

ΑΝΩΤΑΤΟ
ΤΕΧΝΟΛΟΓΙΚΟ ΕΚΠΑΙΔΕΥΤΙΚΟ ΙΔΡΥΜΑ ΚΡΗΤΗΣ
ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ ΧΑΝΙΩΝ
ΤΜΗΜΑ ΗΛΕΚΤΡΟΝΙΚΗΣ

ΠΤΥΧΙΑΚΗ ΕΡΓΑΣΙΑ

ΘΕΜΑ: ΣΥΣΤΗΜΑ ΔΙΑΧΕΙΡΙΣΗΣ ΜΠΑΤΑΡΙΩΝ ΓΙΑ ΧΡΗΣΗ ΣΕ
ΟΧΗΜΑΤΑ



ΕΙΚΟΝΑ 1: ΑΝΤΙΚΑΤΑΣΤΑΣΗ ΜΠΑΤΑΡΙΩΝ ΗΛΕΚΤΡΙΚΟΥ ΟΧΗΜΑΤΟΣ ΚΑΤΑΣΚΕΥΑΣΜΕΝΟ ΑΠΟ ΤΗ MERCEDES ΤΗΝ ΔΕΚΑΕΤΙΑ ΤΟΥ 1970

ΟΝΟΜΑ: ΒΩΝΙΑΤΗΣ ΑΝΔΡΕΑΣ

ΕΠΙΒΛΕΠΩΝ ΚΑΘΗΓΗΤΗΣ: Δρ. ΧΑΤΖΑΚΗΣ ΙΩΑΝΝΗΣ

ΣΕΠΤΕΜΒΡΙΟΣ 2009

ΕΥΧΑΡΙΣΤΙΕΣ

Τα πιο θερμά ευχαριστώ προς τον επιβλέπων καθηγητή κ. Ιωάννη Χατζάκη του οποίου χωρίς την πολύτιμη γνώση και υποστήριξη δεν θα ήταν δυνατή η ολοκλήρωση της συγκεκριμένης πτυχιακής εργασίας.

Επίσης θα ήθελα να ευχαριστήσω όλους τους καθηγητές των οποίων οι γνώσεις βοήθησαν στη συγκεκριμένη πτυχιακή εργασία και τη γραμματεία της σχολής για τη βοήθεια την οποία είχε προσφέρει. Ακόμη θα ήθελα να ευχαριστήσω όλους τους φίλους και συναδέλφους για τη συμπαράσταση και βοήθεια τους στην έρευνα και υλοποίηση της συγκεκριμένης πτυχιακής εργασίας.

Τέλος θα ήθελα να ευχαριστήσω τους γονείς και τα αδέρφια μου για την υποστήριξη τους στις σπουδές μου όλα αυτά τα χρόνια.

ABSTRACT

The objective of this thesis is the study of a Battery Management System for use in electric or hybrid vehicles. The system will charge a set of batteries and also calculate the State of Charge and State of Health of these batteries. The system may be adjusted in a way that will allow any type of battery chemistry to be used (Lead-Acid, Nickel-Metal Hydride, Nickel-Cadmium, Lithium-Ion, Lithium Polymer, etc).

ΠΕΡΙΓΡΑΦΗ

Στόχος αυτής της πτυχιακής εργασίας είναι η μελέτη ενός συστήματος διαχείρισης μπαταριών για χρήση σε ηλεκτρικά ή υβριδικά οχήματα. Το σύστημα θα φορτίζει και θα υπολογίζει την κατάσταση φόρτισης (state of charge) και την κατάσταση υγείας (state of health) των μπαταριών. Επίσης το σύστημα θα μπορεί να προσαρμοστεί με τέτοιο τρόπο ούτως ώστε να επιτρέπεται η χρήση μπαταριών οποιασδήποτε χημείας (Μολύβδου-Οξέως, Νικελίου-Μετάλλου, Νικελίου-Καδμίου, Ιόντων-Λιθίου, Πολυμερές-Λιθίου κλπ.).

ΠΕΡΙΕΧΟΜΕΝΑ

1. ΕΙΣΑΓΩΓΗ.....	1
1.1 Μπαταρίες Πρόσφυσης.....	5
1.1.1 Μπαταρίες Μολύβδου-Οξέως.....	5
1.1.2 Μπαταρίες Νικελίου-Υδριδίου Μετάλλου και Νικελίου-Καδμίου.....	6
1.1.3 Μπαταρίες Ιόντων-Λιθίου και Πολυμερές-Λιθίου.....	7
1.2 Διαχείριση Μπαταριών.....	10
1.3 Υβριδικά Οχήματα.....	12
2. ΤΟ ΣΥΣΤΗΜΑ.....	15
2.1 Προτεινόμενο Σύστημα.....	15
2.1.1 Κεντρική μονάδα επεξεργασίας.....	17
2.2.2 Κινητήρες και Τριφασικός Αντιστροφέας.....	19
2.2.3 Μπαταρίες, Φορτιστής και Μέθοδος Φόρτισης	21
3. ΦΟΡΤΙΣΤΗΣ.....	27
3.1 Ψηφιακά Ελεγχόμενος Φορτιστής.....	30
4. ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ.....	32
ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ.....	33

1. ΕΙΣΑΓΩΓΗ

Τα ηλεκτρικά οχήματα υπάρχουν από την αρχή της αυτοκίνησης αλλά εξαλείφθηκαν επειδή η μηχανή εσωτερικής καύσης αποδείχτηκε πως είναι πιο αποδοτικό μέσο προώθησης των οχημάτων απ' ό,τι η ηλεκτροκίνηση. Το πετρέλαιο ήταν φθηνό, άφθονο και έδινε πολύ μεγαλύτερη ενέργεια ανά βάρος σε σύγκριση με τις μπαταρίες. Αυτοί οι λόγοι ήταν αρκετοί να καθορίσουν το πετρέλαιο και τη μηχανή εσωτερικής καύσης ως κυρίαρχα στοιχεία στην αυτοκίνηση.

Περισσότερο από ένα αιώνα μετά, τώρα που οι πετρελαιοπηγές άρχισαν να στερεύουν, η τιμή του πετρελαίου αυξάνεται και οι πόλεις πνίγονται από καυσαέρια, τα ηλεκτρικά οχήματα καθώς και τα υβριδικά (συνδυασμός ηλεκτροκινητήρα και βενζινοκινητήρα), κάνουν την εμφάνισή τους ως οι διάδοχοι των πετρελαιοκίνητων οχημάτων.

Έρευνες δείχνουν ότι τα ηλεκτρικά αυτοκίνητα είναι εκ φύσεως πιο αποδοτικά απ' ό,τι τα συμβατικά. Κατά μέσο όρο τα συμβατικά αυτοκίνητα θα χρησιμοποιήσουν μόνο το 18% της ενέργειας που προσφέρει η καύση του πετρελαίου ενώ το υπόλοιπο θα καταναλωθεί ως θερμότητα. Αντιθέτως, ένα ηλεκτρικό όχημα θα χρησιμοποιήσει το 46% της ενέργειας που συσσωρεύεται στις μπαταρίες του.

Επίσης τα ηλεκτρικά οχήματα μπορούν να μειώσουν αισθητά τις εκπομπές καυσαερίων σε σύγκριση με τα πετρελαιοκίνητα. Ένα ηλεκτρικό αυτοκίνητο θεωρείται όχημα μηδενικής εκπομπής καυσαερίων, αλλά στην πράξη, καυσαέρια εκπέμπονται από το εργοστάσιο παραγωγής ενέργειας το οποίο στη συνέχεια θα φορτίσει τις μπαταρίες του αυτοκινήτου. Το ποσοστό εκπομπής καυσαερίων με αυτό τον τρόπο, είναι πολύ μικρότερο σε σύγκριση με τα πετρελαιοκίνητα οχήματα. Τα υβριδικά οχήματα παράγουν περισσότερες εκπομπές καυσαερίων από τα ηλεκτρικά γιατί χρησιμοποιούν μία μηχανή εσωτερικής καύσης για την παραγωγή ηλεκτρικού ρεύματος το οποίο θα φορτίσει τις μπαταρίες όταν βρίσκεται εν κινήσει. Σε γενικές γραμμές όμως η εκπομπή καυσαερίων καθώς επίσης και η κατανάλωση των υβριδικών οχημάτων, ακόμα και στη χειρότερη

περίπτωση, συνεχίζει να είναι μικρότερη από τα συμβατικά οχήματα λόγω του ότι ο πετρελαιοκινητήρας παραμένει ανενεργός κατά τη διάρκεια λειτουργίας του ηλεκτροκινητήρα.

Τα ηλεκτρικά οχήματα χωρίζονται σε δύο γενικές κατηγορίες: α) Πλήρως Ηλεκτρικά οχήματα ή Ηλεκτρικά οχήματα με χρήση μπαταριών (Battery-Electric vehicles) και β) Υβριδικά οχήματα (Hybrid-electric vehicles). Τα πλήρως ηλεκτρικά οχήματα χρησιμοποιούν δευτερεύων μπαταρίες ως τη μόνη πηγή ενέργειας. Τα υβριδικά οχήματα συνδυάζουν ένα σύστημα συσσώρευσης ηλεκτρικής ενέργειας μαζί με ένα μέσο παραγωγής ηλεκτρικής ενέργειας η οποία συνήθως είναι μία μηχανή εσωτερικής καύσης.

Το ηλεκτρικό όχημα μπορεί να μετατρέψει την ηλεκτρική ενέργεια όπως και το συμβατικό όχημα τη χημική ενέργεια σε κινητική-μηχανική ενέργεια. Το κύριο όμως προτέρημα των ηλεκτρικών οχημάτων είναι η δυνατότητα μετατροπής της κινητικής ενέργειας από τους τροχούς, σε ηλεκτρική και η επιστροφή της στις μπαταρίες κατά τη διάρκεια φρεναρίσματος (Regenerative Braking). Αντιθέτως το συμβατικό όχημα δεν μπορεί να επαναφέρει αυτή την ενέργεια σε καύσιμο. Άλλο πλεονέκτημα του ηλεκτρικού οχήματος είναι η απλότητα κατασκευής και η αποδοτικότητα του ηλεκτροκινητήρα σε σύγκριση με αυτό της εσωτερικής καύσης. Η τυπική απόδοση ενός ηλεκτροκινητήρα είναι περίπου 70% έως 85%. Επίσης η ροπή που δίνει ένας ηλεκτροκινητήρας είναι καταλληλότερη για τις απαιτήσεις ενός οχήματος. Για να επιταχύνει ένα όχημα χρειάζεται μεγάλη ροπή, ειδικότερα στις χαμηλές ταχύτητες και η απαίτηση του για ροπή μειώνεται όσο αυξάνεται η ταχύτητα του. Ένας ηλεκτροκινητήρας μπορεί να αναπτύξει μέγιστη ροπή σε χαμηλές στροφές ανά λεπτό και όσο αυξάνονται οι στροφές μειώνεται η ροπή, συνήθως ταυτόχρονα με τη φυσική απαίτηση του οχήματος. Αντιθέτως μία μηχανή εσωτερικής καύσης δίνει πολύ χαμηλή ροπή σε χαμηλές στροφές και πρέπει συνήθως να αυξηθούν μέχρι τα τρία-τέταρτα των συνολικών στροφών της πριν δώσει μέγιστη ροπή. Γι' αυτό το λόγο, ένα κιβώτιο ταχυτήτων πολλαπλών σχέσεων είναι απαραίτητο για να μπορέσει να

ανταποκριθεί η μηχανή εσωτερικής καύσης στις απαιτήσεις του οχήματος. Ο ηλεκτροκινητήρας είναι πιο ευνοϊκός για χρήση σε οχήματα γιατί δεν χρειάζονται περισσότερες από 2 σχέσεις ταχυτήτων να κινήσουν το όχημα και συχνά μόνο μία. Στην περίπτωση των δύο ταχυτήτων, ο κινητήρας κινείται προς μία κατεύθυνση άρα χρειάζεται μία έμπροσθεν και μία όπισθεν ταχύτητα, ενώ στην περίπτωση της μίας ταχύτητας ο κινητήρας είναι αυτός που αλλάζει φορά κίνησης. Τα πιο πάνω πλεονεκτήματα του ηλεκτροκινητήρα απλοποιούν τη μετάδοση της κίνησης προς τους τροχούς άρα ποίο εύκολη επισκευή του οχήματος σε περίπτωσης μηχανικής βλάβης.

Το μεγαλύτερο μειονέκτημα των Ηλεκτρικών οχημάτων είναι η μειωμένη εμβέλεια που προσφέρουν οι δευτερεύων μπαταρίες ενώ των Υβριδικών είναι η υψηλή τιμή και η πολυπλοκότητα του συστήματος μετάδοσης της κίνησης.

Τα ηλεκτρικά οχήματα είναι κατά βάση οχήματα τα οποία λειτουργούν με μπαταρία. Αυτά τα οχήματα δεν αποθηκεύουν ηλεκτρική ενέργεια στις μπαταρίες με την έννοια της αποθήκευσης καυσίμου στο ντεπόζιτο ενός συμβατικού οχήματος. Κατ' ακρίβεια είναι ηλεκτροχημικοί αντιδραστήρες τους οποίους τα κατάλοιπα παραμένουν εσωτερικά του κελύφους της μπαταρίας. Κατά την επαναφόρτιση, αυτά τα κατάλοιπα αναδιοργανώνονται και επιστρέφουν στην αρχική τους κατάσταση και είναι έτοιμα για άλλο ένα κύκλο ηλεκτροχημικής αντίδρασης.

