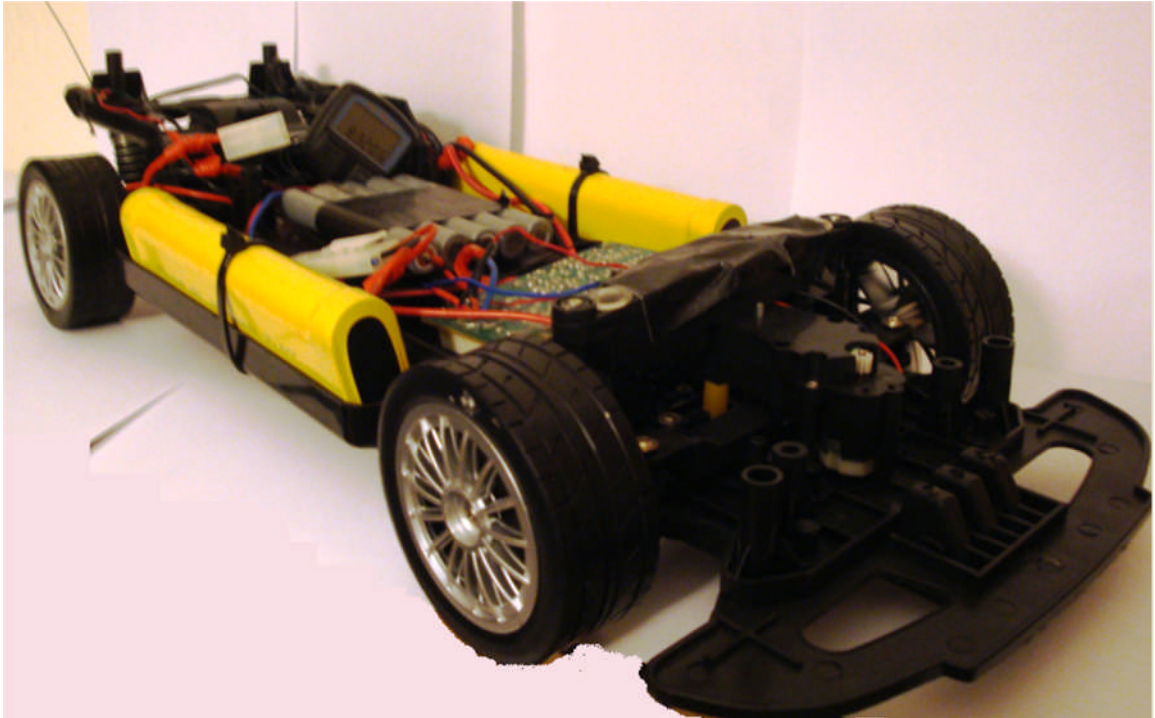


ΤΕΧΝΟΛΟΓΙΚΟ ΕΚΠΑΙΔΕΥΤΙΚΟ ΙΔΡΥΜΑ ΘΕΣΣΑΛΟΝΙΚΗΣ
ΣΧΟΛΗ ΤΕΧΝΟΛΟΓΙΚΩΝ ΕΦΑΡΜΟΓΩΝ
ΤΜΗΜΑ ΟΧΗΜΑΤΩΝ



ΚΑΤΑΣΚΕΥΗ ΚΑΙ ΠΡΟΣΟΜΟΙΩΣΗ ΛΕΙΤΟΥΡΓΙΑΣ
ΗΛΕΚΤΡΟΚΙΝΗΤΟΥ ΜΟΝΤΕΛΟΥ ΟΧΗΜΑΤΟΣ ΜΕ ΤΟ
ΛΟΓΙΣΜΙΚΟ ΠΑΚΕΤΟ SIMULINK/MATLAB

Πτυχιακή Εργασία
Χριστοδούλου Σωκράτης
(Α.Μ. 05/0124)

Επιβλέπων
Δρ. Θεόδωρος Κοσμάνης

ΘΕΣΣΑΛΟΝΙΚΗ ΝΟΕΜΒΡΙΟΣ 2009

Πίνακας περιεχομένων

ΠΕΡΙΛΗΨΗ.....	1
ΚΕΦΑΛΑΙΟ 1	2
1.1 Εισαγωγή.....	2
1.1.1 Ιστορία του ηλεκτροκίνητου οχήματος.....	2
1.1.2 Εξαφάνιση των ηλεκτρικών αυτοκινήτων.....	3
1.1.3 Βελτίωση στη ποιότητα ζωής μέσα στις πόλεις μας.....	4
1.1.4 Επίδραση της εισαγωγής χρήσης ηλεκτρικών αυτοκινήτων.....	5
1.1.5 Συμπεράσματα.....	10
ΚΕΦΑΛΑΙΟ 2 Το Ηλεκτροκίνητο Όχημα	13
2.1 Εισαγωγή.....	13
2.3 Γνωριμία με το υβριδικό όχημα.....	15
2.3.1 Σειριακό μοντέλο.....	16
2.3.3 Παράλληλο μοντέλο.....	17
2.3.4 Σειριακό / Παράλληλο μοντέλο.....	18
2.3.5 Καταστάσεις λειτουργίας υβριδικού οχήματος.....	19
2.3.6 Σύστημα μετάδοσης.....	21
2.3.7 Μετατροπή της κινητικής ενέργειας σε ηλεκτρική κατά το φρενάρισμα.....	24
2.4 Πηγές ενέργειας ηλεκτρικού αυτοκινήτου (μπαταρία).....	25
2.4.1 Ηλεκτροχημικοί συσσωρευτές (μπαταρίες).....	26
2.4.2 Τύποι μπαταριών.....	27
2.4.3 Παράμετροι μπαταριών.....	30
2.4.3.1 Τάσεις στοιχείων και μπαταρίας.....	30
2.4.4 Χωρητικότητα μπαταρίας.....	30
2.4.4.1 Ρυθμός εκφόρτισης (discharge rate).....	31
2.4.4.2 Κατάσταση εκφόρτισης (State of Discharge).....	32
2.4.4.3 Βάθος φόρτισης (Depth of Discharge).....	32
2.4.4.4 Ειδική ενέργεια (Specific Energy).....	32
2.4.4.5 Ειδική ισχύς (Specific Power).....	32

2.4.4.6	Ενεργειακή απόδοση.....	34
2.5	Ηλεκτροκινητήρες.....	35
2.5.1	Από τι αποτελείται ο ηλεκτροκινητήρας.....	37
2.5.2	Στοιχεία ηλεκτροκινητήρων.....	37
2.5.3	Βασικές γνώσεις για ηλεκτροκινητήρες.....	38

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 3. Τηλεκατευθυνόμενο

Ηλεκτροκίνητο Όχημα 40

3.1	Περιγραφή ηλεκτροκίνητου μοντέλου.....	40
3.2	Ηλεκτροκινητήρας μοντέλου.....	41
3.3	Μπαταρίες μοντέλου.....	42
3.4	Κεντρική μονάδα ελέγχου με ασύρματο δέκτη.....	43
3.5	Μονάδα με πομπό για τηλεκατεύθυνση του οχήματος.....	45
3.6	Όργανο με LCD οθόνη για μέτρηση km/h με αισθητήρα.....	46

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 4 Προσομοιωμένο μοντέλο 48

4.1	Εισαγωγή στο Simulink.....	48
4.2	Περιγραφή του μοντέλου.....	48
4.3	Περιγραφή των blocks που χρησιμοποιήσαμε.....	50
4.4	Αποτελέσματα προσομοίωσης.....	51
4.4.1	Σχέση μετάδοσης <<1>>.....	51
4.4.2	Σχέση μετάδοσης <<2>>.....	53
4.4.3	Σχέση μετάδοσης <<1>> και <<2>> μαζί.....	55

ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ 56

ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ 57

ΠΕΡΙΛΗΨΗ

Ο σκοπός της εργασίας αυτής είναι η προσομοίωση ενός ηλεκτροκίνητου μοντέλου. Το πρώτο σκέλος της πτυχιακής θα είναι μια αναφορά στο θέμα του ηλεκτροκίνητου αυτοκινήτου, ενώ στη συνέχεια θα αναλύσουμε τα κυριότερα τμήματά του. Θα επιχειρήσουμε μια εισαγωγή στο MATLAB (simulink) και τη δημιουργία ενός προσομοιωτικού μοντέλου. Στο τέλος, θα κάνουμε μια επίδειξη της λειτουργίας του ηλεκτροκίνητου οχήματος με χρήση ενός τηλεκατευθυνόμενου μοντέλου.

Θα χρησιμοποιηθεί το MATLAB 7.7 της MathWorks και τα ακόλουθα πακέτα του:

- Control Toolbox
- SIMULINK

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 1

1.1 Εισαγωγή

Ένα από τα μεγαλύτερα προβλήματα της σύγχρονης κοινωνίας, η Ατμοσφαιρική Ρύπανση, σε συνδυασμό με άλλους παράγοντες όπως η μείωση φυσικών πόρων λόγω της άκρατης και ανεξέλεγκτης εκμετάλλευσής τους, οδήγησαν στην ανεύρεση εναλλακτικών πηγών ενέργειας.

Στο πνεύμα των νέων δεδομένων οι κατασκευαστές οχημάτων οδηγήθηκαν στο σχεδιασμό και την κατασκευή του ηλεκτρικού οχήματος. Η ενδιάμεση λύση της χρήσης καταλυτών για τη μείωση των ρύπων αποδείχθηκε ανεπαρκής, γιατί απλά περιόριζε το πρόβλημα χωρίς να οδηγεί στην οριστική του λύση.

Το ηλεκτρικό όχημα εξασφαλίζει μηδενική εκπομπή ρύπων και αποδεσμεύει τους χρήστες από την εξάρτηση με τα υγρά καύσιμα, την κατακόρυφη αύξηση των τιμών τους και τις κάθε είδους ελλείψεις λόγω κρίσεων (π.χ. Πόλεμος του Κόλπου). Έτσι η οικολογική ευαισθησία, η συνειδητοποίηση ότι οι ρύποι των συμβατικών οχημάτων αποτελούν σημαντικό παράγοντα επιβάρυνσης της Ατμοσφαιρικής Ρύπανσης και η γνώση ότι καθαρό περιβάλλον ισοδυναμεί με ποιότητα ζωής οδήγησαν τις Αυτοκινητοβιομηχανίες να «ακούσουν» τις νέες ανάγκες και να προσαρμοσθούν αναλόγως.

1.1.1 Ιστορία του ηλεκτροκίνητου οχήματος

Ο 20ος αιώνας μπορεί να χαρακτηριστεί, από τεχνολογικής άποψης, ως ο αιώνας των δραματικών βελτιώσεων όλων των μεταφορικών συστημάτων. Ήδη από την αρχή του αιώνα συνυπήρχαν αυτοκίνητα τριών διαφορετικών τεχνολογιών.

-Ατμοκίνητα αυτοκίνητα (σε ποσοστό 40%)

-Ηλεκτροκίνητα με συσσωρευτές αυτοκίνητα (σε ποσοστό 38%)

-Βενζινοκίνητα αυτοκίνητα (σε ποσοστό 22%)

Εκείνη την εποχή, τα ηλεκτροκίνητα αυτοκίνητα με συσσωρευτές, ήταν σε πολύ καλύτερη θέση στην αγορά, συγκρινόμενα με τα βενζινοκίνητα, επειδή τα δεύτερα είχαν το μεγάλο μειονέκτημα της δύσκολης εκκίνησης με το χειροκίνητο μοχλό (μανιβέλα).

Αρκετοί κατασκευαστές έφτιαχναν ηλεκτρικά αυτοκίνητα τα οποία με επιτυχία ανταγωνίζονται με θερμικό κινητήρα 1900, το παγκόσμιο ρεκόρ απόστασης ανά φόρτιση των συσσωρευτών ήταν όχι μικρότερο από 290 χλμ. και το είχε επιτύχει μια Γαλλική εταιρεία, η BGS Electric Car. Εντούτοις η μέγιστη ταχύτητα ήταν πολύ μικρή με τα σημερινά δεδομένα.

1.1.2 Εξαφάνιση των ηλεκτρικών αυτοκινήτων

Τι λοιπόν προκάλεσε την εξαφάνιση των ηλεκτρικών αυτοκινήτων και σημάδεψε την εξέλιξη της βιομηχανικής μας κοινωνίας με τόσο δραματικό τρόπο;

Η απάντηση είναι η αφθονία της βενζίνης σε συνδυασμό με δύο διαφορετικά, ελάσσονος σημασίας γεγονότα, τα οποία μάλιστα πιστώνονται σε δύο συγκεκριμένα άτομα.

1. Το 1909, ο Henry Ford άρχισε να παράγει μαζικά βενζινοκίνητα αυτοκίνητα με αντικειμενικό σκοπό τη δραστική μείωση της τιμής τους. Το μοντέλο T Ford πουλιόταν το 1909 στην τιμή των 850 δολαρίων και το 1925 στην εξαιρετικά χαμηλή τιμή των 250 δολαρίων, όταν οι τιμές των ηλεκτρικών αυτοκινήτων άρχιζαν από 1500 έως 5000 δολάρια.

2. Το 1911, ο Charles F. Kettering κατασκεύασε ηλεκτρική μίζα για λογαριασμό της Cadillac Motor Co. και βέβαια έκτοτε τα βενζινοκίνητα αυτοκίνητα ξεκινούσαν το ίδιο εύκολα με τα ηλεκτρικά.

Κάτω από αυτές τις συνθήκες, τα ηλεκτρικά αυτοκίνητα θα μπορούσαν να επιβιώσουν μόνο εάν γινόταν το αποφασιστικό βήμα της εν σειρά παραγωγής τους ή εάν η επιστημονική έρευνα για τους συσσωρευτές έβρισκε την απαραίτητη οικονομική στήριξη. Τίποτα από αυτά δεν συνέβη. Τα αποτελέσματα είναι πολύ γνωστά και σημάδεψαν τον αιώνα. Συνθέτουν μάλιστα τον κατάλογο με τα μεγαλύτερα προβλήματα της εποχής μας:

1. Ρύπανση
2. Θόρυβος
3. Φαινόμενο του θερμοκηπίου
4. Κυκλοφοριακές συμφορήσεις

5. Τροχαία ατυχήματα

Τα επίπεδα της ρύπανσης και του θορύβου (ηχορύπανσης) συχνά είναι ανυπόφορα και υπάρχει άμεση ανάγκη λήψης δραστικών μέτρων. Οι κυκλοφοριακές συμφορήσεις, τα τροχαία ατυχήματα και το φαινόμενο του θερμοκηπίου είναι επίσης οξύτατα προβλήματα. Η κατάσταση χειροτερεύει από μέρα σε μέρα και απαιτείται άμεση ενέργεια πριν είναι πολύ αργά.

1.1.3 Βελτίωση στη ποιότητα ζωής μέσα στις πόλεις μας

Ποιές είναι οι δυνατές ενέργειες σχετικά με τα συστήματα μεταφοράς προσώπων που θα μπορούσαν να βελτιώσουν την ποιότητα ζωής μέσα στις πόλεις μας;

1. Θα μπορούσαμε να φαντασθούμε πόλεις χωρίς επιβατικά αυτοκίνητα, που να διαθέτουν μόνο «καθαρά» μέσα μαζικής μεταφοράς (π.χ. ηλεκτρικά λεωφορεία, τρόλεϊ, ή τραμς). Αυτή η μάλλον αντιδημοφιλής λύση απαιτεί πρόβλεψη διάθεσης γιγαντιαίων χώρων στάθμευσης των επιβατικών αυτοκινήτων στις προσβάσεις των πόλεων και αυτό δεν είναι εφικτό σε όλες τις περιπτώσεις. Επίσης, μια γενίκευση αυτής της εφαρμογής, θα είχε ίσως καταστροφική επίδραση στην αυτοκινητοβιομηχανία και επακόλουθη έκρηξη ανεργίας. Μπορεί μόνο να θεωρηθεί σαν μέτρο προς εφαρμογή σε ειδικές περιπτώσεις όπως π.χ. σε πόλεις με πολλά σημαντικά αρχαιολογικά μνημεία ή πόλεις ιδιαίτερου τουριστικού ενδιαφέροντος.

2. Η εισαγωγή της χρήσης στις πόλεις, αυτοκινήτων «μηδενικής ρύπανσης» είναι μια εναλλακτική λύση. Σαν τέτοια πρέπει να θεωρήσουμε τα ηλεκτρικά δημόσια συστήματα μεταφοράς προσώπων, τα ηλεκτρικά επιβατικά αυτοκίνητα και τα ηλεκτρικά δίκυκλα. Τεχνολογικά είναι σήμερα εφικτή η κατασκευή ηλεκτρικών οχημάτων με ικανοποιητική ακτίνα ενέργειας για αστική χρήση.

Η αυτοκινητοβιομηχανία είναι έτοιμη να παράγει τέτοια οχήματα εάν υπάρξει μια ικανή ζήτηση η οποία θα οδηγήσει στη μείωση των τιμών τους που σήμερα είναι πολύ υψηλότερες από εκείνες των συμβατικών αυτοκινήτων με θερμικούς κινητήρες. Μια τέτοια απόφαση θα έχει θετικά αποτελέσματα όχι μόνο στη μείωση της ρύπανσης και του θορύβου, αλλά και σε πολλές άλλες δραστηριότητες του βίου μας.

Κάθε μία από αυτές τις λύσεις δεν αποκλείει την άλλη και έτσι ο βέλτιστος συνδυασμός μπορεί να επιλεγεί για κάθε πόλη. Αλλά σε κάθε περίπτωση πρέπει να

γίνει κατανοητό ότι αξιόλογη βελτίωση του προβλήματος της ρύπανσης και του θορύβου μπορεί να επιτευχθεί μόνο εάν σημαντικός αριθμός θερμικών αυτοκινήτων αντικατασταθεί με ηλεκτρικά. Ποιες θα είναι όμως οι τυχόν επιδράσεις; Είμαστε βέβαιοι ότι δοκιμάζοντας να λύσουμε τα προβλήματα της ρύπανσης και του θορύβου δεν θα δημιουργήσουμε άλλα προβλήματα;

1.1.4 Επίδραση της εισαγωγής χρήσης ηλεκτρικών αυτοκινήτων.

(α) Στην κατανάλωση ενέργειας.

Είναι δεδομένο ότι τα ηλεκτρικά αυτοκίνητα πλεονεκτούν των θερμικών στη χρήση μέσα στην πόλη γιατί δεν καταναλώνουν ενέργεια όση ώρα είναι σταματημένα στον κόκκινο σηματοδότη. Αλλά πόσο σημαντικό είναι αυτό το πλεονέκτημα στη μικτή χρήση; Στις περισσότερες συγκριτικές μελέτες, η ανά χιλιόμετρο καταναλισκόμενη ενέργεια του ηλεκτρικού αυτοκινήτου είναι περίπου η μισή εκείνης του θερμικού.

Όμως αυτές οι συγκρίσεις δεν λαμβάνουν υπόψη τους το γεγονός ότι η ταχύτητα και όλες οι άλλες συνθήκες που αφορούν στην άνεση των επιβατών δεν είναι ίδιες στους δύο συγκρινόμενους τύπους αυτοκινήτων. Στην πράξη, ο χρήστης του ηλεκτρικού αυτοκινήτου θα υποχρεούται σε κίνηση με μικρότερες ταχύτητες και ίσως δεν θα απολαμβάνει στον ίδιο βαθμό τις ανέσεις που προσφέρει το θερμικό αυτοκίνητο (π.χ. το σύστημα κλιματισμού και άλλα ηλεκτρικά υποσυστήματα). Μικρότερες ταχύτητες έχουν σαν συνέπεια την οικονομία ενέργειας, τη μείωση του αριθμού των ατυχημάτων αλλά και τη μείωση των ζημιών εάν αυτά συμβούν. Έτσι η επίδραση της εφαρμογής των ηλεκτρικών αυτοκινήτων στην καταναλωμένης ενέργεια θα είναι θετική σε βραχυχρόνια βάση, αν και αυτό το πλεονέκτημα μπορεί μακροχρονίως να παύει να έχει σημαντική αξία.

