από τη θερμοκρασία στην οποία οι μπαταρίες είναι αποθηκευμένες με τις πιο ψυχρές θερμοκρασίες αποθήκευσης να έχουν ως αποτέλεσμα χαμηλότερο ρυθμό αποφόρτισης και μεγαλύτερη διάρκεια ζωής της μπαταρίας. Από την άλλη τα υψηλότερης χωρητικότητας στοιχεία που υπάρχουν στην αγορά (> 2700 mAh) φαίνονται να έχουν τους υψηλότερους ρυθμούς αποφόρτισης. Όσον αφορά τις επιδράσεις των μπαταριών NiMH στο περιβάλλον, αυτές είναι τουλάχιστον πολύ πιο φιλικές από τις μπαταρίες NiCd που περιέχουν το δηλητηριώδες κάδμιο και άλλωστε υπάρχουν προγράμματα ανακύκλωσης τους. Το κόστος τους δεν είναι υψηλό και η τάση τους και η επίδοσή τους είναι παρόμοιες με τις πρότυπες αλκαλικές μπαταρίες του ίδιου μεγέθους. Η ικανότητα τους να

επαναφορτίζονται εκατοντάδες φορές οδηγεί στην εξοικονόμηση πόρων και χρημάτων. Οι μπαταρίες NiMH είναι ιδιαίτερα κατάλληλες για εφαρμογές υψηλής έντασεως ρεύματος λόγω της χαμηλής τους εσωτερικής αντίστασης. Οι αλκαλικές μπαταρίες, οι οποίες έχουν περίπου 3000mAh χωρητικότητα σε απαιτήσεις χαμηλής έντασης ρεύματος (200mA), θα έχουν λιγότερο από 1000mAh χωρητικότητα σε απαίτηση ρεύματος 1000mA, για παράδειγμα. Οι μπαταρίες NiMH από την άλλη μπορούν να διαχειριστούν αυτά τα υψηλής έντασης ρεύματα διατηρώντας την πλήρη χωρητικότητά τους. Επίσης στον κύκλο αποφόρτισης οι μπαταρίες NiMH, λόγω της μικρής τους εσωτερικής αντίστασης, μπορούν και τροφοδοτούν το σύστημα με σταθερή περίπου τάση μέχρι να αποφορτιστούν πλήρως. Τέλος πρέπει να αναφερθεί ότι τα υδρίδια μετάλλων είναι σχετικά ασφαλή υλικά για την αποθήκευση ενέργειας και έτσι η προτεινόμενη λύση μέχρι τώρα στα ηλεκτρικά οχήματα, της χρήσης ηλεκτροκινητήρων/ηλεκτρογεννητριών σε συνδυασμό με μια συστοιχία μπαταριών NiMH, παρουσιάζει αρκετά πλεονεκτήματα, όσον αφορά την ευκολία διαχείρισης των αποθεμάτων ενέργειας κάτω από καθεστώς σχετικά αυξημένης ασφάλειας. Στο σχήμα 3-8 1 φαίνεται η μπαταρία NiMH.



**Σχήμα. 3-8** Μπαταρία NiMH.

### **3.3.9 Μπαταρία Li- ion**

Τα τελευταία χρόνια γίνεται μια έντονη προσπάθεια ανάπτυξης και χρησιμοποίησης στο χώρο των ηλεκτρικών οχημάτων ενός αλλού είδους μπαταρίας, της μπαταρίας ιόντων Λιθίου (Lithium-ion). Οι Li-ion μπαταρίες είναι επαναφορτιζόμενες και χρησιμοποιούνται ευρέως στα κάθε είδους ηλεκτρονικά. Είναι από τις πιο διαδεδομένες μπαταρίες στα φορητά ηλεκτρονικά με μια από τις καλύτερες αναλογίες ενέργειας προς βάρος, και με αργό ρυθμό αποφόρτισης όταν δεν χρησιμοποιούνται. Αν δεν γίνει σωστή διαχείριση τους μπορεί να αποβούν επικίνδυνες και να μειωθεί η διάρκεια ζωής τους. Εξαιτίας της υψηλής τους ενεργειακής πυκνότητας, οι μπαταρίες Li-ion άρχισαν να γίνονται αντικείμενο έρευνας για τη χρήση τους στην ηλεκτρική αυτοκίνηση καθώς και στην βιομηχανία της άμυνας και του διαστήματος. Μια αρκετά ανεπτυγμένη μπαταρία Li-ion είναι η μπαταρία στοιχείων πολυμερούς λιθίου

(lithium polymer cell). Οι πρώτες μπαταρίες ιόντων λιθίου εμφανίστηκαν το 1991. Στο σχήμα 3-9 φαίνεται μία συστοιχία μπαταριών ιόντων-λιθίου.



**Σχήμα. 3-9** Μπαταρία Li- ion

Οι μπαταρίες ιόντων λιθίου μπορούν να χρησιμοποιηθούν σε διάφορα μεγέθη και σχήματα αποτελεσματικά για την καλύτερη εξοικονόμηση χώρου της συσκευής που τροφοδοτούν. Είναι επίσης ελαφρύτερες από άλλες ισοδύναμες μπαταρίες. Η ενέργεια αποθηκεύεται σε αυτές τις μπαταρίες διαμέσου της κίνησης των ιόντων λιθίου. Το λίθιο είναι το τρίτο πιο ελαφρύ χημικό στοιχείο, προσφέροντας έτσι ένα συγκριτικό πλεονέκτημα σχετικά με άλλες μπαταρίες που χρησιμοποιούν βαρύτερα μέταλλα. Ένα ακόμα πλεονέκτημα που έχουν οι μπαταρίες Li-ion είναι η υψηλή τάση ανοιχτού κυκλώματος που επιτυγχάνουν σε σχέση με άλλες υδάτινες μπαταρίες όπως οι μπαταρίες μολύβδου, οι μπαταρίες Νικελίου-Υδριδίου Μετάλλου και οι μπαταρίες Νικελίου-Καδμίου. Έχουν επίσης, χαμηλό ρυθμό αυτοεκφόρτισης. Στο σχήμα 3-10 φαίνεται ένας ακόμη τύπος αυτής της μπαταρίας.



**Σχήμα. 3-10** Μπαταρία Li- ion.

Μοναδικό μειονέκτημα, ωστόσο, των μπαταριών Li-ion είναι ότι η διάρκεια ζωής τους εξαρτάται και από το χρόνο που έχει περάσει από τη στιγμή της κατασκευής τους, ανεξάρτητα από το αν αυτές έχουν φορτιστεί και ανεξάρτητα από τον αριθμό των κύκλων φόρτισης/αποφόρτισης. Έτσι, μια παλιότερη χρονολογικά μπαταρία θα διαρκέσει λιγότερο απ' ό,τι μια καινούρια εξαιτίας της ηλικίας της και μόνο, κάτι που δεν συμβαίνει με τις άλλες μπαταρίες. Η μείωση της χωρητικότητας της μπαταρίας ξεκινά λοιπόν από τη στιγμή της κατασκευής της, ανεξάρτητα αν αυτή χρησιμοποιείται και εξαρτάται από τη θερμοκρασία αποθήκευσης. Διαφορετικές θερμοκρασίες αποθήκευσης

μπορούν να προκαλέσουν διαφορετικές μειώσεις της χωρητικότητας της. Έτσι σε πλήρη φόρτιση της μπαταρίας (100%) έχουμε: 6% μείωση στους 0 °C (32 °F), 20% μείωση στους 25 °C (77 °F) και 35% μείωση στους 40 °C (104 °F).

Όταν το επίπεδο φόρτισης της μπαταρίας είναι στο 40%, αυτές οι τιμές μειώνονται σε 2%, 4%, 15% στους 0, 25 και 40 βαθμούς οC αντίστοιχα. Όσο η διάρκεια ζωής των μπαταριών μεγαλώνει, η εσωτερική τους αντίσταση αυξάνει. Αυτό προκαλεί πτώση της τάσης στους πόλους κάτω από το απαιτούμενο φορτίο, μειώνοντας το μέγιστο ρεύμα που μπορεί να πάρει το σύστημα από αυτούς. Σταδιακά λοιπόν φτάνουν σε ένα σημείο όπου η μπαταρία δεν μπορεί να λειτουργήσει άλλο. Οι μπαταρίες Li-ion αντιμετωπίζουν επίσης μια κατάσταση που ονομάζεται “πλήρης αποφόρτιση” (deep discharge). Σε αυτήν την κατάσταση, η μπαταρία μπορεί να κάνει πολύ καιρό να επαναφορτιστεί ή μπορεί και να μην επαναφορτιστεί. Η “πλήρης αποφόρτιση” λαμβάνει χώρα μόνο όταν τα συστήματα ή οι συσκευές των μπαταριών αυτών μείνουν για πολύ καιρό αχρησιμοποίητα (συνήθως 2 ή περισσότερα χρόνια) ή όταν επαναφορτίζονται τόσο συχνά με αποτέλεσμα να μην μπορούν να διατηρήσουν το φορτίο τους. Κάθε στοιχείο μπαταρίας Li-ion ξεχωριστά δεν πρέπει να αποφορτίζεται κάτω από μια συγκεκριμένη τάση για την αποφυγή μη αναστρέψιμης ζημιάς. Επιπλέον, η μπαταρία δεν πρέπει να μένει πλήρως φορτισμένη για μεγάλα διαστήματα γιατί έτσι κινδυνεύει να οδηγηθεί στο φαινόμενο της “πλήρους αποφόρτισης” και να καταστραφεί.

Χημικά η μπαταρία Li-ion ενέχει πολλούς κινδύνους και έτσι ένα στοιχείο της μπαταρίας απαιτεί αρκετές υποχρεωτικές συσκευές ασφαλείας για να μπορεί να θεωρείται ασφαλές. Κάποιες από αυτές είναι : διαχωριστής κλεισίματος (για την υπερθέρμανση), στόμιο (για την αποκατάσταση της πίεσης) και θερμικός διακόπτης (για την υπερφόρτωση). Οι συσκευές αυτές καταλαμβάνουν αρκετό χώρο μέσα στο στοιχείο της μπαταρίας και αυξάνουν αρκετά το επίπεδο αναξιοπιστίας της μπαταρίας. Ωστόσο ολοένα και νέες έρευνες διεξάγονται για τη βελτίωση της τεχνολογίας αυτών των μπαταριών που θα αυξάνει το επίπεδο ασφάλειας. Οι μπαταρίες Lithium-ion έχουν ονομαστική τάση ανοιχτού κυκλώματος 3.6 V και τυπική τιμή τάσης φόρτισης 4.2 V. Η διαδικασία φόρτισης γίνεται υπό σταθερή τάση. Στο παρελθόν, οι μπαταρίες αυτές δεν μπορούσαν να φορτιστούν γρήγορα και συνήθως χρειάζονταν τουλάχιστον 2 ώρες για πλήρη φόρτιση. Τα σύγχρονα στοιχεία της μπαταρίας έχουν τη δυνατότητα πλήρους φόρτισης μέσα σε λιγότερο από 45 λεπτά. Μερικές μάλιστα φτάνουν το 90% της φόρτισης τους μέσα σε 10 λεπτά. Η

άνοδος ενός συμβατικού Li-ion στοιχείου κατασκευάζεται από άνθρακα, η κάθοδος είναι οξείδιο μετάλλου και ο ηλεκτρολύτης είναι άλας λιθίου σε οργανικό διαλύτη. Η χημική αντίδραση που λαμβάνει χώρα σε ένα στοιχείο Li-ion για την παραγωγή ηλεκτρισμού είναι :



Είναι σημαντικό να τονιστεί ότι τα ιόντα λιθίου δεν οξειδώνονται. Αντιθέτως, σε μια μπαταρία Li-ion τα ιόντα λιθίου μεταφέρονται από και προς την κάθοδο ή την άνοδο με το μέταλλο Κοβάλτιο (Co) στην χημική ένωση  $\text{Li}_x\text{CoO}_2$  να οξειδώνεται από  $\text{Co}^{3+}$  σε  $\text{Co}^{4+}$  κατά τη φόρτιση και να ανάγεται από  $\text{Co}^{4+}$  σε  $\text{Co}^{3+}$  κατά την αποφόρτιση.

Όπως αναφέρθηκε και στην αρχή, υπάρχει στην αγορά μια προοπτική αντικατάστασης των μπαταριών NiMH στα ηλεκτρικά οχήματα από τις μπαταρίες Li-ion. Υπάρχει η πεποίθηση πως η ανάπτυξη της τεχνολογίας που οδηγεί σε μεγαλύτερη διάρκεια ζωής και ασφάλειας της μπαταρίας, σε συνδυασμό με τη μείωση του κόστους της, θα έχουν ως αποτέλεσμα τη χρήση της μπαταρίας Li-ion στα ηλεκτρικά συστήματα.

Επίσης, πολλοί μεγάλοι κατασκευαστές μπαταριών, επενδύουν αρκετά στην ανάπτυξη των μπαταριών Li-ion. Η εταιρεία CPI χρησιμοποιεί μια κάθοδο λιθίου βασισμένη στο μαγγάνιο αντί για το κοβάλτιο που χρησιμοποιείται στις μπαταρίες ιόντων λιθίου των φορητών υπολογιστών, των κινητών τηλεφώνων και των άλλων φορητών συσκευών. Το κοβάλτιο είναι ακριβότερο (\$40/kg) και σε περιπτώσεις υπερφόρτωσης και εσωτερικού βραχυκυκλώματος μπορεί να προκληθούν φωτιά και εκρήξεις. Αντιθέτως το υλικό του μαγγανίου προσφέρει μεγαλύτερη διάρκεια ζωής κάτω από υψηλές θερμοκρασίες. Τα “επίπεδα” στοιχεία μπαταριών που έχει κατασκευάσει η CPI διαφέρουν από τα κυλινδρικά στοιχεία που χρησιμοποιούνται στις NiMH μπαταρίες, στο γεγονός ότι εξοικονομούν περισσότερο χώρο. Είναι επίσης λιγότερο ακριβές και λιγότερο επιρρεπείς στη διάβρωση, σύμφωνα με την εταιρεία. Το νέο αυτό σχέδιο, λόγω της μεγαλύτερης του επιφάνειας παρέχει μεγαλύτερη ισχύ ενώ ενισχύει περισσότερο τη θερμική διαχείριση. Από την άλλη, η ημιδιαπερατή του μεμβράνη που χωρίζει τα ηλεκτρόδια είναι μηχανικά

και θερμικά ανώτερη από τους διαχωριστές που χρησιμοποιούνται σε άλλα στοιχεία Li-ion, κάτι που αυξάνει την ασφάλεια της μπαταρίας. Διάφοροι έλεγχοι στο πολυμερές αλουμινένιο λεπτό φύλλο που προστατεύει το στοιχείο κατέδειξαν προβλεπόμενη διάρκεια ζωής του στοιχείου, 15 έτη, σύμφωνα με την CPI. Η εταιρεία

έχει επίσης αναπτύξει και πρόκειται να προμηθεύσει το σύστημα διαχείρισης της μπαταρίας που βασίζεται σε μικροεπεξεργαστές.

### **3.4 Συγκριτική αντιπαράθεση μεταξύ NiMH και Li – ion στα ηλεκτρικά Οχήματα**

Τα πρώτα ηλεκτρικά μοντέλα έκαναν χρήση μπαταριών μολύβδου διότι δεν υπήρχε εναλλακτική λύση. Χημικά αυτές οι μπαταρίες είναι φυσικά ελαφρύτερων υλικών και περιβαλλοντικά φιλικότερη από τα προηγούμενα συστήματα, τα βασισμένα στις μπαταρίες μολύβδου. Η μπαταρία αυτή αποτελείται από κυλινδρικά στοιχεία που συνδέονται στη σειρά για την επίτευξη αρκετών εκατοντάδων βολτ, ενώ είναι έτσι διατεταγμένα ώστε να επιτρέπουν την καλύτερη δυνατή ψύξη τους. Το σχήμα 3-11 δείχνει μια συστοιχία μπαταριών NiMH ενός ηλεκτρικού οχήματος. Η μπαταρία όπως φαίνεται τοποθετείται στο πίσω μέρος του αυτοκινήτου. Τα κυλινδρικά στοιχεία της μπαταρίας διακρίνονται με το πορτοκαλί χρώμα.