Τα κατάλοιπα τα οποία παράγονται κατά τους κύκλους επαναφόρτισης μειώνουν την ικανότητα των μπαταριών να παράγουν ηλεκτρική ενέργεια με αποτέλεσμα οι μπαταρίες να καταστρέφονται με την πάροδο του χρόνου.

Η τεχνολογία Μολύβδου-Οξέως (Lead-Acid) κοινώς μπαταρία αυτοκινήτου, είναι η παλαιότερη και ποιο οικονομική για χρήση ως δευτερεύων μπαταρίες σε ένα ηλεκτρικό όχημα. Η πλειοψηφία των ηλεκτρικών οχημάτων χρησιμοποιούν αυτού του τύπου μπαταρίες αφού οι ποιο αποδοτικοί τύποι μπαταριών είναι κατά πολύ ποιο ακριβοί και είναι ακόμα σε στάδια μελέτης και δοκιμασίας. Ένα σύνολο από 10 έως 25

μπαταρίες των 12V μπορεί να προσφέρουν περίπου 40 έως 100 χιλιόμετρα και χρειάζονται συνήθως οκτάωρη φόρτιση. Ένα άλλο μειονέκτημα των μπαταριών Μολύβδου-Οξέως είναι η διάρκεια ζωής τους. Χρειάζονται αλλαγή μετά από τριάντα έως πενήντα χιλιάδες χιλιόμετρα χρήσης και αυτό ανεβάζει κατά πολύ το κόστος συντήρησης των συγκεκριμένων οχημάτων.

Η πιο υποσχόμενη τεχνολογία για αντικατάσταση των μπαταριών Μολύβδου-Οξέως αυτή τη στιγμή είναι η τεχνολογία Νικελίου-Υδριδίου του μετάλλου (Nickel-Metal Hydride). Η σχετική ενέργεια αυτού του τύπου μπαταριών είναι περίπου η διπλάσια από αυτή των μπαταριών Μολύβδου-οξέως. Αν αντικατασταθούν οι μπαταρίες Μολύβδου-Οξέως ενός ηλεκτρικού αυτοκινήτου με Νικελίου-Υδριδίου του μετάλλου ίδιας μάζας, τότε η συνολική αυτονομία του αυτοκινήτου θα διπλασιαστεί. Επίσης αυτού του τύπου μπαταρίες έχουν μεγαλύτερη διάρκεια ζωής αλλά και μεγαλύτερο κόστος από τις μπαταρίες Μολύβδου-Οξέως. Άλλου είδους μπαταρίες που θα μπορούσαν να αντικαταστήσουν τις Μολύβδου-Οξέως είναι οι μπαταρίες Ιόντων-Λιθίου (Lithium-Ion) και Πολυμερές-Λιθίου (Lithium-Polymer). Έρευνες δείχνουν ότι οι συγκεκριμένες μπαταρίες έχουν πολύ καλά χαρακτηριστικά με ακόμα μεγαλύτερη αυτονομία και διάρκεια ζωής αλλά βρίσκονται σε πειραματικό στάδιο και το κόστος τους βρίσκεται σε πολύ υψηλά επίπεδα.



ΕΙΚΟΝΑ 2: ΜΙΑ ΙΔΕΑ ΓΝΩΣΤΗΣ ΠΟΛΥΕΘΝΙΚΗΣ ΕΤΑΙΡΕΙΑΣ ΕΙΝΑΙ ΝΑ ΠΡΟΣΦΕΡΕΙ ΠΡΟΝΟΜΙΑΚΟ ΧΩΡΟ ΣΤΑΘΜΕΥΣΗΣ ΣΕ ΥΒΡΙΔΙΚΑ ΟΧΗΜΑΤΑ.

1.1 Μπαταρίες Πρόσφυσης

Μπαταρία πρόσφυσης είναι μπαταρία υψηλής ισχύος σχεδιασμένη να παρέχει προώθηση για την κίνηση οχημάτων, όπως ηλεκτρικά αυτοκίνητα ή μηχανές ρυμούλκησης. Μία σημαντική σχεδιαστική πρόκληση είναι η αναλογία ενέργειας προς βάρος (Power to Weight Ratio) αφού το όχημα θα πρέπει να μεταφέρει την μπαταρία.

Οι πιο κοινοί τύποι μπαταριών για ηλεκτρικά οχήματα είναι:

- Μπαταρίες Μολύβδου-Οξέως
- Νικελίου-Υδριδίου Μετάλλου και Νικελίου-Καδμίου
- Ιόντων-Λιθίου και Πολυμερές-Λιθίου

Άλλοι τύποι μπαταριών για ηλεκτρικά οχήματα είναι:

- Zebra (Το όχημα χρειάζεται ψύξη λόγω υψηλών θερμοκρασιών λειτουργίας της μπαταρίας)
- NiZn (Υψηλότερη τάση στοιχείου 1.6V, πολύ μικρή διάρκεια ζωής)
- Λιθίου Φωσφορικού Σιδήρου (Lithium Iron Phosphate)

1.1.1 Μπαταρίες Μολύβδου-Οξέως

Οι μπαταρίες μολύβδου-οξέως είναι ο πιο κοινός τύπος μπαταριών για χρήση σε ηλεκτρικά οχήματα.

Υπάρχουν δύο βασικοί κύκλοι φόρτισης μπαταριών Μολύβδου-Οξέως.

- Μπαταρίες εκκίνησης
- Μπαταρίες βαθέως κύκλου

Οι μπαταρίες εκκίνησης δεν είναι σχεδιασμένες για συχνές εκφορτίσεις αλλά μόνο για εκκίνηση του οχήματος. Λόγω των πολλών και λεπτών πλακών που διαθέτουν, μπορούν να δώσουν μεγαλύτερο ρεύμα κορυφής απ' ότι οι μπαταρίες βαθέως κύκλου. Οι πολλές και συχνές εκφορτίσεις που μπορεί να τύχουν στις μπαταρίες εκκίνησης έχουν ως αποτέλεσμα

την ολική καταστροφή των μπαταριών αυτών. Για το λόγο αυτό οι μπαταρίες εκκίνησης δεν είναι ιδανικές για χρήση σε ηλεκτρικά οχήματα.

Οι μπαταρίες βαθέως κύκλου είναι κατασκευασμένες ούτως ώστε να είναι λιγότερο επιρρεπείς στη φθορά που προκαλούν οι κύκλοι φόρτισης, γι' αυτό και είναι ιδανικές για εφαρμογές όπως φωτοβολταϊκά συστήματα, ηλεκτρικά οχήματα και UPS. Αυτές οι μπαταρίες έχουν ποίο χοντρές πλάκες οι οποίες δίνουν λιγότερο ρεύμα κορυφής αλλά μπορούν να αντέξουν συχνές εκφορτίσεις.

Το μεγαλύτερο πλεονέκτημα των μπαταριών Μολύβδου-Οξέως είναι ο σχετικά εύκολος προσδιορισμός της κατάστασης φόρτισης τους. Η απλή μέτρηση της σχετικής βαρύτητας του ηλεκτρολύτη με ένα πυκνόμετρο προσδιορίζει την κατάσταση φόρτισης της μπαταρίας. Όσο μικρότερη είναι η σχετική βαρύτητα του ηλεκτρολύτη τόσο λιγότερη ενέργεια είναι συσσωρευμένη στην μπαταρία.

Οι μπαταρίες Μολύβδου-Οξέως είναι αρκετά τοξικές και επιβλαβείς προς το περιβάλλον. Η υπερβολική φόρτιση των συγκεκριμένων μπαταριών προκαλεί απελευθέρωση Υδρογόνου και Οξυγόνου από τα στοιχεία τους καθώς διασπάται το νερό που βρίσκεται στους ηλεκτρολύτες κατά τη διάρκεια της ηλεκτρόλυσης. Ειδική βαλβίδα βοηθά στην απελευθέρωση αυτών των αερίων. Εάν όμως η συγκεκριμένη βαλβίδα δυσλειτουργήσει τότε τα αέρια αυτά μπορεί να προκαλέσουν έκρηξη.

1.1.2 Μπαταρίες Νικελίου-Υδριδίου Μετάλλου και Νικελίου-Καδμίου

Οι Μπαταρίες Νικελίου-Υδριδίου Μετάλλου και Νικελίου-Καδμίου είναι παραπλήσιες.

Τα πλεονεκτήματα τους είναι ότι διαθέτουν χαμηλό βάρος για συγκεκριμένη ποσότητα αποθηκευμένης ενέργειας, έχουν καλή αποδοτικότητα φόρτισης και μικρή εναλλαγή θερμοκρασιακής τάσης κατά την εκφόρτιση, έχουν μικρή εσωτερική αντίσταση και δεν υπάρχουν κρίσιμες καταστάσεις φόρτισης.

Το μειονέκτημα τους είναι ότι η τάση του κάθε στοιχείου είναι ποιο μικρή σε σύγκριση με άλλου τύπου μπαταρίες. Επίσης η ελάχιστη εναλλαγή στην τάση της μπαταρίας κατά τη διάρκεια εκφόρτισης καθιστά τον έλεγχο για την κατάσταση φόρτισης της μπαταρίας αρκετά δύσκολη.

Οι μπαταρίες Νικελίου-Καδμίου είναι ποιο τοξικές και ποιο δύσκολες στην κατασκευή και αυτό τις καθιστά ακριβότερες και πιο δυσεύρετες από τις Νικελίου-Υδριδίου Μετάλλου.

Οι μπαταρίες αυτού του τύπου μπορούν να φορτιστούν με διαφορετικούς ρυθμούς ανάλογα με την κατασκευή των στοιχείων της κάθε μπαταρίας. Ο ρυθμός φόρτισης μπορεί να μετρηθεί με βάση το ποσοστό του σταθερού ρεύματος που δίνεται στην μπαταρία σε μία συγκεκριμένη περίοδο φόρτισης.

Η μέθοδος φόρτισης των συγκεκριμένων μπαταριών είναι ελαφρώς διαφορετικός από τις μπαταρίες μολύβδου, ειδικότερα εάν χρησιμοποιείται ένας γρήγορος φορτιστής. Σε αυτή την περίπτωση χρειάζεται έξυπνη μέθοδος φόρτισης για να αποφευχθεί η υπερθέρμανση.

1.1.3 Μπαταρίες Ιόντων-Λιθίου και Πολυμερές-Λιθίου

Οι μπαταρίες Ιόντων-Λιθίου και Πολυμερές-Λιθίου είναι ευρέως διαδεδομένες σε ηλεκτρονικά όπως κινητά τηλέφωνα, φορητά συστήματα μουσικής και φορητούς υπολογιστές. Διαθέτουν από τις καλύτερες σχέσεις ενέργειας ανά βάρος, δεν έχουν φαινόμενο μνήμης και ο ρυθμός απώλειας ενέργειας όταν δεν χρησιμοποιούνται είναι πολύ μικρός. Ο ρυθμός ανάπτυξης αυτού του είδους μπαταριών είναι πολύ μεγάλος και στην αυτοκινητοβιομηχανία λόγω της υψηλής πυκνότητας ενέργειας που διαθέτουν. Ως τόσο η κακή χρήση και συντήρηση των μπαταριών αυτών μπορεί να προκαλέσει έκρηξη.

Το βασικότερο πλεονέκτημα των συγκεκριμένων μπαταριών είναι ότι μπορούν να κατασκευαστούν σε πολλά σχήματα και μεγέθη για να αξιοποιηθεί αποδοτικά ο χώρος ο οποίος διατίθεται στη συσκευή ή το όχημα το οποίο θα τοποθετηθούν. Επίσης έχουν λιγότερο βάρος σε

σύγκριση με αντίστοιχες μπαταρίες άλλων κατηγοριών. Ένα άλλο πλεονέκτημα των μπαταριών αυτών είναι η υψηλή τάση ανοικτού κυκλώματος που μπορεί να προσφέρει σε σύγκριση με άλλου τύπου μπαταρίες.

Τα μειονεκτήματα των μπαταριών αυτών είναι: το μεγαλύτερο κόστος τους σε σύγκριση με τις υπόλοιπες μπαταρίες, χρειάζονται ειδικά κυκλώματα παρακολούθησης της τάσης και του ρεύματος ούτως ώστε να μην υπερφορτωθούν. Οι φορτιστές των συγκεκριμένων μπαταριών είναι επίσης ακριβοί και περίπλοκοι στην κατασκευή γιατί η κάθε μπαταρία διαφορετικού σχήματος και μεγέθους απαιτεί το δικό της ξεχωριστό φορτιστή. Ένα επίσης μεγάλο μειονέκτημα είναι ότι οι μπαταρίες Ιόντων-Λιθίου και Πολυμερές-Λιθίου άσχετα με τη χρήση που τους έχει γίνει, παλαιώνουν με προβλεπόμενο ρυθμό κατά την πάροδο του χρόνου. Αυτό σημαίνει ότι η φόρτιση μίας παλαιότερης αλλά αχρησιμοποίητης μπαταρίας Ιόντων-Λιθίου και Πολυμερές-Λιθίου δεν θα διαρκέσει τόσο όσο μίας νεότερης και επίσης αχρησιμοποίητης μπαταρίας με τα ίδια χαρακτηριστικά.

