



ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ ΔΥΤΙΚΗΣ

ΜΑΚΕΔΟΝΙΑΣ ΠΟΛΥΤΕΧΝΙΚΗ ΣΧΟΛΗ

ΤΜΗΜΑ ΗΛΕΚΤΡΟΛΟΓΩΝ ΜΗΧΑΝΙΚΩΝ

ΚΑΙ ΜΗΧΑΝΙΚΩΝ ΥΠΟΛΟΓΙΣΤΩΝ

ΠΡΟΓΡΑΜΜΑ ΣΠΟΥΔΩΝ ΗΛΕΚΤΡΟΛΟΓΩΝ ΜΗΧΑΝΙΚΩΝ Τ.Ε.

Τίτλος Εργασίας:

**"ΑΝΑΛΥΣΗ ΔΟΜΗΣ ΚΑΙ ΛΕΙΤΟΥΡΓΙΑ ΗΛΕΚΤΡΙΚΟΥ
ΟΧΗΜΑΤΟΣ"**

ΠΤΥΧΙΑΚΗ ΕΡΓΑΣΙΑ

ΤΟΥ

ΛΑΒΑΝΤΣΙΩΤΗ ΑΝΤΩΝΙΟΥ

ΕΠΙΒΛΕΠΩΝ: ΑΣΗΜΟΠΟΥΛΟΣ ΝΙΚΟΛΑΟΣ

Τίτλος επιβλέποντα: Καθηγητής

ΚΟΖΑΝΗ ΙΟΥΝΙΟΣ 2023



UNIVERSITY OF WEST MACEDONIA

SCHOOL OF ENGINEERING

DEPARTMENT OF ELECTRICAL

& COMPUTER ENGINEERING

COURSE CURRICULUM ELECTRICAL ENGINEERING T.E.

TITLE

**ANALYSIS OF ELECTRIC VEHICLE STRUCTURE
AND FUNCTION**

THESIS

OF

LAVANTSIOTIS ANTONIOS

SUPERVISOR: ASIMOPOULOS NIKOLAOS

Academic Position: Professor

KOZANH IOYNIOS 2023



ΕΛΛΗΝΙΚΗ ΔΗΜΟΚΡΑΤΙΑ
ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ ΔΥΤΙΚΗΣ ΜΑΚΕΔΟΝΙΑΣ
ΠΟΛΥΤΕΧΝΙΚΗ ΣΧΟΛΗ
ΤΜΗΜΑ ΗΛΕΚΤΡΟΛΟΓΩΝ ΜΗΧΑΝΙΚΩΝ
& ΜΗΧΑΝΙΚΩΝ ΥΠΟΛΟΓΙΣΤΩΝ

ΔΗΛΩΣΗ ΜΗ ΛΟΓΟΚΛΟΠΗΣ ΚΑΙ ΑΝΑΛΗΨΗΣ ΠΡΟΣΩΠΙΚΗΣ ΕΥΘΥΝΗΣ

Δηλώνω ρητά ότι, σύμφωνα με το άρθρο 8 του Ν. 1599/1986 και τα άρθρα 2,4,6 παρ. 3 του Ν. 1256/1982, η παρούσα Διπλωματική Εργασία με τίτλο “ ΑΝΑΛΥΣΗ ΔΟΜΗΣ ΚΑΙ ΛΕΙΤΟΥΡΓΕΙΑ ΗΛΕΚΤΡΙΚΟΥ ΟΧΗΜΑΤΟΣ” καθώς και τα ηλεκτρονικά αρχεία και πηγαίοι κώδικες που αναπτύχθηκαν ή τροποποιήθηκαν στα πλαίσια αυτής της εργασίας και αναφέρονται ρητώς μέσα στο κείμενο που συνοδεύουν, και η οποία έχει εκπονηθεί στο Τμήμα Ηλεκτρολόγων Μηχανικών και Μηχανικών Υπολογιστών του Πανεπιστημίου Δυτικής Μακεδονίας, υπό την επίβλεψη του μέλους του Τμήματος κ. Ασημόπουλου Νικολάου αποτελεί αποκλειστικά προϊόν προσωπικής εργασίας και δεν προσβάλλει κάθε μορφής πνευματικά δικαιώματα τρίτων και δεν είναι προϊόν μερικής ή ολικής αντιγραφής, οι πηγές δε που χρησιμοποιήθηκαν περιορίζονται στις βιβλιογραφικές αναφορές και μόνον. Τα σημεία όπου έχω χρησιμοποιήσει ιδέες, κείμενο, αρχεία ή / και πηγές άλλων συγγραφέων, αναφέρονται ευδιάκριτα στο κείμενο με την κατάλληλη παραπομπή και η σχετική αναφορά περιλαμβάνεται στο τμήμα των βιβλιογραφικών αναφορών με πλήρη περιγραφή. Απαγορεύεται η αντιγραφή, αποθήκευση και διανομή της παρούσας εργασίας, εξ ολοκλήρου ή τμήματος αυτής, για εμπορικό σκοπό. Επιτρέπεται η ανατύπωση, αποθήκευση και διανομή για σκοπό μη κερδοσκοπικό, εκπαιδευτικής ή ερευνητικής φύσης, υπό την προϋπόθεση να αναφέρεται η πηγή προέλευσης και να διατηρείται το παρόν μήνυμα. Ερωτήματα που αφορούν τη χρήση της εργασίας για κερδοσκοπικό σκοπό πρέπει να απευθύνονται προς τον συγγραφέα. Οι απόψεις και τα συμπεράσματα που περιέχονται σε αυτό το έγγραφο εκφράζουν τον συγγραφέα και μόνο.