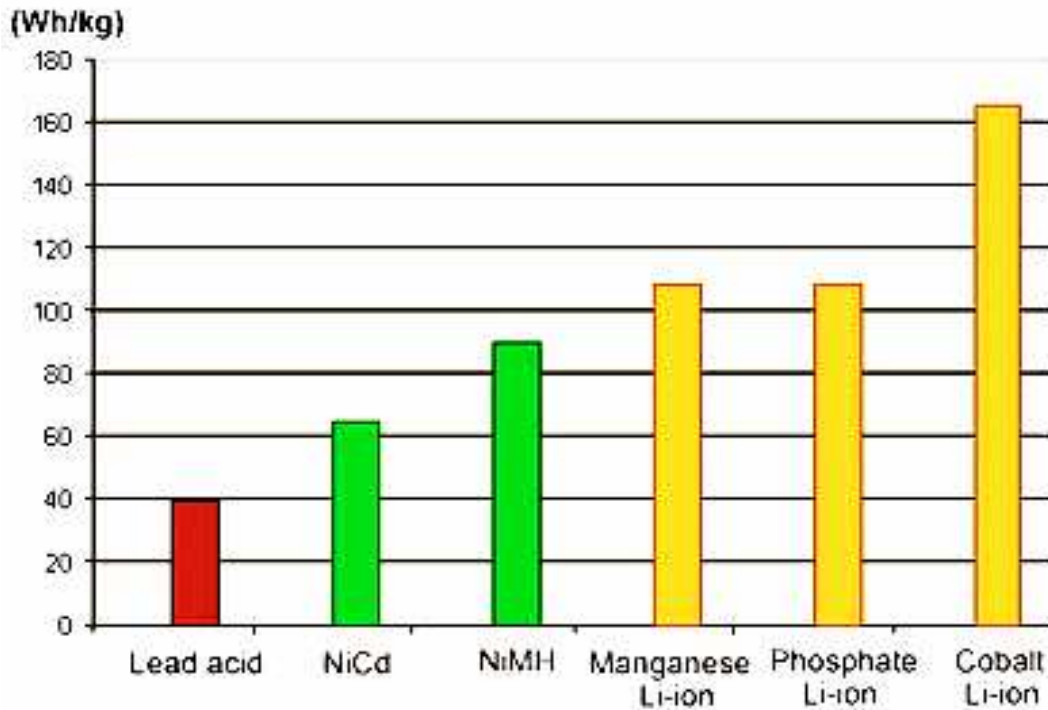


**Σχήμα. 3-11** Συστοιχία μπαταριών NiMH ενός ηλεκτρικού οχήματος.



Ένα από τα σημαντικότερα κριτήρια για τη χρήση των μπαταριών σε ηλεκτρικές εφαρμογές είναι η μακροβιότητα τους. Οι επαναφορτιζόμενες μπαταρίες για τυπικά εμπορικά προϊόντα συνήθως διαρκούν δυο με τρία χρόνια. Αυτή η σύντομη διάρκεια δεν αποτελεί μεγάλο μειονέκτημα για τα κινητά τηλέφωνα, τους φορητούς υπολογιστές και τις ψηφιακές κάμερες διότι αυτές οι συσκευές γρήγορα αχρηστεύονται. Αντιθέτως, τα \$2.000 με \$3.000 για κάθε συστοιχία μπαταριών, που είναι και το κόστος αντικατάστασης της σε ένα ηλεκτρικό όχημα, αποτελούν μεγάλη δαπάνη. Οι περισσότερες μπαταρίες για τα ηλεκτρικά οχήματα έχουν εγγύηση για οχτώ χρόνια. Για να πετύχουν την αξιοπιστία σε αυτό το μεγάλο χρονικό διάστημα, τα στοιχεία των μπαταριών βελτιστοποιούνται στον τομέα της μακροβιότητας και όχι στο μέγεθος και το βάρος, όπως στην περίπτωση των φορητών συσκευών. Ένας από τους περιορισμούς των μπαταριών NiMH είναι η μέση απόδοση μετατροπής της ενέργειας. Αυτό εξηγεί γιατί η μπαταρία ζεσταίνεται αρκετά σε κάθε φόρτιση και αποφόρτιση. Η απόδοση φόρτισης είναι μέγιστη όταν η μπαταρία βρίσκεται σε επίπεδο φόρτισης 50-70%. Όταν βρίσκεται πάνω από το 70% του φορτίου της, η μπαταρία δεν μπορεί να απορροφήσει καλά το επιπλέον φορτίο και έτσι η περισσότερη ενέργεια φόρτισης χάνεται με τη μορφή θερμότητας. Λειτουργώντας την μπαταρία σε μερικό φορτίο, υπάρχει η απαίτηση μεγαλύτερης μπαταρίας η οποία όμως μειώνει το λόγο ενέργειας προς βάρος καθώς και την απόδοση. Οι Ιάπωνες κατασκευαστές αυτοκινήτων έχουν δοκιμάσει πολλά σενάρια για την κατάλληλη μπαταρία στο υβριδικό αυτοκίνητο, ακόμα και τις μπαταρίες μολύβδου. Στις μέρες μας η προσοχή έχει στραφεί στις μπαταρίες ιόντων λιθίου. Η μπαταρία λιθίου βασισμένη στο κοβάλτιο είναι μια από τις πρώτες εκδοχές στην οικογένεια αυτών των μπαταριών και προσφέρει μια πολύ υψηλή πυκνότητα ενέργειας.

Οι κατασκευαστές των EV πειραματίζονται με τις εκδοχές του μαγγανίου και των φωσφορικών αλάτων στις μπαταρίες ιόντων λιθίου. Αυτά τα συστήματα προσφέρουν μια υπερβολικά χαμηλή εσωτερική αντίσταση, μεταφέρουν υψηλής εντάσεως ρεύματα και δέχονται γρήγορη φόρτιση. Αντιθέτως με την εκδοχή του κοβαλτίου, η αντίσταση παραμένει χαμηλή καθ' όλη τη διάρκεια ζωής της μπαταρίας. Για την απόδειξη αυτού του χαρακτηριστικού στις μπαταρίες ιόντων λιθίου βασισμένες στο μαγγάνιο, πραγματοποιήθηκε μια εργαστηριακή έρευνα που εφάρμοσε 30.000 κύκλους φόρτισης/αποφόρτισης σε μια περίοδο επτά χρόνων. Αν και η χωρητικότητα έπεσε από το 100% στο 20%, το στοιχείο διατήρησε τη



**Σχήμα. 3-12** Πυκνότητες ενέργειας των μπαταριών μολύβδου, νικελίου και ιόντων λιθίου.

Οι μπαταρίες Li-ion φαίνονται πολλά υποσχόμενες για τη χρήση τους στα ηλεκτρικά οχήματα αλλά χρειάζεται περαιτέρω έρευνα. Παρακάτω αναφέρονται κάποια από τα εμπόδια που πρέπει να αρθούν:

**Ανθεκτικότητα:** Ο αγοραστής απαιτεί μια εγγύηση των δέκα ετών και παραπάνω. Προς το παρόν, οι κατασκευαστές των μπαταριών για τα ηλεκτρικά οχήματα δίνουν εγγύηση οχτώ ετών για τις NiMH. Η μακροβιότητα των lithium-ion μπαταριών δεν έχει αποδειχτεί ακόμα και η επίτευξη ακόμα και των οχτώ ετών αποτελεί πρόκληση.

**Κόστος:** Αν το κόστος αντικατάστασης των \$2,000 ως \$3,000 μιας μπαταρίας Νικελίου – Υδριδίου Μετάλλου είναι απαγορευτικό, το αντίστοιχο κόστος με τις μπαταρίες Li-ion θα είναι υψηλότερο. Αυτά τα συστήματα είναι περισσότερο δαπανηρά για να παραχθούν αλλά έχουν τη δυνατότητα μείωσης της τιμής με βελτιωμένες μεθόδους παραγωγής. Οι μπαταρίες NiMH έχουν φτάσει το χαμηλότερο δυνατό κόστος το οποίο δεν μπορεί να μειωθεί λόγω των υψηλών τιμών του νικελίου.

**Ασφάλεια:** Οι μπαταρίες ιόντων λιθίου που βασίζονται στο μαγγάνιο και στα φωσφορικά άλατα είναι περισσότερο ασφαλείς από τις αντίστοιχες του κοβαλτίου. Το

κοβάλτιο γίνεται θερμικά ασταθές σε μια μέση θερμοκρασία των 150°C (300°F). Τα στοιχεία από μαγγάνιο και φωσφορικά άλατα μπορούν να φτάσουν τους 250°C (480°F) πριν γίνουν επικίνδυνα. Εκτός από την αυξημένη θερμική σταθερότητα, η μπαταρία απαιτεί ακριβά κυκλώματα προστασίας που θα επιβλέπουν τις τάσεις των στοιχείων και θα περιορίζουν τις διαρροές ρεύματος. Τα κυκλώματα προστασίας πρέπει να προστατεύουν σε περίπτωση αστοχίας του στοιχείου που συμβαίνει φυσικά με την ηλικία της μπαταρίας.

**Διαθεσιμότητα:** Οι κατασκευαστές των στοιχείων μαγγανίου και φωσφορικών αλάτων δύσκολα ίσως να μπορέσουν να αντεπεξέλθουν στη ζήτηση. Μια ραγδαία αύξηση στη χρήση λιθίου στις μπαταρίες των ηλεκτρικών οχημάτων, θα είχε αποτέλεσμα την μείωση της παραγωγής. Με 7 kg (15 lb) λιθίου ανά μπαταρία, τίθεται θέμα έλλειψης των ακατέργαστων υλικών. Οι περισσότερες γνωστές διαθέσιμες ποσότητες βρίσκονται στην Βόρεια Αμερική, στην Αργεντινή, στη Χιλή και στη Βολιβία. Σύμφωνα με πρόσφατες μελέτες, οι μπαταρίες ιόντων λιθίου σε λίγο καιρό θα αντικαταστήσουν τις NiMH καθώς η τεχνολογία των πρώτων έχει προχωρήσει κατά πολύ. Με βάση δεδομένα και μετρήσεις παρατίθεται πιο κάτω συγκριτικός πίνακας (πίνακας 1) με τις ιδιότητες των δυο ειδών μπαταριών, των NiMH και των Li-ion.

Μπαταρία	Li-ion vs. NiMH	
	NiMH	Li-ion
Ενεργειακή Πυκνότητα, W·h/kg	80	200
Πυκνότητα Ισχύος, W/kg	1600	>3000
Ογκομετρική ενεργειακή πυκνότητα, Wh/L	200	550
Κόστος, \$/kW·h	35	30-35
Ρυθμός Αυτοεκφόρτισης (per month), %	15	5
Βαθμός απόδοσης (%)	90	>95
Εύρος Θερμοκρασιών Λειτουργίας, °C	-10 ως +40	-30 ως +50
Κύκλος Ζωής	900 (EV); 300K (HEV)	1000 (EV); 300K (HEV)
Ημερολογιακός χρόνος Ζωής (χρόνια)	>10	>10

**Πίνακας 1**

### 3.5 Οι υπερπυκνωτές

Οι υπερπυκνωτές χρησιμοποιούνται σε πολλά ηλεκτρικά οχήματα. Προτού γίνει αναφορά όμως σε αυτούς θα πρέπει να ρίξουμε μια ματιά στο πως λειτουργούν οι συμβατικοί πυκνωτές.

Οι πυκνωτές είναι ηλεκτρικές συσκευές (εξαρτήματα) οι οποίες χρησιμοποιούνται για να αποθηκεύουν και να ελευθερώνουν ηλεκτρική ενέργεια. Επίσης χρησιμοποιούνται για να ομαλοποιούν την διακύμανση του ρεύματος ,για να αποθηκεύουν και να ελευθερώνουν υψηλή τάση ή να διακόπτουν συνεχές ρεύμα. Η μπαταρία επίσης αποθηκεύει ενέργεια αλλά με χημικό τρόπο. Ο πυκνωτής αποθηκεύει ενέργεια μέσα σε ένα ηλεκτροστατικό πεδίο ανάμεσα σε ένα ζευγάρι από ηλεκτρόδια. Ο πυκνωτής μπορεί να ελευθερώσει όλη την ενέργεια του σε μία στιγμή σε αντίθεση με την μπαταρία που ελευθερώνει σιγά-σιγά την ενέργεια της. Έχει την ικανότητα να φορτίζεται αλλά και να αποφορτίζεται πολύ γρήγορα. Η μπαταρία σε αντίθεση χρειάζεται ορισμένο χρόνο για να φορτιστεί αλλά και να αποφορτιστεί αλλά διοχετεύει την ενέργεια της συνεχόμενα. Σε σύγκριση με τον πυκνωτή που διοχετεύει ενέργεια στιγμιαία..

Όπως και οι μπαταρίες έτσι και οι πυκνωτές διαθέτουν ένα θετικό και ένα αρνητικό ακροδέκτη. Κάθε ακροδέκτης είναι συνδεδεμένος με ένα λεπτό ηλεκτρόδιο ή πλάκα. Οι πλάκες είναι τοποθετημένες παράλληλα η μια στην άλλη και διαχωρίζονται από ένα μονωτικό υλικό καλούμενο ως διηλεκτρικό. Το διηλεκτρικό μπορεί να είναι χαρτί, πλαστικό, γυαλί ή οτιδήποτε υλικό το οποίο δεν άγει τον ηλεκτρισμό.

Όταν η τάση εφαρμόζεται σε έναν πυκνωτή, τα δύο ηλεκτρόδια αποκτούν ίσο αλλά αντίθετο φορτίο. Η πλάκα του πυκνωτή που είναι συνδεδεμένη με το αρνητικό ηλεκτρόδιο της μπαταρίας ή οποιαδήποτε άλλη πηγή ,δέχεται ηλεκτρόνια και τα αποθηκεύει στην επιφάνεια της. Η άλλη πλάκα του πυκνωτή χάνει ηλεκτρόνια προς την πηγή. Αυτή η διαδικασία φορτίζει τον πυκνωτή. Κάθε φορά που φορτίζεται ο πυκνωτής αποκτάει την ίδια τάση με την πηγή. Αυτή η ενέργεια αποθηκεύεται στατικά έως ότου οι δύο ακροδέκτες συνδεθούν μαζί. Η ικανότητα του πυκνωτή να αποθηκεύει ηλεκτρικό φορτίο την ονομάζομαι χωρητικότητα. Η μονάδα μέτρησης της χωρητικότητας είναι το farad (f). Ένας πυκνωτής με χωρητικότητα ένα farad μπορεί να αποθηκεύσει ένα coulomb φόρτισης σε ένα volt. Ένα coulomb είναι 6.25 δισεκατομμύρια ,δισεκατομμύρια ηλεκτρόνια. Οι περισσότεροι πυκνωτές έχουν χωρητικότητα μικρότερη από ένα farad και η τιμή τους εκφράζεται με έναν από τους παρακάτω όρους:

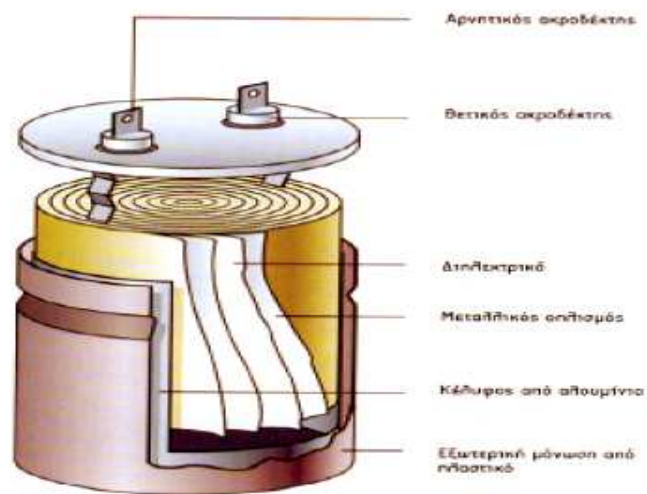
- microfarads:  $\mu\text{f}$  ( $1 \mu\text{f} = 10^{-6} \text{ f}$  )
- nanofarads :nf ( $1 \text{ nf} = 10^{-9} \text{ f}$  )
- picofarad :pf ( $1 \text{ pf} = 10^{-12} \text{ f}$  )

Τρεις σημαντικοί παράγοντες καθορίζουν την χωρητικότητα του πυκνωτή: οι μονωτικές ιδιότητες του διηλεκτρικού, η επιφάνεια των ηλεκτροδίων και η απόσταση ανάμεσα στα ηλεκτρόδια.

Οι πυκνωτές χρησιμοποιούνται σε πολλές εφαρμογές. Βρίσκονται στους αποταμιευτές φορτίου για ακαριαία εκφόρτιση όπως, για παράδειγμα, στα φλας των φωτογραφικών μηχανών, στα “ηλεκτρικά” γκλομπς των αστυνόμων, στα συστήματα συγκόλλησης μετάλλων, στα συστήματα ανάφλεξης ΗΖΚ, στα συστήματα πυροδότησης των αερόσακων και των προεντατήρων ζωνών ασφαλείας. Βρίσκονται, επίσης, στους αποταμιευτές ήπιας εκφόρτισης, όπως το κύκλωμα προσωρινής διατήρησης των δεδομένων στη RAM των “εγκεφάλων”. Οι πυκνωτές διακρίνονται σε τρεις κατηγορίες :

- I) τους ηλεκτροστατικούς
- ii) τους ηλεκτρολυτικούς
- iii) τους ηλεκτροχημικούς.

Αν και το όνομα των τελευταίων παραπέμπει στην αρχή λειτουργίας των μπαταριών, εντούτοις και οι τρεις αυτές κατηγορίες αποθηκεύουν ενέργεια με τη μορφή του ηλεκτροστατικού πεδίου (λόγω διαφορετικού ηλεκτρικού φορτίου στους σπλισμούς).