Η μέση χωρητικότητα ενός στοιχείου Ιόντων-Λιθίου και Πολυμερές-Λιθίου είναι από 3.3V έως 4V, λόγω της υπερευαισθησίας των μπαταριών αυτών τα κυκλώματα προστασίας διακόπτουν τη φόρτιση της μπαταρίας αν αυτή υπερβεί τα 4.2V ή πέσει κάτω από τα 3V για να αποφευχθεί η καταστροφή της μπαταρίας.

Γενικά αυτές οι μπαταρίες έχουν αρκετά καλά χαρακτηριστικά αλλά ακόμα δεν θεωρούνται ασφαλείς για χρήση σε εφαρμογές όπως ηλεκτρικά ή υβριδικά αυτοκίνητα εκτός των εργαστηριακών δοκιμών.

Η μέθοδος φόρτισης των μπαταριών Ιόντων-Λιθίου και Πολυμερές-Λιθίου χωρίζεται σε τρία στάδια.

Στάδιο 1: Εφαρμογή ρεύματος φόρτισης μέχρι το όριο τάσης ανά στοιχείο

Στάδιο 2: Εφαρμογή μέγιστης τάσης ανά στοιχείο μέχρι το ρεύμα μειωθεί στο 0.03 της συνολικής χωρητικότητας.

Στάδιο 3: Εφαρμογή ρεύματος συντήρησης φόρτισης κάθε 500 ώρες.

Η φόρτιση συνήθως διαρκεί από τρεις έως πέντε ώρες και το συνηθισμένο ρεύμα φόρτισης είναι από 0.8C έως 1C. Όπου C η ενδεδειγμένη χωρητικότητα της μπαταρίας. Η φόρτιση πρέπει να σταματήσει όταν το ρεύμα φόρτισης πέσει κάτω από το 0.03C. Ρεύμα συντήρησης φόρτισης πρέπει να δίνεται όταν η τάση ανά στοιχείο πέσει κάτω από 4.05V. Η συνηθισμένη τάση φόρτισης ανά στοιχείο είναι από 4.15V έως 4.25V.



ΕΙΚΟΝΑ 3: ΜΠΑΤΑΡΙΑ ΛΙΘΙΟΥ ΕΙΔΙΚΑ ΣΧΕΔΙΑΣΜΕΝΗ ΓΙΑ ΧΡΗΣΗ ΣΕ ΥΒΡΙΔΙΚΟ ΟΧΗΜΑ.

1.2 Διαχείριση Μπαταριών

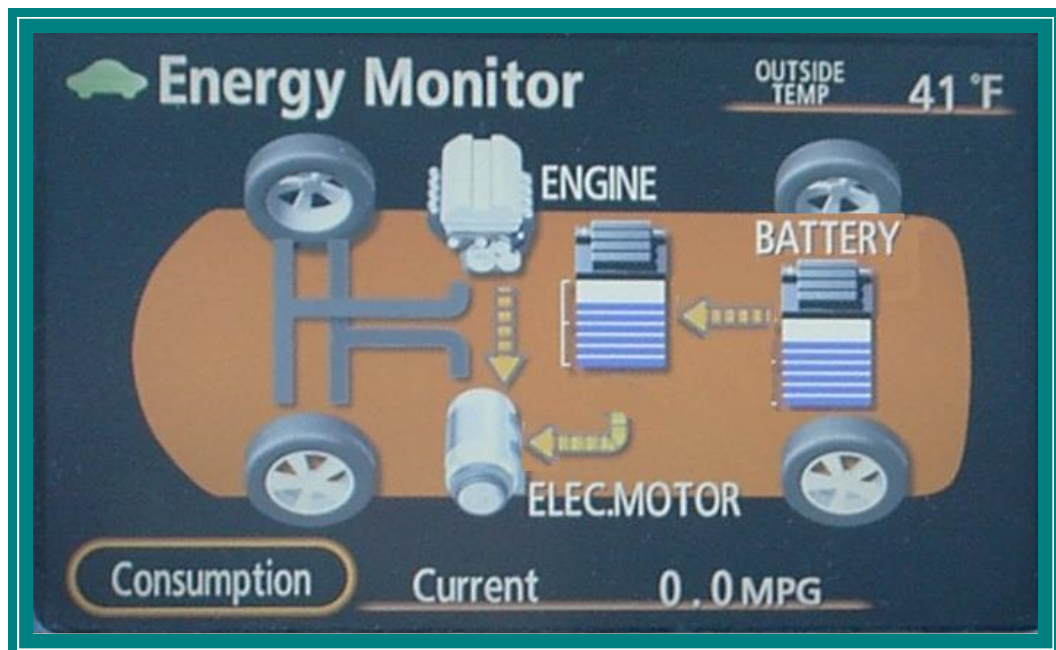
Με την τεχνολογία των μπαταριών να εξελίσσεται τόσο ραγδαία, ένας ιδιοκτήτης ηλεκτρικού ή υβριδικού οχήματος ίσως χρειαστεί να αντικαταστήσει τις μπαταρίες οι οποίες κινούν το όχημα του λόγω γήρανσης, βλάβης ή απόσυρσης της συγκεκριμένης παρτίδας. Η πιθανότητα να χρησιμοποιηθούν μπαταρίες νεότερης τεχνολογίας ή διαφορετικής χημείας η οποία θα προσφέρει περισσότερη ισχύ και μεγαλύτερη εμβέλεια στο όχημα είναι εμφανής. Με την αλλαγή αυτή προστίθεται το κόστος και η πολυπλοκότητα προσαρμογής του συστήματος φόρτισης για να είναι συμβατή με το καινούριο είδος μπαταριών το οποίο θα χρησιμοποιηθεί.

Εκτός του συστήματος φόρτισης πρέπει να αντικατασταθεί συγχρόνως και το σύστημα επίβλεψης της κατάστασης φόρτισης (state of charge) και κατάστασης υγείας (state of health). Το σύστημα αυτό είναι διαφορετικό για κάθε είδους μπαταρίας.

Υπάρχουν διάφοροι τρόποι επίβλεψης μπαταριών. Μία τεχνική είναι να επιβλέπονται τα στοιχεία της μπαταρίας ένα, ένα ξεχωριστά. Άλλη τεχνική είναι η επίβλεψη της μπαταρίας σαν σύνολο στοιχείων ή σαν μία αυτόνομη μονάδα. Η κάθε μέθοδος έχει τα δικά της πλεονεκτήματα και μειονεκτήματα. Η μέθοδος επίβλεψης του κάθε στοιχείου ξεχωριστά δίνει τη δυνατότητα αντικατάστασης ενός ελαττωματικού στοιχείου το οποίο μπορεί να επηρεάζει το σύνολο της μπαταρίας. Επίσης με τη μέθοδο αυτή τα υπόλοιπα στοιχεία «συμβιβάζονται» στην απώλεια ενός στοιχείου. Το μειονέκτημα αυτής της μεθόδου είναι η πολυπλοκότητα επικοινωνίας των στοιχείων με την κεντρική μονάδα, το κόστος κατασκευής και η ποσότητα των εξαρτημάτων τα οποία θα χρησιμοποιηθούν. Αντιθέτως το σύστημα το οποίο επιβλέπει την μπαταρία ως μονάδα είναι απλούστερο στην κατασκευή και φθηνότερο, αλλά ο χρήστης δεν έχει πλήρη εικόνα της κατάστασης της μπαταρίας.

Η ορθή φόρτιση και εκφόρτιση παρατείνει σημαντικά τη ζωή των μπαταριών με αποτέλεσμα την πιο αποδοτική χρήση τους. Το σύνολο των συστημάτων φόρτισης και επίβλεψης των μπαταριών ονομάζεται διαχείριση μπαταριών.

Συνεπώς ο γενικός στόχος αυτής της μελέτης είναι η μελέτη ενός συστήματος διαχείρισης μπαταριών το οποίο θα είναι προσαρμοζόμενο στις ανάγκες της εφαρμογής και των μπαταριών των οποίων θα χρησιμοποιηθούν. Το συγκεκριμένο σύστημα προορίζεται για χρήση σε ηλεκτρικά ή υβριδικά οχήματα, αλλά λόγω της προσαρμοστικότητας του μπορεί να χρησιμοποιηθεί και σε άλλου είδους εφαρμογές όπως ανανεώσιμες πηγές ενέργειας.

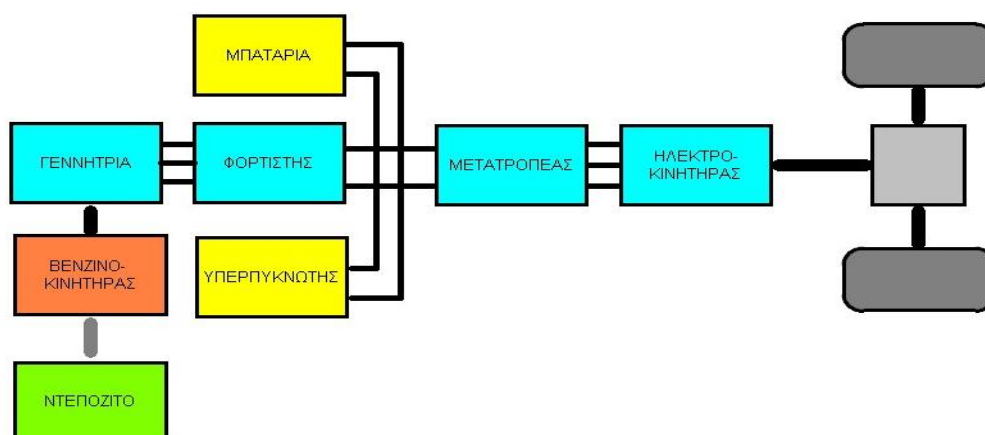


ΕΙΚΟΝΑ 4: ΓΡΑΦΙΚΗ ΠΕΡΙΓΡΑΦΗ ΧΡΗΣΗΣ ΜΠΑΤΑΡΙΩΝ ΚΑΙ ΚΙΝΗΤΗΡΩΝ ΥΒΡΙΔΙΚΟΥ ΟΧΗΜΑΤΟΣ

1.3 Υβριδικά Οχήματα

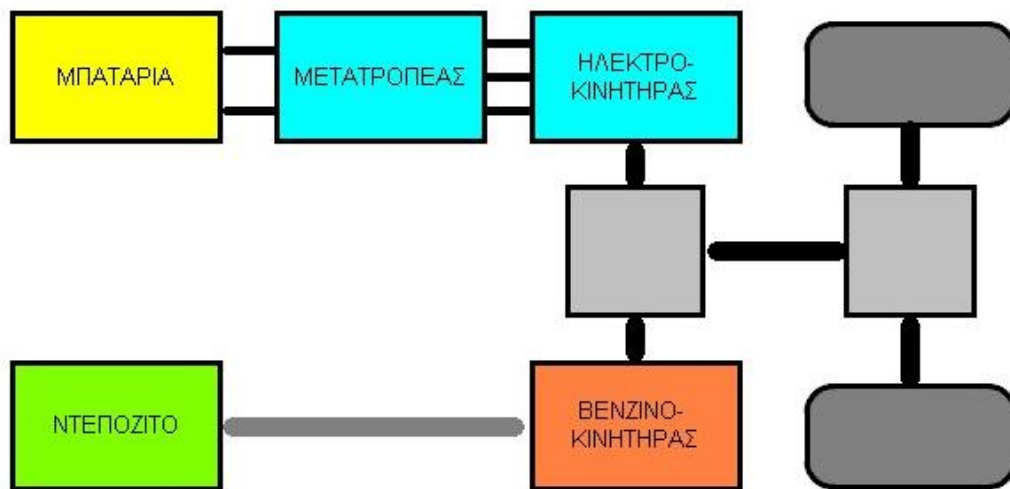
Η ιδέα των υβριδικών οχημάτων προήλθε από την ανάγκη δημιουργίας ενός οχήματος το οποίο να είναι οικονομικό και φιλικό προς το περιβάλλον, καθώς επίσης να έχει τις δυνατότητες ενός συμβατικού οχήματος χωρίς να περιορίζεται από τη μικρή αυτονομία του πλήρως ηλεκτρικού οχήματος. Η αρχική ιδέα ήταν να υπάρχει ένα μέσο παραγωγής ενέργειας που σε συνδυασμό με μπαταρίες θα προσέφερε την απαιτούμενη αυτονομία που στερούντο οι μπαταρίες από μόνες τους. Σαν σύστημα δεν θα ήταν πλέον ένα απλό ηλεκτρικό σύστημα με χρήση μπαταριών, αλλά ένα έξυπνο σύστημα προώθησης το οποίο χρησιμοποιεί τις μπαταρίες ως μέσο αποθήκευσης ενέργειας και όχι ως κύρια πηγή παροχής ενέργειας στο όχημα.