(β) Στην κατανάλωση ηλεκτρικής ενέργειας.

Οι προκαταρκτικές μελέτες αποδεικνύουν ότι η χρησιμοποίηση ηλεκτρικών αυτοκινήτων σε μικρή κλίμακα δεν προκαλεί σοβαρά προβλήματα στο ισοζύγιο της

παροχής ηλεκτρικής ενέργειας, υπό την προϋπόθεση ότι οι συσσωρευτές τους θα φορτίζονται κατά τη διάρκεια της νύκτας. Εντούτοις αυτό δεν θα συμβαίνει εάν οι χρήστες των ηλεκτρικών αυτοκινήτων θα έχουν τη δυνατότητα ταχείας φόρτισης των συσσωρευτών τους κατά τη διάρκεια της ημέρας. Η επίπτωση αυτής της δυνατότητας δεν πρέπει να παραγνωρίζεται. Κάθε σταθμός ταχείας φόρτισης μπορεί να αντιπροσωπεύει εγκατεστημένη ισχύ 10 έως 300 kW. Ανέλεγκτη χρήση μεγάλου αριθμού τέτοιων σταθμών μπορεί να προκαλέσει ζήτηση ενέργειας σε απρόβλεπτα υψηλά επίπεδα και επομένως να απαιτηθούν περισσότερες ηλεκτροπαραγωγικές μονάδες, ίσως και πυρηνικοί σταθμοί ηλεκτροπαραγωγής οι οποίοι δεν είναι σήμερα πολύ δημοφιλείς.

Στην περίπτωση ολικής αντικατάστασης των θερμικών αυτοκινήτων με ηλεκτρικά, όλη η ενέργεια που καταναλώνεται σήμερα για τις μεταφορές θα πρέπει να διατίθεται με τη μορφή της ηλεκτρικής ενέργειας. Σε μερικές περιπτώσεις αυτή η ενέργεια αποτελεί το 20 έως 40% της ολικής ενέργειας που καταναλώνεται σε ολόκληρη τη χώρα. Αυτό θα προκαλέσει μια απελπιστικά μεγάλη ανάγκη κατασκευής νέων σταθμών ηλεκτροπαραγωγής και μπορεί να οδηγήσει χώρες οι οποίες μέχρι σήμερα έχουν ακολουθήσει αρνητική πολιτική στην κατασκευή πυρηνικών σταθμών στην αναθεώρηση αυτής της πολιτικής τους.

Ένας τρόπος ελέγχου της κατάστασης είναι ο εφοδιασμός των ηλεκτρικών αυτοκινήτων με ειδικού τύπου ακροδέκτες φόρτισης και ειδικά συστήματα φόρτισης (ίσως μάλιστα επαγωγικού τύπου, τα οποία είναι ασφαλέστερα), έτσι ώστε να μην είναι δυνατή η σύνδεση με τους συνηθισμένου τύπου οικιακούς ή βιομηχανικούς ρευματολήπτες (πρίζες), αλλά μόνο με ρευματολήπτες ενός συστήματος παροχής ηλεκτρικής ενέργειας κατασκευασμένου αποκλειστικά γι' αυτή τη χρήση. Αυτό το δίκτυο θα παρέχει ίσως ηλεκτρική ενέργεια με διαφορετικό και κυμαινόμενο τιμολόγιο ανάλογα με την εκάστοτε διαθεσιμότητα ηλεκτρικής ενέργειας. Υψηλές εντάσεις φόρτισης για σχετικά μικρά χρονικά διαστήματα (ταχυφορτίσεις), θα κοστίζουν ακριβότερα. Χαμηλές εντάσεις κατά τη διάρκεια της νύκτας θα κοστίζουν λίγο. Μπορούμε έτσι να αποφύγουμε τις ανεπιθύμητες αιχμές ζήτησης.

Η κινητικότητα των πολιτών αυξάνεται καθημερινά. Σε 10 έως 30 χρόνια όταν η ακτίνα ενέργειας των ηλεκτρικών αυτοκινήτων θα έχει εξομοιωθεί με εκείνη των θερμικών, ένα εκατομμύριο τουρίστες που θα επισκεφθούν με τα ηλεκτρικά τους αυτοκίνητα μια γειτονική χώρα, εύκολα θα μπορούν να προκαλέσουν κατάρρευση του δικτύου διανομής ηλεκτρικής ενέργειας της χώρας που τους φιλοξενεί, εκτός

βέβαια εάν έχουν συνολικά διασυνδεθεί και αλληλοϋποστηρίζονται τα δίκτυα διανομής όλων των χωρών.

(γ) Στη ρύπανση και στο φαινόμενο του θερμοκηπίου.

Το ηλεκτρικό αυτοκίνητο είναι όχημα «μηδενικής» ρύπανσης μόνο τοπικά στην περιοχή που λειτουργεί. Εάν οι συσσωρευτές του φορτίζονται με ηλεκτρική ενέργεια που παράγεται από θερμικούς σταθμούς ηλεκτροπαραγωγής, τότε το πρόβλημα της ρύπανσης μεταφέρεται κάπου αλλού έξω από την πόλη. Αλλά ακόμα και έτσι, είναι τεχνολογικά ευκολότερο να αντιμετωπισθεί αυτό το πρόβλημα σε παγκόσμιο επίπεδο σταθμών ηλεκτροπαραγωγής. Πέραν αυτού, υδροηλεκτρικοί ή γεωθερμικοί σταθμοί ηλεκτροπαραγωγής δεν είναι απ'ευθείας ρυπογόνοι. Το ίδιο ισχύει για την ηλιακή ενέργεια και υπό ορισμένες προϋποθέσεις και για την πυρηνική ενέργεια. Η συνολική ρύπανση από τους σταθμούς ηλεκτροπαραγωγής εξαρτάται από την ποσοστιαία συμμετοχή των διαφόρων πηγών ενέργειας που χρησιμοποιούνται σε κάθε σύστημα και αυτή διαφέρει από χώρα σε χώρα. Σε παγκόσμια κλίμακα εκτιμάται ότι η εκτεταμένη χρήση ηλεκτρικών αυτοκινήτων θα μειώσει τη ρύπανση τόσο μέσα στις πόλεις όσο και συνολικά και επίσης θα περιορίσει το φαινόμενο του θερμοκηπίου.

Μια άλλη αιτία ρύπανσης είναι τα άχρηστα βιομηχανικά προϊόντα. Τα παλιά αυτοκίνητα ανήκουν σ'αυτή τη κατηγορία. Οι αριθμοί των ετησίως πωλούμενων αυτοκινήτων δείχνουν το μέγεθος του προβλήματος (37 εκατομμύρια αυτοκίνητα πουλήθηκαν πέρυσι). Αποτελεί πλέον αναγκαιότητα τα αυτοκίνητα να είναι ανακυκλώσιμα. Αυτό πρέπει να ισχύει υποχρεωτικά και για τα ηλεκτρικά αυτοκίνητα παρά το γεγονός ότι ένα μη ανακυκλώσιμο αυτοκίνητο κατασκευασμένο από μη ανακυκλώσιμα συνθετικά υλικά μπορεί να είναι ελαφρύτερο, ανθεκτικότερο και να διαθέτει μεγαλύτερη αυτονομία.

(δ) Στις κυκλοφοριακές συνθήκες και τα τροχαία ατυχήματα.

Οι κυκλοφοριακές συμφορήσεις δημιουργούνται από τρεις κυρίως αιτίες.

1. Το περιορισμένο πλάτος των δρόμων.
2. Την αναγκαιότητα επιβολής ορίων ταχύτητας για τον περιορισμό της πιθανότητας αλλά και της σοβαρότητας των τροχαίων ατυχημάτων.
3. Τον ακανόνιστο τρόπο με τον οποίο οι οδηγοί οδηγούν τα αυτοκίνητά τους (προσπεράσματα κλπ.), λόγω και της ανομοιογένειας των επιδόσεων αυτών των αυτοκινήτων. Η ροή της κυκλοφορίας στους δρόμους μας

συγκρίνεται με ακανόνιστη (περιδινούμενη) ροή στη μηχανική των υγρών.

Η ανάμιξη, στο ίδιο ρεύμα κυκλοφορίας, οχημάτων με διαφορετικές επιδόσεις (όπως στην περίπτωση θερμικών και ηλεκτρικών αυτοκινήτων) δε θα περιορίσει τα κυκλοφοριακά προβλήματα. Υπάρχει ήδη, αφού και τα θερμικά αυτοκίνητα μεταξύ τους διαφέρουν σημαντικά στις επιδόσεις. Τα ηλεκτρικά αυτοκίνητα θα είναι ένα νέο μελλοντικό προϊόν που σχεδιάζεται. Τώρα δίνεται η ευκαιρία να επιβάλλουμε τυποποιημένα στοιχεία επιδόσεων (π.χ όλα τα αυτοκίνητα να έχουν την ίδια μέγιστη ταχύτητα και τις ίδιες επιταχύνσεις). Τεχνικά είναι δυνατό να επεκταθεί αυτό το μέτρο και στα θερμικά αυτοκίνητα, χρησιμοποιώντας το ηλεκτρονικό σύστημα διαχείρισης του κινητήρα με το οποίο είναι εφοδιασμένα τα περισσότερα από αυτά.

Με τον τρόπο αυτό περιορίζονται βέβαια οι ελευθερίες των χρηστών των αυτοκινήτων, το αποτέλεσμα όμως θα είναι ευνοϊκό γι' αυτούς. Η κυκλοφορία θα είναι πιο ομαλή και τα τροχαία ατυχήματα θα μειωθούν επειδή θα περιοριστούν τα προσπεράσματα και οι υπερβάσεις των ορίων ταχύτητας. Τα αυτοκίνητα θα κινούνται στους δρόμους περίπου όπως τα βαγόνια των συρμών των τραίνων.

Το μέτρο είναι βέβαια ριζοσπαστικό αλλά δικαιολογημένο λόγω των πολλών χιλιάδων θυμάτων από τροχαία ατυχήματα που σημειώνονται ανά έτος. Προβλέπεται ότι οι κατασκευαστές δεν θα στηρίξουν ένα τέτοιο μέτρο αφού οι διαφοροποιήσεις στην απόδοση των αυτοκινήτων αποτελούν το κυρίαρχο στοιχείο προβολής και ανταγωνισμού των προϊόντων τους. Όμως υπάρχουν πολλές άλλες αβλαβείς ιδιότητες στη διάθεσή τους για την προώθηση των προϊόντων τους, όπως π.χ. η καταναλισκόμενη ενέργεια ανά χιλιόμετρο .

Επίσης πολλοί καταναλωτές θα εναντιωθούν σε τέτοια μέτρα. Πρέπει όμως να πεισθούν ότι η μη ορθή χρήση του αυτοκινήτου αποτελεί κίνδυνο για τις ζωές όλων. Κατά την άποψή μου είναι αντιφατική η προδιάθεση της κοινωνίας να θεσπίζει, ως υποθέσουμε, ένα γενικό όριο μέγιστης ταχύτητας που να ισχύει οπουδήποτε (π.χ. 130 χλμ την ώρα) και ταυτόχρονα να μην υποχρεώνει τους κατασκευαστές των αυτοκινήτων να περιορίζουν τη μέγιστη ταχύτητα των προϊόντων τους σε αντίστοιχο όριο. Η αποδοχή γενικών υποχρεωτικών προδιαγραφών που να ρυθμίζουν τη μέγιστη ταχύτητα των αυτοκινήτων, εφ' όσον επεκταθούν στα θερμικά αυτοκίνητα, θα μειώσουν σημαντικά τις διαφορές των επιδόσεων των ηλεκτρικών αυτοκινήτων με εκείνες των θερμικών. Επίσης, θα διευκολύνει σημαντικά τη διάδοση των ηλεκτρικών αυτοκινήτων.

Υπάρχει επίσης επείγουσα ανάγκη θέσπισης υποχρεωτικών προδιαγραφών στον τομέα της ασφάλειας. Οι ισχύουσες προδιαγραφές για τα προϊόντα της αυτοκινητοβιομηχανίας δεν καλύπτουν στις περισσότερες περιπτώσεις τα νέα προβλήματα που δημιουργούνται από τη φύση του προωστήριου συστήματος των ηλεκτρικών αυτοκινήτων (υψηλές διαφορές δυναμικού, κλπ.) αλλά και από την ύπαρξη πολλών τύπων συσσωρευτών οι οποίοι σε περίπτωση συγκρούσεως είναι δυνατό να απειλήσουν την ανθρώπινη ζωή. Η μη ικανοποιητική στήριξη των συσσωρευτών σ' αυτές τις περιπτώσεις μπορεί να αποδειχθεί εξαιρετικά επικίνδυνη.

Μια άλλη επίπτωση που μπορεί να προκαλέσει η εκτεταμένη χρήση ηλεκτρικών αυτοκινήτων στο κυκλοφοριακό πρόβλημα προέρχεται από το γεγονός της τεχνολογικής απλότητας κατασκευής τους σε σύγκριση με τα θερμικά. Σε μια μακρόχρονη πρόβλεψη, όταν τα προβλήματα των συσσωρευτών θα έχουν επιλυθεί, η τιμή των ηλεκτρικών αυτοκινήτων θα πρέπει να είναι πολύ χαμηλότερη της τιμής των θερμικών εφ' όσον βέβαια παραχθούν μαζικά. Έτσι, λόγω της τιμής τους θα είναι προσιτά σε πολύ μεγαλύτερους αριθμούς καταναλωτών και επομένως θα υπάρξει σημαντική αύξηση του αριθμού των κυκλοφορούντων αυτοκινήτων.

Από πλευράς κυκλοφοριακών προβλημάτων θα πρέπει να προβλέψουμε ότι μια μέρα θα είναι δυνατό να αντιμετωπίσουμε αριθμό κυκλοφορούντων αυτοκινήτων ίσο με τον αριθμό των ενηλίκων κατοίκων κάθε χώρας. Μια τέτοια πιθανότητα δεν πρέπει να αποκλείεται και απαιτεί σοβαρή αντιμετώπιση.

(ε) Στις συνήθειες των καταναλωτών

Η εκτιμώμενη αυτονομία των ηλεκτρικών αυτοκινήτων δεν αντιπροσωπεύει συνήθως αυτήν που οι καταναλωτές ανακαλύπτουν κατά την χρήση τους, επειδή (η αυτονομία) επηρεάζεται σε μεγάλο βαθμό από διάφορους συντελεστές εκμετάλλευσης γνωστούς μόνο στο χρήστη. Μεταξύ αυτών είναι:

1. Η μορφολογία της περιοχής στην οποία θα κινείται το αυτοκίνητο. Αναρρίχηση σε κλίσεις μπορεί να εκφορτίσει τους συσσωρευτές πολύ ταχύτερα από το αναμενόμενο.
2. Οι μεταβολές στην ταχύτητα του αυτοκινήτου. Συχνές εκκινήσεις ή επιταχύνσεις αγωνιστικού τύπου μπορούν επίσης να εκφορτίσουν τους συσσωρευτές πολύ ταχύτερα από το αναμενόμενο.
3. Υπερβολική χρήση των βοηθητικών ηλεκτρικών υποσυστημάτων (κλιματισμός, θέρμανση, καθαριστήρες τζαμιού, αποπάγωση τζαμιού,

συστήματα μουσικής, ηλεκτρικά παράθυρα, θέρμανση καθισμάτων, κλπ.) μπορούν να έχουν το ίδιο αποτέλεσμα και να μειώσουν δραστικά την αυτονομία σε λιγότερο από το μισό της αναμενόμενης. Οι καταναλωτές δε λαμβάνουν υπ' όψη τους αυτά τα δεδομένα. Είναι όμως σημαντικό να προειδοποιηθούν γι' αυτά. Οι περισσότεροι από αυτούς θα αποδεχθούν να θυσιάσουν κάτι από την άνεσή τους και από τις επιδόσεις των συμβατικών αυτοκινήτων τους προκειμένου να βελτιώσουν την ποιότητα της ζωής τους και να διαφυλάξουν την υγεία τους. Θα πρέπει επίσης να πληροφορηθούν την αλήθεια σχετικά με τη σε βάθος χρόνου επίδραση της ρύπανσης της ατμόσφαιρας στην υγεία τους και την υγεία των παιδιών τους η ικανότητα των πνευμόνων μερικών παιδιών στην περιοχή του Los Angeles βρέθηκε να είναι 40% μικρότερη από τη φυσιολογική). Κάτω από αυτές τις συνθήκες τα ηλεκτρικά αυτοκίνητα θα γίνουν αποδεκτά έστω και αν διαθέτουν μειωμένη αυτονομία.

1.1.5. Συμπεράσματα.

Αν ανατρέξουμε στην ιστορία και εξετάσουμε τον τρόπο με τον οποίο αναπτύχθηκαν τα συστήματα μεταφοράς θα διαπιστώσουμε ότι αυτός υπήρξε μάλλον χαώδης. Από τα πρώτα βήματα δεν υπήρξε συστηματική αξιολόγηση των εκάστοτε εναλλακτικώς διατιθεμένων για το σκοπό αυτό τεχνολογιών ούτε πρόβλεψη των επιπτώσεων από τη χρήση της κάθε μιας από αυτές στη ζωή μας και στο περιβάλλον. Επίσης δεν έγιναν προσχεδιασμοί της αναγκαίας υποδομής υποστήριξης αυτών των συστημάτων και έτσι η υποδομή αυτή, τις περισσότερες φορές, ακολουθούσε τις ανάγκες και βρισκόταν συνήθως καθυστερημένη και πίσω από τα γεγονότα.

Είμαστε τώρα στο σημείο όπου ένα από τα κυριότερα συστήματα μεταφοράς έχει εξαντλήσει όλα τα περιθώρια διατήρησής του λόγω της ρύπανσης που προκαλεί, των κυκλοφοριακών προβλημάτων, των τροχαίων ατυχημάτων και τέλος του θορύβου. Απειλεί τη ζωή μας και συμβάλλει στο φαινόμενο του θερμοκηπίου. Πρέπει να αναλάβουμε την πρωτοβουλία προετοιμασίας μιας νέας στρατηγικής μεταφορών εισάγοντας τη χρήση ηλεκτρικών αυτοκινήτων σε αντικατάσταση των θερμικών.

Αρχικά στις πυκνοκατοικημένες αστικές περιοχές και στη συνέχεια οπουδήποτε. Αυτό πρέπει να γίνει συστηματικά, κατευθυνόμενο από έναν κεντρικό φορέα ο οποίος να συμπεριλαμβάνει στις αρμοδιότητές του και το συντονισμό της στρατηγικής των εθνικών προγραμμάτων διαχείρισης της ηλεκτροπαραγωγικής δυναμικότητας.

Είναι απαραίτητο να ληφθεί μια γενναία απόφαση η οποία θα εξασφαλίσει στη βιομηχανία μια αγορά 200,000 έως 300,000 ηλεκτρικών αυτοκινήτων στην Ευρώπη και στην Ασία, όπως έγινε στη Καλιφόρνια.

Αυτό θα επιτρέψει τη μαζική παραγωγή των ηλεκτρικών αυτοκινήτων που θα προσφέρονται πλέον σε πολύ χαμηλότερες τιμές από τις σημερινές. Είναι επίσης αναγκαίο να προετοιμασθεί και αναγγελθεί ένα πρόγραμμα σύμφωνα με το οποίο η πρόσβαση στο κέντρο των πόλεων θα επιτρέπεται μόνο στα ηλεκτρικά αυτοκίνητα. Οικονομικά και φορολογικά κίνητρα είναι απαραίτητα, σ' αυτή τη φάση, για τη διάδοση των ηλεκτρικών αυτοκινήτων.

Χρηματοδοτικές πηγές πρέπει να διασφαλισθούν για την ένταση του ερευνητικού έργου σε όλους τους τομείς που αφορούν το ηλεκτρικό αυτοκίνητο, με στόχο να παραχθεί σε συγκεκριμένο χρονικό ορίζοντα, ηλεκτρικό αυτοκίνητο που να μπορεί να εκτοπίσει το αντίστοιχο θερμικό από την αγορά.