**Σχήμα 3-13** Τυπική μορφή συμβατικού πυκνωτή.

Οι πυκνωτές, λοιπόν, δεν αντιμετωπίζουν πρόβλημα πτώσης της απόδοσης τους ανάλογα με τον αριθμό κύκλων φόρτισης/εκφόρτισης, ακόμα κι αν οι κύκλοι πλήρους

φόρτισης / πλήρους εκφόρτισης ξεπεράσουν τους 100.000. Από την άλλη είναι ικανοί να αποδώσουν ρεύματα μεγέθους σημαντικά πολλαπλάσιου από εκείνο που θα έκανε μια μπαταρία να εκραγεί. Σε αυτά προστίθεται και ο ελάχιστος χρόνος που απαιτείται για τη φόρτιση τους, άρα και η αυξημένη δυνατότητα τους να αποθηκεύσουν μεγάλα ποσά ενέργειας καθώς και η σημαντικά μειωμένη εσωτερική τους ωμική αντίσταση. Έτσι, δημιουργείται η αίσθηση ότι οι πυκνωτές αποτελούν μια πλήρως αξιόπιστη λύση για τα ηλεκτρικά οχήματα. Ωστόσο, αυτό δεν συμβαίνει στην πράξη διότι υπάρχουν σοβαρά μειονεκτήματα. Κυριότερα από αυτά είναι η μεγάλη μεταβολή της τάσης κατά την εκφόρτιση και ο μεγάλος όγκος (και ως ένα βαθμό το βάρος) που απαιτείται να έχουν. Η ποσότητα του ρεύματος που μπορούν να αποθηκεύσουν οι πυκνωτές εξαρτάται άμεσα από την “εκτεθειμένη” επιφάνεια των ηλεκτροδίων τους.

Η απάντηση στο συγκεκριμένο πρόβλημα έχει δοθεί στη μορφή των “υπερπυκνωτών” ,μια τεχνολογία με ζωή ελάχιστων δεκαετιών, η οποία βασίζεται, μεταξύ άλλων, στην ανάπτυξη “ενεργού επιφάνειας” σε ολόκληρη τη μάζα των ηλεκτροδίων και όχι μόνο στην εξωτερική τους επιφάνεια. Με τον τρόπο αυτό, έγινε εφικτή η μείωση του συνολικού όγκου σε ένα μικρό μόλις κλάσμα αυτού των συμβατικών πυκνωτών αλλά και ο εντυπωσιακός πολλαπλασιασμός της ενέργειας που μπορεί να αποθηκευτεί ανά μονάδα

βάρους – παρ’ όλο που εξακολουθεί να υπολείπεται σημαντικά αυτής των μπαταριών. Αυτή τη στιγμή, η πλέον εξελιγμένη “αυτοκινητική” γενιά υπερπυκνωτών , έχει σχεδόν διπλάσιο λόγο ισχύος εξόδου προς βάρος από τις μπαταρίες NiMH, ενώ διατηρεί και όλα τα πλεονεκτήματα των πυκνωτών όσον αφορά την διάρκεια ζωής (σε αριθμό κύκλων ολικής φόρτισης/εκφόρτισης) και προπαντός τη σημαντικά υψηλότερη ταχύτητα φόρτισης, σε σύγκριση με τις συμβατικές μπαταρίες ιόντων ή υδριδίων.

Οι υπερπυκνωτές δεν είναι τίποτε άλλο από ηλεκτροχημικοί πυκνωτές (EC capacitors) και συγκεκριμένα, μια παραλλαγή των ηλεκτρολυτικών πυκνωτών, όπου, αντί το “παραδοσιακό” στρώμα του οξειδίου να παίζει το ρόλο του διηλεκτρικού, η εμφάνιση του διηλεκτρικού γίνεται κάθε φορά που ασκείται τάση στους ακροδέκτες του. Με τον τρόπο αυτόν, το φορτίο αποθηκεύεται ηλεκτροστατικά (χωρίς να πραγματοποιούνται δηλαδή χημικές αντιδράσεις) μέσα στα πολωμένα στρώματα υγρού που βρίσκεται ανάμεσα στον οργανικό ηλεκτρολύτη και στο ηλεκτρόδιο. Αν και οι αρχές λειτουργίας τους είναι γνωστές εδώ κι έναν αιώνα, η εμπορική εκμετάλλευση των EC άρχισε στα

τέλη της δεκαετίας του '70 από την NEC, η οποία τους έδωσε το όνομα “supercapacitor”. Η εμπορική ονομασία “ultracapacitor” τους δόθηκε αργότερα από την Pinnacle και τη Maxwell. Η τάση ενός υπερ-πυκνωτή με υδατώδη ηλεκτρολύτη συνήθως δεν ξεπερνά τα 2 Volt – εξαίρεση αποτελούν οι πυκνωτές της Maxwell, οι οποίοι λειτουργούν στα 2,5 Volt με όριο τα 2,7 Volt.

Όπως και με τις μπαταρίες, έτσι και με τους πυκνωτές, μπορεί να επιτευχθεί μια αξιοποιήσιμη τάση για την κίνηση των οχημάτων (48-600 Volt) αν τους συνδέσουμε σε σειρά. Δυστυχώς, όμως, ο κάθε πυκνωτής έχει διαφορετικό ρυθμό αυτοεκφόρτισης, πράγμα που παραβιάζει την ισορροπία τάσεων ανάμεσα στους συνδεδεμένους σε σειρά πυκνωτές. Το πρόβλημα χειροτερεύει καθώς σε κάθε κύκλο φόρτισης/εκφόρτισης, αυτή η ανισορροπία αυξάνεται, προκαλώντας υπέρταση (“βράσιμο” του ηλεκτρολύτη – διάσπαση του νερού σε υδρογόνο και οξυγόνο) και κατάρρευση κάποιου ή κάποιων από τους πυκνωτές της συστοιχίας. Για το λόγο αυτόν, όταν είναι συνδεδεμένοι σε σειρά πάνω από τρεις συμμετρικοί πυκνωτές, θα πρέπει να χρησιμοποιηθεί είτε “παθητική” ισορρόπηση είτε “ενεργητική”. Στην πρώτη περίπτωση, ο κάθε πυκνωτής έχει ενσωματωμένη μια παράλληλα συνδεδεμένη αντίσταση (φτηνή λύση που μας παρέχει ένα μεγάλο βαθμό αυτοεκφόρτισης, αδειάζοντας τον πυκνωτή μέσα σε μερικές ώρες), ενώ στη δεύτερη περίπτωση γίνεται χρήση ακριβών εξωτερικών ψηφιακών κυκλωμάτων, τα οποία εξισώνουν την τάση όλων των πυκνωτών, περιορίζοντας την τιμή αυτοεκφόρτισης. (Βέβαια αν οι ψηφιακοί εξισορροπητές τάσεων αστοχήσουν, οι πυκνωτές μένουν απροστάτευτοι).

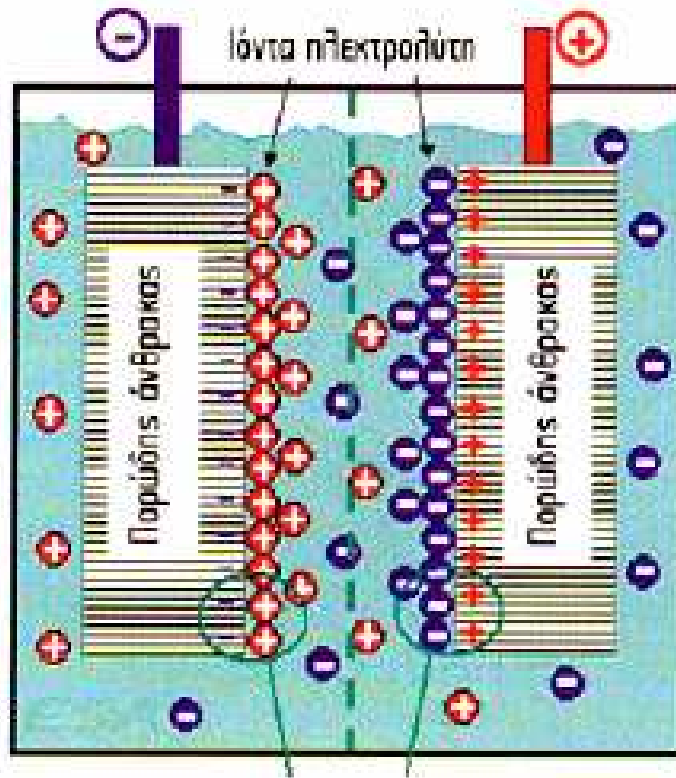
Οι ασύμμετροι πυκνωτές, από την άλλη, δεν χρειάζονται εξισορροπητές τάσεων ενώ, επιπλέον, έχουν και πενταπλάσια πυκνότητα ενέργειας. Έχουν, ωστόσο, μικρότερη πυκνότητα ισχύος και επιπλέον είναι πολωμένοι. Όταν δε η τάση τους πέσει στο μισό, η αποθηκευμένη ενέργεια τους έχει εξαντληθεί κατά τα 3/4. Οι ηλεκτροχημικοί πυκνωτές διακρίνονται σε ηλεκτρικούς πυκνωτές διπλού στρώματος (Electric Double Layer Capacitor - EDLC) και σε ψευδο-πυκνωτές (pseudocapacitor). Στην πρώτη περίπτωση, οι οπλισμοί είναι κατασκευασμένοι από ενεργό άνθρακα, ενώ στη δεύτερη περίπτωση, από οξειδία μετάλλων (RuO<sub>2</sub>, MnO<sub>2</sub>) πάνω σε φορέα από ενεργό άνθρακα. Και στις δυο περιπτώσεις, οι οπλισμοί είναι εμβαπτισμένοι σε ηλεκτρολύτη. Οι ψευδο-πυκνωτές αντιπροσωπεύουν την τελευταία γενιά των υπερπυκνωτών. Μπορούν να αποθηκεύσουν 80% περισσότερη ενέργεια από έναν ίδιων διαστάσεων EDLC, χάρη στη μεγαλύτερη πυκνότητα των ηλεκτροδίων τα οποία είναι κατασκευασμένα από οξειδία μετάλλων. Είναι ασύμμετροι (άρα

πολωμένοι), με μεγάλη εσωτερική αντίσταση (άρα ακατάλληλοι για εναλλασσόμενο ρεύμα) και επιπλέον εμφανίζουν αυξημένες διαρροές, ενώ χαρακτηρίζονται και από μεγάλη αστάθεια χωρητικότητας. Εξαίρεση αποτελούν αυτοί που τα ηλεκτρόδια τους χρησιμοποιούν οξειδία του Ρουθηνίου ( $\text{RuO}_2$ ) αλλά το μεγάλο τους κόστος προβληματίζει ακόμα και την ίδια τη NASA. Σε έναν υπερπυκνωτή, η απόσταση ανάμεσα στα “ηλεκτρόδια” προσδιορίζεται από το μέγεθος των ιόντων στον ηλεκτρολύτη που έλκονται προς το φορτισμένο ηλεκτρόδιο. Το ηλεκτρικό διπλό στρώμα λειτουργεί σαν μονωτικό υλικό (διηλεκτρικό) και δεν παραβιάζεται εφόσον η τάση δεν ξεπεράσει την επιτρεπόμενη. Σε αντίθετη περίπτωση, έχουμε την αποσύνθεση του ηλεκτρολύτη, άρα και του φυσικού διηλεκτρικού. Ο διαχωριστής, σε αυτήν την περίπτωση, δεν παίζει το ρόλο του διηλεκτρικού υλικού – απλώς χωρίζει τον ενεργό άνθρακα σε δυο τμήματα. Το αποτέλεσμα, στην πράξη, είναι να έχουμε δυο πυκνωτές (συνδεδεμένους σε σειρά) στη συσκευασία του ενός.

Οι ηλεκτροχημικοί πυκνωτές αξιοποιούν την επονομαζόμενη χωρητικότητα διπλού στρώματος. Υπάρχουν πολλά θεωρητικά μοντέλα που εξηγούν τη δομή του διπλού στρώματος αλλά στην πράξη αξιοποιούνται μόνο τρία: του Helmholtz (από τη δεκαετία του 1850), των Gouy-Chapman και τέλος των Gouy-Chapman-Stern, το οποίο αποτελεί συνδυασμό των δυο πρώτων. Σύμφωνα με το πρώτο μοντέλο, η παρουσία φορτίου (περίσσειμα ή έλλειψη ηλεκτρονίων) σ’ ένα ηλεκτρόδιο κατασκευασμένο από ενεργό άνθρακα, αντισταθμίζεται από την ανακατανομή ιόντων μέσα στον ηλεκτρολύτη (συνήθως ένα μίγμα από προπανονιτρίλιο και άλατα). Έτσι, τα ιόντα που έλκονται από το φορτισμένο ηλεκτρόδιο δημιουργούν ένα λεπτό στρώμα με ετερόνυμο φορτίο (ως προς το ηλεκτρόδιο) χάρη στην ισορροπία των χημικών και ηλεκτρικών δυνάμεων. Εμβαπτίζοντας, τώρα, μέσα στον ηλεκτρολύτη ένα δεύτερο ηλεκτρόδιο, δημιουργείται ένας δεύτερος πυκνωτής (δεύτερο διπλό στρώμα) συνδεδεμένος σε σειρά με τον πρώτο. Το μοντέλο αυτό του Helmholtz είναι το πιο απλουστευμένο από όλα και δεν λαμβάνει υπόψη του τη διάχυση/μείξη στο διάλυμα (που οδηγεί στην ανομοιόμορφη κατανομή των ιόντων κοντά στα ηλεκτρόδια), τη δυνατότητα απορρόφησης ιόντων στην επιφάνεια του ηλεκτροδίου και την αλληλοεπίδραση ανάμεσα στις διπολικές ροπές του διαλυτικού και του ηλεκτροδίου. Αντιθέτως, τα άλλα δυο μοντέλα λαμβάνουν υπόψη τους ορισμένους απ’ αυτούς τους περιορισμούς. Παρακάτω στο σχήμα 3-14 διακρίνουμε τη σχηματική



παράσταση ενός υπερπυκνωτή διπλού στρώματος. Παρατηρούνται ιόντα δεσμευμένα στις επιφάνειες των ηλεκτροδίων αλλά και ελεύθερα. Τα δυο αυτά στρώματα δεσμευμένων ιόντων αποτελούν, στην ουσία, δυο ξεχωριστούς πυκνωτές συνδεδεμένους σε σειρά.



**Τα δύο διαφορετικά στρώματα δεσμευμένων ιόντων**

**Σχήμα 3-14** Σχηματική παράσταση ενός υπερπυκνωτή διπλού στρώματος σε “ώρα εργασίας”.

Οι ηλεκτροχημικοί πυκνωτές έχουν τη μεγαλύτερη χωρητικότητα, σε σύγκριση με όλους τους άλλους τύπους πυκνωτών αλλά μικρότερη απ’ αυτή των μπαταριών. Από την άλλη, έχουν μικρότερη εσωτερική αντίσταση από αυτή των μπαταριών αλλά μεγαλύτερη από αυτή των άλλων πυκνωτών. Σε σχέση με τις μπαταρίες παρουσιάζουν μεγαλύτερη διάρκεια ζωής, η οποία όμως δεν παύει να είναι μικρότερη από αυτήν των υπόλοιπων πυκνωτών, γεγονός που οφείλεται στην ύπαρξη του ηλεκτρολύτη (ο οποίος στεγνώνει με την πάροδο του χρόνου ή ξεχειλίζει όταν γίνεται κακομεταχείριση του πυκνωτή). Στα μειονεκτήματά τους περιλαμβάνεται και το γεγονός της διαρροής ρεύματος (όταν είναι σε καλή κατάσταση και σε καθαρό

περιβάλλον, χάνουν 1,2% της ενέργειας ημερησίως) καθώς και η “υπόταση” (3 Volt το πολύ). Ταλαιπωρούνται, επίσης, από τις υψηλές θερμοκρασίες (δεν συνίσταται η λειτουργία τους σε θερμοκρασίες άνω των 65 °C ) τις οποίες όμως πολύ εύκολα μπορούν να τις “συναντήσουν” κάτω από το καπό της μηχανής, ενώ παρουσιάζουν ευαισθησία στα καυσαέρια, την υγρασία και τις πιέσεις/δονήσεις . Είναι, όμως, οικολογικοί, δεν αποφορτίζονται ξαφνικά, όπως οι μπαταρίες και προειδοποιούν πάντα για το θάνατό τους (για παράδειγμα όταν η χωρητικότητα τους έχει μειωθεί κατά 80%, η αντίσταση τους έχει αυξηθεί κατά 200%). Η κατάσταση φόρτισης τους μπορεί εύκολα να προσδιοριστεί με ένα βολτόμετρο και δεν απαιτούν πολύπλοκα συστήματα φόρτισης, καθώς, όταν έχουν “γεμίσει”, η ένταση του ρεύματος φόρτισης μειώνεται αυτόματα – γεγονός που αποδεικνύεται, κάποιες φορές, αναγκαίο, όχι για την “υγεία” των ίδιων των υπερπυκνωτών αλλά για την προστασία των υπόλοιπων κυκλωμάτων.