Υπάρχουν δύο βασικές κατηγορίες Υβριδικών οχημάτων. Στην πρώτη κατηγορία η μετάδοση κίνησης στους τροχούς του οχήματος γίνεται με την αποκλειστική χρήση ηλεκτροκινητήρων. Η χρήση βενζινοκινητήρα είναι απαραίτητη μόνο για την παραγωγή ηλεκτρικής ενέργειας. Η ενέργεια αυτή χρησιμοποιείται για φόρτιση των μπαταριών αλλά ταυτόχρονα και για κίνηση του οχήματος σε υψηλές ταχύτητες. Αυτό το σύστημα είναι γνωστό ως «Σειράς» και χρησιμοποιείται από την GENERAL MOTORS στο αυτοκίνητο VOLT.



ΕΙΚΟΝΑ 5: ΣΥΣΤΗΜΑ ΥΒΡΙΔΙΚΟΥ ΟΧΗΜΑΤΟΣ ΤΥΠΟΥ «ΣΕΙΡΑΣ». ΤΟ ΓΚΡΙΖΟ ΤΜΗΜΑ ΑΝΤΙΠΡΟΣΩΠΕΥΕΙ ΤΟ ΣΥΣΤΗΜΑ ΜΕΤΑΔΟΣΗΣ ΚΙΝΗΣΗΣ ΠΡΟΣ ΤΟΥΣ ΤΡΟΧΟΥΣ

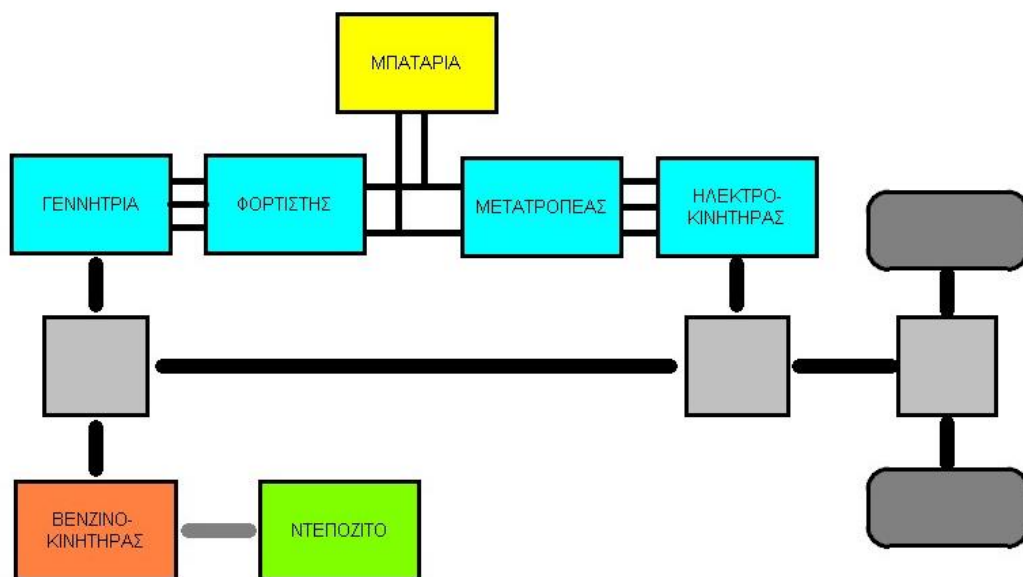
Η δεύτερη χρησιμοποιεί ένα είδος συμπλοκής του ηλεκτροκινητήρα και του βενζινοκινητήρα με το σύστημα μετάδοσης κίνησης στους τροχούς ανάλογα με τις απαιτήσεις του οχήματος τη συγκεκριμένη στιγμή. Επίσης ο βενζινοκινητήρας χρησιμοποιείται και ως μέσο παραγωγής ενέργειας για φόρτιση των μπαταριών όταν αυτές δεν βρίσκονται σε λειτουργία. Ένα τέτοιο σύστημα ονομάζεται «Παράλληλο» και περιγράφεται από το ακόλουθο διάγραμμα.



ΕΙΚΟΝΑ 6: «ΠΑΡΑΛΛΗΛΟ» ΣΥΣΤΗΜΑ ΥΒΡΙΔΙΚΟΥ ΟΧΗΜΑΤΟΣ. ΤΟ ΓΚΡΙΖΟ ΤΜΗΜΑ ΑΝΤΙΠΡΟΣΩΠΕΥΕΙ ΤΟ ΣΥΣΤΗΜΑ ΜΕΤΑΔΟΣΗΣ ΚΙΝΗΣΗΣ ΠΡΟΣ ΤΟΥΣ ΤΡΟΧΟΥΣ.

Οι πιο προηγμένες εφαρμογές σήμερα προέρχονται από τις ιαπωνικές εταιρείες TOYOTA και HONDA με τα αυτοκίνητα PRIUS και INSIGHT αντίστοιχα, οι οποίες χρησιμοποιούν ένα συνδυασμό των προαναφερθέντων συστημάτων. Το TOYOTA PRIUS διαθέτει το σύστημα HYBRID SYNERGY DRIVE το οποίο χρησιμοποιεί ένα βενζινοκινητήρα 1600 κυβικών και δύο ηλεκτροκινητήρες. Το σύστημα αυτό χρησιμοποιεί μία τεχνική η οποία εφαρμόζει πολλαπλούς συμπλέκτες οι οποίοι ελέγχονται ηλεκτρονικά. Ανάλογα με την ταχύτητα την οποία διατηρεί το όχημα, το ηλεκτρονικό σύστημα επιλέγει ποιο από τους τρεις κινητήρες θα χρησιμοποιήσει. Αρχικά, όταν το όχημα βρίσκεται σε ακινησία, το σύστημα χρησιμοποιεί τον πρώτο ηλεκτροκινητήρα ο οποίος είναι σχεδιασμένος να παρέχει υψηλή ροπή σε χαμηλές στροφές, έτσι προσφέρει καλή εκκίνηση

στο όχημα. Στη συνέχεια συμπλέκεται ο επόμενος ηλεκτροκινητήρας ο οποίος μπορεί να κινήσει το όχημα μέχρι 50 Χιλιόμετρα ανά ώρα εντός πόλεως. Καθώς ο οδηγός φρενάρει, το σύστημα επιστρέφει ενέργεια στις μπαταρίες μέσω των ηλεκτροκινητήρων. Επίσης ενέργεια επιστρέφεται όταν το όχημα κινείται σε κατηφόρα. Όταν το όχημα υπερβεί τη ταχύτητα των 50 χιλιομέτρων ανά ώρα τότε συμπλέκεται ο βενζινοκινητήρας. Καθώς ο βενζινοκινητήρας βρίσκεται σε χρήση, οι μπαταρίες επαναφορτίζονται λόγω του ότι ο ένας κινητήρας χρησιμοποιείται και ως γεννήτρια ηλεκτρικού ρεύματος. Όταν ο οδηγός θελήσει να προσπεράσει ένα προπορευόμενο όχημα, τότε συμπλέκεται ταυτόχρονα και ο ένας από τους δύο ηλεκτροκινητήρες ο οποίος προσφέρει μία επιπλέον ιπποδύναμη χωρίς να υπάρξει άσκοπη κατανάλωση βενζίνης. Το σύστημα αυτό είναι γνωστό ως «Σειράς-Παράλληλο».



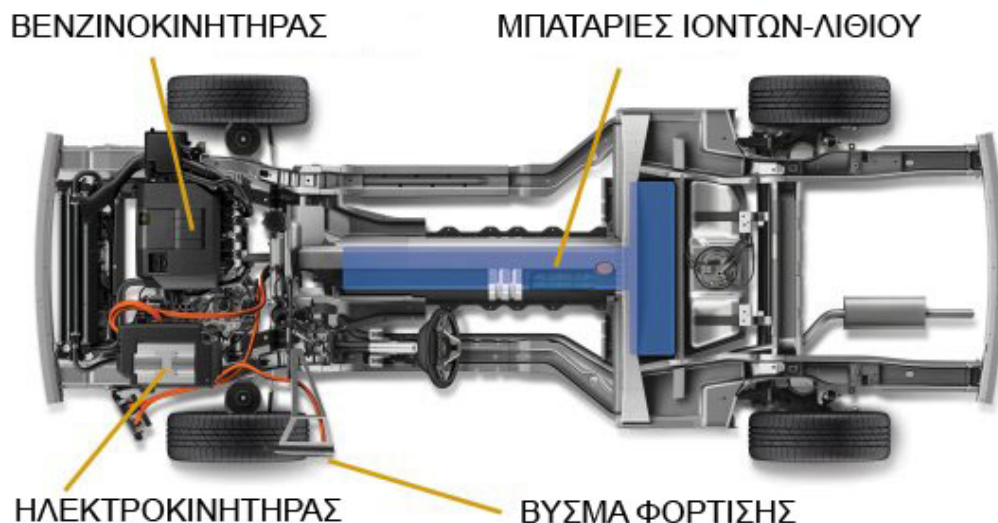
ΕΙΚΟΝΑ 7: ΣΥΣΤΗΜΑ ΥΒΡΙΔΙΚΟΥ ΟΧΗΜΑΤΟΣ «ΣΕΙΡΑΣ – ΠΑΡΑΛΛΗΛΟ». ΤΟ ΓΚΡΙΖΟ ΤΜΗΜΑ ΑΝΤΙΠΡΟΣΩΠΕΥΕΙ ΤΟ ΣΥΣΤΗΜΑ ΜΕΤΑΔΟΣΗΣ ΚΙΝΗΣΗΣ ΠΡΟΣ ΤΟΥΣ ΤΡΟΧΟΥΣ.

2. Το Σύστημα

2.1 Προτεινόμενο Σύστημα

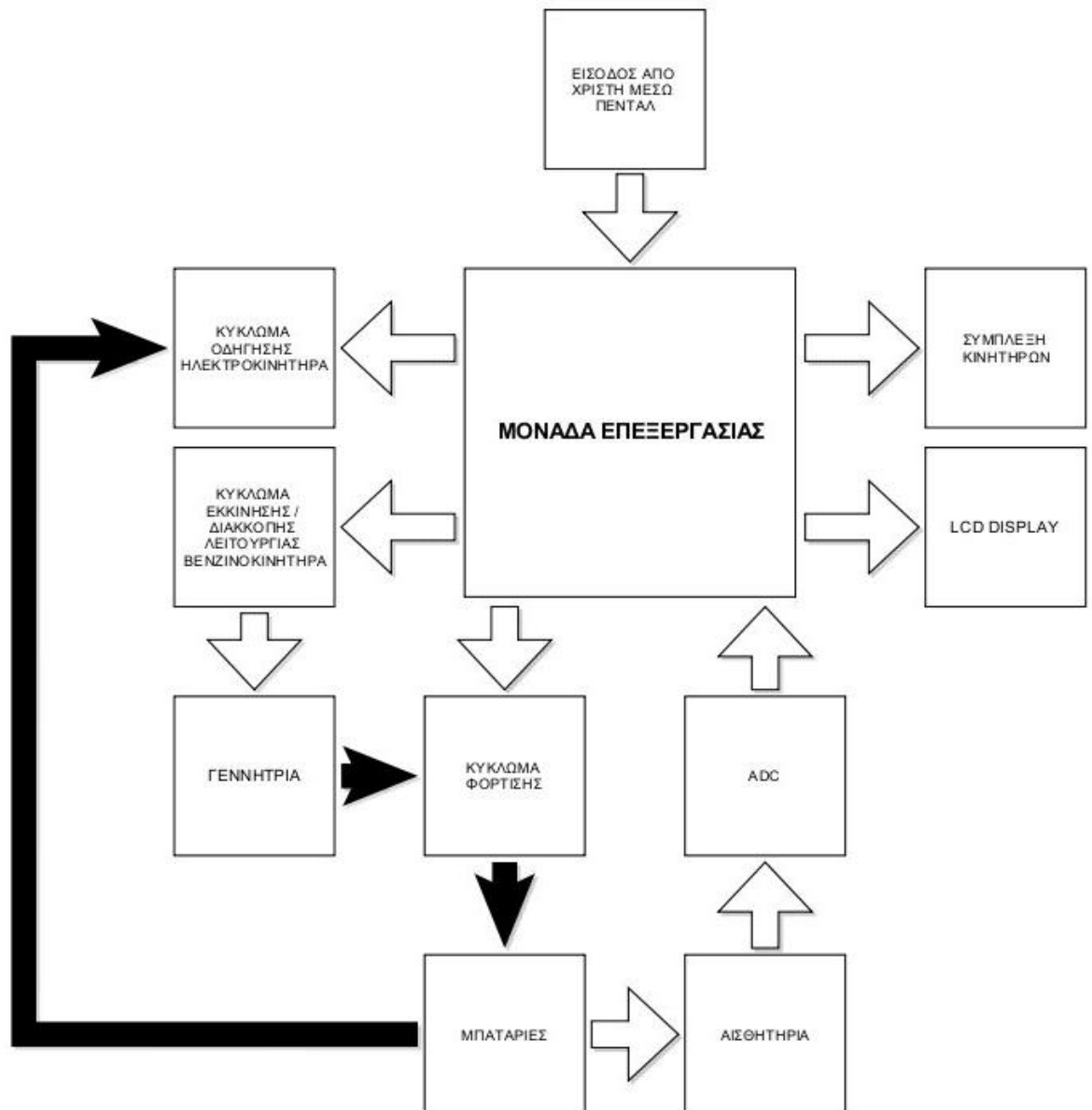
Το προτεινόμενο σύστημα έχει αρχικό σκοπό να εφαρμοστεί σε ένα συμβατικό όχημα το οποίο με τις απαραίτητες μετατροπές θα ακολουθήσει την τακτική υβριδικού αυτοκινήτου «Σειράς-Παράλληλου».