Όλοι οι τομείς έρευνας χρειάζονται οικονομική στήριξη, αλλά έμφαση πρέπει να δοθεί στους συσσωρευτές, τους ηλεκτροκινητήρες και τη συνολική σχεδίαση του συστήματος.

Επεξεργασία των υποχρεωτικών προδιαγραφών είναι επίσης απαραίτητη. Ειδική βαρύτητα πρέπει να δοθεί στις προδιαγραφές ασφαλείας, στη μέγιστη ταχύτητα και στις επιταχύνσεις των αυτοκινήτων, μέσω των οποίων θα επιτευχθεί ομαλοποίηση της κυκλοφοριακής ροής.

Δεν πρέπει να ξεχνάμε ότι η κακώς εννοούμενη εφαρμογή τεχνολογίας είναι υπεύθυνη για τα περισσότερα, αν όχι για όλα, τα προβλήματα της κοινωνίας μας. Αυτό συμβαίνει γιατί οι μηχανικοί της βιομηχανίας δε δεσμεύονται από υποχρεωτικές προδιαγραφές στις οποίες να πρέπει να αναφέρονται και στις οποίες να πρέπει να συμμορφώνονται. Συνήθως αυτές επιβάλλονται πολύ καθυστερημένα και προσπαθούν να θεραπεύσουν αντί να προλάβουν τα όποια προβλήματα.

Τελευταία, αλλά όχι μικρότερης σημασίας, προκύπτει η ανάγκη να προετοιμαστούμε όλοι να θυσιάσουμε μερικές κακές συνήθειες που αποκτήσαμε στη διαδρομή του αιώνα μας σαν χρήστες θερμικών αυτοκινήτων. Είναι ο μόνος τρόπος

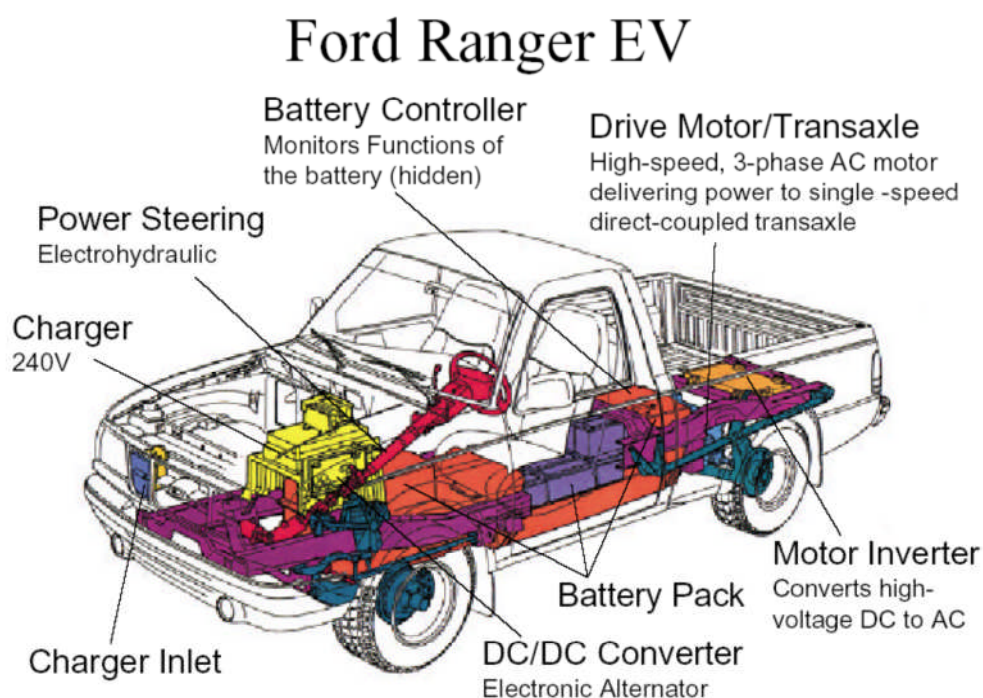
να εξασφαλίσουμε την υγεία μας και την υγεία των παιδιών μας και μια ποιότητα ζωής στις πόλεις μας.

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 2

Το ηλεκτρικό όχημα

2.1 Εισαγωγή

Μερικά από τα σημεία κλειδιά που ξεχωρίζουν ένα ηλεκτρικό όχημα από ένα συμβατικό φαίνονται στην επόμενη εικόνα. Είναι το διάγραμμα ενός συγκεκριμένου μοντέλου. Πρόκειται για το Ford Ranger.



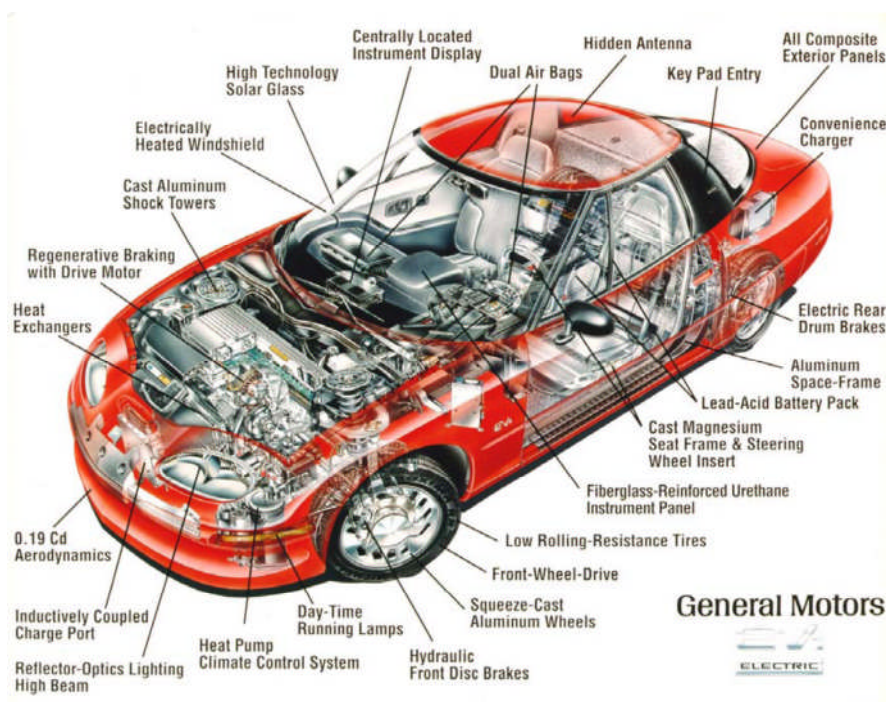
Βλέπουμε λοιπόν το Φορτιστή (Charger 240V), τον Ελεγκτή (Battery Controller), το Συσσωρευτή (Battery Pack), το Μεταλλάκτη (Converter) και στο μπροστινό μέρος την Υποδοχή Σύνδεσης για Πηγή Φόρτισης (Charger Inlet) και το Μετατροπέα (Motor Inverter). Πολλές από τις Αυτοκινητοβιομηχανίες προσπάθησαν να αντιμετωπίσουν το θέμα του ηλεκτρικού οχήματος με το ημίμετρο της μετατροπής των συμβατικών. Σύντομα όμως συνειδητοποίησαν ότι υπάρχουν προβλήματα, με σημαντικότερα το υπερβολικό βάρος του συμβατικού οχήματος και την παθητική ασφάλεια, όσον αφορά τους συσσωρευτές που συχνά τραυματίζουν σοβαρά τους επιβάτες. Έτσι οδηγήθηκαν στη σχεδίαση «από το μηδέν» του οχήματος με στόχο τον

ελαφρύ σκελετό (για παράδειγμα αλουμίνιο), θερμοπλαστικά αμαξώματα και συσσωρευτές ανεξάρτητους από το υπόλοιπο αμάξωμα.

Η τεχνολογία τους πρέπει να είναι προσαρμοσμένη σε ειδικές ανάγκες όπως αύξηση της εμβέλειας, μείωση του χρόνου φόρτισης των συσσωρευτών, αύξηση του ορίου ζωής τους και εκμετάλλευση της απευθείας ενέργειας όταν μειώνεται η ταχύτητα.

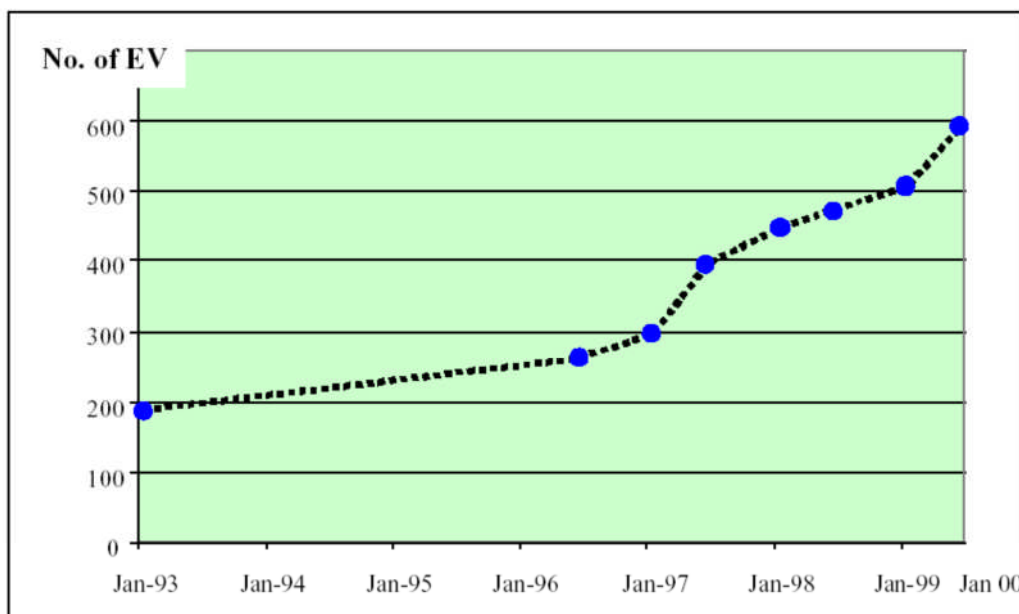
Όλα αυτά είχαν σαν αποτέλεσμα η νέα γενιά ηλεκτρικών οχημάτων να έχει έναν άρτιο μηχανισμό και συγχρόνως όλες τις πολυτέλειες που ο αγοραστής έβρισκε στο παρελθόν μόνο σε ένα συμβατικό αυτοκίνητο. Δύο στοιχεία που φαίνονται ξεκάθαρα στις εικόνες στην επομένη σελίδα.

Πρόκειται για το διάγραμμα του μοντέλου EV-1 της General Motors. Παρατηρεί λοιπόν ο αναγνώστης την πολυτέλεια των λεπτομερειών όπως το ηλεκτρικά θερμαινόμενο παρμπρίζ, τους αερόσακους, την κρυμμένη κεραία αλλά και την αρτιότητα του μηχανισμού ενός αμιγώς ηλεκτρικού οχήματος. Είναι προφανές ότι η μορφή των ηλεκτρικών οχημάτων έχει ξεφύγει από τα πειραματικά αυτοκίνητα και έχει ενταχθεί στην αγορά χωρίς να υστερεί σε τίποτα των συμβατικών, τα οποία μονοπωλούσαν για μεγάλο χρονικό διάστημα την αγορά και το ενδιαφέρον των αγοραστών. Αυτό βέβαια δεν είναι μια κατάσταση μη αναστρέψιμη.



Σχήμα 2.1.1-Τα διάφορα μέρη ενός υβριδικού οχήματος

Αντιθέτως η στροφή του αγοραστικού κοινού προς το ηλεκτρικό όχημα είναι αναμενόμενη και απαραίτητη. Χαρακτηριστικό είναι το παράδειγμα της Σουηδίας όπου με ένα εθνικό πρόγραμμα από το 1993 έως το 2000 έχει αυξηθεί κατακόρυφα η κυκλοφορία των ηλεκτρικών οχημάτων. Έτσι ενώ το 1993 εκτιμά το Lund Institute of Technology ότι υπήρχαν στους Σουηδικούς δρόμους 187 οχήματα το νούμερο αυτό έχει στις μέρες μας τριπλασιασθεί κάτι που φαίνεται και στο διάγραμμα που ακολουθεί (σχήμα 2.1.2).



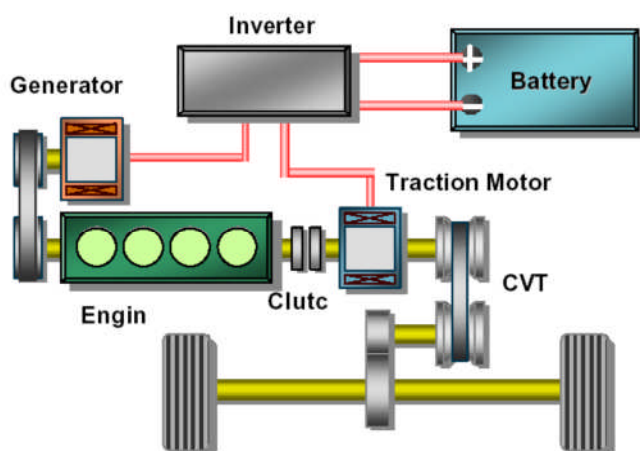
Σχήμα 2.1.2-Η εξέλιξη του ηλεκτρικού οχήματος στη Σουηδία από το 1993-2000

2.3 Γνωριμία με το υβριδικό όχημα.

Τα ηλεκτρικά οχήματα διακρίνονται σε δύο κατηγορίες: τα αμιγώς ηλεκτροκίνητα οχήματα και τα υβριδικά. Η διαφορά μεταξύ τους είναι η εξής. Τα υβριδικά είναι ηλεκτρικά τα οποία έχουν και μηχανή εσωτερικής καύσεως (Μ.Ε.Κ.). Η ηλεκτρική μηχανή χρησιμοποιείται για να εξοικονομηθεί ενέργεια. Κατά συνέπεια έχουμε μείωση της κατανάλωσης καυσίμου στο μισό καθώς και μείωση κατά το ήμισυ και περισσότερο της ρύπανσης, σε σχέση πάντα με το συμβατικό.

Τέλος με το υβριδικό παρέχεται η δυνατότητα υπέρβασης προβλημάτων όπως η περιορισμένη εμβέλεια κίνησης και οι μεγάλοι χρόνοι φόρτισης των συσσωρευτών.

Στη συνέχεια βλέπουμε σε κάτοψη το διάγραμμα δύο υβριδικών. Το Tino Hybrid της Nissan και ένα της Toyota, όπου φαίνεται η συνύπαρξη Μ.Ε.Κ. και ηλεκτροκινητήρα. (σχήμα 2.3.1α)



Σχήμα 2.3.1α-Υβριδικό όχημα

Η αγορά των υβριδικών οχημάτων αυξάνεται συνεχώς. Τον Οκτώβριο του 1998 η BC Research Inc. έκανε μια έρευνα για να διευκρινίσει την ταυτότητα της αγοράς του υβριδικού οχήματος. Τα αποτελέσματα της έρευνας φαίνονται στο διάγραμμα της σελίδας 12.

Το ποσοστό διείσδυσης, που παρουσιάζεται εδώ γύρω στο 10% μέχρι το 2010 θα φθάσει πιθανόν ψηλότερα αν το κύριο κόστος του οχήματος είναι μικρότερο. Είναι δυνατόν αυτό το αίτημα να φθάσει το 30% των πωλήσεων οχημάτων μέχρι το 2004 χαμηλώνοντας την κατανάλωση καυσίμων και φυσικού αερίου μέχρι 12% εν αντιθέσει του 0,5%, τιμή που αναφέρεται στις συνήθεις μελέτες.

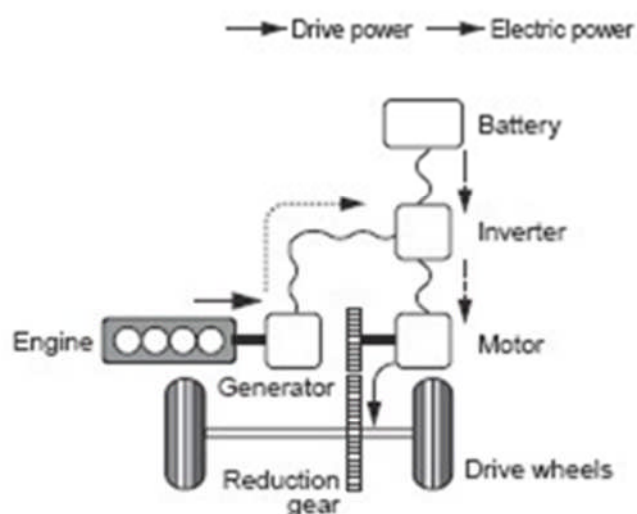
Στο υβριδικό αυτοκίνητο λόγω της ύπαρξης δύο πηγών ενέργειας αναγκαστικά άλλαξε και το σύστημα μετάδοσης κίνησης. Αναπτύχθηκαν τρία διαφορετικά μοντέλα, το σειριακό, το παράλληλο και το σειριακό/παράλληλο.

2.3.1 Σειριακό μοντέλο

Στο σειριακό (σχήμα 2.3.α)ο κινητήρας δίνει κίνηση σε μία γεννήτρια η οποία με την σειρά της παράγει ρεύμα, το οποίο με την βοήθεια ενός μετατροπέα διοχετεύεται

στην μπαταρία φορτίζοντάς την, και σε έναν ηλεκτροκινητήρα. Ο τελευταίος υποστηρίζόμενος και από την μπαταρία δίνει κίνηση στους τροχούς.

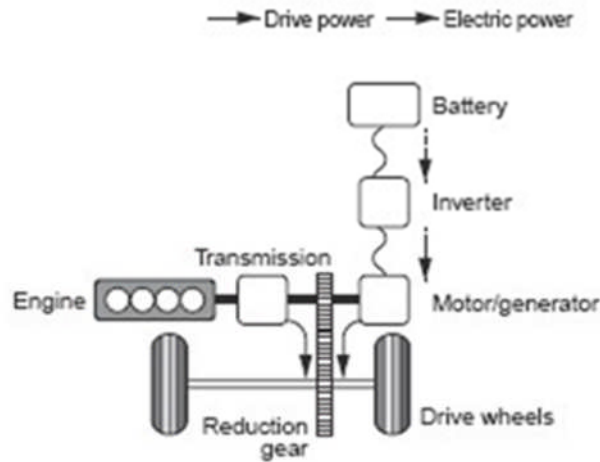
Όπως είναι κατανοητό, το όνομά του οφείλεται στο ότι η ενέργεια για να φτάσει ως μηχανική στους τροχούς ακολουθεί μια συγκεκριμένη διεύθυνση. Ο κινητήρας πλέον δεν έχει καμιά επαφή με την μετάδοση της κίνησης όπως γίνεται στα υπόλοιπα αυτοκίνητα. Τα πλεονεκτήματά του είναι ότι χρησιμοποιεί κινητήρα μικρού κυβισμού με αποτέλεσμα την μείωση βάρους του οχήματος.



Σχήμα 2.3.α- Σύστημα σειριακού υβριδικού οχήματος.

2.3.3 Παράλληλο μοντέλο

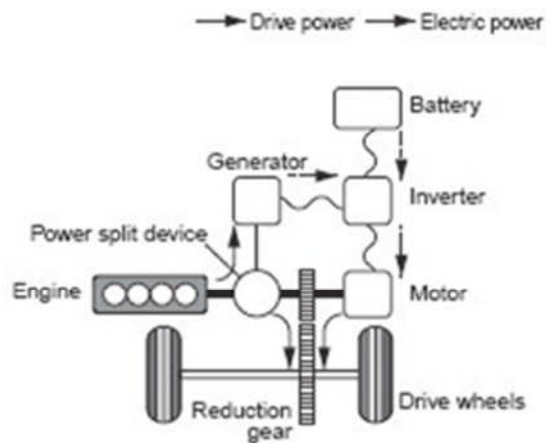
Στο παράλληλο μοντέλο (σχήμα 2.3.α) η κίνηση στους τροχούς μπορεί να προέρθει και από τις δύο πηγές ενέργειας ανάλογα με τις εκάστοτε συνθήκες. Δηλαδή η κίνηση μπορεί να είναι από τον κινητήρα απευθείας, από τον ηλεκτροκινητήρα ή και από τους δύο ταυτόχρονα. Λόγω της έλλειψης γεννήτριας ο ηλεκτροκινητήρας αναγκάζεται να πάρει τον ρόλο της και να μετατρέπει φορτία του κινητήρα σε ηλεκτρική ενέργεια για την φόρτιση της μπαταρίας. Σε αυτή την φάση σταματάει να συμμετέχει στο έργο για την κίνηση των τροχών.