---

## **ΚΕΦΑΛΑΙΟ 4. Φορτιστές μπαταριών EVs.**

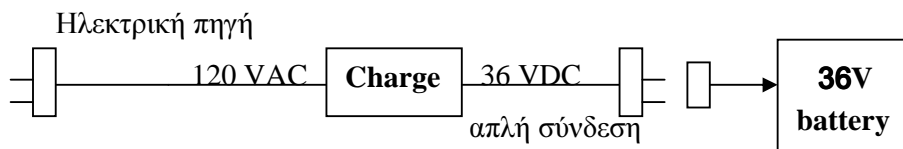
### **4.1 Εισαγωγή-Φόρτιση μπαταρίας**

Ο ανεφοδιασμός σε ένα ηλεκτροκίνητο (EV) αυτοκίνητο είναι η φόρτιση των μπαταριών του. Η επαναφόρτιση των μπαταριών πραγματοποιείται με τη σύνδεση ενός φορτιστή σε μία πηγή ηλεκτρικού ρεύματος και συνδέοντας τον φορτιστή στις μπαταρίες. Οι φορτιστές μπαταριών μπορεί να είναι εσωτερικοί στο όχημα (onboard) ή εξωτερικοί (offboard ). Υπάρχουν πλεονεκτήματα και μειονεκτήματα για κάθε μία περίπτωση. Ένας onboard φορτιστής έχει τη δυνατότητα να επαναφορτίζει τις μπαταρίες οπουδήποτε υπάρχει ηλεκτρική παροχή (πρίζα). Το μειονέκτημα σε έναν onboard φορτιστή είναι ότι προσθέτει βάρος και ότι καταλαμβάνει χώρο στο όχημα. Για να ελαττώσουν αυτά τα μειονεκτήματα, οι κατασκευαστές των ηλεκτροκίνητων εφοδιάζουν τα οχήματα με φορτιστές χαμηλής ισχύος, οι οποίοι έχουν μικρότερο μέγεθος. Από την άλλη πλευρά, οι offboard φορτιστές αναγκάζουν τον οδηγό να φορτίσει τις μπαταρίες σε μία συγκεκριμένη τοποθεσία αλλά προσφέρουν περισσότερη ισχύ και μειώνουν το χρόνο που απαιτείται για τη φόρτιση των μπαταριών. Μερικοί κατασκευαστές ηλεκτροκίνητων οχημάτων εφοδιάζουν τα

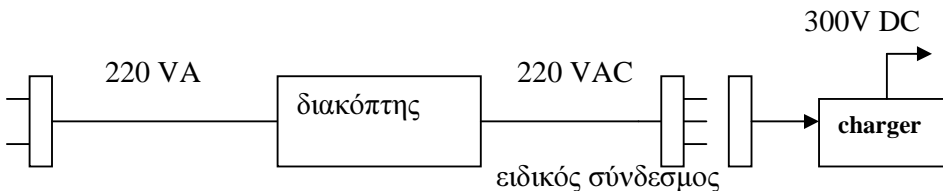
οχήματα τους με offboard φορτιστή αλλά συγχρόνως και με onboard φορτιστή. Οι onboard φορτιστές συνδέονται σε μία κανονική πρίζα ηλεκτρικού ρεύματος και επιτρέπουν στον οδηγό να φορτίσει τις μπαταρίες οπουδήποτε υπάρχει διαθέσιμο ηλεκτρικό ρεύμα.

Ο χρόνος ο οποίος απαιτείται για να φορτιστούν οι μπαταρίες, είναι σημαντικός. Ο χρόνος που απαιτείται ποικίλει και εξαρτάται από το μέγεθος, τον τύπο της μπαταρίας και από το φορτιστή που χρησιμοποιείται. Στο πέρασμα των χρόνων έχουν γίνει πολλές έρευνες και υπάρχει μεγάλη εξέλιξη στην τεχνολογία των φορτιστών. Νέοι τύποι φορτιστών επιτυγχάνουν επαναφόρτιση μπαταριών σε λιγότερο από 20 λεπτά. Αυτοί οι φορτιστές χρησιμοποιούν πολύπλοκα και εξειδικευμένα ηλεκτρονικά εξαρτήματα με σκοπό να παρακολουθούν και να ελέγχουν τα κελιά των μπαταριών ρυθμίζοντας την τάση και την ένταση με την οποία φορτίζονται. Εφόσον μπορεί να επιτευχθεί μικρός χρόνος φόρτισης των μπαταριών αυτό θα έχει ως αποτέλεσμα στο μέλλον να γίνουν τα EV πιο πρακτικά και κατά συνέπεια πιο εμπορικά από ότι είναι σήμερα.

Η σύνδεση μεταξύ του φορτιστή και της ηλεκτρικής πηγής μπορεί να γίνει με ένα συνηθισμένο βύσμα ή με ένα ειδικό σύνδεσμο (συνδετήρα) έτσι ώστε να υπάρχει μεγαλύτερη ασφάλεια. Αυτοί οι ειδικοί σύνδεσμοι περιλαμβάνουν διακόπτες που διακόπτουν το ηλεκτρικό κύκλωμα σε περίπτωση που υπάρχει διαρροή ρεύματος ειδικά όταν η φόρτιση γίνεται με βρεγμένο το όχημα. Το σχήμα 4-1 μας δείχνει το σύστημα φόρτισης σ'ένα ηλεκτροκίνητο και σ'ένα τυπικό ηλεκτροκίνητο όχημα.



**παράδειγμα golf car**



**παράδειγμα ηλεκτροκίνητου οχήματος**

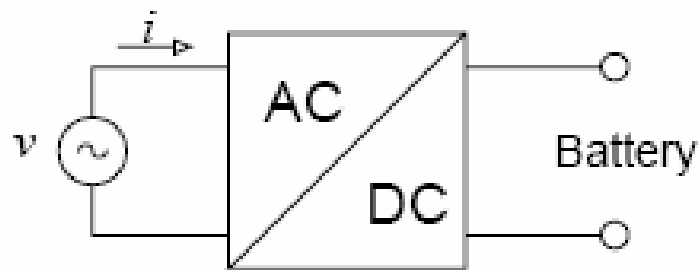
**Σχήμα 4.1** Σύστημα φόρτισης σε ηλεκτροκίνητα οχήματα.

Υπάρχουν δύο βασικοί τρόποι με τους οποίους μπορεί ένα EV να συνδεθεί σε μία εξωτερική πηγή ηλεκτρικού ρεύματος με σκοπό την φόρτιση. Ο πρώτος τρόπος είναι με την κλασσική σύνδεση σε πρίζα., γνωστός ως αγώγιμη σύζευξη (conductive coupling). Το ένα άκρο της σύζευξης συνδέεται στην πρίζα του οχήματος, η οποία είναι συνδεδεμένη με καλωδίωση με τις μπαταρίες του EV. Το άλλο άκρο της σύζευξης συνδέεται σε ηλεκτρική πηγή 110 volt ή 220 volt ή σε φορτιστή μπαταριών.

Ο άλλος τρόπος σύνδεσης του EV με μία πηγή ρεύματος είναι ο επαγωγικός (inductive coupling). Αυτή η σύζευξη χρησιμοποιεί ένα ειδικό εργαλείο το οποίο προσαρμόζεται σε μία ειδική υποδοχή (θηλυκιά πρίζα) στο όχημα. Γίνεται μία μαγνητική σύζευξη ανάμεσα στα τυλίγματα των δύο ξεχωριστών πηνίων , ένα του ειδικού εργαλείου και το άλλο το οποίο είναι προσαρμοσμένο στο όχημα. Επειδή δεν υπάρχει εκτεθειμένο μέταλλο στο μονωμένο μαγνητικό πηνίο είναι μία πολύ ασφαλής σύνδεση.

#### 4.2 Αρχή λειτουργίας φορτιστών

Ένας κλασσικός μη ελεγχόμενος φορτιστής παρέχει μια απλή-άμεση (direct) μετατροπή ρεύματος από AC σε DC. Στο σχήμα 4-2 φαίνεται μια τέτοια μετατροπή.



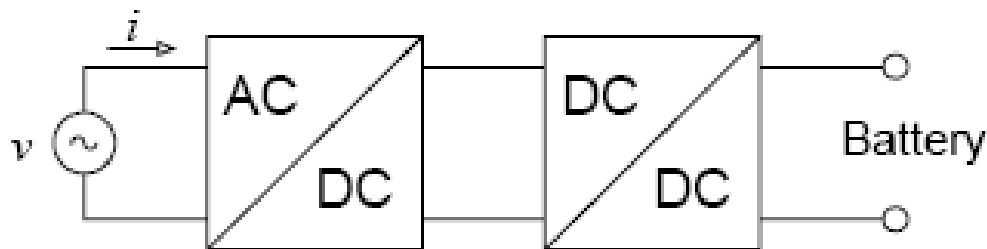
Σχήμα 4.2 Άμεση Μετατροπή ρεύματος.

Μειονεκτήματα αυτής της εφαρμογής είναι τα εξής:

- Χαμηλή αποδοτικότητα.
- Μεγάλο μέγεθος .
- Μεγάλοι χρόνοι φόρτισης.
- Η φόρτιση εξαρτάται από τις μεταβολές στην κύρια πηγή τροφοδότησης(με ενδεχόμενο κίνδυνο για υπερφόρτιση).

Στους σύγχρονους φορτιστές αυτά τα μειονεκτήματα έχουν εξαλειφθεί με την έμμεση (indirect) μετατροπή από AC σε DC, διερχόμενο μέσα από έναν DC/DC μετατροπέα.

Στο σχήμα 4-3 φαίνεται μία τέτοια μετατροπή.



**Σχήμα 4-3** Έμμεση μετατροπή.

Τα κύρια πλεονεκτήματα αυτής της εφαρμογής είναι τα ακόλουθα:

- Υψηλή αποδοτικότητα
- Μείωση στις διαστάσεις.
- Μικρός χρόνος φόρτισης.
- Η φόρτιση δεν εξαρτάται από τις αλλαγές στην κύρια πηγή τροφοδότησης.
- Ο ηλεκτρονικός έλεγχος εξασφαλίζει την επιθυμητή φόρτιση.

#### 4.3 Κατηγορίες φορτιστών

Οι φορτιστές μπαταριών ταξινομούνται με βάση το μέγεθος της ισχύος που μπορούν να παρέχουν στις μπαταρίες των EV . Έτσι έχουμε :

• **Κατηγορία 1:** Σε αυτήν την κατηγορία ανήκουν οι φορτιστές οι οποίοι χρησιμοποιούν την συνηθισμένη πρίζα που όλοι έχουμε στα σπίτια μας. Είναι

φορητοί και τα χαρακτηριστικά λειτουργίας τους είναι τέτοια ώστε να λειτουργούν σε τιμές οι οποίες μπορεί να φτάσουν σε τάση τα 120 VAC και ένταση τα 15 A.

•**Κατηγορία 2:** Εδώ συναντάμε τους onboard φορτιστές με χαρακτηριστικά λειτουργίας τα οποία μπορούν να φτάσουν τιμές της τάξεως των 240 VAC και τα 60A.

•**Κατηγορία 3:** Σε αυτήν την κατηγορία συναντάμε και πάλι onboard φορτιστές αλλά με χαρακτηριστικά με μεγαλύτερες τιμές. Αυτές μπορούν να ξεπεράσουν κατά πολύ τα 240 VAC και τα 60 amps.

Οι γρήγοροι φορτιστές (fast charger) κατατάσσονται στην τρίτη κατηγορία. Ωστόσο στην πραγματικότητα δεν είναι γρήγοροι όλοι οι φορτιστές οι οποίοι ανήκουν σε αυτήν την κατηγορία. Ένας φορτιστής μπορεί να θεωρηθεί γρήγορος αν έχει την ικανότητα να φορτίσει το πακέτο των μπαταριών ενός EV σε λιγότερα από 30 λεπτά.

## 4.4 Είδη φόρτισης

### 4.4.1 Αγωγήμη φόρτιση (conductive charging).

Η αγωγήμη φόρτιση είναι μία μέθοδος φόρτισης στην οποία χρησιμοποιείται τάση 110 ή 220 volts. Το εναλλασσόμενο ρεύμα από το δίκτυο της Δ.Ε.Η ή από άλλη πηγή, μετατρέπεται σε συνεχές και μεταφέρεται στο πακέτο των μπαταριών του EV . Όταν γίνεται αγωγήμη φόρτιση, χρησιμοποιείται ένας σύνδεσμος (connector),όπως αυτός στο σχήμα 4-4, ο οποίος παρέχει ασφάλεια και μέσω αυτού γίνεται η διασύνδεση μεταξύ της πηγής τροφοδότησης και της θύρας του EV . Ο σύνδεσμος αυτός προσφέρει επίσης στεγανοποίηση κατά την ηλεκτρική σύνδεση με την θύρα του EV. Αυτός ο τρόπος επαναφόρτισης χρησιμοποιείται κυρίως με onboard φορτιστές, δεν λείπουν όμως και οι περιπτώσεις όπου συναντάται και σε offboard φορτιστές.



**Σχήμα 4-4** Σύνδεσμος (connector).

Ο σύνδεσμος διαθέτει πολλαπλές ακίδες (pins) με τις οποίες γίνεται μεταφορά δεδομένων. Αυτά τα δεδομένα χρησιμοποιούνται για να γίνεται έλεγχος στη λειτουργία του φορτιστή βασιζόμενα στην κατάσταση στην οποία βρίσκονται οι μπαταρίες. Ο AVCON σύνδεσμος έχει εγκατασταθεί και χρησιμοποιηθεί σε πολλές εφαρμογές συμπεριλαμβανομένων και εφαρμογών σε EV των εταιριών Ford και Honda. Οι εξωτερικοί φορτιστές είναι διαθέσιμοι σε πολλά διαφορετικά μεγέθη και μπορούν να στερεώνονται ακόμη και στο τοίχο μαζί με το σύνδεσμο. Το σχήμα 4-5 δείχνει μία τέτοια εφαρμογή.



**Σχήμα 4-5** Εξωτερικός φορτιστής.

Το Chrysler EPIC EV και το Toyota RAV4-EV χρησιμοποιούν έναν connector διαφορετικής σχεδίασης. Ένας τέτοιος σύνδεσμος φαίνεται στο σχήμα 4-6 και 4-7.





**Σχήμα 4-6** Σύνδεσμος (connector).



**Σχήμα 4-7** Σύνδεσμος (connector).

Ο σύνδεσμος έχει στρογγυλές αρσενικές ακίδες οι οποίες βυσματώνονται στις θηλυκές υποδοχές του EV. Ομοίως με τον ανεφοδιασμό του οχήματος με καύσιμο, ο connector τοποθετείται στην ειδική φύσα του EV και έτσι επιτυγχάνεται η επαναφόρτιση του οχήματος.

#### **4.4.2 Επαγωγική φόρτιση (inductive charging)**

Στην επαγωγική φόρτιση γίνεται φόρτιση με πηγή ρεύματος 220 VAC. Γίνεται μεταφορά του ηλεκτρικού ρεύματος από ένα φορτιστή στο EV με βάση την αρχή της ηλεκτρομαγνητικής επαγωγής. Κατά τη φόρτιση των μπαταριών εισάγεται η συσκευή στη θύρα επαναφόρτισης (charge port) του EV (σχήμα 4-8). Η συσκευή (paddle) και η θύρα του EV δημιουργούν μία μαγνητική σύζευξη. Η μονάδα εξωτερικής επαναφόρτισης στέλνει ρεύμα μέσω του πρωτεύοντος τυλίγματος στο εσωτερικό της συσκευής (paddle). Η δημιουργηθείς μαγνητική ροή προκαλεί εναλλασσόμενο ρεύμα στο δευτερεύον τύλιγμα, το οποίο είναι στη θύρα επαναφόρτισης (charge port). Το δημιουργηθέν εναλλασσόμενο ρεύμα μετατρέπεται σε συνεχές (εντός του EV) για να φορτιστούν οι μπαταρίες. Δεν υπάρχει μέταλλο με μέταλλο επαφή (εντός του EV) ανάμεσα στην συσκευή φόρτισης (charge paddle) και στη θύρα φόρτισης του EV. Αυτός ο τρόπος εξασφαλίζει ασφάλεια και ευκολία στη χρήση κατά την επαναφόρτιση των μπαταριών.



**Σχήμα 4-8** Συσκευή paddle.

Εισάγοντας το paddle ξεκινάει η διαδικασία επαναφόρτισης. Η εισαγωγή του paddle ολοκληρώνει την επικοινωνία μεταξύ του φορτιστή και του οχήματος. Στο φορτιστή δίνονται πληροφορίες σχετικά με το ποσοστό της φόρτισης που απομένει στις μπαταρίες και ο χρόνος που χρειάζεται για την πλήρη φόρτιση τους. Η διασύνδεση αυτή επίσης επιτρέπει στη μονάδα επαναφορτίσεως να εισαχθεί στη διαγνωστική μονάδα και να εμποδίσει την οδήγηση του οχήματος όταν το paddle είναι ενσωματωμένο στη θύρα φόρτισης. Σε περίπτωση που προκληθεί ζημιά ή κάποια διακοπή στα καλώδια επαναφόρτισης, η διαδικασία σταματάει σε milliseconds. Η διαδικασία επαναφόρτισης σταματάει αμέσως και θα πρέπει να απομακρύνουμε το paddle από την θύρα. Το μοντέλο της General Motors, EV1, υπήρξε ένα από τα πρώτα οχήματα που χρησιμοποιούσε επαγωγική φόρτιση. Η Nissan και η Toyota μιμήθηκαν και χρησιμοποίησαν αυτήν την τεχνική. Η GM χρησιμοποίησε τον επαγωγικό φορτιστή MagneCharge 220V στο EV1. Οι κάτοχοι του EV1 είχαν εγκατεστημένο το σταθμό επαναφόρτισης στα σπίτια τους. Χρησιμοποιώντας έναν εξωτερικό φορτιστή υπάρχει το πλεονέκτημα ότι μειώνεται το βάρος του οχήματος και απλοποιείται η διαδικασία φόρτισης. Η GM, με στόχο να γίνουν τα EV πιο εμπορικά και εύχρηστα, σε συνεργασία με τοπικές εταιρίες δημιούργησε υποδομές με σταθμούς επαναφόρτισης, παρόμοιους με τα κοινά βενζινάδικα. Στο σχήμα 4-9 φαίνεται ένας από αυτούς.



**Σχήμα 4-9** Σταθμός ανεφοδιασμού EV.

#### 4.5 Χρόνος επαναφόρτισης

Υπάρχουν τρία βασικά στοιχεία τα οποία καθορίζουν τον απαιτούμενο χρόνο για την επαναφόρτιση των μπαταριών σε ένα ηλεκτροκίνητο όχημα.