Το σύστημα αυτό αποτελείται από ένα μικροελεγκτή ο οποίος αναλαμβάνει το ρόλο της κεντρικής μονάδας επεξεργασίας και αλληλεπίδρασης του χρήστη με το όχημα, τη μονάδα φόρτισης των μπαταριών η οποία ελέγχεται από τον προαναφερθέν μικροελεγκτή, τις μπαταρίες, τον ηλεκτροκινητήρα, καθώς επίσης και το σύστημα μετατροπής συνεχούς ρεύματος σε τριφασικό (Τριφασικός Αντιστροφέας) για οδήγηση του ηλεκτροκινητήρα. Το σύστημα οδήγησης του ηλεκτροκινητήρα έχει και τον πρόσθετο ρόλο να ελέγχει την ταχύτητα του ηλεκτροκινητήρα.



ΕΙΚΟΝΑ 8: ΕΝΑ ΠΑΡΑΔΕΙΓΜΑ ΣΥΣΤΗΜΑΤΟΣ ΥΒΡΙΔΙΚΟΥ ΟΧΗΜΑΤΟΣ.

Το ακόλουθο διάγραμμα περιγράφει τη βασική αρχή λειτουργίας ενός συστήματος υβριδικού οχήματος. Φαίνεται καθαρά ότι η μονάδα επεξεργασίας έχει ως κύριο ρόλο το συντονισμό των περιφερειακών μονάδων όπως για παράδειγμα το φορτιστή, τον τριφασικό αντιστροφέα, τη γεννήτρια παραγωγής ενέργειας και του συστήματος συμπλοκής κινητήρων.



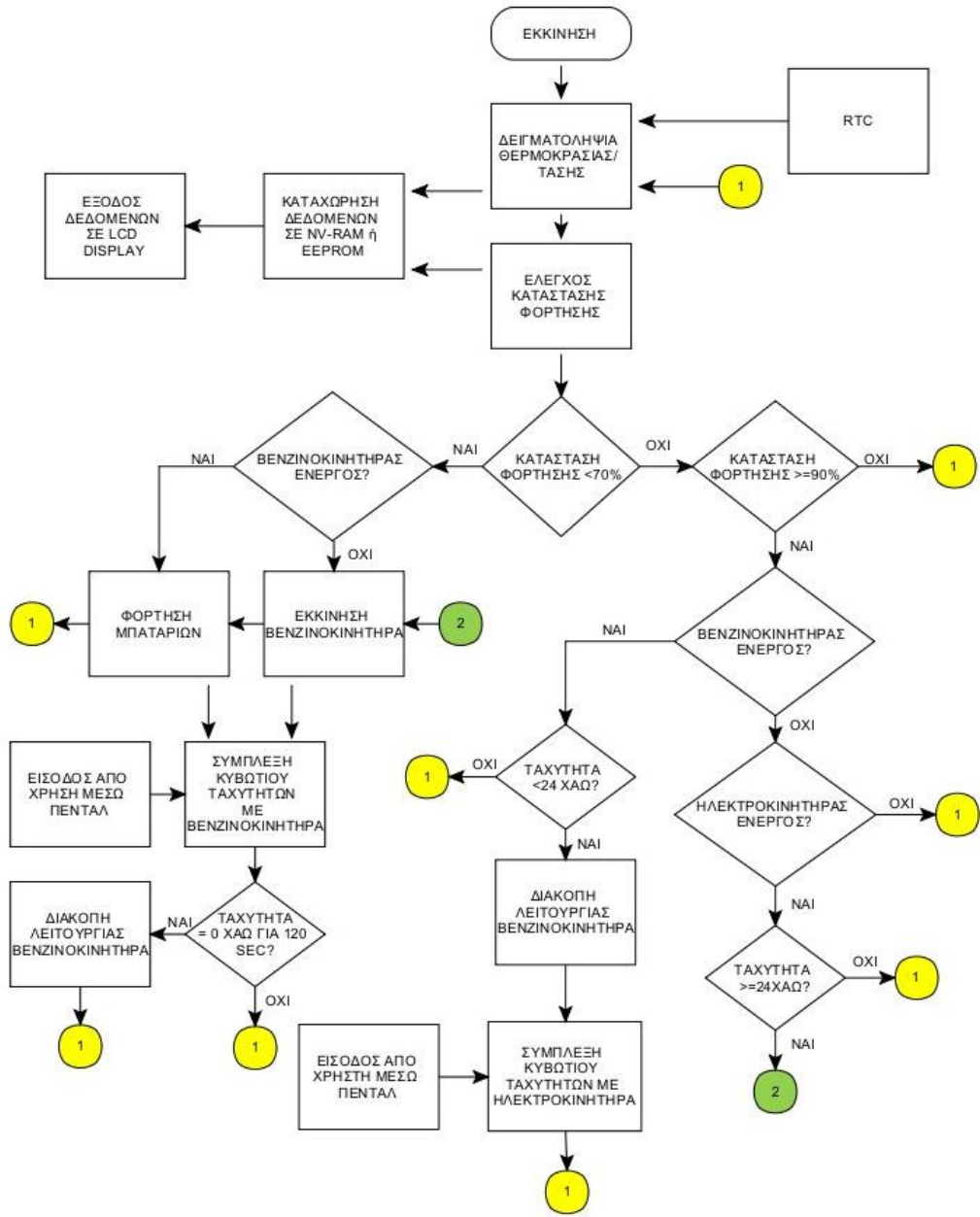
ΕΙΚΟΝΑ 9: ΔΙΑΓΡΑΜΜΑ ΠΕΡΙΓΡΑΦΗΣ ΒΑΣΙΚΗΣ ΑΡΧΗΣ ΣΥΣΤΗΜΑΤΟΣ ΥΒΡΙΔΙΚΟΥ ΟΧΗΜΑΤΟΣ.

2.1.1 Κεντρική Μονάδα Επεξεργασίας

Κύριος ρόλος της κεντρικής μονάδας επεξεργασίας είναι να ελέγχει τα πάντα που αφορούν το όχημα. Μέσω αισθητηρίων παίρνει μετρήσεις για την τάση και τη χωρητικότητα των μπαταριών, το ρεύμα το οποίο καταναλώνεται από το όχημα, το ρεύμα το οποίο θα δίνεται από τη γεννήτρια, η διανομή της ισχύος ανάλογα με τις απαιτήσεις του οχήματος, καθώς επίσης παίρνει την κατάλληλη απόφαση συμπλοκής κινητήρα και τρόπου φόρτισης των μπαταριών. Ο χρήστης έχει τη δυνατότητα ελέγχου και αλλαγής του σχεδίου φόρτισης των μπαταριών ανάλογα με το είδος μπαταρίας το οποίο θα φορτιστεί. Η όλη διαδικασία γίνεται με τη χρήση ενός μενού το οποίο καθοδηγεί το χρήστη για να πάρει τις κατάλληλες αποφάσεις. Για λόγους αποφυγής λαθών και πιθανών ατυχημάτων, το σύστημα ελέγχου και φόρτισης των μπαταριών είναι προσβάσιμο μόνο με επέμβαση στον κώδικα της μονάδας επεξεργασίας.

Άλλος ένας ρόλος της κεντρικής μονάδας επεξεργασίας είναι ο έλεγχος εκκίνησης ή διακοπής λειτουργίας του βενζινοκινητήρα. Για λόγους οικονομίας αλλά και μείωσης των ρύπων, ο βενζινοκινητήρας δουλεύει μόνο όταν του ζητηθεί. Δηλαδή θα ενεργοποιείται όταν το όχημα θα χρειαστεί να κινηθεί με μία ταχύτητα μεγαλύτερη των 24 Χιλιομέτρων ανά ώρα ή όταν η μπαταρία δεν διαθέτει αρκετή φόρτιση για να κινήσει το όχημα χρησιμοποιώντας τον ηλεκτροκινητήρα.

Η ταχύτητα του ηλεκτροκινητήρα θα ελέγχεται επίσης από την κεντρική μονάδα επεξεργασίας. Μία μεταβλητή αντίσταση ισχύος έχει το ρόλο του πεντάλ καυσίμου. Όταν ο χρήστης πατήσει το πεντάλ καυσίμου τότε ένα αισθητήριο «διαβάζει» τη συγκεκριμένη τιμή της αντίστασης και τη μετατρέπει σε ψηφιακή λέξη με τη χρήση αναλογικού σε ψηφιακό μετατροπέα. Στη συνέχεια αυτή η λέξη αποστέλλεται σε ένα δευτερεύων μικροελεγκτή ο οποίος μεταφράζει για ακόμα μία φορά τη ψηφιακή λέξη σε συχνότητα. Η συχνότητα αυτή οδηγεί τον ηλεκτροκινητήρα. Όσο μεγαλύτερη η συχνότητα τόσο μεγαλύτερη και η ταχύτητα του ηλεκτροκινητήρα. Μία γενική ιδέα δίνει το ακόλουθο διάγραμμα ροής.



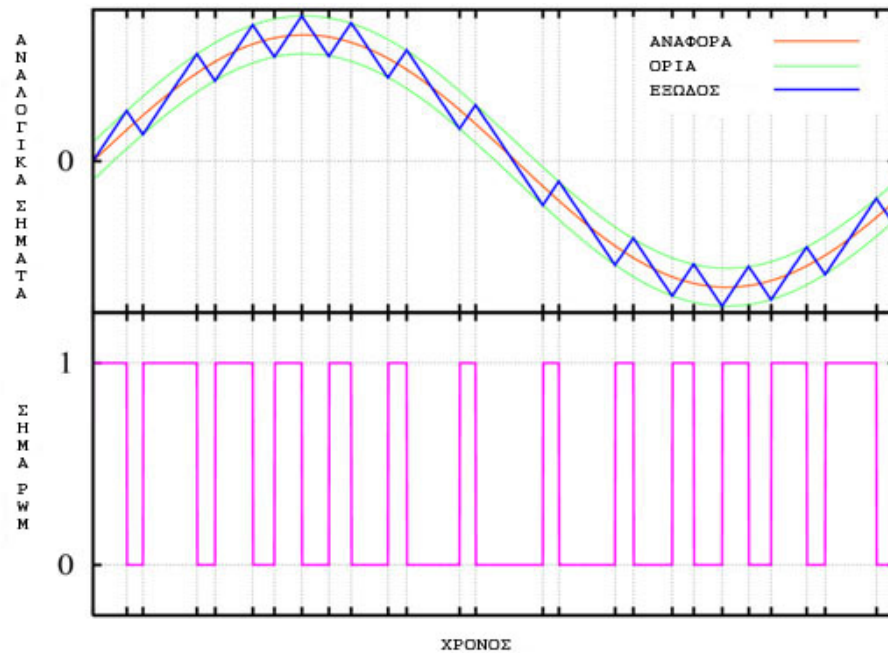
ΕΙΚΟΝΑ 10: ΔΕΙΓΜΑ ΔΙΑΓΡΑΜΜΑΤΟΣ ΡΟΗΣ ΚΕΝΤΡΙΚΗΣ ΜΟΝΑΔΑΣ ΕΠΕΞΕΡΓΑΣΙΑΣ.