Σχίμα 2.3.α- Σύστημα παράλληλο υβριδικού οχήματος

2.3.4 Σειριακό / Παράλληλο μοντέλο

Το σειριακό παράλληλο (σχίμα 2.3.4.α) σύστημα είναι συνδυασμός των δύο παραπάνω. Έτσι η διάταξη των εξαρτημάτων είναι κυρίως όπως είναι στο παράλληλο, μόνο που στο συγκεκριμένο χρησιμοποιείται επιπλέον και μία γεννήτρια για την φόρτιση της μπαταρίας. Οπότε υπάρχει πάντα διαθέσιμη ηλεκτρική ενέργεια.

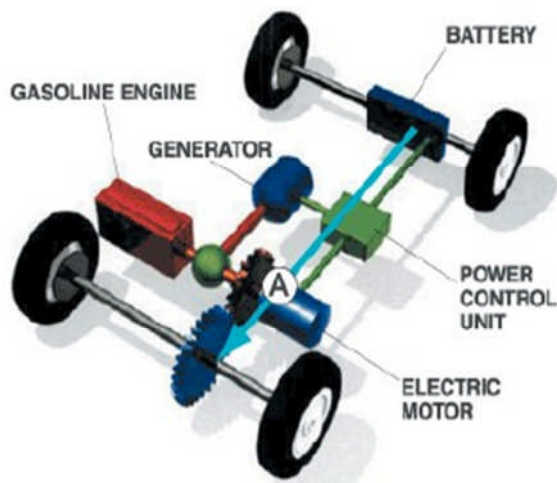


Σχίμα 2.3.4.α-Σύστημα σειριακό παράλληλο υβριδικού οχήματος

2.3.5 Καταστάσεις λειτουργίας υβριδικού οχήματος

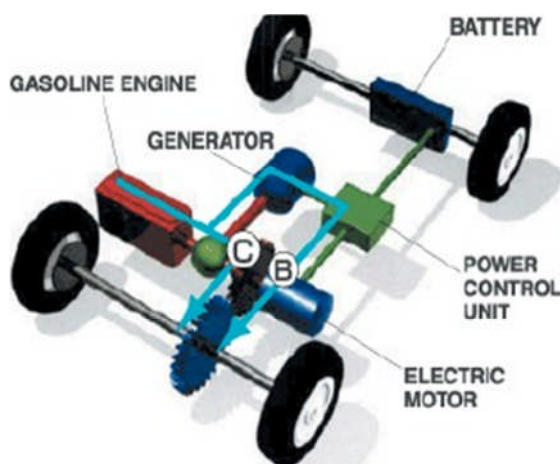
Ανάλογα με τις απαιτήσεις του οδηγού και τις συνθήκες που επικρατούν, το σειριακό παράλληλο σύστημα μπαίνει σε διάφορες καταστάσεις λειτουργίας. Έτσι:

Σε **ρελαντί** (σχήμα 2.3.5α) και σε περιοχή μικρών ταχυτήτων ο κινητήρας είναι σβηστός και η κίνηση δίνεται αποκλειστικά από τον ηλεκτροκινητήρα.



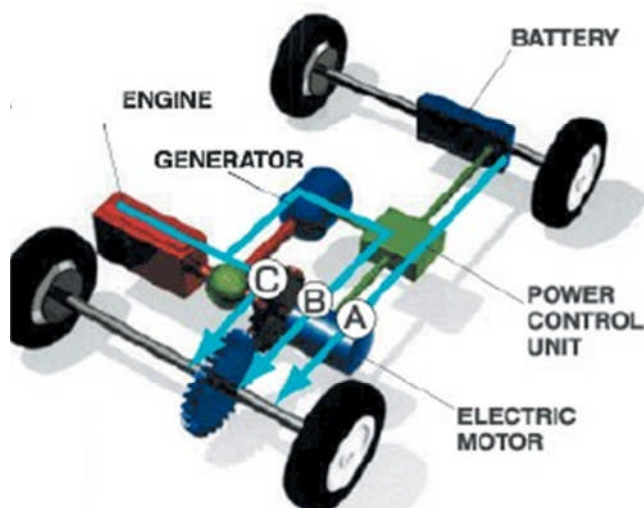
Σχήμα 2.3.5α-Υβριδικό σε κατάσταση ρελαντί

Σε **κατάσταση κανονικής οδήγησης** (σχήμα 2.3.5β) η προδιδόμενη ενέργεια του κινητήρα διαχωρίζεται και μέρος από αυτήν χρησιμοποιείται για την παραγωγή ρεύματος μέσω της γεννήτριας. Το ρεύμα αυτό πηγαίνει στον ηλεκτροκινητήρα ο οποίος με την σειρά του δίνει κίνηση στους τροχούς. Το υπόλοιπο μέρος πηγαίνει και αυτό απευθείας στους τροχούς. Η κατανομή αυτή δεν είναι πάντοτε ίδια και ελέγχεται πάντα για την καλύτερη συνολική απόδοση.



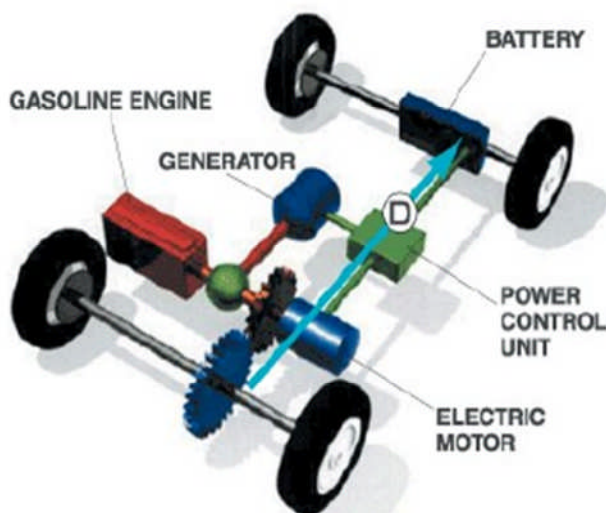
Σχήμα 2.3.5β-Υβριδικό σε κατάσταση κανονικής λειτουργίας

Σε **απότομη επιτάχυνση** επιπλέον η μπαταρία τροφοδοτεί τον ηλεκτροκινητήρα, ενώ η κατανομή ενέργειας του κινητήρα είναι τέτοια ώστε να υπάρξει η μέγιστη και ομαλότερη επιτάχυνση (σχήμα 2.3.5.γ)



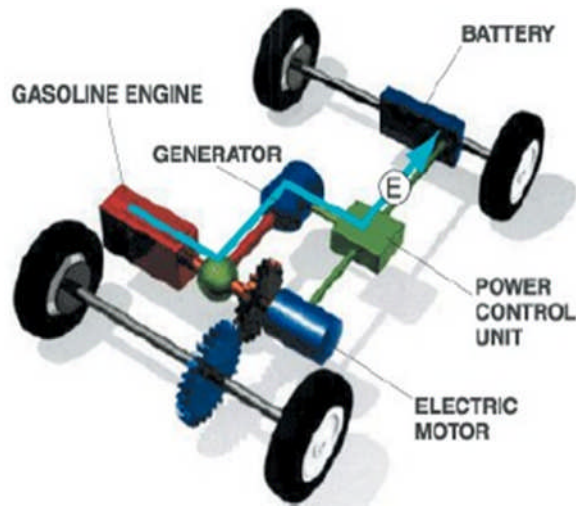
Σχήμα 2.3.5γ-Υβριδικό σε κατάσταση επιτάχυνσης

Κατά την διάρκεια φρεναρίσματος ο ηλεκτροκινητήρας αρχίζει να συμπεριφέρεται σαν γεννήτρια. Έτσι μέρος της κινητικής ενέργειας του αυτοκινήτου μετατρέπεται σε ηλεκτρική η οποία φορτίζει και την μπαταρία (σχήμα 2.3.5.δ).



Σχήμα 2.3.5δ-Υβριδικό σε κατάσταση φρεναρίσματος

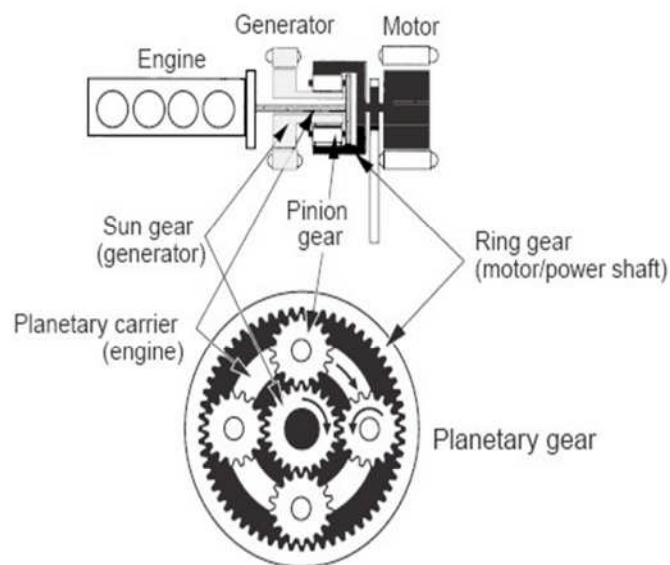
Κατά την φόρτιση της μπαταρίας όλη η ενέργεια του κινητήρα μετατρέπεται σε ηλεκτρική, ενώ η κίνηση δίνεται αποκλειστικά από τον ηλεκτροκινητήρα (σχήμα 2.3.5ε).



Σχήμα 2.3.5^ε-Υβριδικό σε κατάσταση φόρτισης της μπαταρίας

2.3.6 Σύστημα μετάδοσης

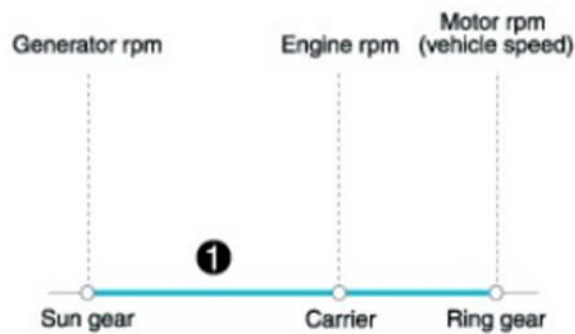
Όπως έχουμε αναφέρει και πιο πάνω υπάρχει μια συσκευή για την κατανομή της ενέργειας του κινητήρα. Αυτή είναι ένα πλανητικό σύστημα όπου η στεφάνη είναι συνδεδεμένη με τον τελικό άξονα και τον ηλεκτροκινητήρα, ο φορέας των πλανητών με τον κινητήρα και ο ήλιος με την γεννήτρια (σχήμα 2.3.6.α).



Σχήμα 2.3.6.α-Σύστημα μετάδοσης

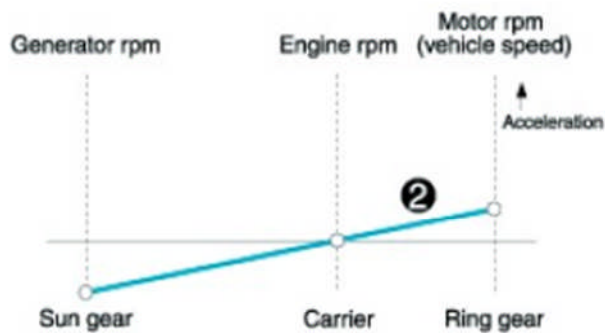
Έτσι γραφικά ανάλογα την κατάσταση λειτουργίας το πλανητικό σύστημα μπαίνει στις παρακάτω φάσεις:

1. Όταν το αυτοκίνητο βρίσκεται σε ακινησία ο κινητήρας, η γεννήτρια και ο ηλεκτροκινητήρας είναι σταματημένοι (σχήμα 2.3.6.β)



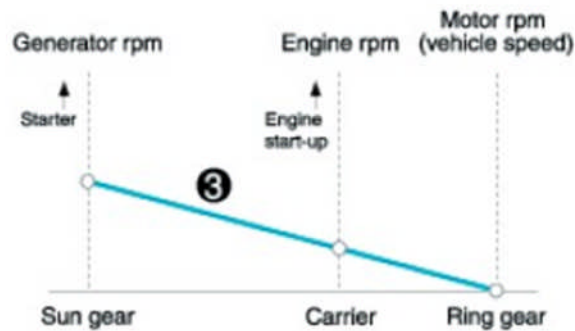
Σχήμα 2.3.6.β- 1 φάση

2. Στο ξεκίνημα του αυτοκινήτου από ρελαντί ο κινητήρας είναι σβηστός ενώ κίνηση στους τροχούς δίνεται από τον ηλεκτροκινητήρα. (σχήμα 2.3.6.γ)



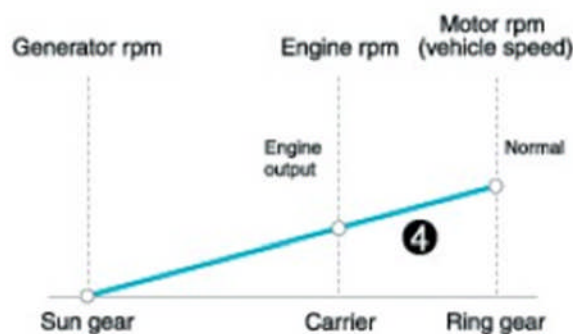
Σχήμα 2.3.6.γ- 2 φάση3

Για να μπει μπροστά ο κινητήρας η γεννήτρια παίζει τον ρόλο της μίζας Από την στιγμή που πάρει μπροστά γυρνάει στην αρχική της λειτουργία και φορτίζει την μπαταρία. (σχήμα 2.3.6.δ)



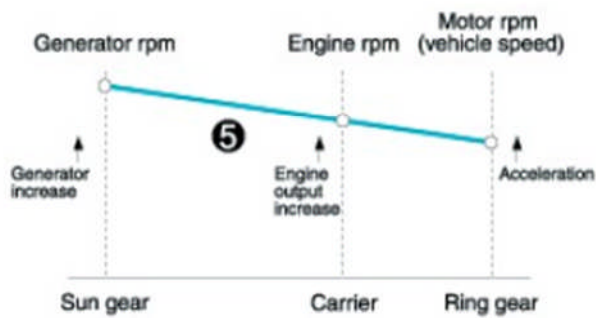
Σχήμα 2.3.6.δ- 3 φάση

4. Κατά την διάρκεια οδήγησης υπό κανονικές συνθήκες ο κινητήρας δίνει κίνηση στους τροχούς ενώ ταυτόχρονα δεν παράγει καθόλου ηλεκτρική ενέργεια. (σχήμα 2.3.6.ε)



Σχήμα 2.3.6.ε- 4 φάση

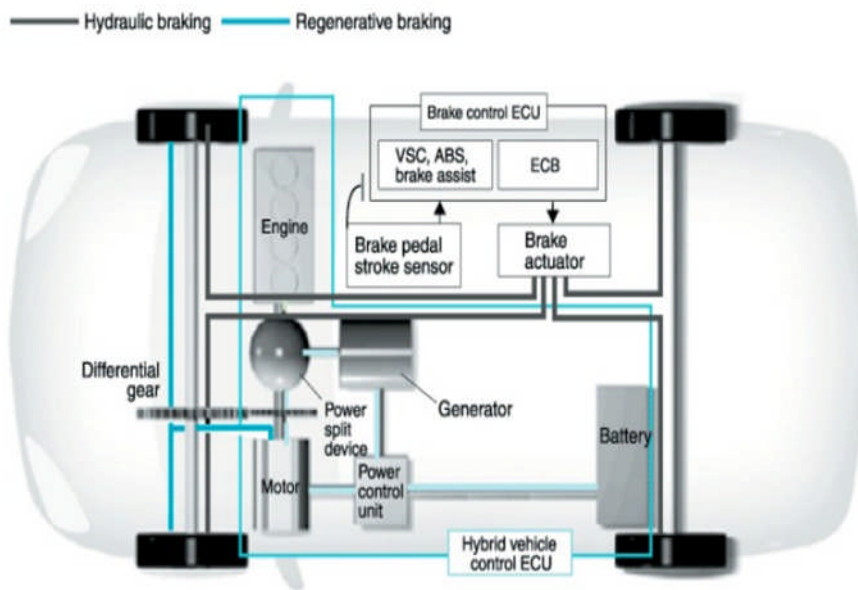
5. Κατά τη επιτάχυνση ο κινητήρας αρχίζει να περιστρέφεται με περισσότερες στροφές, παράγοντας ταυτόχρονα και ηλεκτρική ενέργεια. Ο ηλεκτροκινητήρας έρχεται να βοηθήσει το έργο του κινητήρα μέσω της γεννήτριας και την υποστήριξη της μπαταρίας. (σχήμα 2.3.6.ζ)



Σχήμα 2.3.6.ζ- 5 φάση

2.3.6 Μετατροπή της κινητικής ενέργειας σε ηλεκτρική κατά το φρενάρισμα

Στα συμβατικά οχήματα κατά το φρενάρισμα έχουμε μετατροπή της κινητικής ενέργειας, σε θερμότητα. Στα υβριδικά αυτό δεν ισχύει. Πατώντας το πεντάλ του φρένου ο ηλεκτροκινητήρας μετατρέπεται σε γεννήτρια με αποτέλεσμα η μηχανική ενέργεια των τελικών αξόνων να μετατρέπεται σε ηλεκτρική η οποία και φορτίζει την μπαταρία. Επιπρόσθετα η υπάρχουσα ενέργεια στο σύστημα μετάδοσης μετατρέπεται και αυτή σε μηχανική καθώς φρενάρει τον κινητήρα. Έτσι μέρος της συνολικής ενέργειας δεν χάνεται σε θερμότητα αλλά αποθηκεύεται στην μπαταρία με την μορφή της ηλεκτρικής. Το σύστημα αυτό εμπλέκεται μόνο στους μπροστινούς τροχούς, ενώ υπάρχει και η συμμετοχή από το σύστημα πέδησης για το φρενάρισμα των τροχών. Η αναλογία συμμετοχής του κάθε συστήματος εξαρτάται από πολλούς παράγοντες όπως η ταχύτητα του αυτοκινήτου, η ασκούμενη δύναμη στο πεντάλ του φρένου κ.α. Κυρίως σε συνθήκες όπου το αυτοκίνητο βρίσκεται σε κατάσταση οδήγησης πόλης όπου υπάρχουν επαναλαμβανόμενες αυξομειώσεις μικρών ταχυτήτων και συνεχόμενων φρεναρισμάτων, το ηλεκτρικό σύστημα αναλαμβάνει την πέδηση του αυτοκινήτου. (σχήμα 2.3.6.η)



Σχήμα 2.3.6.η-Μετατροπή κινητικής σε ηλεκτρική ενεργεία

2.4 Πηγές ενέργειας ηλεκτρικού αυτοκινήτου (μπαταρία).