- Το ποσό του ρεύματος επαναφόρτισης των μπαταριών.
- Η χημική σύσταση των κελιών των μπαταριών.
- Ο τύπος του φορτιστή που χρησιμοποιείται

Χρησιμοποιώντας το EV1 σαν παράδειγμα, ο εκτιμώμενος χρόνος ο οποίος απαιτείται για να γίνει φόρτιση της συστοιχίας των μπαταριών τύπου μολύβδου-οξέος (lead-acid) από την πλήρη εκφόρτιση (0%) στην πλήρη φόρτιση (100%) είναι 5,5 με 6 ώρες χρησιμοποιώντας φορτιστή 220V(6,6 kw ). Σε περίπτωση που χρησιμοποιείται φορτιστής 110V(1,2 kw) θα χρειαστούν 22 με 24 ώρες. Ο χρόνος επαναφόρτισης για μπαταρίες του τύπου νικελίου-μετάλλου υδριδίου (nickel-metal hydride) είναι λίγο διαφορετικός .Στην περίπτωση όπου χρησιμοποιείται φορτιστής 220V, απαιτείται χρόνος ο οποίος φτάνει τις 6 με 8 ώρες.

#### 4.6 Διαδικασίες φόρτισης

Κάθε όχημα έχει συγκεκριμένες διαδικασίες επαναφόρτισης. Αυτές οι διαδικασίες διαφοροποιούνται ανάλογα με τον τύπο του φορτιστή, με τον τρόπο σύνδεσης του φορτιστή και τις μπαταρίες που χρησιμοποιούνται στο EV. Θα πρέπει πάντα να ακολουθείται η προτεινόμενη διαδικασία για το εκάστοτε όχημα. Παρακάτω αναφέρονται ορισμένες γενικές οδηγίες για τη διαδικασία φόρτισης:

1. Πριν ξεκινήσει η διαδικασία φόρτισης θα πρέπει να βεβαιωθούμε ότι ο επιλογέας ταχυτήτων είναι στη θέση parking και ότι το χειρόφρενο είναι τραβηγμένο.
2. Ο διακόπτης θα πρέπει να τοποθετηθεί στη θέση off πριν ξεκινήσει η φόρτιση και να αφαιρέσουμε το κλειδί από τον διακόπτη.
- 3.Για να αποφύγουμε οποιασδήποτε έκρηξη και φωτιά , η φόρτιση θα πρέπει να γίνεται σε καλά αεριζόμενο περιβάλλον και οποιοδήποτε εύφλεκτο προϊόν θα πρέπει να απομακρυνθεί όταν γίνεται η φόρτιση.
- 4.Για να αποφύγουμε οποιαδήποτε ηλεκτροπληξία, δεν θα πρέπει ποτέ να λειτουργήσουμε το φορτιστή με βρεγμένα χέρια.
5. Πρέπει να αποφεύγουμε την φόρτιση κάτω από μεγάλες θερμοκρασίες και υπό την έκθεση του ηλίου.

6. Σε περίπτωση που η θερμοκρασία του περιβάλλοντος είναι υψηλή, θα πρέπει να κάνουμε την φόρτιση σε εσωτερικό χώρο ή κατά την διάρκεια της νύχτας.
7. Όταν η θερμοκρασία του περιβάλλοντος είναι χαμηλή, η φόρτιση θα πρέπει να γίνει σε εσωτερικό χώρο.
8. Θα πρέπει να είμαστε προσεκτικοί έτσι ώστε να μην έρθουν σε επαφή οι ακροδέκτες της αγωγίμης σύνδεσης σε επιφάνειες πάνω στο όχημα, διότι μπορεί να προκληθεί ηλεκτρικός σπινθήρας.
9. Η σύνδεση (καλωδίωση) της φόρτισης σε καμία περίπτωση δεν πρέπει να τροποποιηθεί.
10. Η σύνδεση της φόρτισης θα πρέπει να είναι σταθερά εγκατεστημένη.
11. Σε περίπτωση που προκληθεί ζημιά στη καλωδίωση της φόρτισης θα πρέπει να αντικαταστήσουμε την βλάβη το συντομότερο δυνατόν. Η λειτουργία της φόρτισης με προβληματικά καλώδια μπορεί να προκαλέσει ηλεκτρικούς σπινθήρες.
12. Πριν την φόρτιση θα πρέπει να κάνουμε έλεγχο έτσι ώστε να βεβαιωθούμε ότι δεν έχουν εισέλθει ακαθαρσίες και άλλα ξένα αντικείμενα στη θύρα επαναφόρτισης του EV. Αυτά μπορούν να προκαλέσουν αποτυχία στον ανεφοδιασμό ή να δημιουργήσουν ανασφαλείς συνθήκες φόρτισης.
13. Κατά την διαδικασία της φόρτισης, πάντα θα πρέπει να πετυχαίνουμε πλήρη φόρτιση των μπαταριών.
14. Δεν θα πρέπει να γίνει αποσύνδεση της φύσας φόρτισης προτού επιτευχθεί πλήρης φόρτιση, εκτός αν είναι απαραίτητο να διακοπεί πρόωρα η φόρτιση για λόγους ασφαλείας.

#### **4.7 Μοντέλα φορτιστών**

##### **4.7.1.1 Manzanita Micro PFC-20**

Ο Manzanita Micro PFC-20 είναι ένας εξαιρετικά ισχυρός και αποδοτικός φορτιστής μπαταριών EV. Είναι ικανός να λειτουργήσει με οποιαδήποτε τιμή τάσεως από 100 μέχρι 240 VAC. Διαθέτει περισσότερες λειτουργίες από τους άλλους φορτιστές της αγοράς. Είναι ικανός να φορτίσει μπαταρίες τάσεως 12 μέχρι 450 Volts. Είναι επίσης εφοδιασμένος με οθόνη ένδειξης της εντάσεως του AC ρεύματος εισόδου. Στο σχήμα 4-10 φαίνεται ο συγκεκριμένος φορτιστής.

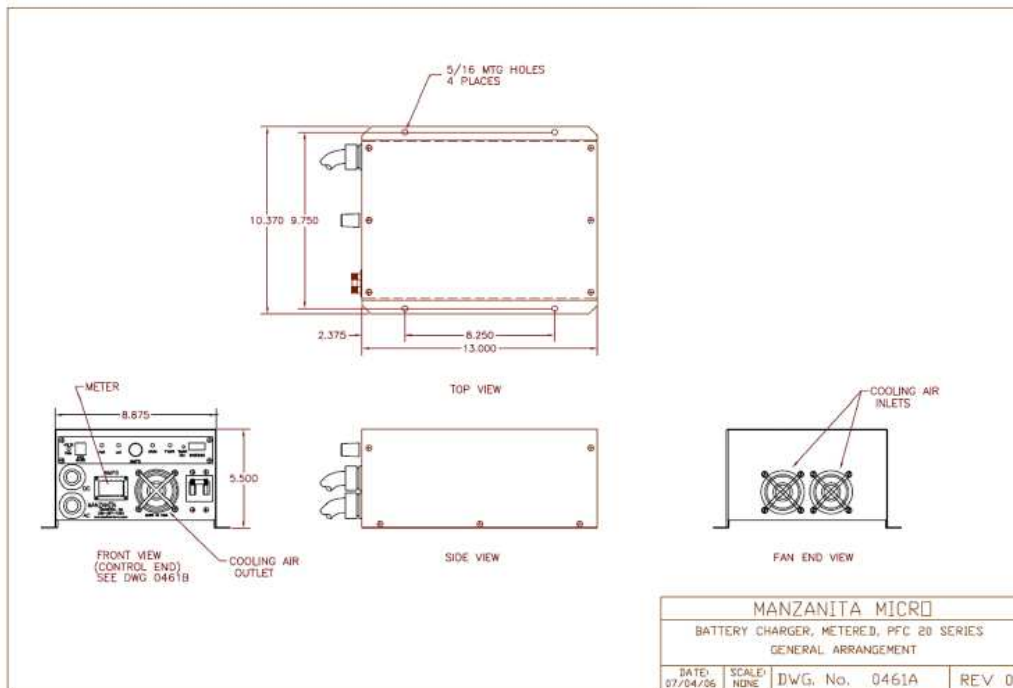


Σχήμα 4-10 Manzanita Micro PFC-20

#### 4.7.1.2 Ταχύτητα και αποδοτικότητα

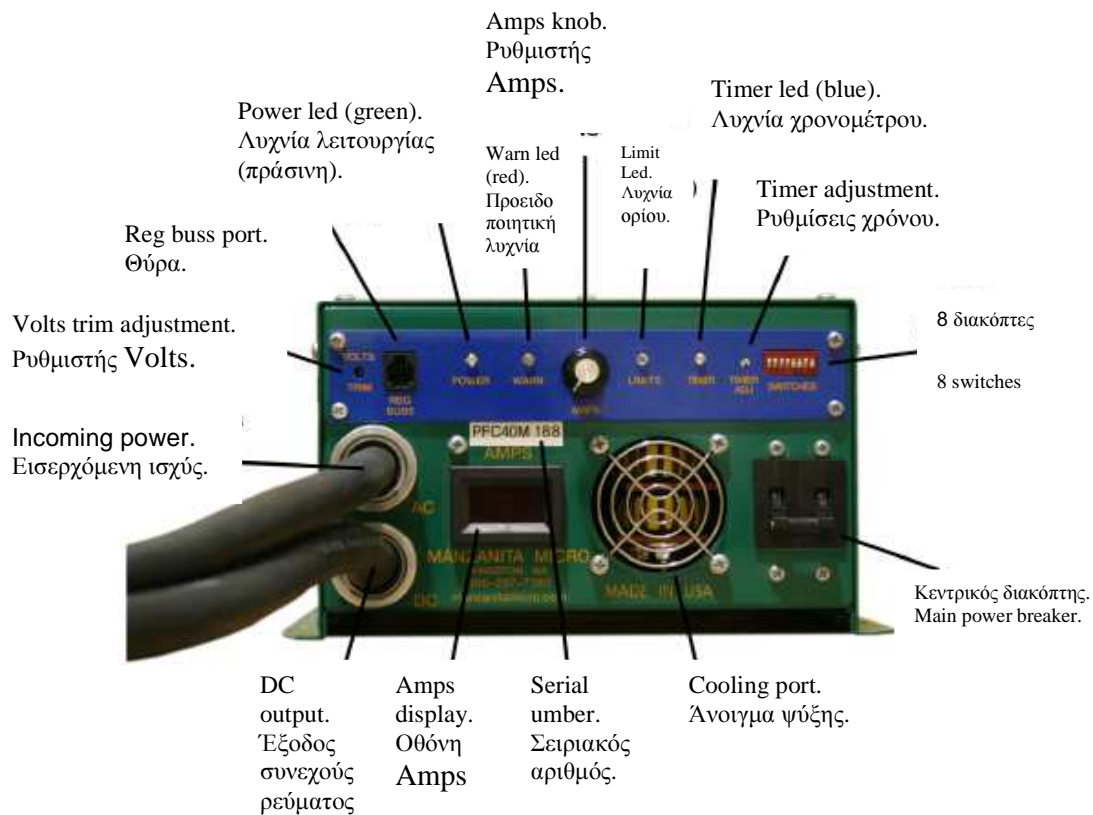
Το βασικό χαρακτηριστικό για γρήγορη φόρτιση είναι να μεταφέρεται υψηλή ισχύς στις μπαταρίες. Ο Manzanita Micro PFC-20 διαθέτει ρυθμίσιμο επιλογέα που επιτρέπει τον φορτιστή να λειτουργεί με ιδιαίτερα χαμηλές πηγές ρεύματος.

#### 4.7.1.3 Διαστάσεις



Σχήμα 4-11 Διαστάσεις φορτιστή.

#### 4.7.1.4 Λειτουργίες του φορτιστή



Σχήμα 4-12 Λειτουργίες του φορτιστή.

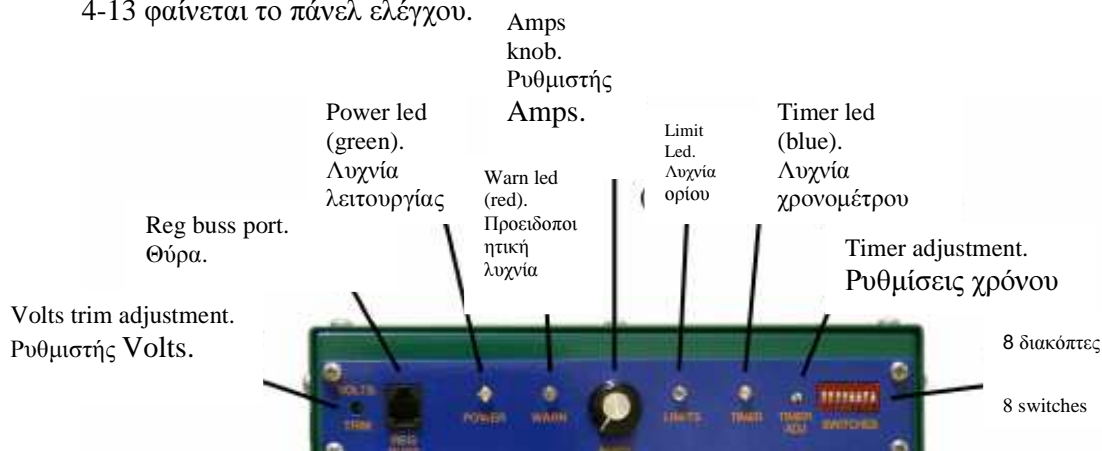
#### 4.7.1.5 Λειτουργία on / off του φορτιστή

Υπάρχει ένας **on / off** διακόπτης στα δεξιά του ανεμιστήρα (main power breaker). Αυτός ο διακόπτης είναι ο κεντρικός διακόπτης του φορτιστή ο οποίος θέτει σε λειτουργία το φορτιστή ή διακόπτει τη λειτουργία του. Σε περίπτωση που κατά τη διάρκεια της φόρτισης υπάρξει κάποια εμπλοκή θα πρέπει να τοποθετηθεί αυτός ο διακόπτης στην θέση off.

Κατά την διάρκεια της φόρτισης δεν πρέπει σε καμία περίπτωση να αποσυνδέσετε τον φορτιστή από την πηγή ρεύματος. Επίσης εάν αποσυνδεθούν οι μπαταρίες μπορεί να προκληθεί βλάβη στον φορτιστή. Σε περίπτωση παράλειψης των δυο αυτών παρατηρήσεων μπορεί να προκληθεί σοβαρή βλάβη στον φορτιστή και σε αυτήν την περίπτωση η βλάβη δεν καλύπτεται από την εγγύηση.

#### 4.7.1.6 Πάνελ ελέγχου

Η επιφάνεια του ελέγχου είναι το μπλε πάνελ κατά μήκος του φορτιστή. Στο σχήμα 4-13 φαίνεται το πάνελ ελέγχου.



Σχήμα 4-13 Πάνελ ελέγχου.

#### 4.7.1.7 Volts Trim(ρύθμιση τάσης)

Από αυτό το σημείο ελέγχουμε το όριο της DC τάσης με την οποία ο φορτιστής τροφοδοτεί τις μπαταρίες προτού περιορίσει το ρεύμα. Η εταιρία κατασκευής του φορτιστή έχει ρυθμίσει τον φορτιστή στα 191 V. Σε περίπτωση που θα χρειαστεί διαφορετική ρύθμιση θα πρέπει η ρύθμιση να γίνει σύμφωνα με τις παρακάτω οδηγίες.

**Προσοχή!** Πάντα θα πρέπει να χρησιμοποιείται το κατάλληλο εξάρτημα όταν γίνεται ρύθμιση με το ποτενσιόμετρο της τάσης. Η Manzanita μπορεί να προμηθεύσει το κατάλληλο εργαλείο. Στα σχήματα 4-14 και 4-15 φαίνεται το συγκεκριμένο εξάρτημα ρύθμισης.



Σχήμα 4-14 Ειδικό εργαλείο ρύθμισης ποτενσιόμετρου τάσης.





**Σχήμα 4-15** Ειδικό εργαλείο ρύθμισης ποτενσιόμετρου τάσης.

Πριν την ρύθμιση της τάσης πρέπει να σιγουρευτούμε ότι οι μπαταρίες είναι πλήρως φορτισμένες. Ακολουθεί η πορεία ρύθμισης:

Το πρώτο μέλημα μας είναι να σιγουρευτούμε ότι ο φορτιστής είναι συνδεδεμένος με τις μπαταρίες. Στη συνέχεια γυρίζουμε το amps knob τελείως αριστερόστροφα. και με τον διακόπτη AC breaker (κεντρικός διακόπτης του φορτιστή) του φορτιστή στην θέση off, συνδέουμε τον φορτιστή σε AC πηγή. Αφού κάναμε αυτήν την διαδικασία τοποθετούμε τον AC breaker στην θέση on και οι ανεμιστήρες θα τεθούν σε λειτουργία. Στη συνέχεια τοποθετούμε το κατάλληλο εργαλείο στην θέση ρύθμισης και γυρίζουμε την βίδα του ποτενσιόμετρου μέχρι το σημείο όπου το κίτρινο Led (Limits Led) αναβοσβήσει. Αυτό είναι το όριο. Εάν το Led σβήσει θα γυρίσουμε την βίδα αριστερόστροφα έτσι ώστε να βρεθούμε και πάλι στο όριο. Εάν το Led είναι ανοιχτό, θα γυρίσουμε την βίδα δεξιόστροφα έτσι ώστε να βρεθούμε και πάλι στο όριο. Όταν βρούμε το όριο το σημείο διακοπής της τάσης έχει ρυθμιστεί στην συγκεκριμένη τιμή τάσης των μπαταριών και ο φορτιστής θα διακόπτει την φόρτιση πάνω από αυτή την τιμή. Επομένως όταν θα ξαναφορτίσουμε τις μπαταρίες θα πρέπει να γυρίσουμε το ποτενσιόμετρο δεξιόστροφα έτσι ώστε να αυξήσουμε το όριο τάσης.