2.2.2 Κινητήρες και Τριφασικός Αντιστροφέας

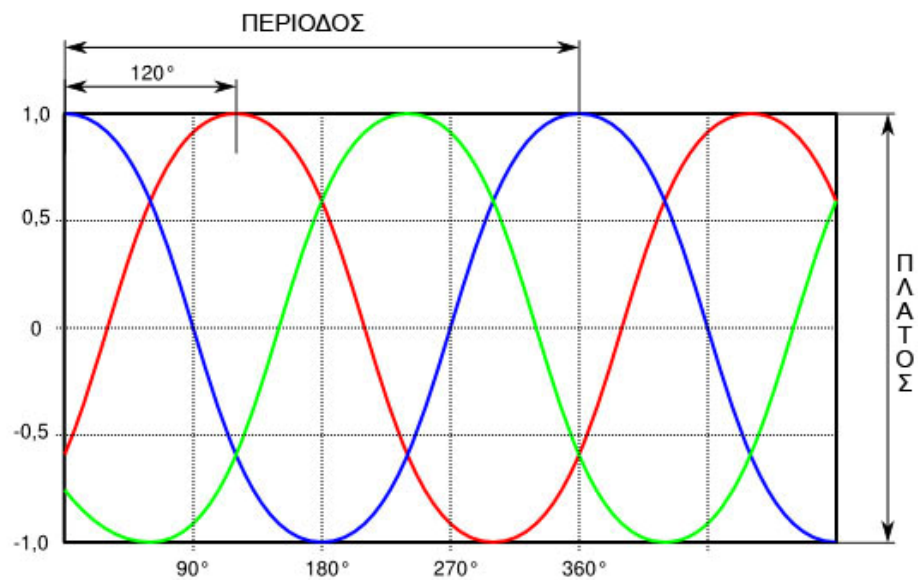
Υπάρχουν πολλές επιλογές κινητήρων για χρήση σε τέτοιου είδους οχήματα. Τα πιο κοινά είδη κινητήρων είναι οι συνεχούς ρεύματος, εναλλασσόμενου ρεύματος και τριφασικού ρεύματος. Ανάλογα με την εφαρμογή στην οποία θα χρησιμοποιηθούν, θα χρειαστούν και την ανάλογη μέθοδο ελέγχου. Οι κινητήρες εναλλασσόμενου ρεύματος είναι οι πιο κοινοί και φθινοί του εμπορίου αλλά δεν προσφέρουν αρκετή ισχύ για να κινήσουν ικανοποιητικά ένα αυτοκίνητο. Οι κινητήρες οι οποίοι διαθέτουν την ισχύ αυτή είναι υπερβολικά ογκώδης και έτσι υπάρχει λιγότερος χώρος για τοποθέτηση των μπαταριών. Οι κινητήρες συνεχούς ρεύματος διαθέτουν ιδανικά χαρακτηριστικά για χρήση σε ηλεκτρικά ή υβριδικά οχήματα. Είναι μικροί σε όγκο, διαθέτουν αρκετή ισχύ και είναι σχετικά πιο εύκολος ο χειρισμός τους. Επίσης μπορεί να τοποθετηθεί ένας κινητήρας ανά τροχή, έτσι το όχημα έχει καλύτερη επαφή με το δρόμο προσφέροντας περισσότερο χώρο για τοποθέτηση μπαταριών. Τα μειονεκτήματα των συγκεκριμένων κινητήρων είναι το κόστος τους, η δυσκολία εύρεσης τους, είναι θορυβώδης και δημιουργούν αρκετούς κραδασμούς κατά τη εκκίνηση. Οι Τριφασικοί κινητήρες διαθέτουν αρκετή ισχύ για το μέγεθος τους, είναι σχετικά αθόρυβοι και έχουν πολύ ομαλή εκκίνηση. Επίσης έχουν σχετικά μικρό κόστος και είναι εύκολο να βρεθούν. Το μειονέκτημα τους είναι ότι χρειάζονται περίπλοκα συστήματα ελέγχου.

Ο ρόλος του τριφασικού αντιστροφέα είναι ουσιαστικά ο έλεγχος του τριφασικού κινητήρα. Το σύστημα αυτό δουλεύει με τη μέθοδο διαμόρφωσης παλμών (PWM). Αυτή η μέθοδος εκμεταλλεύεται το χρόνο τον οποίο μία πηγή συνεχούς τάσης είναι πλήρως ενεργή (Full On) ή πλήρως ανενεργή (Full Off). Με άλλα λόγια, εάν ρυθμίζουμε το χρόνο τον οποίο ένας τετραγωνικός παλμός παραμένει στο 100% της τελικής του τιμής, καθώς επίσης και το χρόνο τον οποίο παραμένει στο μηδέν, τότε μπορούμε να μετατρέψουμε μία πηγή συνεχούς ρεύματος σε εναλλασσόμενο. Εάν αυτή η διαδικασία επαναληφθεί τρεις φορές με τέτοια συχνότητα την οποία θα μας παρείχε τρία εναλλασσόμενα σήματα με

διαφορά φάσης 120 μοίρες, τότε έχουμε μία πηγή τριφασικού ρεύματος. Με τον έλεγχο της συχνότητας με την οποία διαμορφώνεται ο παλμός μπορούμε να ελέγξουμε το πλάτος του εναλλασσόμενου σήματος, άρα και την ταχύτητα του τριφασικού κινητήρα.



ΕΙΚΟΝΑ 11: ΠΕΡΙΓΡΑΦΗ ΜΕΤΑΤΡΟΠΗΣ ΕΝΟΣ ΣΗΜΑΤΟΣ ΡWΜ ΣΕ ΗΜΙΤΟΝΟΕΙΔΕΣ ΑΝΑΛΟΓΙΚΟ ΣΗΜΑ.

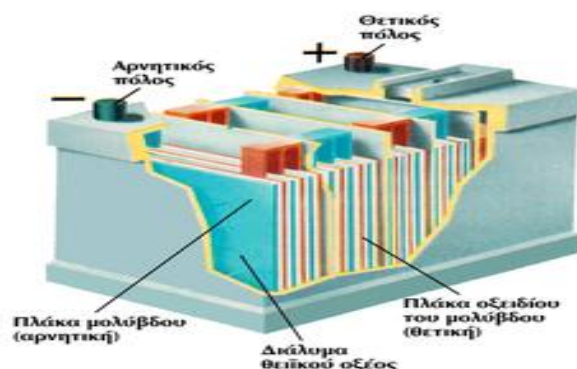


ΕΙΚΟΝΑ 12: ΤΡΙΦΑΣΙΚΟ ΣΗΜΑ. ΤΟ ΚΑΘΕ ΧΡΩΜΑ ΑΝΤΙΠΡΟΣΩΠΕΥΕΙ ΚΑΙ ΜΙΑ ΦΑΣΗ.

2.2.3 Μπαταρίες, Φορτιστής και Μέθοδος Φόρτισης

Η μπαταρία Μολύβδου-Οξέως είναι κατασκευασμένη από πλάκες μολύβδου και οξειδίου του μολύβδου καθώς επίσης και ένα διάλυμα νερού και θειικού οξέως το οποίο ονομάζεται ηλεκτρολύτης. Ο ηλεκτρολύτης σε συνδυασμό με τις πλάκες, είναι υπεύθυνα για την ηλεκτροχημική αντίδραση η οποία παράγει ηλεκτρικό ρεύμα. Η κατάσταση φόρτισης της μπαταρίας ελέγχεται με τη χρήση πυκνόμετρου το οποίο τοποθετείται μέσα στον ηλεκτρολύτη. Όσο μεγαλύτερη είναι η ένδειξη του πυκνόμετρου (το οποίο δίνει τη σχετική βαρύτητα του ηλεκτρολύτη) τόσο μεγαλύτερη είναι και η φόρτιση της μπαταρίας.

Υπάρχουν δύο βασικοί τύποι μπαταριών μολύβδου-οξέως, οι μπαταρίες εκκίνησης και οι μπαταρίες βαθιάς εκφόρτισης. Οι μπαταρίες εκκίνησης είναι σχεδιασμένες να προσφέρουν άμεσα ενέργεια εκεί που χρειάζεται, γι' αυτό και έχουν περισσότερες πλάκες από τις μπαταρίες βαθιάς εκφόρτισης. Επίσης οι πλάκες είναι ελαφρώς λεπτότερες και με διαφορετική σύνθεση υλικών. Οι μπαταρίες βαθιάς εκφόρτισης είναι σχεδιασμένες να έχουν αντοχή αλλά δεν μπορούν να προφέρουν άμεσα ενέργεια μεγάλης ισχύος. Οι πλάκες των συγκεκριμένων μπαταριών είναι ποιο χοντρές και μπορούν να αντεπεξέλθουν σε ένα αρκετά μεγάλο αριθμό κύκλων εκφόρτισης. Οι μπαταρίες εκκίνησης δεν μπορούν να χρησιμοποιηθούν για σκοπούς τους οποίους χρειάζονται μπαταρίες βαθιάς εκφόρτισης. Οι μπαταρίες διπλής χρήσης είναι βασικά ένας συμβιβασμός μεταξύ των δύο τύπων μπαταρίας.



ΕΙΚΟΝΑ 13: ΠΕΡΙΓΡΑΦΗ ΜΙΑΣ ΜΠΑΤΑΡΙΑΣ ΜΟΛΥΒΔΟΥ ΟΞΕΩΣ

Μερικά είδη μπαταριών μολύβδου-οξέως είναι οι υγρού τύπου (wet-cell), οι τύπου ζελέ (gel-cell) και οι Absorbed Glass Mat (AGM). Μπαταρίες υγρού τύπου χωρίζονται σε ελεγχόμενες και μη ελεγχόμενες. Στις ελεγχόμενες μπορεί να προστεθεί νερό ενώ στις μη ελεγχόμενες όχι. Στις τύπου ζελέ ο ηλεκτρολύτης είναι σε μορφή ζελέ για να μη χύνεται. Οι μπαταρίες AGM και ζελέ είναι εξειδικευμένες μπαταρίες και στοιχίζουν σχεδόν το διπλάσιο από μία υγρού τύπου. Ωστόσο είναι ανθεκτικότερες και μπορούν να αποθηκεύσουν περισσότερη ενέργεια από μία υγρού τύπου.

Η κατασκευή των μπαταριών AGM επιτρέπει στον ηλεκτρολύτη να βρίσκεται σε μικρή απόσταση από το ενεργό μέταλλο των πλακών. Με αυτό τον τρόπο αυξάνεται η αποδοτικότητα φόρτισης και εκφόρτισης της μπαταρίας. Αυτές οι μπαταρίες εάν φορτίζονται πριν η φόρτιση τους πέσει κάτω από το 50% τότε μπορούν να έχουν μεγάλη διάρκεια ζωής, ωστόσο μπορούν να εκφορτιστούν κατά το 100% και να επαναφορτιστούν πλήρως για περισσότερο από 300 κύκλους φόρτισης χωρίς ιδιαίτερες απώλειες.

Η συντήρηση των μπαταριών είναι πολύ σημαντική. Η μπαταρία και οι συνδέσεις πρέπει να διατηρούνται καθαρές, το υγρό να ελέγχεται συχνά και να χρησιμοποιείται αποσταγμένο νερό. Επίσης η τάση και η σχετική βαρύτητα των μπαταριών πρέπει να ελέγχονται συχνά, με βολτόμετρο και πυκνόμετρο αντίστοιχα.

Κατάσταση Φόρτισης	Σχετική Βαρύτητα Ηλεκτρολύτη	Τάση
100%	1.265	12.7V
75%	1.225	12.4V
50%	1.190	12.2V
25%	1.155	12.0V
Εκφορτισμένη	1.120	11.9V

ΠΙΝΑΚΑΣ 1: ΔΙΝΕΙ ΤΗ ΣΧΕΤΙΚΗ ΒΑΡΥΤΗΤΑ ΤΟΥ ΗΛΕΚΤΡΟΛΥΤΗ ΚΑΙ ΤΗΝ ΤΑΣΗ, ΣΕ ΣΧΕΣΗ ΜΕ ΤΗΝ ΚΑΤΑΣΤΑΣΗ ΦΟΡΤΙΣΗΣ ΜΙΑΣ ΜΠΑΤΑΡΙΑΣ 12V.

Όταν η φόρτιση πέσει κάτω από το 75% τότε αρχίζει μία διαδικασία η οποία ονομάζεται θείωση. Η θείωση σκληραίνει τις πλάκες και στη συνέχεια μειώνει την ικανότητα της μπαταρίας να παράγει τάση και ρεύμα με αποτέλεσμα να καταστραφεί.

Η θερμοκρασία λειτουργίας της μπαταρίας παίζει επίσης μεγάλο ρόλο στη συντήρησή της. Οι πλάκες διαβρώνονται με μεγαλύτερο ρυθμό εάν η θερμοκρασία λειτουργίας της μπαταρίας είναι μεγαλύτερη από τη συνηθισμένη. Αυτού του είδους διάβρωση είναι ανεξάρτητη του ρεύματος φόρτισης της μπαταρίας.

Μία μέθοδος φόρτισης των μπαταριών Μολύβδου-Οξέως είναι η φόρτιση τους με χρήση σταθερής τάσης. Αυτή η μέθοδος επιτρέπει στην μπαταρία να καθορίσει από μόνη της το ρεύμα το οποίο θα χρειαστεί ανά πάσα στιγμή στον κύκλο φόρτισης της. Ωστόσο η τάση πρέπει να προσαρμοστεί με τέτοιο τρόπο ούτως ώστε το ρεύμα το οποίο διαρρέει την μπαταρία είναι ελαφρώς μεγαλύτερο του ρυθμού της αυτοεκφόρτισης.

Ο χρόνος επαναφόρτισης της μπαταρίας είναι σημαντικός στο συνολικό χρόνο ζωής της μπαταρίας. Όσο περισσότερος χρόνος δίνεται σε μία μπαταρία να επαναφορτιστεί, τόσο μεγαλύτερος είναι και ο αναμενόμενος χρόνος ζωής της μπαταρίας.

Μία μπαταρία θεωρείται πλήρως επαναφορτισμένη όταν το 105% - 110% των συνολικών Αμπερωρίων επιστραφεί στην μπαταρία. Εάν ο χρόνος επαναφόρτισης είναι λιγότερος από τον κανονικό τότε το αναμενόμενο ρεύμα φόρτισης θα πρέπει να είναι μεγαλύτερο. Η αύξηση αυτή μπορεί να επιτευχθεί μόνο με την ταυτόχρονη αύξηση της τάσης φόρτισης. Αυτό όμως οδηγεί σε μεγαλύτερο ρυθμό υπερφόρτισης της μπαταρίας συνεπώς μειώνοντας το συνολικό χρόνο ζωής της.