Ως πηγές ενέργειας στα ηλεκτρικά ορίζονται οι συσκευές που αποθηκεύουν ενέργεια, παρέχουν ενέργεια (εκφορτίζονται) και δέχονται ενέργεια από εξωτερική πηγή (φορτίζονται). Υπάρχουν διάφοροι τύποι πηγών ενέργειας που έχουν προταθεί για ηλεκτρικά οχήματα, οι πιο σημαντικές από τις οποίες είναι οι ηλεκτροχημικοί μετατροπείς (συσσωρευτές ή μπαταρίες), οι υπερπυκνωτές (ultracapacitors, supercapacitors) και οι σφόνδυλοι υπερυψηλών ταχυτήτων (flywheels, μηχανικό σύστημα αποθήκευσης ενέργειας). Επίσης, υπάρχει και η τεχνολογία των κυψελών καυσίμου (fuel cells) που είναι ένας τύπος μετατροπέων ενέργειας. Υπάρχει ένας αριθμός απαιτήσεων για τα συστήματα αποθήκευσης ενέργειας σε εφαρμογές οχημάτων, όπως η ειδική ενέργεια (specific energy), η ειδική ισχύς (specific power), η απόδοση (efficiency), η συντήρηση (maintenance), η διαχείριση (management), το κόστος (cost), η προσαρμογή και φιλικότητα προς το περιβάλλον (environmental adaptation and friendliness) και η ασφάλεια (safety). Για χρήση σε ηλεκτρικό όχημα, η κυριότερη παράμετρος είναι η ειδική ενέργεια καθώς από αυτήν καθορίζεται η χιλιομετρική αυτονομία του οχήματος. Από την άλλη πλευρά, για εφαρμογές ηλεκτρικών οχημάτων, η ειδική ενέργεια είναι λιγότερο σημαντική σε σχέση με την ειδική ισχύ επειδή ενέργεια προέρχεται από το βενζινοκινητήρα ενώ ικανοποιητική ισχύς απαιτείται για να επιτευχθεί καλή απόδοση

του οχήματος, ιδιαίτερα κατά την επιτάχυνση, την ανάβαση και την αναγεννητική πέδηση. Περισσότερες απαιτήσεις υπάρχουν αν ληφθεί υπόψη το σύνολο της διαδρομής μετάδοσης ισχύος του οχήματος.

2.4.1 Ηλεκτροχημικοί συσσωρευτές (μπαταρίες)

Υπάρχουν πολλοί διαφορετικοί τύποι και μεγέθη του ηλεκτρικού οχήματος. Σχεδόν σε όλες τις περιπτώσεις όμως η μπαταρία είναι ένα βασικό συστατικό. Στο κλασικό ηλεκτρικό όχημα η μπαταρία είναι η μόνη πηγή ενέργειας, και το συστατικό με το μεγαλύτερο κόστος, βάρος και όγκο. Μια μπαταρία κατασκευάζεται από δύο ή περισσότερα ηλεκτρικά στοιχεία που συνδέονται σε σειρά μεταξύ τους. Τα στοιχεία μετατρέπουν τη χημική ενέργεια σε dc ηλεκτρική ενέργεια. Τα ομαδοποιημένα στοιχεία τοποθετούνται σε μια κατάλληλη θήκη για να δημιουργήσουν μια μονάδα μπαταρίας. Η μπαταρία είναι ο παράλληλος ή σε σειρά συνδυασμός των μονάδων αυτών έτσι ώστε να παρέχει την κατάλληλη τάση, ένταση και ενέργεια στο ηλεκτρονικό σύστημα ισχύος. Η ενέργεια που αποθηκεύεται σε μια μπαταρία είναι η διαφορά ενέργειας ανάμεσα στην κατάσταση φόρτισης και την κατάσταση εκφόρτισης.

Αυτή η διαθέσιμη χημική ενέργεια σε ένα κελί μετατρέπεται, όταν απαιτείται, σε ηλεκτρική ενέργεια με χρήση των βασικών συστατικών του στοιχείου που είναι τα ηλεκτρόδια (θετικό και αρνητικό), οι διαχωριστές και οι ηλεκτρολύτες. Τα ηλεκτροχημικά ενεργά συστατικά του θετικού ή του αρνητικού ηλεκτροδίου ονομάζονται ενεργό υλικό. Οι χημικές αντιδράσεις που λαμβάνουν χώρα στα δύο ηλεκτρόδια έχουν ως αποτέλεσμα τη δέσμευση και απελευθέρωση ηλεκτρονίων. Τα ηλεκτρόδια πρέπει να είναι ηλεκτρικά αγωγικά και τοποθετούνται σε διαφορετικές περιοχές διαχωριζόμενα από ένα διαχωριστή. Κατά τη διάρκεια λειτουργίας της μπαταρίας, οι χημικές αντιδράσεις προκαλούν τη ροή ηλεκτρονίων από το ένα ηλεκτρόδιο στο άλλο. Όταν κάποιο ηλεκτρικό κύκλωμα συνδέει τα δύο ηλεκτρόδια τότε “κλείνει κύκλωμα” και είναι δυνατή η κίνηση των ηλεκτρονίων. Τα σημεία σύνδεσης ανάμεσα στα ηλεκτρόδια και το εξωτερικό κύκλωμα ονομάζονται πόλοι της μπαταρίας. Πρέπει να σημειωθεί ότι μόνο σε μια ιδανική μπαταρία ισχύει ότι η κίνηση των ηλεκτρονίων παρατηρείται μόνο με την παρουσία εξωτερικού κυκλώματος. Δυστυχώς, πολλές μπαταρίες επιτρέπουν μια μικρή εκφόρτιση εξαιτίας

φαινομένων διάχυσης. Γι' αυτό και δε θεωρούνται ιδιαίτερα καλές για μακροχρόνια αποθήκευση ενέργειας. Αυτή η μικρή εκφόρτιση με πόλους ανοιχτού κυκλώματος είναι γνωστή ως αυτό-εκφόρτιση και χρησιμοποιείται, επίσης, ως παράμετρος ποιότητας της μπαταρίας.

Ένας διαχωρισμός των μπαταριών είναι σε πρωτεύουσες και δευτερεύουσες. Μπαταρίες που δεν μπορούν να επαναφορτιστούν και σχεδιάζονται για μία και μόνο χρήση (εκφόρτιση) είναι γνωστές ως πρωτεύουσες μπαταρίες. Παραδείγματα τέτοιου τύπου μπαταριών είναι οι μπαταρίες λιθίου που χρησιμοποιούνται σε ρολόγια, κομπιουτεράκια, κλπ. και οι μπαταρίες διοξειδίου του μαγγανίου που χρησιμοποιούνται σε παιδικά παιχνίδια, ραδιόφωνα, φακούς κλπ. Οι μπαταρίες που μπορούν να επαναφορτιστούν διοχετεύοντας ρεύμα προς την αντίθετη κατεύθυνση αυτής της εκφόρτισης είναι γνωστές ως δευτερεύουσες μπαταρίες. Στην περίπτωση των δευτερευουσών ή επαναφορτιζόμενων μπαταριών, η χημική αντίδραση μπορεί να αντιστραφεί με την αντιστροφή του ρεύματος και η μπαταρία να επιστρέψει σε κατάσταση φόρτισης. Προφανώς, οι μπαταρίες που χρησιμοποιούνται στα ηλεκτρικά και υβριδικά ηλεκτρικά οχήματα είναι όλες δευτερεύουσες μπαταρίες, επειδή επαναφορτίζονται κατά την αναγεννητική πέδηση ή με χρήση φορτιστή όταν το όχημα είναι σταματημένο.

2.4.2 Τύποι μπαταριών

Σημαντικοί τύποι μπαταριών που σχετίζονται με ηλεκτρικά ή υβριδικά ηλεκτρικά οχήματα είναι:

- Μολύβδου οξέος (lead acid)
- Νικελίου σιδήρου (nickel iron)
- Νικελίου καδμίου (nickel cadmium)
- Νικελίου μετάλλου υβριδίου (nickel metal hydride)
- Λιθίου πολυμερούς (lithium polymer)
- Ιόντων λιθίου (lithium ion)
- Θειούχου νατρίου (sodium sulphur)

Η μπαταρία σε ένα ηλεκτρικό ή ένα υβριδικό ηλεκτρικό όχημα εξυπηρετεί διαφορετικό σκοπό από μια μπαταρία σε ένα συμβατικό όχημα. Σε ένα συμβατικό όχημα, ο πρωταρχικός σκοπός της μπαταρίας είναι να παρέχει μεγάλο ηλεκτρικό ρεύμα για ένα σύντομο χρονικό διάστημα προς τον εκκινητή (μίζα) ώστε να εκκινήσει το όχημα. Αυτός ο τύπος μπαταρίας συνήθως καλείται μπαταρία εκκίνησης (starting ή starter battery). Από την εκκίνηση και έπειτα του οχήματος η τροφοδοσία των ηλεκτρικών συστημάτων γίνεται μέσω του εναλλακτήρα (ή δυναμό σε παλαιότερα οχήματα). Στα ηλεκτροκίνητα οχήματα, ωστόσο, οι μπαταρίες παρέχουν συνεχές ηλεκτρικό ρεύμα προς τον/τους ηλεκτροκινητήρα/ες για ένα μεγάλο χρονικό διάστημα. Αυτή η διαφοροποίηση έχει ως αποτέλεσμα την ανάγκη πολύ ισχυρότερων μπαταριών από κάθε άποψη για ένα ηλεκτροκίνητο όχημα σε σχέση με ένα συμβατικό. Πρέπει να σημειωθεί ότι μια μπαταρία εκκίνησης είναι απαραίτητη και στα υβριδικά ηλεκτρικά οχήματα σε συνδυασμό με μια μπαταρία υψηλής τάσης (high voltage battery, HVB). Η μπαταρία εκκίνησης χρησιμοποιείται για να εκκινήσει το βενζινοκινητήρα ενώ η μπαταρία υψηλής τάσης για να τροφοδοτεί τον ηλεκτροκινητήρα ή κάποια περιφερειακά ηλεκτρικά/ηλεκτρονικά συστήματα. Σε αυτά τα οχήματα η μπαταρία εκκίνησης μπορεί να χρησιμοποιηθεί και για την τροφοδοσία άλλων συστημάτων όπως για παράδειγμα το σύστημα φωτισμού. Προφανώς, σε ένα ηλεκτρικό όχημα ή σε ένα όχημα με κυψέλες καυσίμου δε χρειάζεται η μπαταρία εκκίνησης. Οι βασικές ενεργειακές πηγές σε αυτά τα οχήματα είναι μπαταρίες υψηλής τάσης όπως αυτές των υβριδικών οχημάτων.

Αυτή η απαίτηση ονομάζεται βαθιά εκφόρτιση (deep cycling) και μια μπαταρία με αυτό το χαρακτηριστικό ονομάζεται μπαταρία βαθιάς εκφόρτισης. Τέτοιες μπαταρίες τείνουν να έχουν μικρότερη στιγμιαία ισχύ από μια μπαταρία εκκίνησης αλλά μπορούν να προσδώσουν ηλεκτρική ενέργεια για μεγαλύτερα χρονικά διαστήματα καθώς και να υποστούν περισσότερες βαθιές εκφορτίσεις.

Τα ηλεκτροκίνητα οχήματα τυπικά απαιτούν τάση 100-600V. Οι μπαταρίες μπορεί να σχηματίζουν συστοιχίες μονάδων των 6V ή 12V συνδεδεμένων σε σειρά. Αν ο ηλεκτροκινητήρας απαιτεί τάση 240V, το όχημα χρειάζεται 40 μπαταρίες των 6V ή 20 των 12V. Σε πολλές περιπτώσεις, εκατοντάδες μεμονωμένα κελιά μπαταριών, το καθένα μεγέθους μπαταρίας φακού, συνδέονται μεταξύ τους για να παρέχουν την απαιτούμενη ισχύ. Πολλοί διαφορετικοί τύποι μπαταριών είναι διαθέσιμοι και υπό έρευνα για να ικανοποιήσουν τις απαιτήσεις της ηλεκτροκίνησης στα οχήματα.

Προκειμένου να γίνει αντιληπτή η ανάγκη χρήσης μπαταριών υψηλής τάσης στα υβριδικά οχήματα θεωρείται σκόπιμο να αναφερθούν τα πλεονεκτήματα που προέκυψαν από την αύξηση της τάσης στις μπαταρίες των συμβατικών οχημάτων στη δεκαετία του 1950 από τα 6V στα 12V. Καταρχήν, η φόρτιση των μπαταριών μπορούσε να γίνει ταχύτερη και με μικρότερη καταπόνηση για την μπαταρία. Επιτράπηκε η μείωση του μεγέθους των καλωδίων δεδομένου ότι με διπλάσια τάση απαιτούνταν πλέον η μισή ένταση για την παροχή της ίδιας ποσότητας ισχύος. Τα ίδια πλεονεκτήματα ισχύουν και για τα σύγχρονα συμβατικά οχήματα. Εδώ, βέβαια, θα πρέπει να προστεθεί και η διαρκώς αυξανόμενη χρήση ηλεκτρικών συστημάτων. Εκτιμάται ότι το 2007 η ζήτηση σε ηλεκτρική ισχύ κυμαίνεται μεταξύ 800W και 1500W, σε μερικά χρόνια θα είναι 3000W-7000W. Η αύξηση αυτή μπορεί να καλυφθεί είτε αυξάνοντας τη χωρητικότητα της μπαταρίας και του συστήματος φόρτισης είτε αυξάνοντας την τάση. Η δεύτερη λύση είναι προτιμότερη παρά το γεγονός ότι οδηγεί σε μεγαλύτερες και βαρύτερες μπαταρίες γιατί η ένταση των ρευμάτων θα είναι μικρότερη, το μέγεθος των καλωδίων θα είναι μικρότερο και είναι πιθανή έτσι η αντιστάθμιση της αύξησης του βάρους της μπαταρίας. Με την ίδια λογική, προωθείται και η αύξηση από τα 12V στα 42V.

Η ίδια λογική ακολουθείται και κατά τη σχεδίαση ηλεκτρικών και υβριδικών ηλεκτρικών οχημάτων. Η υψηλή τάση απαιτείται για να αποτρέψει την ανάγκη για μεγάλα καλώδια και αγωγούς. Επίσης, διατηρώντας την ένταση του ρεύματος χαμηλή είναι καλύτερο και για τις μπαταρίες. Η πρώτη γενιά του ηλεκτρικού οχήματος της General Motors (EV1) χρησιμοποιούσε είκοσι έξι μπαταρίες μολύβδου οξέος των 12V. Οι μεμονωμένες μπαταρίες συνδέονταν σε σειρά. Έτσι, ο συνολικός συσσωρευτής παρείχε 312V τάσης και ζύγιζε 595kg. Η απόσταση αυτονομίας ανάμεσα σε δύο διαδοχικές φορτίσεις ήταν 88 έως 153km. Η επόμενη και τελευταία γενιά των EV1 χρησιμοποιούσε μπαταρίες Νικελίου μετάλλου υβριδίου και χαρακτηρίζονταν από ελαφρώς μεγαλύτερη αυτονομία. Ο συνολικός συσσωρευτής σε ένα υβριδικό όχημα κατασκευάζεται τυπικά από μερικά κυλινδρικά ή πρισματικά στοιχεία. Ένας τέτοιος συσσωρευτής συχνότερα ονομάζεται μπαταρία YT (HV battery). Τα κυκλώματα υψηλής τάσης σε ένα όχημα αναγνωρίζονται από το μέγεθος και το χρώμα. Τα καλώδια έχουν παχύτερη μόνωση και πορτοκαλί χρώμα. Ομοίως και οι σύνδεσμοι έχουν πορτοκαλί χρώμα. Σε πολλά οχήματα τα καλώδια υψηλής τάσης τοποθετούνται σε πορτοκαλί θωράκιση ή θήκη. Επιπρόσθετα, οι μπαταρίες και

τα συστήματα υψηλής τάσης έχουν προειδοποιητικές ετικέτες με την ένδειξη “Υψηλή Τάση”.

2.4.3 Παράμετροι μπαταριών

Ο χαρακτηρισμός της ποιότητας μιας μπαταρίας και η συγκριτική μελέτη των διαφόρων τύπων μεταξύ τους επιτυγχάνεται με τη θέσπιση συγκεκριμένων παραμέτρων οι σημαντικότερες από τις οποίες αναφέρονται παρακάτω.

2.4.3.1 Τάσεις στοιχείων και μπαταρίας

Πρόκειται για την πρώτη παράμετρο που εξετάζει κανείς όταν ασχολείται με μπαταρίες. Η τάση στοιχείου είναι η διαφορά δυναμικού που αναπτύσσεται ανάμεσα στις θετικές και τις αρνητικές πλάκες μέσα στον ηλεκτρολύτη. Εξαρτάται από τα υλικά των πλακών, τον ηλεκτρολύτη και τη συγκέντρωσή του. Η τάση του στοιχείου δεν παραμένει πάντα σταθερή αλλά εξαρτάται από την κατάσταση φόρτισης και τη θερμοκρασία του ηλεκτρολύτη. Η ονομαστική τάση της μπαταρίας είναι η τάση που προκύπτει από τον πολλαπλασιασμό της ονομαστικής τάσης ενός στοιχείου με τον αριθμό των στοιχείων που απαρτίζουν το σύνολο της μπαταρίας. Όπως έχει ήδη αναφερθεί, οι τάσεις των μπαταριών YT στα ηλεκτρικά οχήματα κυμαίνονται από 100V μέχρι 600V.

Επίσης, στα υβριδικά ηλεκτρικά οχήματα που κυκλοφορούν αυτή τη στιγμή στην παγκόσμια αγορά η ονομαστική τάση των μπαταριών YT κυμαίνεται από 200V περίπου μέχρι 350V περίπου.

2.4.4 Χωρητικότητα μπαταρίας

Το ηλεκτρικό φορτίο που μια μπαταρία μπορεί να παρέχει είναι σαφώς η κρίσιμότερη παράμετρος. Ως χωρητικότητα (capacity) μιας μπαταρίας θεωρείται η ποσότητα των ελεύθερων ηλεκτρικών φορτίων που παράγονται από το ενεργό υλικό στο αρνητικό ηλεκτρόδιο και καταναλώνονται από το θετικό ηλεκτρόδιο. Η μονάδα

μέτρησής του είναι το Coulomb (C), το ηλεκτρικό φορτίο που μεταφέρεται από ρεύμα έντασης 1 Ampère (A) σε ένα δευτερόλεπτο. Εντούτοις, αυτή η μονάδα είναι ακατάλληλα μικρή. Αντ' αυτού χρησιμοποιείται το Ah ($1Ah = 3600C$): φορτίο που μεταφέρεται από ρεύμα έντασης 1 A σε μια ώρα. Η χωρητικότητα μιας μπαταρίας είναι, για παράδειγμα, 10Ah. Αυτό σημαίνει ότι μπορεί να παρέχει ρεύμα έντασης 1A για 10 ώρες, ή 2A για 5 ώρες, ή στη θεωρία 10 A για 1 ώρα. Στην πράξη, ενώ μια μπαταρία μπορεί να είναι σε θέση να παρέχει ρεύμα έντασης 1A για 10 ώρες, εάν απορροφώνται από αυτήν 10A, θα διαρκέσει λιγότερο από μια ώρα. Η χωρητικότητα των μεγάλων μπαταριών που χρησιμοποιούνται στα ηλεκτρικά οχήματα αναφέρεται συνήθως σε εκφόρτιση 5 ωρών. Το διάγραμμα αναφέρεται σε μια μπαταρία με ονομαστική τιμή 100 Ah. Πρέπει να σημειωθεί ότι εάν το φορτίο αφαιρείται σε μια ώρα, η χωρητικότητα μειώνεται σε περίπου 70 Ah. Αντίθετα, εάν το ρεύμα απορροφάται πιο αργά, έστω 20 ώρες, η χωρητικότητα αυξάνει σε περίπου 110 Ah. Αυτή η αλλαγή στην ικανότητα εμφανίζεται λόγω των ανεπιθύμητων δευτερευουσών αντιδράσεων μέσα στην κυψέλη. Η επίδραση είναι πιο αξιοπρόσεκτη στην μπαταρία μολύβδου οξέος, αλλά εμφανίζεται σε όλους τους τύπους. Έχει σημασία να είναι σε θέση κανείς να προβλέψει ακριβώς τα αποτελέσματα αυτού του φαινομένου. Η χωρητικότητα μιας μπαταρίας σε Ah αντιπροσωπεύεται από το γράμμα Q .

2.4.4.1 Ρυθμός εκφόρτισης (discharge rate)

Ο ρυθμός εκφόρτισης είναι το ηλεκτρικό ρεύμα με το οποίο εκφορτίζεται μια μπαταρία. Ο ρυθμός εκφράζεται ως ρυθμός Q/h όπου Q είναι η χωρητικότητα της μπαταρίας και h είναι ο χρόνος εκφόρτισης σε ώρες. Για μια μπαταρία με χωρητικότητα Q (Ah) που εκφορτίζεται σε χρόνο Δt , ο ρυθμός εκφόρτισης είναι $Q/\Delta t$.