Στη συνέχεια γυρίζουμε το amps knob ίσαμε την ποσότητα των amps που επιθυμούμε να δέχονται οι μπαταρίες μας σε σχέση πάντα με το όριο που θέτει ο κατασκευαστής τους.

#### **4.7.1.8 Reg Buss**

Εδώ βρίσκεται μία θύρα με 6 pin όπου συνδέεται το σύστημα διαχείρισης της μπαταρίας (BMS-Battery Management System) .

**Προσοχή !** Εάν το όχημα είναι εφοδιασμένο με BMS, θα πρέπει να σιγουρευτούμε ότι το καλώδιο σύνδεσης της BMS με τον φορτιστή είναι καλά τοποθετημένο στην θύρα επικοινωνίας κατά την διαδικασία φόρτισης. Σε περίπτωση που κάποιο τμήμα του καλωδίου δεν είναι σωστά τοποθετημένο μπορεί να δημιουργηθεί μια κατάσταση η οποία μπορεί να οδηγήσει σε βλάβες τις μπαταρίες.

#### **4.7.1.9 Power Led-green**

Η πράσινη αυτή λυχνία δηλώνει την λειτουργία του φορτιστή.

#### **4.7.2 Warn Led-red**

Η κόκκινη αυτή λυχνία αναβοσβήνει όταν ο φορτιστής τεθεί σε λειτουργία και έπειτα παραμένει σβηστή κατά την διάρκεια της φόρτισης. Σε περίπτωση που μένει συνεχώς ανοιχτή η λυχνία πρέπει να σβήσουμε αμέσως τον φορτιστή και να επικοινωνήσουμε με την Manzanita.

#### **4.7.2.1 AMPS knob**

Ο ρυθμιστής αυτός επιτρέπει στο χρήστη να ρυθμίσει την ποσότητα του ρεύματος την οποία θα μεταφέρει ο φορτιστής. Εάν το όχημα συνδέεται πάντα στην ίδια πηγή ρεύματος δεν χρειάζεται περαιτέρω ρύθμιση αλλά σε περίπτωση που θα χρειαστεί να γίνει σύνδεση σε άλλη πηγή τότε θα πρέπει να γίνει ρύθμιση ανάλογα με τις συνθήκες φόρτισης.

#### **4.7.2.2 Limits Led-yellow**

Αυτή η λυχνία δηλώνει πότε ο φορτιστής πλησιάζει το όριο της τάσης. Αυτό συμβαίνει μόνο στο τέλος της διαδικασίας φόρτισης , όταν οι μπαταρίες έχουν φορτιστεί πλήρως. Η λυχνία αυτή συνεργάζεται με την Timer Led-blue , η οποία

δηλώνει ότι ο φορτιστής βρίσκεται σε κατάσταση διακοπής ρεύματος και ότι έχει αρχίσει η αντίστροφη μέτρηση για την διακοπή της φόρτισης. Εάν η κίτρινη λυχνία αναβοσβήνει, αυτό δηλώνει πως υπάρχει κατάσταση υπερθέρμανσης και ότι ο φορτιστής έχει περάσει σε διαδικασία διακοπής της φόρτισης.

#### **4.7.2.3 Timer Led-blue**

Αυτή η λυχνία δηλώνει το πότε ο φορτιστής τελειώνει την φόρτιση. Εάν αναβοσβήνει αυτό σημαίνει πως η φόρτιση σχεδόν τελειώνει. Εάν παραμένει αναμένει σημαίνει πως η φόρτιση έχει τελειώσει.

#### **4.7.2.4 Timer ADJ**

Από εδώ μπορούμε να ρυθμίσουμε τον χρόνο που χρειάζεται ο φορτιστής να παραμείνει σε σύνδεση με τάση, ενώ το ρεύμα έχει διακοπεί στο τέλος της φόρτισης, προτού κλείσει τελείως ο φορτιστής.

#### **4.7.2.5 Switches**

Εδώ έχουμε μία σειρά από 8 διακόπτες. Η αρίθμηση τους ξεκινάει από τα αριστερά.

**Προσοχή!** Η λανθασμένη ρύθμιση αυτών των διακοπών μπορεί να προκαλέσει ανεπιθύμητες ενέργειες. Θα πρέπει ο χρήστης να έχει κατανοήσει την λειτουργία τους προτού προβεί σε ρύθμιση αυτών. Παρακάτω αναγράφεται ο οδηγός χρήσης των διακοπών:

1. Ο χρονομετρητής πρέπει να βρίσκεται σε λειτουργία όταν προσεγγίζεται το όριο της τάσης. Ο διακόπτης αυτός θα πρέπει να είναι στην θέση **ON**.
2. Η χρονομέτρηση ξεκινάει αμέσως με την εκκίνηση του φορτιστή. Αυτό μπορεί να χρησιμοποιηθεί για οροθετημένη χρονικά φόρτιση. Ο διακόπτης αυτός θα πρέπει να είναι στην θέση **OFF**.
3. Η χρονομέτρηση ξεκινάει όταν δοθεί εντολή από την Reg Buss. Ο διακόπτης αυτός θα πρέπει να είναι στην θέση **ON**.
4. Εάν δεν υπάρχει σύνδεση με την Reg Buss, η χρονομέτρηση ξεκινάει και η φόρτιση σταματάει με το τέλος αυτής. Ο διακόπτης αυτός θα πρέπει να είναι στην θέση **ON**.
5. Ανίχνευση χαμηλών μπαταριών από τον φορτιστή. Ο διακόπτης αυτός θα πρέπει να είναι στην θέση **OFF**.

6. **AGM** εξισωτής μπαταριών. Αυτή η συσκευή επιτρέπει τις μπαταρίες να ανυψωθούν σε υψηλότερα επίπεδα τάσης στο τέλος της φόρτισης. Ο διακόπτης αυτός θα πρέπει να είναι στην θέση **OFF**.
7. Όταν προσεγγίζεται το όριο της τάσης ο φορτιστής κλείνει. Ο διακόπτης αυτός θα πρέπει να είναι στην θέση **OFF**.
8. Αυτόματη επανεκκίνηση. Αυτή η λειτουργία επιτρέπει στον φορτιστή να ξαναρχίσει την φόρτιση όταν οι μπαταρίες πλησιάσουν ένα προκαθορισμένο όριο τάσης. Ο διακόπτης αυτός θα πρέπει να είναι στην θέση **OFF**.

#### **4.8 Zivan NG3**

Ακόμη ένα δημοφιλές μοντέλο στο χώρο των ηλεκτροκίνητων αυτοκινήτων είναι ο Zivan NG3. Χρησιμοποιείται από δυο διακεκριμένα μοντέλα ηλεκτροκίνητων αυτοκινήτων , το Corbin Sparrow από την Corbin Motors και από το GEM, ένα μικρής ταχύτητας ηλεκτρικό όχημα της Global Electric Motorcars, θυγατρική της Chrysler Company. Στο σχήμα 4-16 φαίνεται ο συγκεκριμένος φορτιστής.



**Σχήμα 4-16** Ο φορτιστής Zivan NG3.

Ο Zivan είναι ένας διακεκριμένος φορτιστής στο χώρο των EV. Ένα από τα προτερήματα του είναι ότι διαθέτει ελεγχόμενο επεξεργαστή και προστατεύει από την υπερφόρτιση και από βραχυκυκλώματα. Επίσης μπορεί να πληροφορήσει εάν οι μπαταρίες έχουν κάποιο πρόβλημα, οπότε μπορούμε να έχουμε ανά πάσα στιγμή μία ένδειξη για την κατάσταση των μπαταριών και να τις κρατάμε πάντα σε καλή κατάσταση. Παρακάτω γίνεται λεπτομερής αναφορά στο συγκεκριμένο φορτιστή.

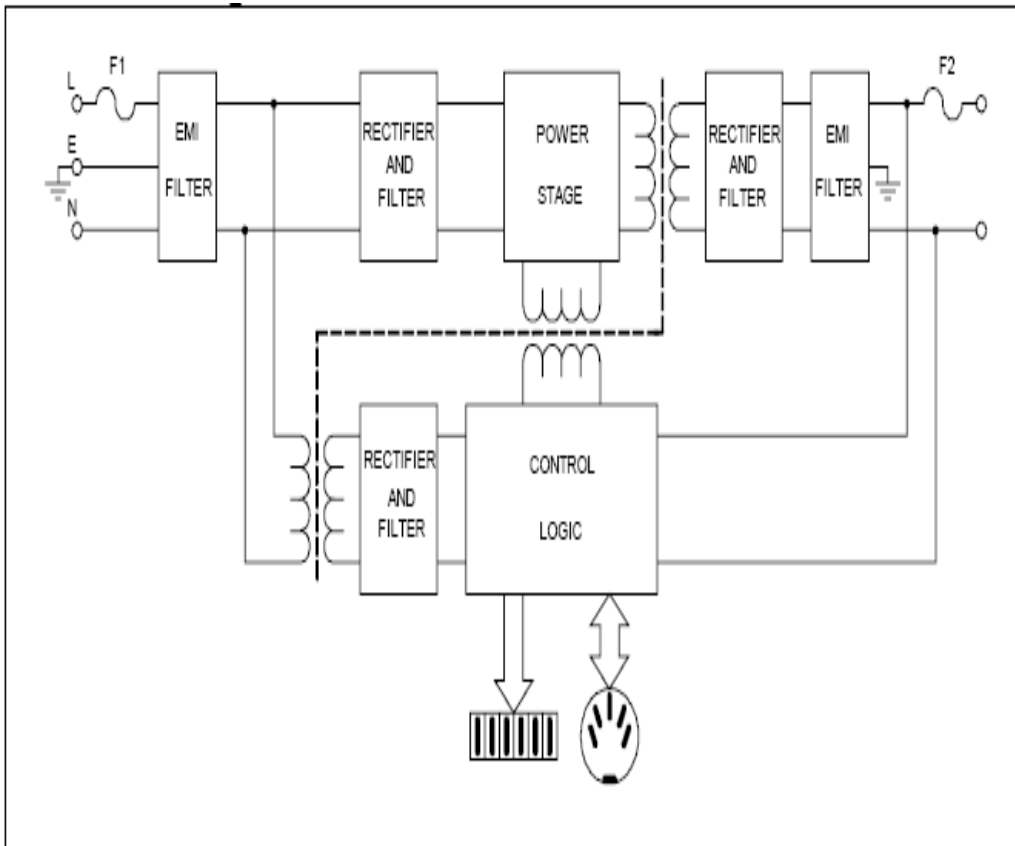
#### **4.8.1.1 Οδηγίες εγκατάστασης και κανόνες ασφάλειας**

Ο Zivan έχει σχεδιαστεί να εξασφαλίζει ασφάλεια και αξιοπιστία κατά τη χρήση του. Είναι σημαντικό να τηρούνται οι ακόλουθες προφυλάξεις για να αποφευχθούν ζημιές στο προσωπικό τοποθέτησης του φορτιστή αλλά και στον ίδιο τον φορτιστή.

- Διαβάστε τις οδηγίες εγκατάστασης που βρίσκονται στο εγχειρίδιο χρήσης.
- Η στερέωση του φορτιστή πρέπει να γίνει σε μία σταθερή επιφάνεια.
- Κατά προτίμηση θα πρέπει να εγκατασταθεί σε κάθετη θέση και με έναν ανεμιστήρα με κατεύθυνση στην επιφάνεια του. Επιτρέπεται και η οριζόντια εγκατάσταση.
- Πρέπει να εξασφαλιστεί καλός αερισμό στον φορτιστή έτσι ώστε να αποφευχθεί υπερθέρμανση του. Ο φορτιστής δεν πρέπει να τοποθετηθεί κοντά σε πηγές θερμότητας και θα πρέπει να σιγουρευτούμε ότι υπάρχει αρκετή ελεύθερη επιφάνεια γύρω από τον φορτιστή έτσι ώστε να εξασφαλίζεται καλός αερισμός και εύκολη πρόσβαση στην καλωδίωση του.
- Ο φορτιστής πρέπει να προφυλάγεται από την επαφή του με νερό.
- Η διαθέσιμη τάση πρέπει να ανταποκρίνεται στην τάση λειτουργίας του φορτιστή η οποία αναγράφεται στο ταμπελάκι του φορτιστή.
- Για την ασφάλεια και για την ηλεκτρομαγνητική συμβατότητα, ο φορτιστής διαθέτει αρσενικό βύσμα με 3 ακίδες και μπορεί να προσαρμοστεί μονάχα σε earthed πρίζα. Σε περίπτωση που δεν υπάρχει αυτή η δυνατότητα αλλάζουμε την πρίζα με μία παλιότερη, non-earthed πρίζα. Δεν πρέπει να χρησιμοποιηθεί αντάπτορας για να ανατρέψουμε την γείωση.

- Για να αποφύγουμε ζημιά στην καλωδίωση, δεν τοποθετούμε οτιδήποτε πάνω σε αυτήν. Σε περίπτωση που προκληθεί κάποια ζημιά στην καλωδίωση ή ξεφτίσει, πρέπει να γίνει αντικατάστασης της το συντομότερο δυνατόν.
- Πριν την σύνδεση και την αποσύνδεση των συνδέσμων στην μπαταρία. διακόπτουμε την κύρια τροφοδότηση.
- Σε περίπτωση επαναφόρτισης μπαταριών μολύβδου: ΠΡΟΣΟΧΗ :εκρηκτικά αέρια-αποφεύγεται φλόγες και σπίθες. Η μπαταρία θα πρέπει να τοποθετηθεί σε μέρος μακριά από πηγές θερμότητας.
- Η επαναφορτίσει σε μη επαναφορτίσιμες μπαταρίες θα πρέπει να αποφευχθεί.
- Πρέπει να επιβεβαιώσουμε ότι η ονομαστική τάση της επί επαναφόρτισης μπαταρίας αντιστοιχεί στην τάση η οποία αναγράφεται στο ταμπελάκι του φορτιστή.
- Για να αποφευχθεί πτώση τάσης και να επιτύχουμε 100% φόρτιση των μπαταριών, τα καλώδια σύνδεσης πρέπει να είναι όσο δυνατόν κοντύτερα και η διάμετρος τους να είναι επαρκής για την μεταφορά του ρεύματος.
- Η επισκευή του φορτιστή πρέπει να γίνει από ειδικό. Ανοίγοντας το κάλυμμα υπάρχει πιθανός κίνδυνος ηλεκτροπληξίας.
- Σε περίπτωση που ο φορτιστής δεν λειτουργεί σωστά ή έχει προκληθεί ζημιά σε αυτόν, πρέπει να τον αποσυνδέσουμε αμέσως από την πρίζα τροφοδοσίας και από τις μπαταρίες και επικοινωνήσουμε με έναν προμηθευτή φορτιστών Zivan.

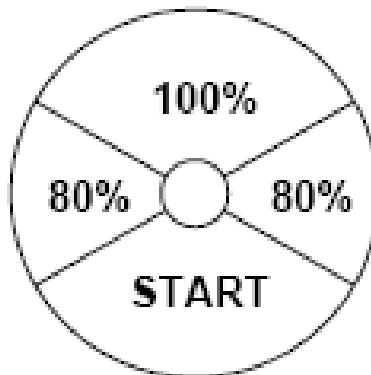
#### 4.8.1.2 Διάγραμμα ZIVAN NG3



Σχήμα 4-17. Ηλεκτρολογικό διάγραμμα.

#### 4.8.1.3 LED indicator

Ο φορτιστής διαθέτει οργανάκι με φωτεινές ενδείξεις οι οποίες δηλώνουν το ποσοστό της φόρτισης. Το σχήμα 4-18 αναπαριστά αυτό το όργανο του φορτιστή.



Σχήμα 4-18 LED indicator.