Για χρήση σε οχήματα ο χρόνος φόρτισης είναι περιορισμένος. Η μπαταρία πρέπει να φορτιστεί εν κινήσει στην περίπτωση των υβριδικών οχημάτων. Γι' αυτό το λόγο η τεχνική φόρτισης των μπαταριών υβριδικών οχημάτων είναι να παραχωρείται περισσότερο ρεύμα φόρτισης στις μπαταρίες. Για τα ηλεκτρικά οχήματα δεν είναι τόσο μεγάλο το πρόβλημα

λόγω του ότι αφήνεται αρκετός χρόνος φόρτισης των μπαταριών κατά τη διάρκεια της νύκτας.

Η φόρτιση της μπαταρίας είναι θέμα επανατοποθέτησης της ενέργειας η οποία καταναλώθηκε κατά τη διάρκεια της εκφόρτισης. Φόρτιση μπορεί να επιτευχθεί με διάφορες μεθόδους. Λόγω του ότι η διαδικασία είναι κάπως ανεπαρκής, είναι απαραίτητη η επιστροφή ενέργειας που υπερβαίνει το 100% της ενέργειας που καταναλώθηκε. Το ποσοστό ενέργειας το οποίο είναι απαραίτητο για την επαναφόρτιση της μπαταρίας εξαρτάται από το πόσο βαθιά εκφορτίστηκε η μπαταρία, τη μέθοδο φόρτισης της, το χρόνο επαναφόρτισης της αλλά και τη θερμοκρασία της μπαταρίας. Η υπερφόρτιση η οποία χρειάζεται σε μία μπαταρία Μολύβδου-Οξέως είναι συσχετισμένη με την παραγωγή αερίων και τη διάβρωση των πλακών. Η συνηθισμένη μέθοδος φόρτισης των μπαταριών αυτών είναι η μέθοδος σταθερής τάσης, ωστόσο υπάρχει και η μέθοδος σταθερού ρεύματος. Η κάθε μέθοδος έχει τα δικά της πλεονεκτήματα και μειονεκτήματα.

Για να επιτευχθεί μέγιστη διάρκεια ζωής μίας μπαταρίας Μολύβδου-Οξέως πρέπει η μέθοδος με την οποία θα φορτίζεται η μπαταρία να προσαρμοστεί και να βελτιστοποιηθεί ανάλογα με την εφαρμογή την οποία θα χρησιμοποιηθεί. Ενώ υπάρχουν αρκετοί αποτελεσματικοί μέθοδοι φόρτισης μίας μπαταρίας, μία πλήρης επαναφόρτιση θα πρέπει να δώσει πίσω στην μπαταρία από 5% έως 10% περισσότερη ενέργεια από αυτή την οποία καταναλώθηκε. Δηλαδή, για κάθε 1Ah το οποίο καταναλώθηκε, πρέπει να επιστρέφεται από 1.05Ah έως 1.10Ah.

Σε μία εφαρμογή όπως χρήση σε οχήματα, η υποφόρτιση είναι πιο πιθανή από την υπερφόρτιση, γι' αυτό το λόγο η μπαταρία ίσως καταστραφεί πρόωρα. Το γεγονός αυτό κάνει το ζήτημα ορθής φόρτισης των μπαταριών πρωτεύων.

Σε όλες τις μεθόδους φόρτισης, είναι προτιμότερο να χρησιμοποιηθεί και ένας έλεγχος θερμοκρασίας μικρής απόκλισης με κεντρική θερμοκρασία τους 25 βαθμούς Κελσίου.

Η μέθοδος Συνεχούς Τάσης είναι μία από τις αποδοτικότερες μεθόδους επαναφόρτισης μπαταριών Μολύβδου-Οξέως. Φόρτιση συνεχούς τάσης σημαίνει ότι η τάση εξόδου του φορτιστή παραμένει ομοιόμορφη καθ' όλη τη διάρκεια της φόρτισης, ανεξαιρέτως της κατάστασης φόρτισης της μπαταρίας. Το ρεύμα φόρτισης μεταβάλλεται ανάλογα με τη διαφορά μεταξύ της τάσης εξόδου του φορτιστή και της τάσης της μπαταρίας. Οι μπαταρίες Μολύβδου-Οξέως 12V μπορούν να φορτιστούν από 13.6V έως 15V ανά μπαταρία στους 25 βαθμούς Κελσίου.

Ο χρόνος φόρτισης είναι ανάλογος με την κατάσταση φόρτισης της μπαταρίας, την τάση φόρτισης της μπαταρίας καθώς επίσης και τον περιορισμό ρεύματος τον οποίο θα έχει ο φορτιστής. Δηλαδή εάν χρησιμοποιήσουμε τάση στα 14V και περιορισμό ρεύματος στο 1C για να φορτίσουμε μία μπαταρία που η κατάσταση φόρτισης της είναι στο 50%, τότε θα χρειαστεί περισσότερο χρόνο να φορτιστεί απ' ότι αν χρησιμοποιήσουμε 15V τάση και περιορισμό ρεύματος στα 2C (όπου C εννοούμε τη χωρητικότητα της μπαταρίας).

Η μέθοδος φόρτισης σταθερού ρεύματος είναι άλλος ένας αποτελεσματικός τρόπος να φορτίσει κάποιος μία μπαταρία Μολύβδου-Οξέως. Η μέθοδος αυτή επιτυγχάνεται με την εφαρμογή μίας σταθερής πηγής ρεύματος. Είναι εξαιρετικά αποτελεσματική στη φόρτιση μπαταριών οι οποίες είναι συνδεδεμένες σε σειρά, αφού τείνει να απαλείφει τις αστάθειες φόρτισης της μπαταρίας. Αυτή η μέθοδος ολοκληρώνει γρηγορότερα τη φόρτιση της μπαταρίας αλλά χρειάζεται προσεκτικός έλεγχος κατά τη χρήση της. Σε αντίθεση με τη μέθοδο σταθερής τάσης, η οποία επιτρέπει στην ίδια την μπαταρία να ελέγχει το ρεύμα φόρτισης της, η μέθοδος σταθερού ρεύματος συνεχίζει να στέλνει ρεύμα φόρτισης ανεξαιρέτως της κατάστασης φόρτισης της μπαταρίας. Γι' αυτό το λόγο χρειάζεται να καθοριστούν όρια στη μέθοδο αυτή. Το μέγιστο ρεύμα φόρτισης δεν πρέπει να ξεπερνά το 0.2C.

Σε κάποιες περιπτώσεις μπορεί να χρησιμοποιηθεί ο συνδυασμός των δύο προηγούμενων μεθόδων. Αυτό οδηγεί σε μία σημαντική μείωση του χρόνου φόρτισης χωρίς να αυξάνει τη πιθανότητα καταστροφής των

μπαταριών. Αρχικά ο φορτιστής ενεργεί ως φορτιστής σταθερού ρεύματος επιστρέφοντας σχετικά γρήγορα ένα μεγάλο μέρος της ενέργειας που καταναλώθηκε. Ο φορτιστής συνεχίζει να βρίσκεται στην κατάσταση σταθερού ρεύματος μέχρι η τάση της μπαταρίας βρίσκεται στο μέγιστο. Τότε ο φορτιστής αλλάζει κατάσταση και ακολουθεί τη μέθοδο της σταθερής τάσης για να προσθέσει το υπόλοιπο 10% της ενέργειας που καταναλώθηκε.

Στη δική μας περίπτωση θα χρησιμοποιήσουμε ως τάση φόρτισης τα 13.8V και περιορισμό ρεύματος στα 0.1C. Επίσης η φόρτιση θα ξεκινάει μόνο όταν το δυναμό του οχήματος θα μπορεί να προσφέρει περισσότερη ενέργεια από αυτή την οποία χρειάζονται όλα τα ηλεκτρικά μέρη του οχήματος να δουλέψουν.

Με αυτή την τεχνική θα έχουμε γρήγορη επαναφόρτιση των μπαταριών χωρίς να ζορίζουμε το όχημα. Η κατανομή της ενέργειας γίνεται λαμβάνοντας υπόψη την κανονική λειτουργία του οχήματος. Προτεραιότητα δίνεται στην κίνηση και ορθή λειτουργία του οχήματος και ακολούθως στη φόρτιση των μπαταριών.



ΕΙΚΟΝΑ 14: ΦΟΡΤΙΣΗ ΜΠΑΤΑΡΙΩΝ ΣΕ ΗΛΕΚΤΡΙΚΟ ΟΧΗΜΑ.

3. ΦΟΡΤΙΣΤΗΣ

Για το σχεδιασμό και την κατασκευή του φορτιστή χρειάστηκε να μελετήσουμε τον τρόπο με τον οποίο οι μπαταρίες λειτουργούν, να κατανοήσουμε με ποιο τρόπο παράγεται η ενέργεια σε κάθε τύπου μπαταρία και πως επαναφορτίζονται, ούτως ώστε να αποφασίσουμε ποια μέθοδο φόρτισης θα ακολουθήσουμε.

Βάσει των στοιχείων που συλλέξαμε καταλήξαμε στην ιδέα να κατασκευάσουμε ένα φορτιστή ο οποίος χρησιμοποιεί τεχνολογία PWM. Αρχικά σχεδιάστηκε μία μικρής κλίμακας φορτιστής για να φορτίζει μπαταρίες Μολύβδου-Οξέως συνολικής χωρητικότητας 7Ah. Θα δοκιμάσουμε την αρχική ιδέα και στη συνέχεια θα κάνουμε τις απαραίτητες αλλαγές οι οποίες θα προσαρμόσουν την ιδέα αυτή για χρήση σε μπαταρίες μεγαλύτερης χωρητικότητας και διαφορετικής χημείας.

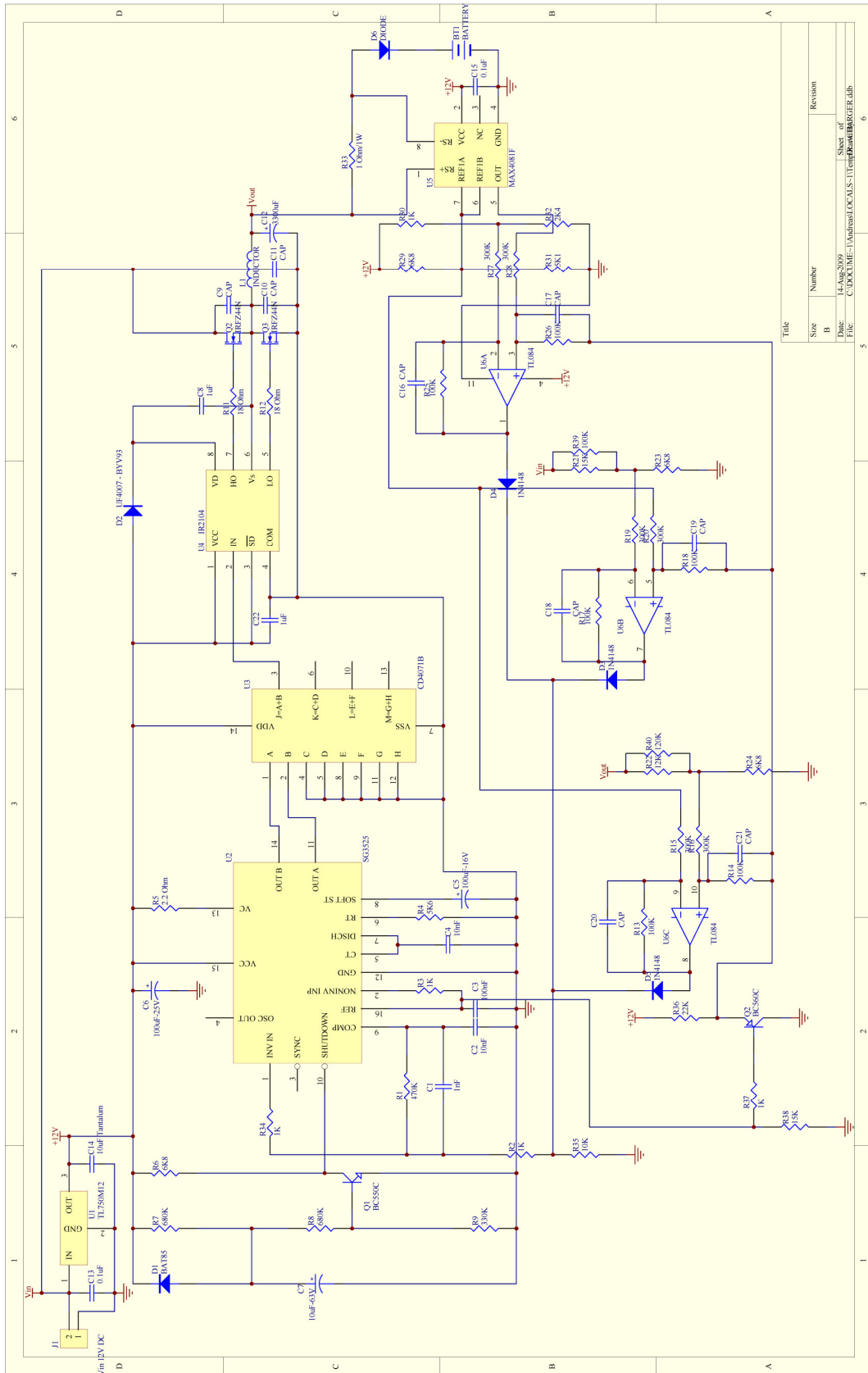
Το κύκλωμα χρησιμοποιεί το SG3525AN, ένα ρυθμιζόμενο διαμορφωτή εύρους παλμού (Regulating Pulse Width Modulator) της ST Microelectronics, ο οποίος σκοπό έχει να ρυθμίζει την τάση φόρτισης της μπαταρίας. Το CD4071B είναι ένα ολοκληρωμένο το οποίο διαθέτει τέσσερις πύλες OR δύο εισόδων. Στην περίπτωση μας χρησιμοποιούμε μία από αυτές τις πύλες και οδηγούμε τις δύο εξόδους του SG3525AN οι οποίες έχουν διαφορά φάσης 180 μοίρες μεταξύ τους, με αποτέλεσμα να έχουμε διπλάσιο εύρος παλμού στην έξοδο. Ο παλμός αυτός θα στέλνεται στο IR2104 το οποίο είναι ένα ολοκληρωμένο οδήγησης MOSFET ισχύος που στη συνέχεια θα οδηγεί τα IRFZ44N. Αυτά τα MOSFET είναι υπεύθυνα για το ρεύμα φόρτισης της μπαταρίας. Το ρεύμα φόρτισης περνά από μία αντίσταση 1Ω η οποία είναι συνδεδεμένη σε σειρά με μία δίοδο και την μπαταρία. Η πτώση τάσης στη συγκεκριμένη αντίσταση είναι ίση με το ρεύμα που τη διαρρέει. Στα άκρα της αντίστασης είναι η θετική και αρνητική είσοδος του ολοκληρωμένου MAX4081B. Το ολοκληρωμένο αυτό έχει σκοπό να επιβλέπει το ρεύμα το οποίο περνάει προς την μπαταρία και το κάνει αυτό «βλέποντας» την πτώση τάσης στην αντίσταση του 1Ω, Στη συνέχεια προσθέτει αυτή την τάση με την τάση αναφοράς του