2.4.4.3 Κατάσταση εκφόρτισης (State of Discharge)

Η κατάσταση εκφόρτισης (SoD) είναι ένα μέτρο του φορτίου που απομακρύνεται από τη μπαταρία.

2.4.4.4 Βάθος φόρτισης (Depth of Discharge)

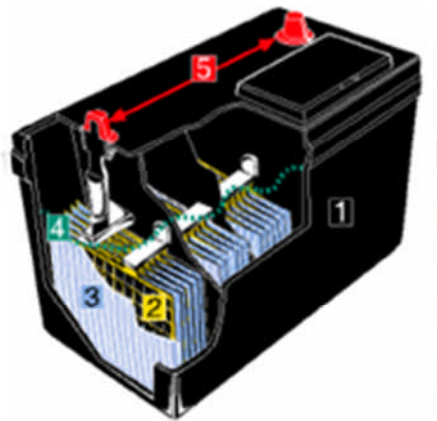
Το βάθος εκφόρτισης (DoD) είναι το ποσοστό χωρητικότητας της μπαταρίας ως προς το οποίο έχει εκφορτιστεί η μπαταρία κατά τη χρήση της. Εκφόρτιση μιας μπαταρίας σε ποσοστό μεγαλύτερο από 80% της χωρητικότητας ονομάζεται βαθιά εκφόρτιση (deep discharge).

2.4.4.5 Ειδική ενέργεια (Specific Energy)

Ως ειδική ενέργεια μιας μπαταρίας ορίζεται η ενεργειακή χωρητικότητα ανά μονάδα βάρους της μπαταρίας (Wh/kg). Η θεωρητική ειδική ενέργεια είναι η μέγιστη ενέργεια που μπορεί να παραχθεί ανά μονάδα μάζας του ενεργού υλικού. Οι πρακτικές τιμές της ειδικής ενέργειας είναι ωστόσο αρκετά χαμηλότερες από τα θεωρητικά μέγιστα. Εκτός από τους διάφορους περιορισμούς που τείνουν να μειώσουν την τάση του στοιχείου και εμποδίζουν την πλήρη χρήση του ενεργού υλικού, οι κατασκευαστικές ανάγκες της μπαταρίας προσθέτουν στο βάρος της χωρίς όμως να προσφέρουν τίποτα στην παραγόμενη ενέργεια. Προκειμένου να εκτιμηθεί η έκταση της διαφοράς ανάμεσα στις τιμές της πρακτικής και της θεωρητικής ειδικής ενέργειας μιας μπαταρίας παρατίθεται το παράδειγμα της μπαταρίας μολύβδου οξέος. Αποδεικνύεται ότι μόνο το 26% του συνολικού βάρους της μπαταρίας συμμετέχει στην παραγωγή ηλεκτρικής ενέργειας (45Wh/kg από τη θεωρητική τιμή των 170Wh/kg). Το υπόλοιπο ποσοστό σχετίζεται με (1) τμήμα του ενεργού υλικού που δεν εκφορτίζεται με το ρυθμό που απαιτεί το ηλεκτρικό όχημα, (2) νερό που χρησιμοποιείται για τον ηλεκτρολύτη, (3) πλέγματα μολύβδου για τη συλλογή ρεύματος, (4) υλικά για τους πόλους και τους συνδέσμους της μπαταρίας και (5) περίβλημα και διαχωριστές.

2.4.4.6 Ειδική ισχύς (Specific Power)

Η ειδική ισχύς μιας μπαταρίας ορίζεται ως η μέγιστη ισχύς ανά μονάδα βάρους της μπαταρίας που μπορεί να παραχθεί σε ένα μικρό χρονικό διάστημα. Η ειδική ισχύς είναι σημαντική για τη μείωση του βάρους της μπαταρίας ειδικά σε εφαρμογές που απαιτούν υψηλή ισχύ, όπως τα υβριδικά ηλεκτρικά οχήματα.



Σχήμα 2.4.4.6α-Τομή μπαταρίας.

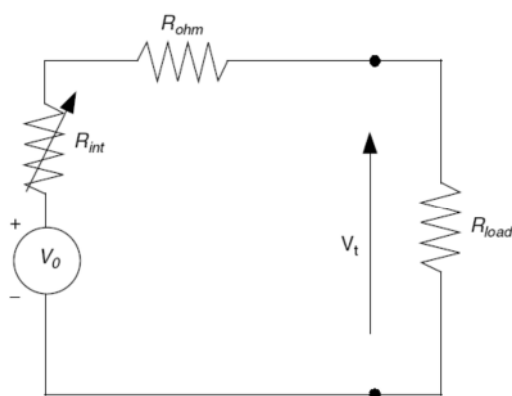
2.4.4.7 Ενεργειακή απόδοση

Οι απώλειες ενέργειας και ισχύος κατά την εκφόρτιση ή τη φόρτιση εμφανίζονται με τη μορφή απώλειας τάσης. Έτσι, η απόδοση της μπαταρίας κατά τη φόρτιση ή την εκφόρτιση μπορεί να οριστεί ως ο λόγος της τάσης λειτουργίας του κελιού προς τη θερμοδυναμική τάση δηλαδή

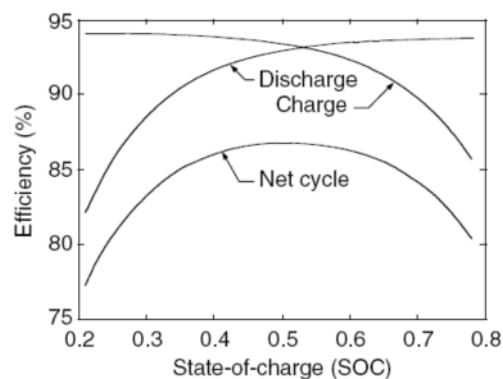
εκφόρτιση:
$$n = \frac{V}{V_0}$$

φόρτιση:
$$n = \frac{V_0}{V}$$

Η τάση των πόλων, ως συνάρτηση του ρεύματος και της ενέργειας που αποθηκεύεται στη μπαταρία ή την κατάσταση φόρτισης, είναι χαμηλότερη στην εκφόρτιση και υψηλότερη στη φόρτιση από το ηλεκτρικό δυναμικό που αναπτύσσεται από μια χημική αντίδραση. Στο σχήμα 2.4.4.7.β απεικονίζεται η απόδοση της μπαταρίας μολύβδου οξέος κατά τη διάρκεια της εκφόρτισης και της φόρτισης ως συνάρτηση της κατάστασης φόρτισης (SoC). Παρατηρείται ότι η απόδοση του συνολικού κύκλου της μπαταρίας παρουσιάζει μέγιστο στη μέση της περιοχής της κατάστασης φόρτισης. Επομένως, η μονάδα ελέγχου λειτουργίας της



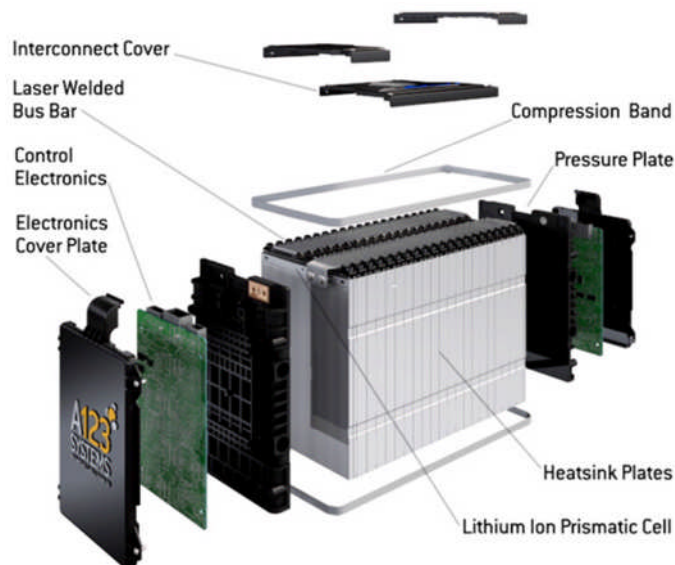
Σχήμα 2.4.4.7 (α)



Σχήμα 2.4.4.7(β)

μπαταρίας ενός υβριδικού ηλεκτρικού οχήματος θα πρέπει να ελέγχει την κατάσταση

φόρπισής της ώστε να βρίσκεται στο μέσο του εύρους τιμών του SoC έτσι ώστε να βελτιώνει την απόδοση λειτουργίας και να περιορίζει την αύξηση της θερμοκρασίας που προκαλείται από απώλειες ενέργειας. Υψηλή θερμοκρασία θα μπορούσε να προκαλέσει φθορές στη μπαταρία.



Σχήμα 2.4.4.7α-Δομή μπαταρίας.

2.5 Ηλεκτροκινητήρες

Οι ηλεκτροκινητήρες (σχήμα 2.5.α) που χρησιμοποιούνται στα ηλεκτρικά αυτοκίνητα διακρίνονται σε κινητήρες Συνεχούς Ρεύματος και κινητήρες Εναλλασσόμενου Ρεύματος. Οι κινητήρες Σ.Ρ. διακρίνονται σε : Κινητήρες ξένης και παράλληλης διέγερσης η χρήση των οποίων ενδείκνυται για ηλεκτρικά οχήματα με μικρό βάρος και μικρή μεταφορική ικανότητα. Κινητήρες διέγερσης εν σειρά η χρήση των οποίων ενδείκνυται για φορητά γερανούς και γενικά οχήματα μεγάλου βάρους που απαιτούν μεγάλη ροπή εκκίνησης. Κινητήρες μικτής διέγερσης η χρήση των οποίων ενδείκνυται για εφαρμογές βαρέως τύπου (π.χ. ανελκυστήρες). Κινητήρες μόνιμης μαγνήτισης η χρήση των οποίων ενδείκνυται για πολύ μικρές μηχανές (π.χ. παιχνίδια) αλλά και για μηχανές μεγαλύτερης ισχύος (π.χ. ποδήλατα, ηλεκτρικά οχήματα). Οι κινητήρες εναλλασσόμενου ρεύματος κυρίως δε οι επαγωγικοί, κερδίζουν την προτίμηση των ερευνητών γιατί έχουν πολλά προτερήματα συγκρινόμενοι με τους αντίστοιχους συνεχούς ρεύματος. Μικρό βάρος και μικρό

όγκο, μεγαλύτερη ισχύ, υψηλότερο βαθμό απόδοσης και μεγαλύτερη ροπή στρέψεως, ωφέλιμη πέδηση, βρίσκονται εύκολα στο εμπόριο, έχουν λιγότερη και οικονομικότερη συντήρηση.



Σχήμα 2.5.α-Μοντέλο ηλεκτροκινητήρα με μονάδα έλεγχου

Σε έναν ηλεκτρικό κινητήρα συνεχούς ρεύματος συνυπάρχουν τα φαινόμενα του κινητήρα και της γεννήτριας αφού ουσιαστικά είναι η ίδια μηχανή αλλά με διαφορετική ροή ενέργειας (Μηχανική ενέργεια - Ηλεκτρική ενέργεια). Συγκεκριμένα η μόνη διαφορά είναι ότι οι ψήκτρες στη μεν ηλεκτρογεννήτρια αποτελούν τους ρευματοδότες, ενώ στον ηλεκτροκινητήρα τους ρευματολήπτες.

Έτσι καθώς ένας κινητήρας αυξάνει της στροφές λειτουργίας του δημιουργείται στον αγωγό μία ηλεκτρεγερτική δύναμη η οποία αντιτίθεται στην ηλεκτρεγερτική δύναμη που τροφοδοτεί τον αγωγό. Δηλαδή ο κινητήρας λειτουργεί και σαν γεννήτρια που τροφοδοτεί αντίθετα τον αγωγό μειώνοντας το ρεύμα που τον διαρρέει. Οι ηλεκτροκινητήρες διακρίνονται σε "συνεχούς ρεύματος" (DC motors) και σε "εναλλασσόμενου ρεύματος" (AC motors). Οι ηλεκτροκινητήρες εναλλασσόμενου ρεύματος διακρίνονται επιμέρους στους "ασύγχρονους" ή "επαγωγικούς κινητήρες" και στους "σύγχρονους κινητήρες".

2.5.1 Από τη αποτελείται ο ηλεκτροκινητήρας

Οι ηλεκτροκινητήρες αποτελούνται από:

- Το Δρομέα: Ο Δρομέας αποτελείται από τον ηλεκτροφόρο αγωγό ο οποίος είναι τοποθετημένος σε πυκνές περιελίξεις (σπείρες) ώστε να περιέχει όσο μεγαλύτερο μήκος αγωγού γίνεται για δεδομένο όγκο.
- Το Στάτη: Ο Στάτης αποτελείται από μόνιμους ή τεχνητούς μαγνήτες οι οποίοι δημιουργούν το μαγνητικό πεδίο.
- Τις Ψήκτρες: Οι Ψήκτρες έρχονται σε επαφή με τον δρομέα τροφοδοτώντας τον με ρεύμα.

2.5.2 Στοιχεία ηλεκτροκινητήρων

Τα απαραίτητα στοιχεία για κάθε ηλεκτροκινητήρα τα οποία και προσδιορίζουν αυτόν εμπορικά είναι:

1. Η απαιτούμενη τάση για την τροφοδοσία του σε βολτ (V).
2. Το είδος της απαιτούμενης τάσης, συνεχές ή εναλλασσόμενο ρεύμα, η συχνότητα του εναλλασσόμενου ρεύματος, εφόσον πρόκειται για ηλεκτροκινητήρα AC και προφανώς σε κύκλους ανά δευτερόλεπτο (c/s) ή (Hertz).
3. Η ισχύς του κινητήρα σε (W ή HP)
4. Η ένταση του ρεύματος σε αμπέρ που διαρρέει τον κινητήρα, και
5. Η αποκτώμενη ταχύτητα περιστροφής του άξονα του κινητήρα σε στροφές ανά λεπτό (rpm ή RPM).

Όλα τα παραπάνω στοιχεία φέρονται χαραγμένα, από τους κατασκευαστές, σε ειδική ενσωματωμένη στον ηλεκτροκινητήρα πινακίδα καθώς και ο αριθμός της έγκρισης του Υπουργείου Βιομηχανίας για εμπορική διάθεση ή άλλα σύμβολα πιστοποίησης ασφαλούς λειτουργίας.

2.5.3 Βασικές γνώσεις για ηλεκτροκινητήρες

Οι ακόλουθες 7 σημειώσεις αφορούν γενικά όλους τους τύπους των ηλεκτροκινητήρων οι βασικές γνώσεις των οποίων κρίνονται απαραίτητες:

1. Το αντιστρεπτό της χρήσης των ηλεκτροκινητήρων τονίζεται ότι ισχύει μόνο σε μηχανές συνεχούς ρεύματος. Οι κινητήρες AC δε μοιάζουν απόλυτα προς τις γεννήτριες και ουδέποτε είναι δυνατή η αντιστροφή παραγωγής έργου κατά τη χρήση τους
2. Οι κινητήρες AC, ανεξάρτητα αν είναι μονοφασικοί ή τριφασικοί είναι κατασκευαστικά πολύ απλούστεροι επειδή ακριβώς είναι απαλλαγμένοι από το συλλέκτη, δεν χρήζουν ιδιαίτερης φροντίδας συντήρησης με συνέπεια να πλεονεκτούν των κινητήρων συνεχούς.
3. Το ηλεκτρικό ρεύμα που διαρρέει τον κινητήρα κατά την εκκίνησή του είναι 1,5 φορά περίπου μεγαλύτερο του αναφερόμενου στην ενδεικτική πινακίδα. (Για το λόγο αυτό χρησιμοποιούνται χειροκίνητοι ή αυτόματοι εκκινητές (starters) ή διακόπτες μείωσης ρεύματος.
4. Η ταχύτητα περιστροφής των κινητήρων DC μπορεί να ρυθμιστεί μέσω της μεταβολής της έντασης του μαγνητικού πεδίου του επαγωγέα με κατάλληλο ροοστάτη που φέρεται εν σειρά, ενώ στους συνήθεις κινητήρες AC η ταχύτητα περιστροφής δεν ρυθμίζεται αφού εξαρτάται από τη συχνότητα του εναλλασσόμενου ρεύματος.
5. Όσο αυξάνει το προς τον άξονα του κινητήρα συνδεδεμένο μηχανικό φορτίο τόσο και το ρεύμα που τον διαρρέει (δηλαδή το ρεύμα που *τραβάει* ο κινητήρας) αυξάνει. Αν μάλιστα αυτό αυξηθεί πέραν των κατασκευαστικών ορίων το βέβαιο είναι ότι θα καεί η ασφάλεια που προστατεύει τον κινητήρα, αν όμως παραβιαστεί και το όριο ασφαλείας τότε θα καούν οι περιελίξεις, με συνέπεια την αχρήστευση του κινητήρα.
6. Εκτός του περιοδικού ελέγχου και καθαρισμού του συλλέκτη και των ψηκτρών (ή των δακτυλίων εφόσον φέρονται) απαιτείται και η λίπανση των σφαιροτριβέων (ρουλεμάν) ή των κουζινέτων με τους προβλεπόμενους γρασαδόρους.

7. Όπως όλες οι μηχανές, και οι ηλεκτροκινητήρες έχουν ανάγκη σωστού αερισμού.

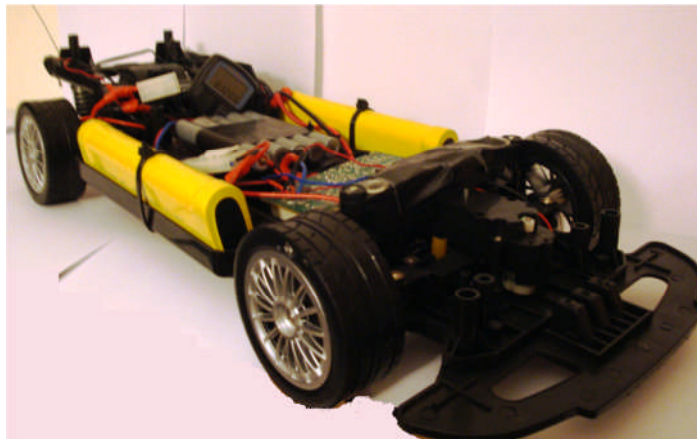
ΚΕΦΑΛΑΙΟ 3

Τηλεκατευθυνόμενο ηλεκτροκίνητο όχημα

3.1 Περιγραφή ηλεκτροκίνητου μοντέλου

Το μοντέλο (σχημα.3.1.α) που περιγράφεται σε αυτό το κεφάλαιο είναι ένα ηλεκτροκίνητο αυτοκίνητο που κινείται με τηλεκατεύθυνση και αποτελείται από τα παρακάτω μέρη:

- ✚ Μηχανές DC κινητήρες με ψήκτρες (brushed) για μετάδοση της κίνησης .
- ✚ Μηχανή DC κινητήρας brushed για το σύστημα διεύθυνσης οχήματος .
- ✚ Μπαταρίες Ni-Cd 1800 mAh 9.6V.
- ✚ Μπαταρία AA 800 mAh 12V.
- ✚ Μπαταρία 9V .
- ✚ Κεντρική μονάδα έλεγχου με δέκτη ασύρματο .
- ✚ Μονάδα με πομπό για τηλεκατεύθυνση για του οχήματος.
- ✚ Όργανο με LCD οθόνη για μέτρηση km/h με αισθητήρα .
- ✚ Λαμπτήρες για φωτισμό οχήματος.
- ✚ Τροχοί με διάμετρο 3.6''.
- ✚ Κεραία που δέχεται σήματα 27.145 Hz.



Σχημα.3.1.α-Τηλεκατευθινομενο Όχημα

3.2 Ηλεκτροκινητήρας μοντέλου

Από το ηλεκτροκινητήρα (σχήμα 3.2.α) ο οποίος είναι ο JP PRO POWER 480 MOTOR όπως βλέπουμε και στη εικόνα και είναι τοποθετημένος στο πίσω μέρος του μοντέλου μας. Συνδέεται με ένα σύστημα μετάδοσης κίνησης το οποίο αποτελείται από 3 οδοντωτούς τροχούς διαφορετικής διαμέτρου. Ο κινητήρας συνδέεται με καλώδια από την κεντρική μονάδα έλεγχου για να πάρει τροφοδοσία.