- Η κόκκινη ένδειξη δηλώνει ότι η μπαταρία βρίσκεται στην αρχική φάση της φόρτισης.
- Η κίτρινη ένδειξη δηλώνει πως η φόρτιση έχει φτάσει στο 80%.
- Η πράσινη ένδειξη δηλώνει πως οι μπαταρίες έχουν φορτιστεί 100%

#### 4.8.1.4 Alarms

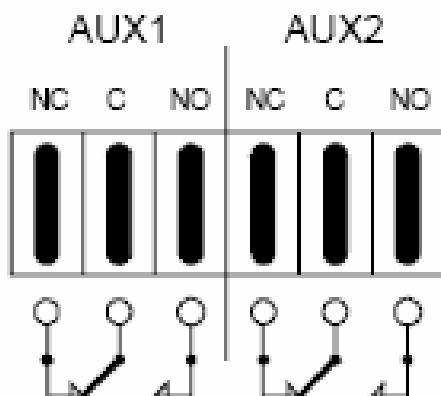
Ο φορτιστής διαθέτει επίσης λειτουργία alarm με ακουστικά μηνύματα. Ένα διπλό ακουστικό μήνυμα και η φωτεινή ένδειξη του Led δηλώνουν πως υπάρχει μία κατάσταση alarm. Ο πίνακας 2 δείχνει αυτές τις λειτουργίες:

<b>Κατάσταση</b>	<b>Τύπος alarm</b>	<b>Περιγραφή</b>
Ακουστικό μήνυμα +κόκκινο flash	Παρουσία μπαταρίας	Η μπαταρία είναι αποσυνδεδεμένη ή δεν ελέγχεται. Έλεγχος στις συνδέσεις και στην ελάχιστη τάση.
Ακουστικό μήνυμα +πράσινο flash	Χρονικό όριο	Στην φάση 1 και/ή φάση 2 έχουν διάρκεια η οποία έχει ξεπεράσει το μέγιστο επιτρεπτό.
Ακουστικό μήνυμα + κόκκινο-κίτρινο flash	Ρεύμα μπαταρίας	Απώλειες στο ρεύμα εξόδου.(Βλάβη στο λογισμικό του control ελέγχου).
Ακουστικό μήνυμα + κόκκινο-πράσινο flash	Τάση μπαταρίας	Απώλειες στην τάση εξόδου.(Η μπαταρία έχει αποσυνδεθεί ή βλάβη στο λογισμικό του control ελέγχου).
Ακουστικό μήνυμα + κίτρινο-πράσινο flash	Επιλογή	Επιλέχθηκε ένας μη διαθέσιμος συνδυασμός σύνδεσης.(Έλεγχος στην διασύνδεση).
Ακουστικό μήνυμα + κόκκινο -κίτρινο- πράσινο flash	Θερμικός	Υπερθέρμανση του ημιαγωγού.(Έλεγχος στην λειτουργία του ανεμιστήρα).

**Πίνακας 2**



#### 4.8.1.5 Βοηθητικές επαφές



#### Τεχνικά χαρακτηριστικά:

Εναλλακτικές συνδέσεις: 0,3A 125VAC

0,3A 110VDC

1A 30VDC

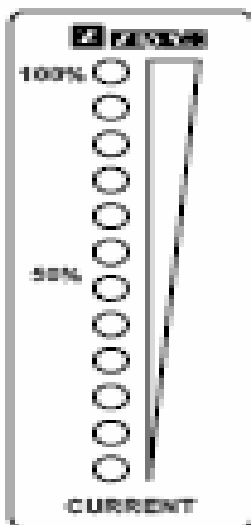
Σύνδεσμος(connector): 6,3 × 0,8 mm

Οι βοηθητικές επαφές παρέχουν τις ακόλουθες λειτουργίες:

Τμήμα	Λειτουργία	Περιγραφή
AUX1	Κύρια presence	Όταν η συσκευή είναι στην θέση on, η επαφή Normally Open(NO) κλείνει σε αντίθεση με την επαφή Normally Closed(NC) που ανοίγει.
AUX2	Τέλος της φόρτισης Ή βραδεία φόρτιση	Όταν προσεγγίζεται η φάση της διακοπής, η επαφή Normally Open(NO) κλείνει σε αντίθεση με την επαφή Normally Closed(NC) που ανοίγει.

#### 4.8.1.6 LED Bar Graph

Το LED bar graph είναι ένα όργανο ένδειξης το οποίο δείχνει ένα ενδεικτικό ποσοστό από το ρεύμα στην έξοδο σε σύγκριση με την μέγιστη τιμή αυτού. Στο σχήμα 4-19 απεικονίζεται ένα τέτοιο όργανο.



Σχήμα 4-19 LED Bar Graph.

#### 4.8.1.7 Τεχνικά χαρακτηριστικά

Mains side

Περιγραφή	Σύμβολο	Έλεγχος κατάστασης	Τιμές κλίμακα	Μονάδα
Τάση τροφοδότησης	$V_{in}$	–	$230 \pm 10\%$	$V_{eff}$
Συχνότητα	$f$	–	$50 \div 60$	Hz
Μέγιστο απορροφηθέν ρεύμα	$I_{in \max}$	$P=P_{max}$	20	$A_{eff}$
Inrush ρεύμα	–	$V_{in}=230V_{eff}$	$<1,35$	A
Συνιστώσα ισχύος	$\cos\phi$	$P=P_{max}$	0,68	–

Ελάχιστη απορροφημένη ισχύς	$P_{in\ min}$	Τέλος της φόρτισης	<5	W
Μέγιστη απορροφημένη ισχύς	$P_{in\ max}$	$P=P_{max}$	3	kW

### Battery side

Περιγραφή	Σύμβολο	Έλεγχος κατάστασης	Τιμές / κλίμακα	Μονάδα
Ρεύμα εξόδου	I	-	Βλ.καμπύλη	-
Μέγιστο ρεύμα εξόδου	$I_1$	Phase 1	Βλ.καμπύλη	A
Κυμάτωση ρεύματος εξόδου	-	$I=I_1$	<5%	-
Απορροφητικό ρεύμα	$I_a$	Συσκευές στην θέση off	<0,5%	mA
Τάση εξόδου	U	-	Βλ.καμπύλη	-
Σταθερή τάση εξόδου	$U_1$	Phase 2	Βλ.καμπύλη	V
Θερμική αντιστάθμιση της τάσης εξόδου	$dU_1/dT$	Phase 2	-5	mV/(°C·cell)
Κυμάτωση της τάσης εξόδου	-	$U=U_1$	<1%	-
Μέγιστη ισχύς τροφοδότησης	$P_{max}$	$U=U_1, I=I_1$	2550	W
Χωρητικότητα εξόδου	C	-	Εξαρτάται από το μοντέλο(>0,2)	mF

## Γενικές

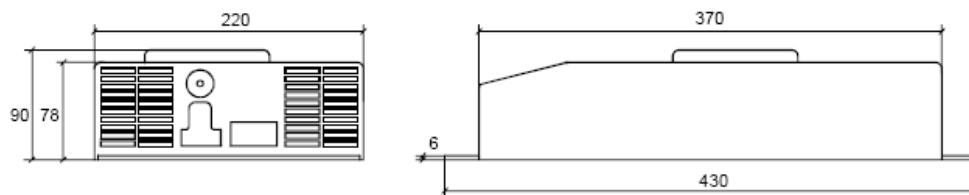
Περιγραφή	Σύμβολο	Έλεγχος κατάστασης	Τιμές / κλίμακα	Μονάδα
Λειτουργική κλίμακα θερμοκρασίας	ΔΤ	—	Από -20 με +50	°C
Μέγιστη υγρασία	RH	—	90%	—
Συχνότητα διακοπής	fc	—	30±5%	kHz
Αποδοτικότητα	η	Ανάλογα με τις συνθήκες λειτουργίας	>85%	—
Μέγιστες διαστάσεις	a×b×c	Χωρίς τα καλώδια σύνδεσης	430×220×90	mm
Βάρος	—	Χωρίς τα καλώδια σύνδεσης	5,5	kg

## Προστασία και ασφάλεια

Περιγραφή	Σύμβολο	Έλεγχος κατάστασης	Τιμές / κλίμακα	Μονάδα
Μόνωση	—	Κύριο τμήμα του φορτιστή προς τη μπαταρία.	1250	Vac
Μόνωση	—	Κύριο τμήμα του φορτιστή προς τη γη.	500	Vdc
Μόνωση	—	Τμήμα της μπαταρίας προς τη γη.	500	Vdc

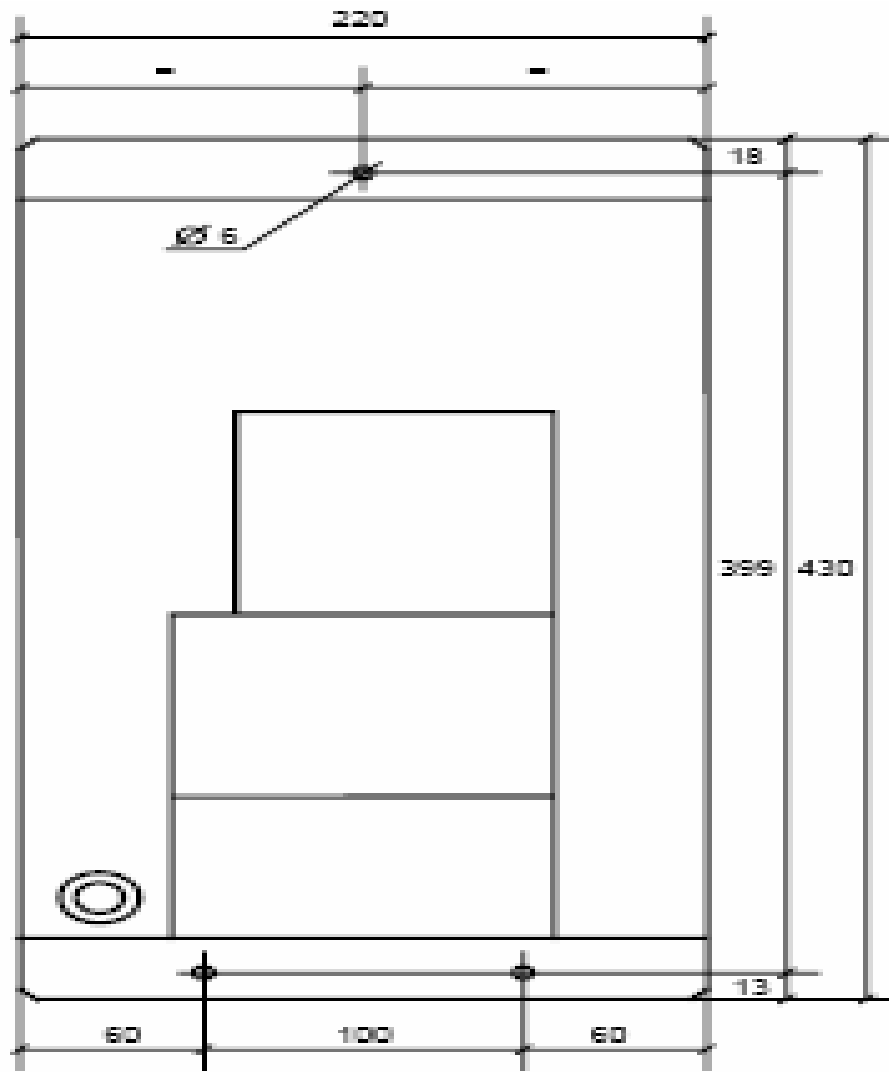
Ρεύμα διαρροής	IL	Συσκευές που προμηθεύονται	<3	mA
Ασφάλεια εισόδου	F1	Εσωτερικά της συσκευής	20	A
Ασφάλεια εξόδου	F2	Εσωτερικά της συσκευής	Περίπου 1,2×I1	A
Ελάχιστη λειτουργική τάση εξόδου	—	Συσκευή στη θέση on	1,5	V/cell
Μέγιστη τάση εξόδου	Um	Φάση 3	Βλ.καμπύλη	V
Αντίστροφη πολικότητα εξόδου	—	Όλες οι συνδέσεις στην μπαταρία	Η προστασία εξασφαλίζεται από την ασφάλεια F2	—
Θερμική προστασία ημιαγωγών	—	Ta=55°C	100	°C
Απαιτήσεις ασφαλείας	—	EN60335-1,EN60335-2-29	—	—

#### 4.8.1.8 Μηχανολογικές διαστάσεις



Όλες οι διαστάσεις εκφράζονται σε χιλιοστά (mm).

### Λεπτομέρειες για την στερέωση του φορτιστή



#### 4.9 HV Li-Ion Smart Charger

Εδώ θα δούμε έναν φορτιστή υψηλής ισχύος του οποίου η σχεδίαση είναι βασισμένη στα χαρακτηριστικά των Li-Ion μπαταριών. Ο φορτιστής αυτός χρησιμοποιεί υψηλής συχνότητας ηλεκτρική διακοπή και λειτουργεί συνεργαζόμενος με το σύστημα διαχείρισης της μπαταρίας (BMS). Προδίδει υψηλή αποδοτικότητα, υψηλή αξιοπιστία και υψηλό επίπεδο πληροφοριών. Τα οφέλη από τον συγκεκριμένο φορτιστή είναι τα ακόλουθα:

1. Υψηλής αποδοτικότητας αποτελέσματα σε χρήση χαμηλής ισχύος δίκτυα επομένως χαμηλό κόστος κατά την χρήση του.
2. Υψηλή απόκριση από τον φορτιστή κάτι που τον καθιστά σταθερό στην τάση εξόδου αλλά και στο επίπεδο ρεύματος .

3. Έξυπνη και αυτοματοποιημένη διαδικασία φόρτισης λαμβάνοντας δεδομένα από το σύστημα διαχείρισης της μπαταρίας.
4. Εύκολη συντήρηση και επισκευή.
5. Προστασία ενάντια στην υπερθέρμανση, υπερτάση, βραχυκυκλώματα.
6. Μικρές διαστάσεις και χαμηλό βάρος.

#### 4.9.1 Κύριες προδιαγραφές

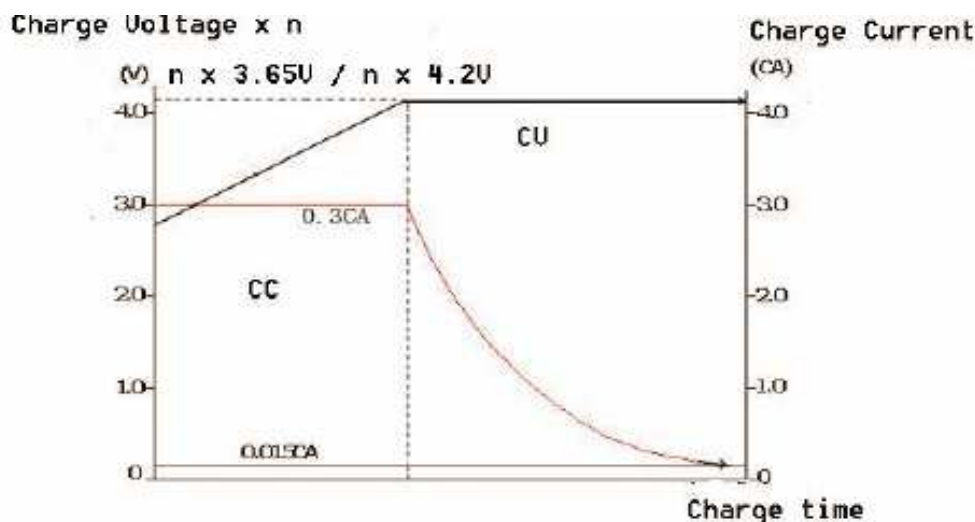
<b>Μοντέλο</b>	<b>CH-200V24A</b>
<b>Ισχύς</b>	<b>4.8KW Max</b>
<b>Ρεύμα εισόδου</b>	<b>120VAC / 220VAC</b>
<b>Συχνότητα</b>	<b>50/60Hz</b>
<b>Ρεύμα εξόδου</b>	<b>0-24 A</b>
<b>Τάση εξόδου</b>	<b>0-200 VDC adjustable</b>
<b>Ακρίβεια τάσης</b>	<b><math>\leq \pm 0.2\%</math></b>
<b>Ακρίβεια ρεύματος</b>	<b><math>\leq \pm 1\%</math></b>
<b>Παραγόμενη κυματομορφή</b>	<b><math>\leq 0.3\%</math></b>
<b>Αποδοτικότητα</b>	<b><math>\geq 93\%</math></b>
<b>Παραγόμενη ισχύς</b>	<b><math>\geq 0.7</math></b>

#### 4.9.2 Μέθοδοι φόρτισης και έλεγχος λειτουργίας

Υπάρχουν δυο βήματα φόρτισης :πρώτα με σταθερό ρεύμα και στη συνέχεια με σταθερή τάση.

1. Φόρτιση με σταθερό ρεύμα:εδώ η φόρτιση γίνεται με σταθερό ρεύμα με μέγιστη τιμή ανάμεσα στα 0.2 ~ 0.5CA (συνήθως 0.3 CA), με την τάση βαθμιαία να αυξάνεται έως ότου η τάση προσεγγίσει την μέγιστη τιμή.
2. Φόρτιση με σταθερή τάση:όταν η τάση προσεγγίζει την μέγιστη τιμή, αυτόματα η φόρτιση μεταστρέφεται σε σταθερή φόρτιση. Βαθμιαία το ρεύμα πέφτει με την πάροδο του χρόνου. Όταν το ρεύμα φτάσει σε χαμηλά επίπεδα, μεταξύ 0.015 CA-0.02 CA,η διαδικασία της φόρτισης σταματάει.

Το σχήμα 4-20 δείχνει την καμπύλη φόρτισης (n : αριθμός των κελιών σε σειρά)



-Το μέγιστο ρεύμα φόρτισης έχει οριστεί στα 0.30 C (30A για 90 Ah cells).

-Υπάρχουν δύο βήματα για την διαδικασία φόρτισης:

- Σταθερό ρεύμα. ( η τάση ανεβαίνει στο μέγιστο σημείο).
- Σταθερή τάση. ( το ρεύμα πέφτει από το σημείο που έχει οριστεί στο μηδέν).