MAX4081B που σε αυτή την περίπτωση είναι 5V και δίνει το αποτέλεσμα στην έξοδο του. Η έξοδος του MAX4081B οδηγείται στη θετική είσοδο ενός διαφορικού ενισχυτή. Στην αρνητική είσοδο του ενισχυτή υπάρχει μία σταθερή τάση των 5.1V, η οποία συγκρίνεται με τη θετική είσοδο και η διαφορά τους δίνεται στην έξοδο του ενισχυτή. Ένας άλλος διαφορικός ενισχυτής συγκρίνει την τάση εισόδου του κυκλώματος με μία τάση αναφοράς και ένας τρίτος την τάση φόρτισης της μπαταρίας. Σκοπός των τριών διαφορικών ενισχυτών είναι να επηρεάζουν την τάση της μη αναστρέψουσας εισόδου του SG3525AN. Με αυτό τον τρόπο ελέγχεται αναλογικά η τάση εισόδου η οποία πρέπει να είναι μεγαλύτερη από 15V, η τάση φόρτισης να μην ξεπεράσει τα 13.8V και το ρεύμα φόρτισης να μη ξεπεράσει το 0.1C. Εάν κάποια η όλα από τα κριτήρια δεν πληρούνται, τότε το SG3525AN παύει να λειτουργεί. Με αυτό τον τρόπο γίνεται ορθή φόρτιση της μπαταρίας. Για να μην επιστραφεί ρεύμα από την μπαταρία πίσω στο σύστημα όταν το σύστημα δεν βρίσκεται σε λειτουργία, τοποθετείται μία διόδος πριν από το θετικό πόλο της μπαταρίας.

Στο σύστημα χρησιμοποιείται επίσης το TL750M12 ως σταθεροποιητή τάσης στα 12V, ο σταθεροποιητής αυτός προσφέρει την τάση λειτουργίας των ολοκληρωμένων κυκλωμάτων.

Το τρανζίστορ Q1 το οποίο είναι ένα BC550C χρησιμοποιείται για το Shutdown του SG3525AN και το Q2 το οποίο είναι ένα BC560C για την αντιστάθμιση της τάσης την οποία καταναλώνεται από τις διόδους D3, D4 και D5.

Το ακόλουθο σχηματικό διάγραμμα δίνει την τελική μορφή του δοκιμαστικού φορτιστή.



ΕΙΚΟΝΑ 15: ΣΧΗΜΑΤΙΚΟ ΔΟΚΙΜΑΣΤΙΚΗΣ ΚΑΤΑΣΚΕΥΗΣ ΦΟΡΤΙΣΤΗ

3.1 Ψηφιακά Ελεγχόμενος Φορτιστής

Αφού κατασκευάσαμε τον δοκιμαστικό φορτιστή και με πειραματικές μετρήσεις αποδείξαμε ότι η φόρτιση μπαταριών Μολύβδου-Οξέως είναι εφικτή με αυτή τη μέθοδο, ξεκίνησε ο σχεδιασμός του τελικού φορτιστή ο οποίος θα ελεγχόταν ψηφιακά από το μικροελεγκτή.

Η αλλαγές οι οποίες έγιναν στο σχηματικό του δοκιμαστικού κυκλώματος για να είναι εφικτή η προσαρμοστικότητα του στη φόρτιση μπαταριών μεγαλύτερης χωρητικότητας και διαφορετικής χημείας μπαταρίες, είναι οι εξής:

1. Αρχικά αντικαταστάθηκαν οι διαιρέτες τάσης οι οποίοι βρίσκονται στις εισόδους των διαφορικών ενισχυτών με ψηφιακά ποτενσιόμετρα τα οποία επικοινωνούν με τον μικροελεγκτή με τη χρήση του πρωτοκόλλου I²C ή 2-Wire. Το DS18030 είναι ιδανικό για τη δουλειά αυτή, διαθέτει 256 θέσεις ποτενσιόμετρου οι οποίες δίνουν αρκετή ακρίβεια για να χρησιμοποιηθεί ως διαιρέτης τάσης ο οποίος αν ρυθμιστεί ορθά θα καθορίζει τα όρια λειτουργίας του συστήματος με αποτέλεσμα να μπορούν να φορτιστούν μπαταρίες με διαφορετικά χαρακτηριστικά.

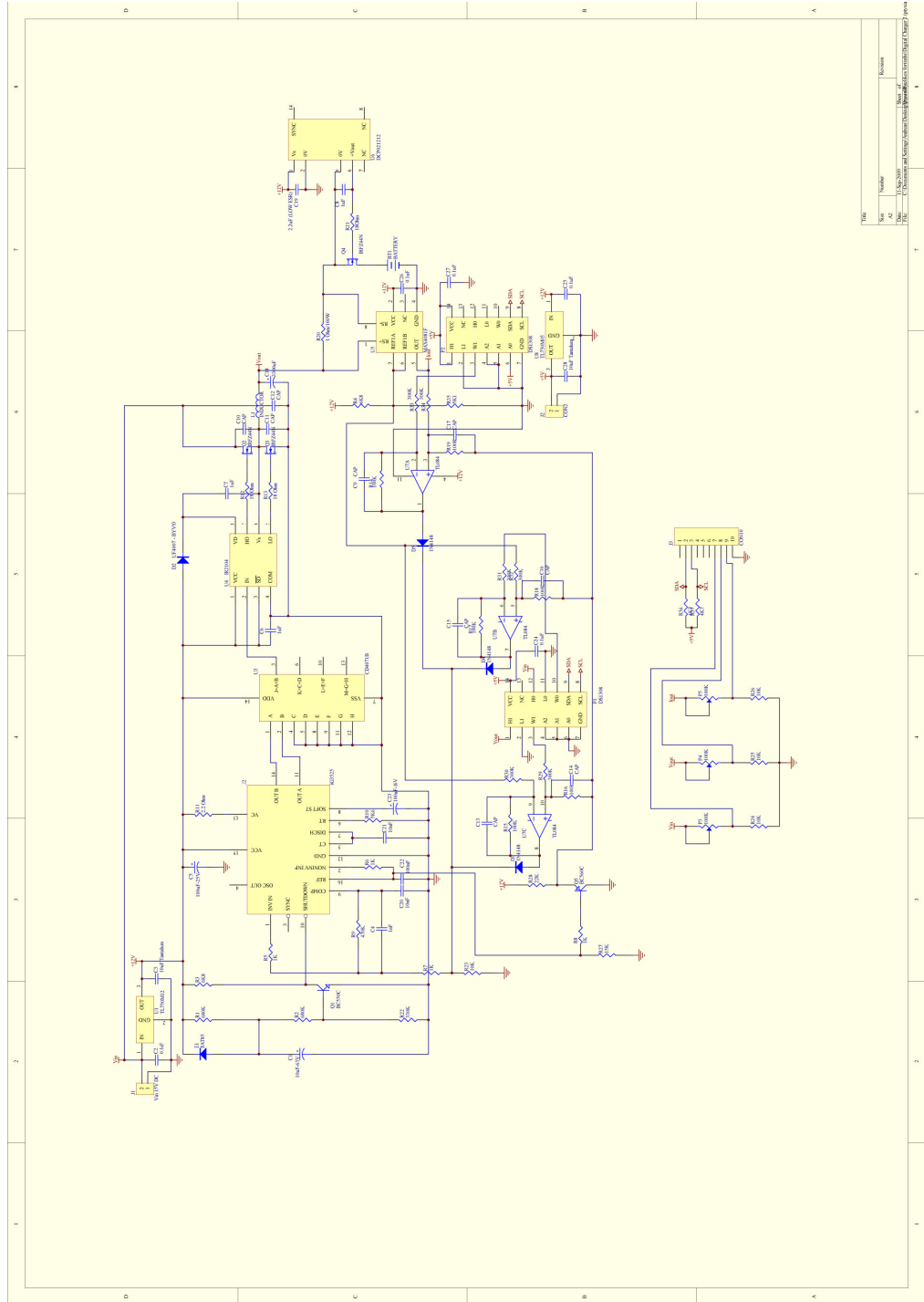
2. Τοποθετήθηκαν σημεία αναλογικών μετρήσεων στην είσοδο και στην έξοδο του κυκλώματος καθώς επίσης και στην έξοδο του αισθητήρα ρεύματος. Τις μετρήσεις αυτές τις αποστέλλουμε στις αναλογικές εισόδους του μικροελεγκτή ο οποίος θα αξιοποιήσει αυτές τις πληροφορίες και ακολούθως θα υπολογίσει την κατάσταση φόρτισης της μπαταρίας.

3. Το κύκλωμα ξανασχεδιάζεται για να αντέχει μεγάλη ροή ρεύματος, λόγω του ότι το φορτίο του κυκλώματος θα είναι τουλάχιστον δεκαπλάσιο από το αρχικά δοκιμασμένο.

4. Αντικατάσταση της αντίστασης η οποία χρησιμοποιείται ως αισθητήριο ρεύματος με μία αντίστοιχη η οποία έχει αντοχή μεγαλύτερη των 50 Watt.

5. Αντικατάσταση της διόδου που βρίσκεται πριν από το θετικό πόλο της μπαταρίας με ένα μη ρυθμιζόμενο απομονωμένο μετατροπέα

DC/DC 12V, 2W (12V, 2W Unregulated DC/DC Converter) DCP021212 και ένα MOSFET IRFZ44N για ποίο σταθερή λειτουργία του συστήματος.



ΕΙΚΟΝΑ 16: ΣΧΗΜΑΤΙΚΟ ΤΕΛΙΚΟΥ ΦΟΡΤΙΣΤΗ.

4. ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ

Κατά την πορεία μελέτης των συστημάτων αυτών υπήρξαν αρκετά εμπόδια, μερικά από αυτά ξεπεράστηκαν εύκολα και άλλα δυσκολότερα. Το μεγαλύτερο εμπόδιο απ' όλα ήταν ο χρόνος. Λόγω περιορισμένου χρόνου το ψηφιακά ελεγχόμενο σύστημα δεν ήταν δυνατό να ολοκληρωθεί. Η βασική θεωρία φόρτισης μπαταριών αποδείχθηκε και σε συνδυασμό με την έρευνα η οποία έγινε για τις μπαταρίες και τη λειτουργία τους, το σύστημα φόρτισης και τους κινητήρες αλλά και για τα υβριδικά οχήματα απέφερε αρκετή γνώση για μελλοντική ανάπτυξη ενός εξελιγμένου και ολοκληρωμένου συστήματος υβριδικού οχήματος.

ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ

1. MCGRAW-HILL HANDBOOK OF BATTERIES, 3rd EDITION
2004
2. COLIN A. VINCENT & BRUNO SCROSATI MODERN
BATTERIES 2nd EDITION 1997
3. AHMAD PESARAN BATTERY CHOICES AND POTENTIAL
REQUIREMENTS FOR PLUG-IN HYBRIDS FEB. 13, 2007
4. JEFFREY GONDER AND TONY MARKEL ENERGY
MANAGEMENT STRATEGIES FOR PLUN-IN HYBRID
ELECTRIC VEHICLES APRIL 16-19. 2007
5. MANOJ MASKEY BATTERY MANAGEMENT SYSTEM FOR
HEV DECEMBER 1999
6. JOHN M. MILLER, FELLOW, IEEE HYBRID ELECTRIC
VEHICLE PROPULSION ARCHITECTURES OF THE e-CVT
TYPE MAY 3, 2006
7. www.wikipedia.com
8. www.howstuffworks.com