Copyright (C) Αντώνιος Λαβαντσιώτης & Νικόλαος Ασημόπουλος, 2023, Κοζάνη

Υπογραφή Φοιτητή: _____

Turnitin Originality Report

Processed on: 20-Jun-2023 12:14 EEST

ID: 2119605557

Word Count: 10868

Submitted: 1

Thesis By Antonios Lavantsiotis

Similarity by Source	
Similarity Index	
10%	
Internet Sources:	9%
Publications:	1%
Student Papers:	2%

Περίληψη

Η διεξαγωγή έρευνας σχετικά με την ανάλυση της δομής και τη λειτουργία των ηλεκτρικών οχημάτων είναι ένα σημαντικό θέμα, καθώς τα ηλεκτρικά οχήματα γίνονται όλο και πιο δημοφιλή ως καθαρότερος και αποτελεσματικότερος τρόπος μεταφοράς.

Η τρέχουσα ενεργειακή κρίση και το περιβαλλοντικό φορτίο έχουν ωθήσει την αναζήτηση νέων τρόπων μεταφοράς. Πριν από μερικά χρόνια προσφέρθηκε μια λύση , αλλά για τεχνολογικούς και επιχειρηματικούς λόγους δεν μπόρεσε να εφαρμοστεί λόγω προβλημάτων με την τροφοδοσία ρεύματος, τόσο της είσοδός του στη βιομηχανική παραγωγή όσο και της γενικής χρήσης του.

Επομένως, δεδομένων αυτών των συνθηκών, το θέμα του ηλεκτρικού αυτοκινήτου είναι μια μετάβαση που έχει πολλές δυνατότητες. Με τη βοήθεια ηλεκτρονικών ισχύος, νέων γενιών κινητήρων και νέων μεθόδων τροφοδοσίας, το ηλεκτρικό αυτοκίνητο μπορεί να φέρει το μέλλον των μεταφορών με σημαντικά ενεργειακά και περιβαλλοντικά οφέλη, επειδή δεν εκπέμπει ρύπους, τουλάχιστον κατά τη λειτουργία, και απελευθερώνει τον χρήστη από χρήση υγρών καυσίμων.

Abstract

Conducting research on the analysis of the structure and operation of electric vehicles is an important topic as electric vehicles are becoming more and more popular as a cleaner and more efficient mode of transportation.

The current energy crisis and environmental burden have prompted the search for new modes of transportation. A few years ago a solution was offered, but for technological and business reasons it could not be implemented due to problems with the power supply, both its entry into industrial production and its general use.

So, given these circumstances, the electric car issue is a transition that has a lot of potential. With the help of power electronics, new generations of engines and new fueling methods, the electric car can bring the future of transport with significant energy and environmental benefits, because it emits no pollutants, at least during operation, and frees the user from the use of liquid fuels.