**Σχήμα 4-20** Καμπύλη φόρτισης.

3. Αυτόματη ρύθμιση στην τάση και στο ρεύμα εξόδου:κατά την διάρκεια της διαδικασίας φόρτισης, ειδικά κατά την διάρκεια της σταθερής τάσης εάν

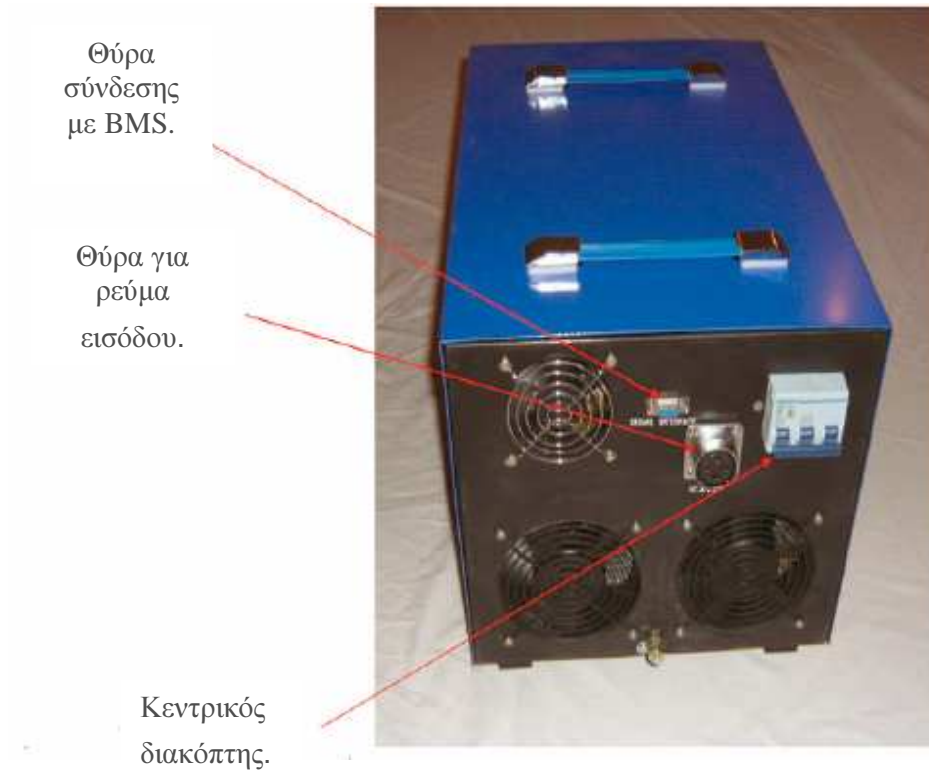


οποιοδήποτε κελί υπερβεί την μέγιστη τάση του ή εντοπιστεί κάποια υπερθέρμανση ,το σύστημα διαχείρισης της μπαταρίας σήμα στον φορτιστή. Ο φορτιστής αυτόματα θα μειώσει το ρεύμα και την τάση εξόδου προλαμβάνοντας έτσι μία κατάσταση υπερφόρτισης.

Στα παρακάτω σχήματα φαίνονται ο συγκεκριμένος φορτιστής, θύρες του φορτιστή καθώς και καλώδια σύνδεσης



**Σχήμα 4-21** HV Li-Ion Smart Charger.

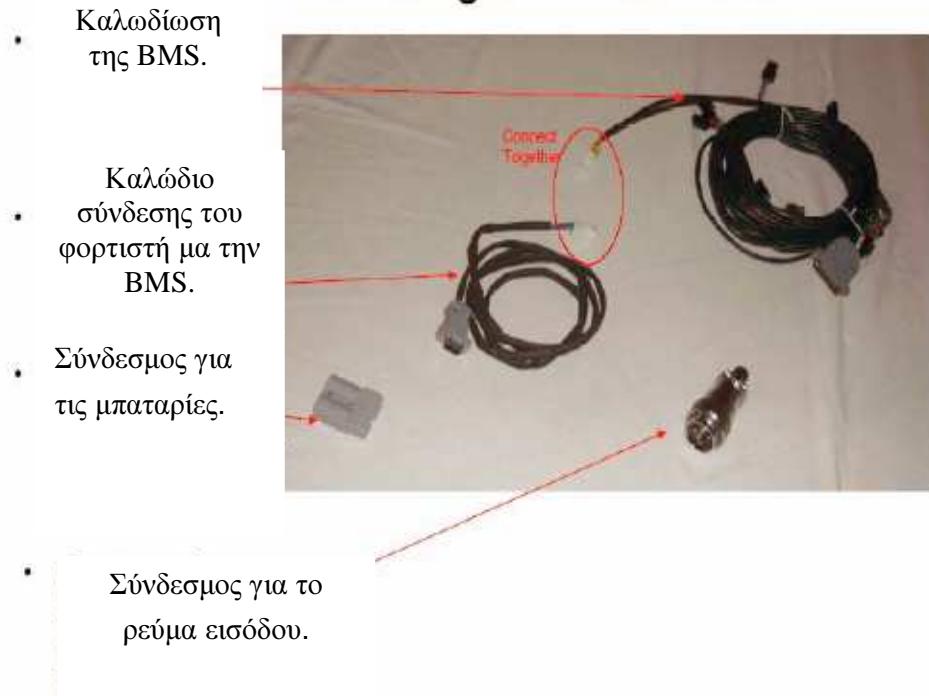


**Σχήμα 4-22** Θύρες του φορτιστή και κεντρικός διακόπτης.



**Σχήμα 4-23** Ακροδέκτες εισόδου και θύρα σύνδεσης με BMS.

## BMS & Charger Connection



Σχήμα 4-24 Καλώδια σύνδεσης του φορτιστή.

### 4.9.3 Ακολουθία προγραμματισμού

- Ο φορτιστής να μην συνδεθεί σε πηγή.
- Οι ρυθμιστές του ρεύματος και της τάσης θα πρέπει να είναι στο minimum.
- Η σύνδεση να γίνει σε πηγή AC (240 VAC ή 110 VAC ).
- Οι ασφάλειες στο πίσω μέρος του φορτιστή θα πρέπει να ανοίξουν.
- Ρυθμίζουμε τον επιλογή τάσης / ρεύματος στην θέση τάση.
- Γυρίζουμε τον ρυθμιστή τάσης βαθμιαία στο επιθυμητό μέγιστο σημείο τάσης. Προτείνεται:  $3.65 * \text{αριθμό των κελιών}$ .
- Γυρίζουμε τον επιλογή τάσης / ρεύματος στην θέση 'ρεύμα'.
- Συνδέουμε τις μπαταρίες στην έξοδο του φορτιστή.
- Γυρίζουμε τον ρυθμιστή ρεύματος βαθμιαία στο επιθυμητό μέγιστο σημείο. Προτείνεται :0.3 (πχ.30 A για 90 Ah κελιών).

## **4.10 ALPHA CHARGER**

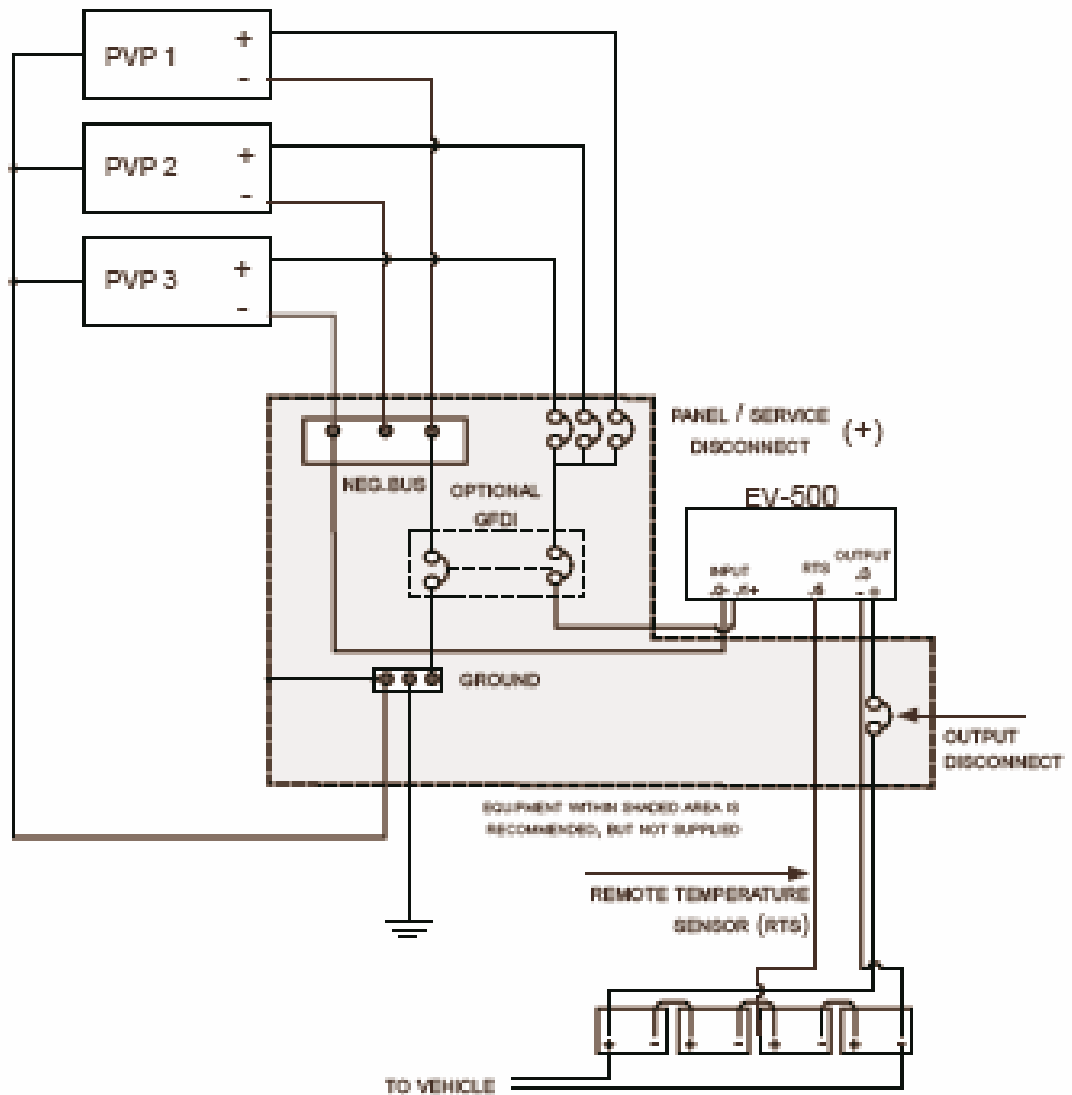
### **EV-500 Electrical Vehicle Charger Start Guide(οδηγός εκκίνησης)**

Ο φορτιστής αυτός έχει σχεδιαστεί για να προσφέρει απλά και αποδοτικά φόρτιση στις μπαταρίες των ηλεκτροκίνητων οχημάτων.

#### **4.10.1 Σημαντικές οδηγίες ασφαλείας**

- Όλες οι ηλεκτρικές εργασίες θα πρέπει να γίνουν μονάχα από έμπειρο προσωπικό.
- Ο φορτιστής δεν διαθέτει επισκευάσιμα εξαρτήματα. Εάν απαιτείται επισκευή επικοινωνούμε με τον προμηθευτή για περαιτέρω οδηγίες.
- Ο φορτιστής έχει σχεδιαστεί για εσωτερική χρήση. Δεν πρέπει να εκτίθεται σε βροχή, ήλιο κλπ.
- Όταν χρησιμοποιούμε τον φορτιστή και τις μπαταρίες πάντα πρέπει να χρησιμοποιούμε προστατευτικά ρούχα και γυαλιά
- Πρέπει πάντα να είμαστε εφοδιασμένοι με νερό για το πλύσιμο των ματιών ή του δέρματος, σε περίπτωση που έρθουμε σε επαφή με τον ηλεκτρολύτη.
- Η αντικατάσταση των μπαταριών θα πρέπει πάντα να γίνεται με τον ίδιο τύπο.
- Οι παλιές μπαταρίες θα πρέπει να ανακυκλώνονται.

## Ηλεκτρικό διάγραμμα EV-500



### 4.10.2 Στερέωση του φορτιστή

- Πριν την στερέωση του φορτιστή κάνουμε έναν έλεγχο για τυχόν εξωτερικές ζημιές.

- Ο φορτιστής θα πρέπει να προφυλάσσεται από την βροχή και το χιόνι και η μέγιστη θερμοκρασία περιβάλλοντος δεν πρέπει να ξεπερνάει τους 65 ° C.
- Θα πρέπει να επιλεγεί ένα κατάλληλο μέρος για την εγκατάσταση και την στερέωση του φορτιστή στο τοίχο ή σε ένα σταθερό στάνη.
- Πριν την τοποθέτηση του φορτιστή δυο βίδες που βρίσκονται σε κάθε πλευρά του φορτιστή θα πρέπει να απομακρυνθούν.
- Η στερέωση του φορτιστή γίνεται με τον συνδετήρα που βρίσκεται στο πίσω μέρος του φορτιστή.

#### 4.10.3 EV-500 Ενδεικτικές λυχνίες

Ο φορτιστής διαθέτει δύο ενδεικτικές λυχνίες Led. Η πράσινη λυχνία υποδεικνύει την κατάσταση της μπαταρίας και η κίτρινη λυχνία υποδεικνύει την ποσότητα της ισχύος που παραδίδει ο φορτιστής.

#### Κίτρινο Led

Κατάσταση	Ισχύς (W)	% Έξοδος
Θέση ON	400-480	80-100
4	300-400	60-80
3	200-300	40-60
2	100-200	20-40
1	<100	0-20

#### Πράσινο Led

Κατάσταση	Ένδειξη
Θέση ON	Η μπαταρία είναι συνδεδεμένη και πλήρως φορτισμένη.
4	80-100%
3	60-80%
2	40-60%

1	20-40%
OFF	Οι μπαταρίες έχουν αποσυνδεθεί.

#### 4.10.4 Προδιαγραφές EV-500 (Specifications)

##### Ηλεκτρικές προδιαγραφές

Κλίμακα τάσης εισόδου	30 Vdc - 50 Vdc
Μέγιστη τάση	54 Vdc max
Ισχύς εισόδου	510 W
Ελάχιστη τάση εξόδου	48 Vdc
Κλίμακα τάσης εξόδου	44Vdc – 59 Vdc
Ισχύς εξόδου	480 W
Μέγιστο ρεύμα εξόδου	11.5 A
Αποδοτικότητα	95%

##### Μηχανικές προδιαγραφές

Βάρος kg	1.1
Διαστάσεις mm	203.2 * 165.1 * 88.9
Στήριξη	Τοίχος
Θερμοκρασία λειτουργίας °C	-40 / +45
Θερμοκρασία αποθήκευσης °C	-40 / +65

Στο σχήμα 4-25 φαίνεται ο συγκεκριμένος φορτιστής.



**Σχήμα 4.25** EV-500.



---

## **ΚΕΦΑΛΑΙΟ 5. Συμπεράσματα.**

Με την παρούσα διπλωματική εργασία γίνεται φανερό το μέγεθος του προβλήματος της ρύπανσης του περιβάλλοντος από τα οχήματα και ότι θα πρέπει να δοθεί άμεσα μια λύση. Η λύση αυτή ακούει στο όνομα "ηλεκτρικό όχημα" το οποίο μπαίνει στην ζωή μας με πολύ γρήγορο ρυθμό και έρχεται να δώσει λύση στο πρόβλημα της ρύπανσης αλλά και στην φτηνή μετακίνηση.

Το ηλεκτρικό όχημα λοιπόν είναι η αρχή μιας καινούριας, καθαρότερης, εποχής στο χώρο των οχημάτων με την συνεχόμενη εξέλιξη. Τέτοια ήταν και η εξέλιξη στον χώρο των ηλεκτροκίνητων οχημάτων που έχουμε φτάσει στο σημείο να υπάρχει πληθώρα μπαταριών, το ζωτικό εξάρτημα ενός EV μαζί με τον φορτιστή, έτσι ώστε να καλύπτεται κάθε απαίτηση από το όχημα.

Τα τελευταία χρόνια λοιπόν έχει γίνει μεγάλη πρόοδος στον τομέα της φόρτισης των μπαταριών και έτσι το σοβαρότερο μειονέκτημα που είχαν να αντιμετωπίσουν φαίνεται σιγά σιγά πως πλέον δεν υφίστανται. Αυτό έγινε δυνατό με την εξέλιξη των φορτιστών και των μπαταριών. Οι φορτιστές πλέον είναι πολύ αποδοτικότεροι σε σύγκριση με παλιότερα και σε μεγάλη ποικιλία. Κυκλοφορούν διάφοροι τύποι στην αγορά και έτσι μπορούμε να διαλέξουμε εύκολα κάποιον ο οποίος θα καλύπτει της δικές μας ανάγκες.

Συμπεραίνεται λοιπόν ότι ο τομέας της φόρτισης των μπαταριών των EV έχει εξελιχθεί τόσο ώστε γίνεται πλέον δυνατή η μαζική χρήση των EV. Η φόρτιση τους πλέον μπορεί να διαρκέσει μόλις λίγα λεπτά και έτσι έχουμε στην κατοχή μας ένα οικονομικό και φτηνό μέσο μεταφοράς.

## Βιβλιογραφία

1. J. Erjavec and J. Arias, *Hybrid, Electric and Fuel Cell Vehicles*. Thomson Delmar Learning, 2007.
2. <http://www.batteryuniversity.com/>
3. <http://www.sae.org>
4. <http://www.alpha.com>
5. <http://www.nbeaa.org>
6. <http://www.batteryspace.com>
7. <http://www.manzanitamicro.com>
8. <http://www.zivan.com>
9. <http://www.aerovironment.com/chargingsystems.asp>
10. [http:// www.nrdc.org](http://www.nrdc.org)