Σχήμα 3.2.α-Ηλεκτροκινητήρας μοντέλου



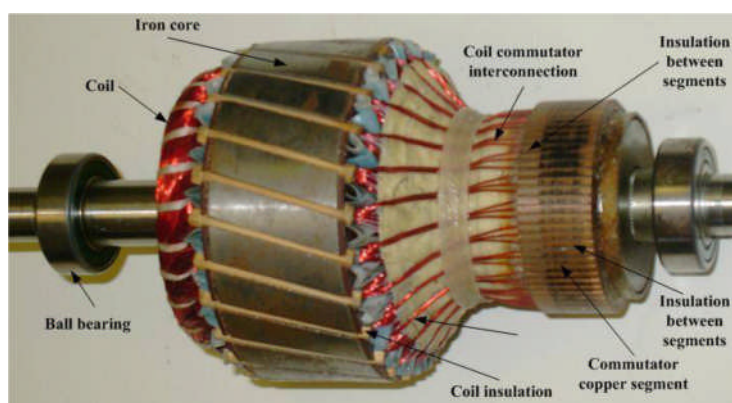
Σχήμα 3.2.α-Ηλεκτροκινητήρας μοντέλου

Έχει τάση τροφοδοσίας 3.6-12V ιδανικό για 7.2V. Επίσης εκφορτίζονται στις 17.000 rpm με απόδοση 69%, βαρος 92g. Η διάμετρος άξονα είναι 2,3 χιλιοστά και του κινητήρα 27,7 mm. Αποτελείται από δυο μέρη: το δρομέα (σχήμα 3.2.γ), το εσωτερικό μέρος της μηχανής το οποίο κινείται ελεύθερα, και το στάτη (σχήμα

3.2.β), το εξωτερικό μέρος (ακίνητο). Τόσο στο στάτη όσο και στο δρομέα υπάρχουν αυλακώσεις (slots) για την τοποθέτηση αγωγών.



Σχήμα 3.2.β-Στατης κινητήρα DC

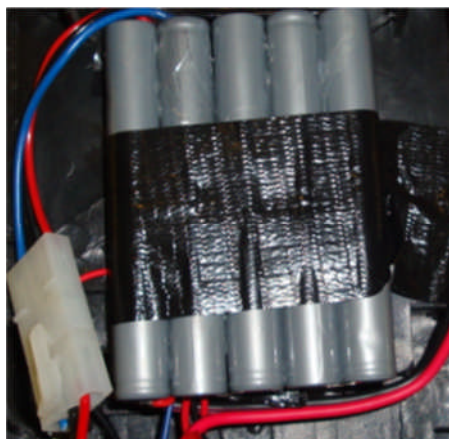


Σχήμα 3.2.γ-Δρομέας κινητήρα DC

3.3 Μπαταρίες μοντέλου

Στο μοντέλο μας έχουμε δυο μπαταρίες νικελίου καδμίου με χαρακτηριστικά 1800 mAh με 9.6 V, (Σχήμα 3.3.β) μια μπαταρία 800 mAh με 12V (Σχήμα 3.3.α) για τη μονάδα έλεγχου και μια μπαταρία 9.0 V (Σχήμα 3.3.γ) για το τηλεχειριστήριο. Τις δυο μπαταρίες των 9,6 V τις έχουμε συνδέσει παράλληλα μεταξύ τους για να αυξήσουμε τη συνολική χωρητικότητα και να έχουμε μεγαλύτερη διάρκεια λειτουργίας του ηλεκτροκινητήρα.

Οι μπαταρίες αυτές είναι μόνο για την πρώτη σχέση και για την όπισθεν. Η δεύτερη μπαταρία που είναι 12V αποδίδει 800 mah, είναι για τη δεύτερη σχέση αποκλειστικά και αυτή έχει συνδεδεμένο το θετικό πόλο στη μονάδα έλεγχου και το αρνητικό στο διακόπτη.



Σχήμα 3.3.α-Μπαταρία 12V 800 mah



Σχήμα 3.3.β- Μπαταρία 9.6V 1800 mah



Σχήμα 4.3.γ Μπαταρία 9V

3.4 Κεντρική μονάδα έλεγχου με ασύρματο δέκτη

Η κεντρική μονάδα (Σχήμα 3.4.α) έλεγχου του ηλεκτροκίνητου μοντέλου αποτελείται από διάφορα εξαρτήματα (ρελέ, διόδους, αντιστάσεις, κρύσταλλο για το σήμα, πλακέτα, καλώδια, τσιπάκι). Πάνω σε αυτή είναι συνδεδεμένες οι 2 μπαταρίες, το σύστημα το φώτων, το σύστημα διεύθυνσης, ο διακόπτης του κυκλώματος, ο ηλεκτροκινητήρας.

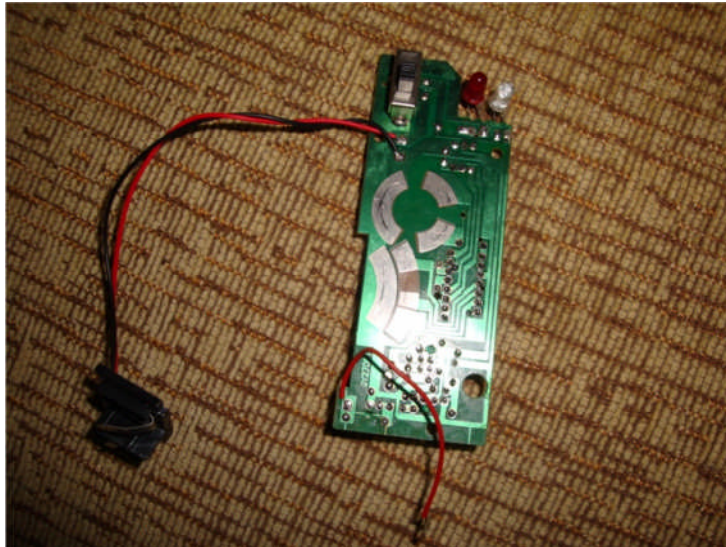
Η λειτουργία είναι ως εξής: η μια μπαταρία που είναι 9V είναι συνδεδεμένη πάνω στη μονάδα που δίνει το ρεύμα για την 1^η σχέση του ηλεκτροκινητήρα και την όπισθεν και περνά από ένα ρελέ που ελέγχει το πότε θα δώσει την εντολή και πότε θα τη διακόψει μέσω του chip και της τηλεκατεύθυνσης. Το ίδιο ισχύει και για τη δεύτερη μπαταρία που είναι 12 V και σχετίζεται με τη 2^η σχέση του ηλεκτροκινητήρα. Με συνδυασμό των 2 μπαταριών (12 volt, 9 volt) ανοιγοκλείνουν και τα φώτα του συστήματος μας. Στη συνέχεια έχουμε το σύστημα διεύθυνσης που γυρνά δεξιά αριστερά το οποίο δέχεται ασύρματα την εντολή με ένα chip και με ρελε. Το πιο βασικό που κάνει η μονάδα είναι να δίνει ρεύμα ελεγχόμενο στον ηλεκτροκινητήρα μας.



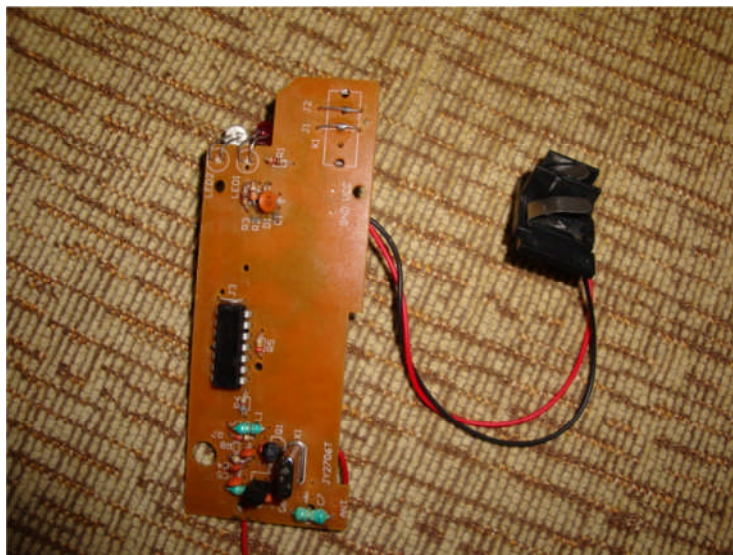
Σχήμα 3.4.α- Μονάδα έλεγχου μοντέλου

3.5 Μονάδα με πομπό για τηλεκατεύθυνση για του οχήματος.

Η μονάδα με πομπό είναι περίπου σαν την κεντρική μονάδα έλεγχου απλά αυτή η μονάδα στέλνει το σήμα στη κεντρική μονάδα έλεγχου (Σχήμα 3.5.α).



Σχήμα 3.5.α-Μονάδα έλεγχου χειριστήριο



Σχήμα 3.4.α-Μονάδα έλεγχου χειριστήριο

3.6 Όργανο με LCD οθόνη για μέτρηση km/h με αισθητήρα .

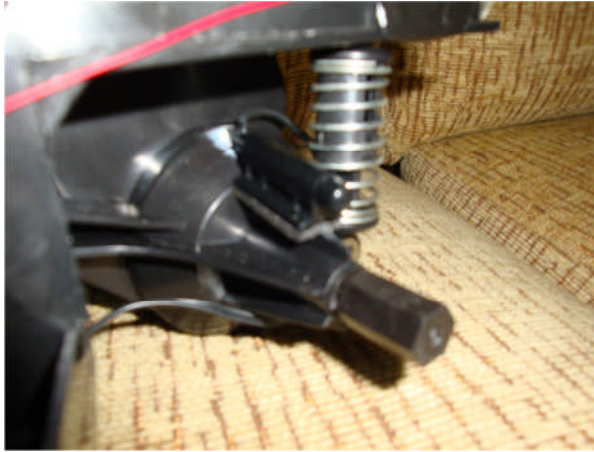
Είναι ένα όργανο που μετρά την ταχύτητα κίνησης του ηλεκτροκινητήρα στον τροχό και αποτελείται από μια LCD οθόνη (Σχήμα 3.6.α), ένα αισθητήρα που είναι τοποθετημένος κοντά στον τροχό πάνω στο αμάξωμα (Σχήμα 3.6.γ) και ένα μαγνήτη που είναι τοποθετημένος πάνω στο τροχό (Σχήμα 3.6.β). Όταν γυρνά ο τροχός παίρνει σήμα ο αισθητήρας και μας δείχνει την ταχύτητα. Το όργανο αυτό έχει το πλεονέκτημα να δέχεται τη διάμετρο της ζάντας του τροχού ως παράμετρο.



Σχήμα 3.6.α-Οθόνη lcd ένδειξη μετρήσεως



Σχήμα 3.6.β-Μαγνήτης οργάνου μέτρησης



Σχήμα 3.6.γ-Αισθητήρας όπου παίρνουμε τις ενδείξεις

Κεφάλαιο 4

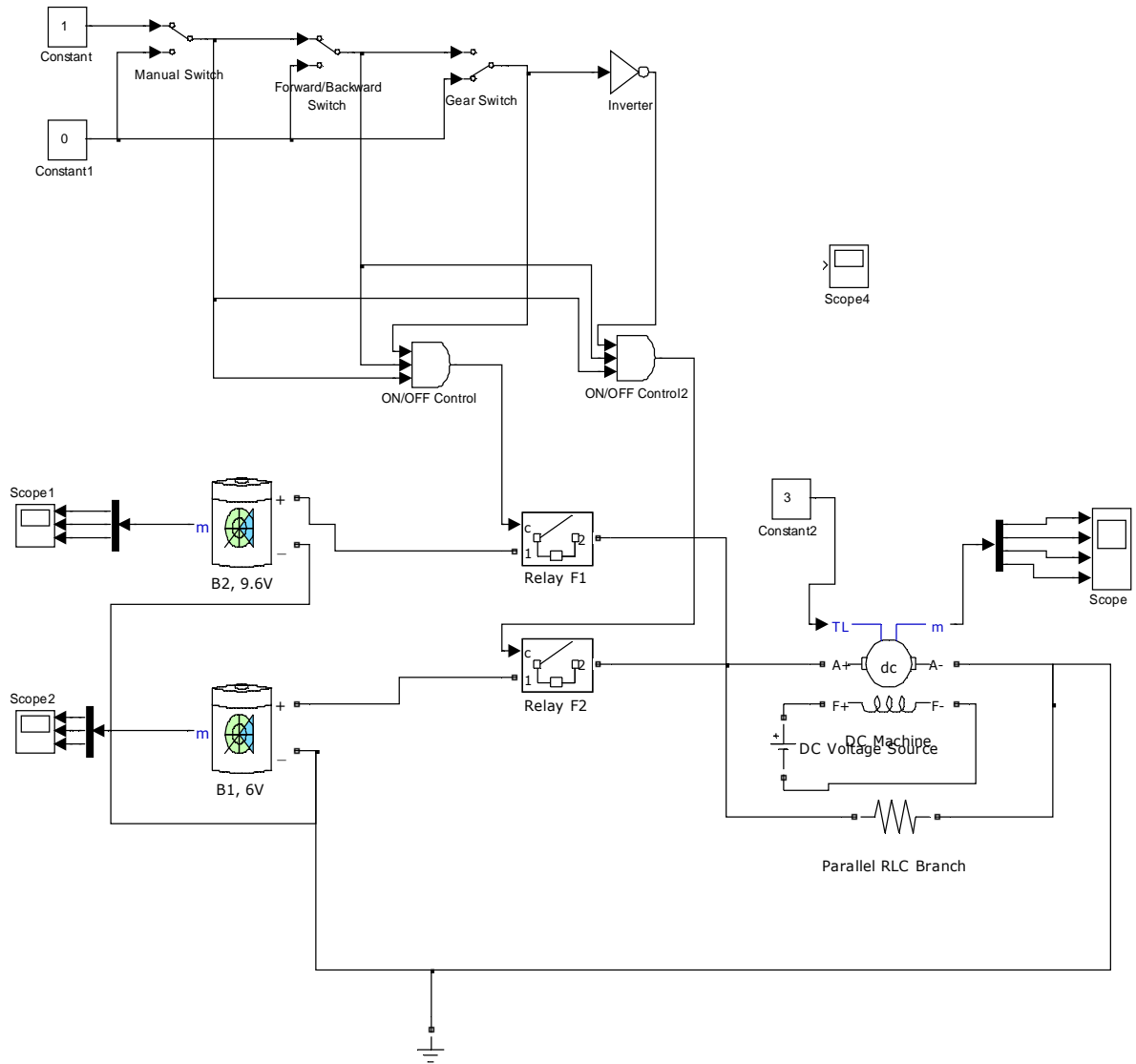
Προσομοιωμένο μοντέλο

4.1 Εισαγωγή στο Simulink

Το λογισμικό πακέτο Simulink είναι μια προέκταση του MATLAB που επιτρέπει στους χρήστες να κατασκευάζουν με ταχύτητα και ακρίβεια υπολογιστικά μοντέλα δυναμικών συστημάτων χρησιμοποιώντας μπλοκ διαγράμματα (*block diagrams*). Είναι, έτσι, εύκολο να υλοποιούνται πολύπλοκα μοντέλα μη γραμμικών συστημάτων, όπως επίσης και να επεξεργάζονται αναλογικά ή ψηφιακά σήματα. Επιπλέον, κατά την κατασκευή ενός μοντέλου στο Simulink είναι δυνατή η δημιουργία γραφικών παραστάσεων που δείχνουν την πρόοδο της προσομοίωσης, αυξάνοντας σημαντικά την κατανόηση της συμπεριφοράς του συστήματος. Με την κατασκευή μπλοκ διαγραμμάτων αποφεύγουμε τη μελέτη των συστημάτων ως ηλεκτρονικές διατάξεις και ασχολούμαστε μόνο με τις ιδιότητες των διαφόρων βαθμίδων.

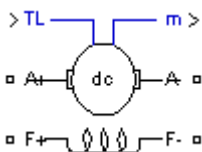
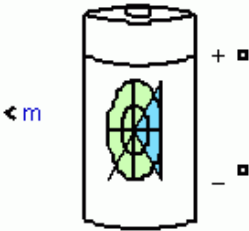
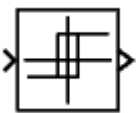
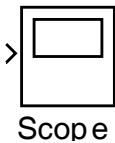
4.2 Περιγραφή του μοντέλου

Το μοντέλο μας αποτελείται από διάφορα blocks που τα πήραμε από τη βιβλιοθήκη του simulink, μερικά από αυτά τα πιο βασικά τα περιγράφουμε και πιο κάτω στη ενότητα 4.3. Στο σχήμα 4.2.1 βλέπουμε το προσομοιωμένο μοντέλο για ένα ηλεκτροκίνητο όχημα σε διάφορα blocks τα όπως μπαταρίες, ρελε, ηλεκτροκινητήρας, παλμογράφοι (scope), αντίσταση.



Σχήμα 4.2.1-Το μοντέλο σχεδιασμένο στο simulink

4.3 Περιγραφή των blocks που χρησιμοποιήσαμε

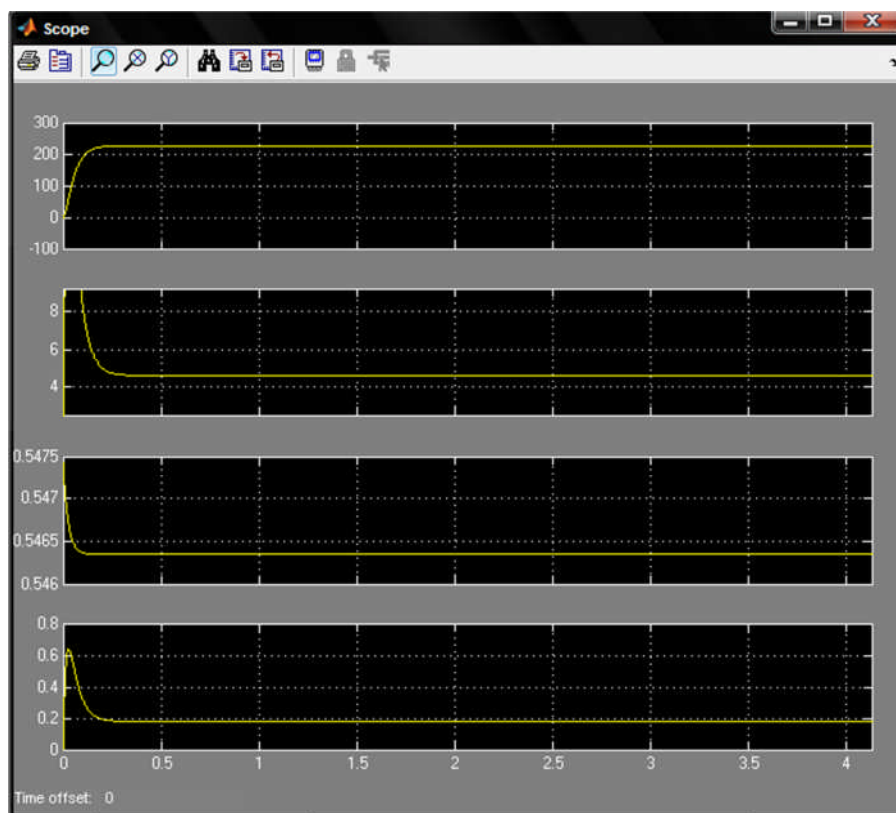
Όνομασία	Σύμβολο	Σύντομη περιγραφή
Ηλεκτροκινητήρας		Μπορούμε να δούμε την ταχύτητα ,τη ροπή και τις στροφές του κινητήρα σε κάθε στιγμή
Μπαταρία		Έχουμε τη δυνατότητα να επιλέγουμε, διάφορους παραμέτρους της μπαταρίας
Ρελέ		Το ρελέ μας καθορίζει το ρεύμα που περνά σε ένα κύκλωμα
Παλμογράφος		Εμφανίζει σήματα που εξελίσσονται στο χρόνο με τη μορφή γραφικής παράστασης (παλμογράφος). Έχει τη δυνατότητα ταυτόχρονης εμφάνισης δύο ή περισσότερων σημάτων .

4.4 Αποτελέσματα προσομοίωσης

Από την προσομοίωση μας στο Matlab/simulink μας δόθηκε η ευκαιρία να πάρουμε κάποια αποτελέσματα από τις γραφικές παράστασης. Τα αποτελέσματα είναι σε σχέση με το ηλεκτροκινητήρα (ροπή ηλεκτροκινητήρα, στροφές, και τάση ρεύματος που καταναλώνει, και με σχέση μετάδοσης κιβωτίου). Επίσης έχουμε πάρει και από τις δυο μπαταρίες μετρήσεις κατά την εκκίνηση και τη διάρκεια λειτουργίας του κυκλώματος.

4.4.1 Σχέση μετάδοσης <<1>>

- Σε πρώτη φάση θα ξεκινήσουμε με τα αποτελέσματα της <<1>> σχέσης μετάδοσης όσο αφορά το ηλεκτροκινητήρα (σχήμα 4.4.1.α)



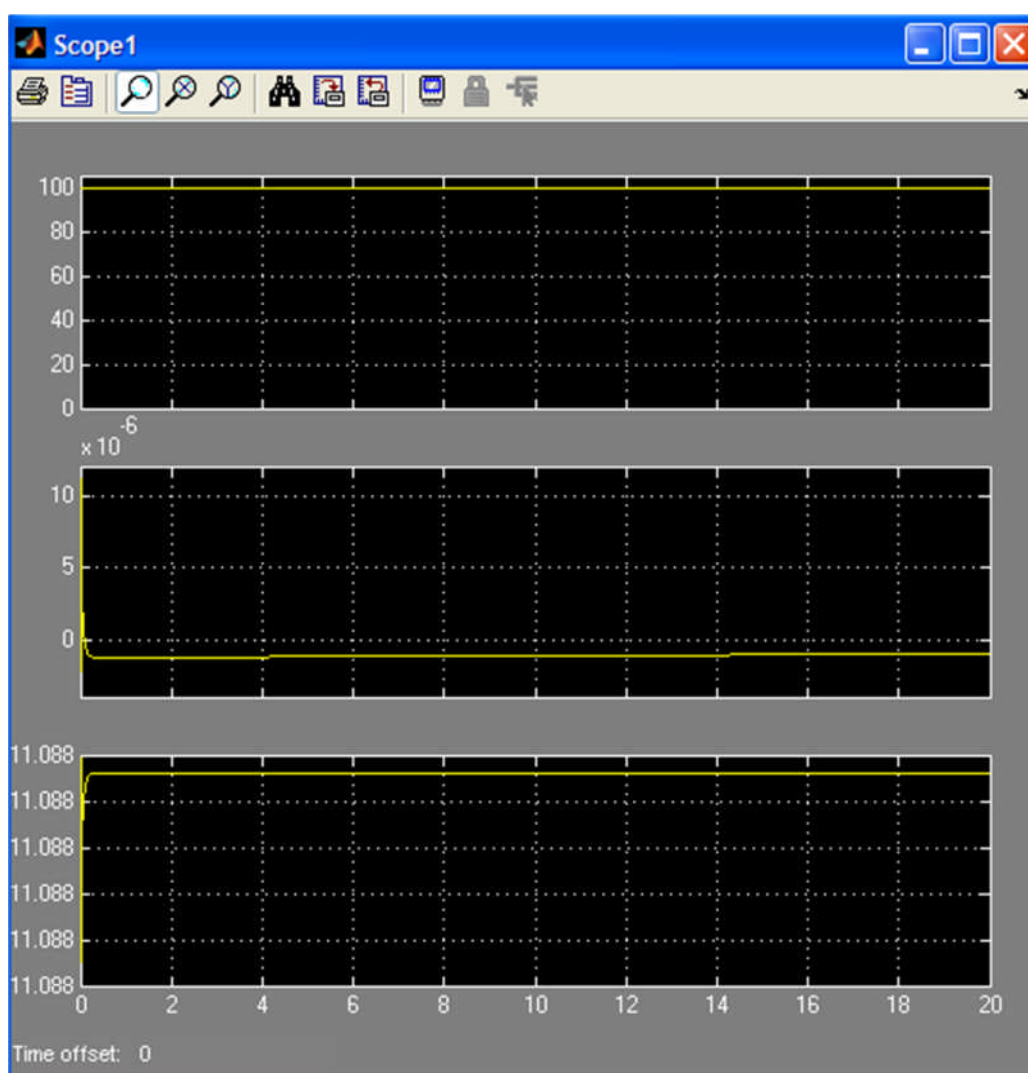
Σχήμα 4.4.1.α-Απεικόνιση των χαρακτηριστικών στοιχείων του κινητήρα με σχέση μετάδοσης <<1>>

Στο σχήμα βλέπουμε τις στροφές του ηλεκτροκινητήρα με σχέση μετάδοσης <<1>> που είναι 225rad/sec και με ένα υπολογισμό είναι περίπου 2150rpm. Επίσης,

βλέπουμε πόσο μεγάλη είναι η ένταση ρεύματος κατά τη διάρκεια της εκκίνησης του ηλεκτροκινητήρα και στη συνέχεια πόσο μειώνεται.

Το συμπέρασμα είναι ότι ο ηλεκτροκινητήρας τη μεγαλύτερη κατανάλωση ρεύματος τη χρειάζεται στην εκκίνηση και στην αλλαγή σχέση μετάδοσης που θα τα δούμε και πιο αναλυτικά πιο κάτω.

- Σε δεύτερη φάση θα δούμε τα αποτελέσματα της <<1>> σχέσης μετάδοσης όσο αφορά τη μπαταρία 9.6V(σχήμα 4.4.1.β)

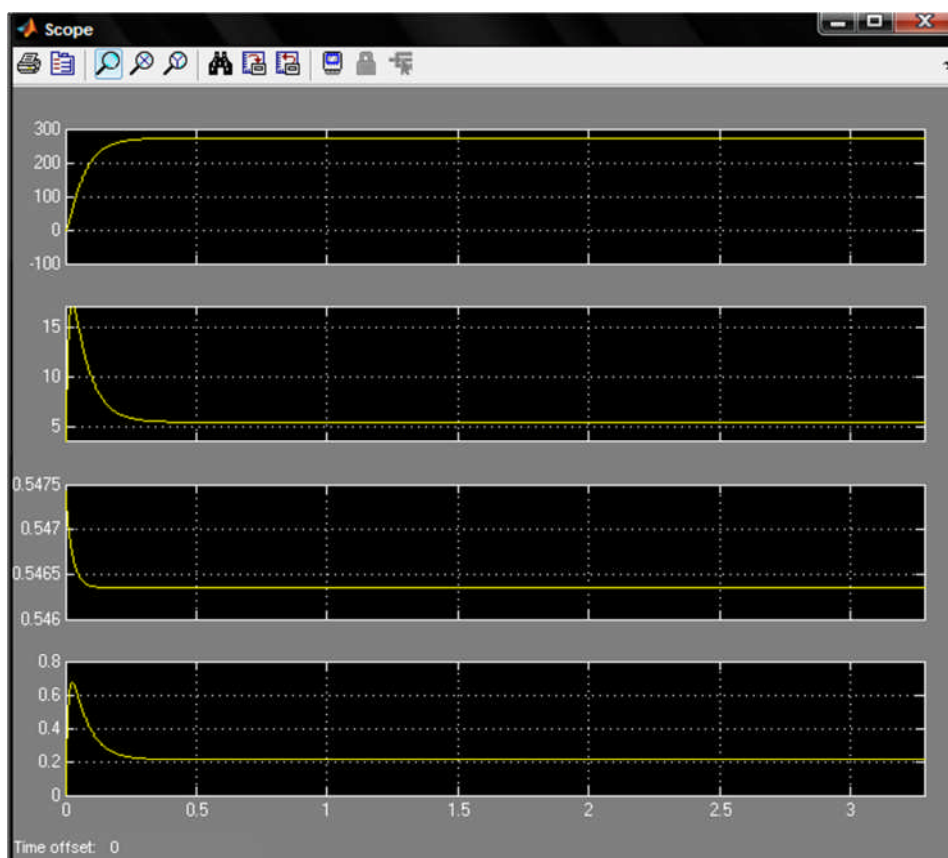


Σχήμα 4.4.1.β- Απεικόνιση των χαρακτηριστικών της μπαταρίας 9.6V.

Στο σχήμα βλέπουμε πόσο είναι φορτισμένη η μπαταρία κάπου στα 100% και σε πολύ λίγο χρονικό διάστημα μειώνεται αρκετά σε χρόνο 20 λεπτά .

4.4.2 Σχέση μετάδοσης <<2>>

- Σε τρίτη φάση θα δούμε με τα αποτελέσματα της <<2>> σχέσης μετάδοσης όσον αφορά τον ηλεκτροκινητήρα (σχήμα 4.4.2.α)

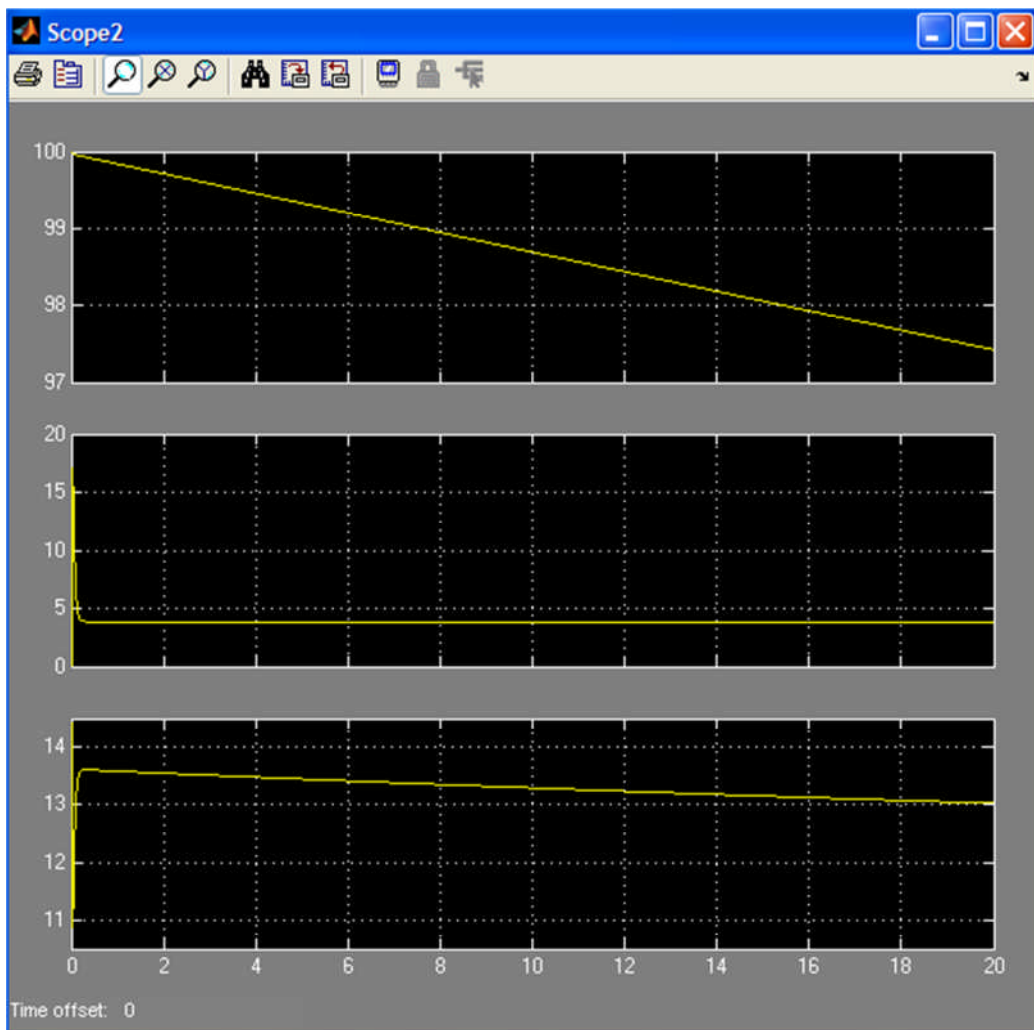


Σχήμα 4.4.2.α-Απεικόνιση των χαρακτηριστικών στοιχείων του κινητήρα με σχέση μετάδοσης<<2>>

Στο σχήμα βλέπουμε τις στροφές του ηλεκτροκινητήρα με σχέση μετάδοσης <<2>> που είναι 275rad/sec και με ένα υπολογισμό είναι περίπου 2700rpm . Επίσης, βλέπουμε πόσο μεγάλη είναι η ένταση ρεύματος κατά τη διάρκεια της εκκίνησης του ηλεκτροκινητήρα και στη συνέχεια πόσο μειώνεται.

Το συμπέρασμα είναι ότι ο ηλεκτροκινητήρας σε αυτή την φάση τροφοδοτείται με ρεύμα από τη δεύτερη μπαταρία που είναι 12V και έτσι έχουμε αυτή τη διάφορα και στις στροφές και επίσης στην τάση.

- Σε τέταρτη φάση θα δούμε τα αποτελέσματα της <<2>> σχέσης μετάδοσης όσο αφορά τη μπαταρία 12V(σχήμα 4.4.2.β)

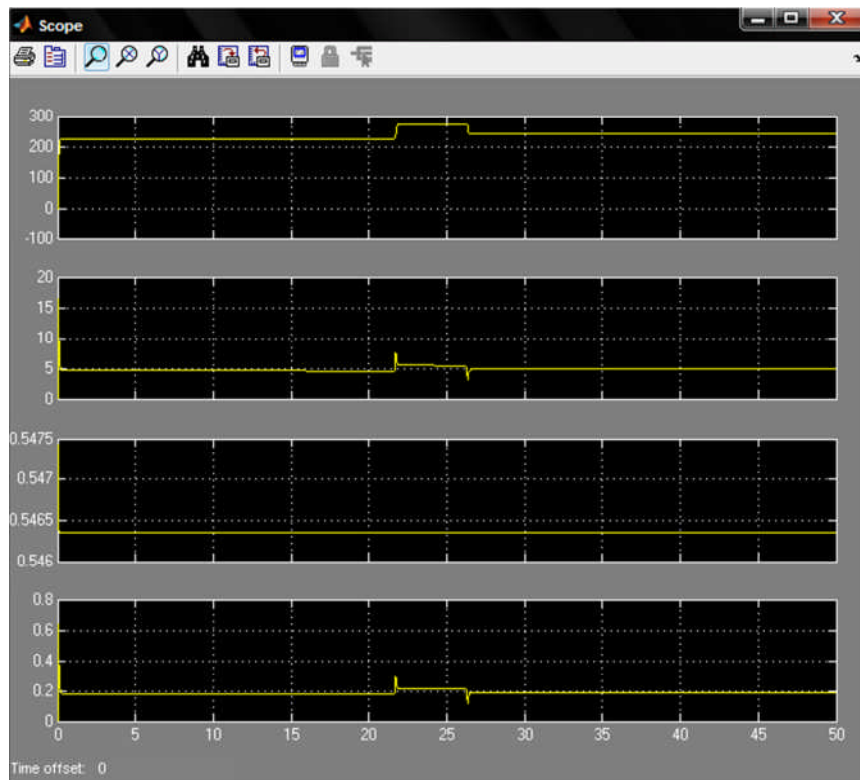


Σχήμα 4.4.2.β- Απεικόνιση των χαρακτηριστικών της μπαταρίας 12V.

Στο σχήμα βλέπουμε πόσο είναι φορτισμένη η μπαταρία κάπου στα 100% και σε πολύ λίγο χρονικό διάστημα μειώνεται αρκετά σε χρόνο 20 λεπτά

4.3 Σχέση μετάδοσης <<1>> και <<2>> μαζί.

Σε αυτή τη φάση θα δούμε σε διάφορες εναλλαγές των σχέσεων <<1>> και <<2>> μεταβάλλονται οι στροφές του ηλεκτροκινητήρα και η ένταση του ρεύματος (σχήμα 4.3α)



Σχήμα 4.3.α- Απεικόνιση των χαρακτηριστικών στοιχείων του κινητήρα με σχέση μετάδοσης <<1>> και <<2>> μαζί.

Στο σχήμα βλέπουμε στη εκκίνηση του ηλεκτροκινητήρα στη σχέση <<1>> οι στροφές του ηλεκτροκινητήρα είναι 225rad/sec και η ένταση γύρω στα 5A και με αλλαγή της σε <<2>> σχέση έχουμε αύξηση των στροφών του ηλεκτροκινητήρα στις 275rad/sec και ένταση στα 8A. Το συμπέρασμα είναι όταν αυξάνουμε την τάση του ρεύματος από τα 9.6V στα 12V έχουμε αύξηση το στροφών.

Συμπεράσματα

Το κύριο θέμα της εργασίας μας είναι η προσομοίωση και η λειτουργία ενός ηλεκτροκίνητου οχήματος χρησιμοποιώντας τη βοήθεια του πακέτου MATLAB – SIMULINK.

Επιλέξαμε το πακέτο MATLAB γιατί έχει τη δυνατότητα να προσομοιώνει σε πραγματικά δεδομένα. Επίσης, με την προσομοίωση μας δόθηκε η ευκαιρία να κατασκευάσουμε ένα τηλεκατευθυνόμενο, ηλεκτροκίνητο μοντέλο και να πάρουμε ακριβείς ενδείξεις και αποτελέσματα.

Το ηλεκτροκίνητο όχημα έχει μηδενικές εκπομπές ρύπων και θορύβου, με αποτέλεσμα τη μείωση της μόλυνσης του περιβάλλοντος. Ωστόσο, το ηλεκτροκίνητο όχημα για να μπορεί να λειτουργήσει, έχει σαν πηγή την ηλεκτρική ενέργεια που σήμερα παράγεται κυρίως από θερμικούς σταθμούς ηλεκτροπαραγωγής που καίνε άνθρακα, πετρέλαιο και λιγνίτη και αυτό έχει ως αντίκτυπο τη μόλυνση του περιβάλλοντος. Για να πάρουν αυτή τη πηγή και να μπορέσουν να λειτουργήσουν, χρειάζονται ενέργεια την οποία παίρνουν από εργοστάσια που ρυπαίνουν το περιβάλλον. Γίνονται μεγάλες προσπάθειες, παγκοσμίως, για τη δημιουργία νέων σταθμών παραγωγής ηλεκτρικής ενέργειας της γεωθερμικής, της υδροηλεκτρικής και αιολικής ενέργειας, τα οποία δεν ρυπαίνουν την ατμόσφαιρα.

Εν κατακλείδι, τα ηλεκτροκίνητα οχήματα, «NAI», είναι καθαρά και δεν ρυπαίνουν το περιβάλλον. Παρόλα αυτά, ένα ηλεκτροκίνητο όχημα δεν είναι ότι καλύτερο για την ατμόσφαιρα προς το παρόν γιατί ρυπαίνει έμμεσα το περιβάλλον, ωστόσο να αντικατασταθούν οι μέχρι τώρα σταθμοί ενέργειας με νέους, από ανανεώσιμες, μη ρυπογόνες, πηγές.

ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ

- **Seth Leitman and Bob Brant**, Build your own ,Electric Vehicle
- **Dabney and T. Harman**, *Mastering Simulink*, Pearson Education inc., Prentice Hall, Upper Saddle River, New Jersey, 2004.
- **J Proakis, M. Salehi and G. Bauch**, *Contemporary Communication Systems using MATLAB*, Brooks/Cole – Thompson Learning inc., Toronto, 2004.
- **Ευαγγελος Β Χατζικος**, Matlab Για Μηχανικούς ,Έκδοσης Τζιολα
- **Κοσμανης Θεόδωρος** ,Σημειώσεις από το μάθημα <Ηλεκτροκίνητα Οχήματα>.