Πίνακας περιεχομένων

Περίληψη.....	7
Abstract	8
ΕΙΣΑΓΩΓΗ	11
1ο ΚΕΦΑΛΑΙΟ.....	12
ΙΣΤΟΡΙΑ ΗΛΕΚΤΡΙΚΟΥ ΟΧΗΜΑΤΟΣ	12
1.1 Τα πρώτα ηλεκτρικά οχήματα.....	12
1.2 Η εξέλιξη του ηλεκτρικού οχήματος	14
1.3 Τελευταίας τεχνολογίας ηλεκτρικά οχήματα.....	22
1.4 Πλεονεκτήματα και Μειονεκτήματα ηλεκτρικών οχημάτων	23
2ο ΚΕΦΑΛΑΙΟ.....	25
ΕΣΩΤΕΡΙΚΑ ΤΜΗΜΑΤΑ ΗΛΕΚΤΡΙΚΟΥ ΟΧΗΜΑΤΟΣ ΓΙΑ ΤΗΝ ΛΕΙΤΟΥΡΓΙΑ ΤΟΥ.....	25
2.1 Μπαταρία.....	25
2.1.1 Βασικά στοιχεία μπαταριών.....	26
2.1.2 Η ανάλυση των μηχανικών, θερμικών και ηλεκτρικών ιδιοτήτων του συστήματος μπαταρίας και ο αντίκτυπός του στην απόδοση του οχήματος.....	27
2.1.3 Είδη μπαταριών που χρησιμοποιούν τα ηλεκτρικά οχήματα.....	28
2.1.4 Τα συστήματα φόρτισης μπαταριών ηλεκτρικών οχημάτων (EV) : φόρτιση AC, φόρτιση DC και ασύρματη φόρτιση.....	31
2.1.5 Είδη φορτιστών	32
2.2 Κυψέλες καυσίμου (Fuel Cells)	42
2.2.1 Είδη κυψελών.....	42
2.3 Σφόνδυλοι εξαιρετικά υψηλής ταχύτητας	44
2.4 Υπερπυκνωτές	45
2.5 Κινητήρες ηλεκτρικού οχήματος και συγκρίσεις	47
2.5.1 Κινητήρες συνεχούς ρεύματος (DC).....	48
2.5.2 Κινητήρες εναλλασσόμενου ρεύματος (AC)	49
2.5.3 Ασύγχρονοι κινητήρες.....	50
2.5.4 Σύγχρονοι κινητήρες	50
2.6 Ηλεκτρονικά Ισχύος.....	51
2.6.1 Ηλεκτρονικά ισχύος: Αναστροφέας και Μετατροπέας DC/DC σε ένα μόνο κουτί.....	53
2.6.2 Μετατροπή απο DC-AC	53
ΚΕΦΑΛΑΙΟ 3.....	55
ΕΞΩΤΕΡΙΚΑ ΤΜΗΜΑΤΑ ΚΑΙ ΣΥΣΤΗΜΑΤΑ ΗΛΕΚΤΡΙΚΟΥ ΑΥΤΟΚΙΝΗΤΟΥ.....	55
3.1 Αμάξωμα	55

3.1.1 Υλικά που μπορούν να χρησιμοποιηθούν για τη δημιουργία του αμαξώματος.....	56
3.2 Σασί (Πλαίσιο)	57
3.3 Ανάρτηση.....	59
3.4 Φρένα	60
3.5 Σύστημα διεύθυνσης.....	61
4ο ΚΕΦΑΛΑΙΟ	63
<i>ΤΑ ΗΛΕΚΤΡΙΚΑ ΟΧΗΜΑΤΑ ΣΤΗΝ ΕΛΛΑΔΑ</i>	63
4.1 Το πρώτο ηλεκτρικό όχημα στην Ελλάδα	63
4.2 Ελληνικές εταιρίες για τη φόρτιση των ηλεκτρικών αυτοκινήτων	65
4.3 Ηλεκτροκίνηση στην Ελλάδα και στον κόσμο.....	65
4.4 Η ελληνική αγορά των ηλεκτρικών αυτοκινήτων	68
Βιβλιογραφία.....	70

ΕΙΣΑΓΩΓΗ

Η έρευνα του σχεδιασμού και της λειτουργικότητας των ηλεκτρικών αυτοκινήτων είναι ζωτικής σημασίας, καθώς αποτελούν μια πιο αποτελεσματική και φιλική προς το περιβάλλον μορφή μεταφοράς και η δημοτικότητά τους αυξάνεται.

Η ανάγκη εξεύρεσης εναλλακτικών μορφών μεταφοράς έχει υποκινηθεί από την παρούσα ενεργειακή κρίση και το περιβαλλοντικό φορτίο. Πριν από λίγα χρόνια είχε προταθεί λύση, αλλά λόγω προβλημάτων με την τροφοδοσία ρεύματος, τόσο ως προς την εισαγωγή του στη βιομηχανική παραγωγή όσο και ως προς τη γενικότερη χρήση του, δεν μπόρεσε να γίνει πράξη για εμπορικούς και τεχνολογικούς λόγους. Έτσι, υπό το φως αυτών των συνθηκών, το θέμα των ηλεκτρικών αυτοκινήτων αντιπροσωπεύει μια μετάβαση με πολλές υποσχέσεις. Το ηλεκτρικό αυτοκίνητο μπορεί να επιφέρει τεράστιο ενεργειακό και περιβαλλοντικό πλεονέκτημα στο μέλλον των μεταφορών, καθώς εξαλείφει την ανάγκη για υγρά καύσιμα και δεν παράγει ρύπους, τουλάχιστον κατά τη λειτουργία του, χάρη στις εξελίξεις στα ηλεκτρονικά ισχύος, τις νέες γενιές κινητήρων και τις τεχνικές τροφοδοσίας καυσίμου .

Η καλύτερη εναλλακτική λύση στα αυτοκίνητα με κινητήρα εσωτερικής καύσης είναι ένα τυπικό ηλεκτρικό όχημα. Χρησιμοποιούν υπερ-συσσωρευτές, που είναι μοναδικοί τύποι μετατροπών ενέργειας, σφόνδυλοι εξαιρετικά υψηλής ταχύτητας και συγκεκριμένες κυψέλες `καυσίμου για τη χρήση ηλεκτρικής ενέργειας που αποθηκεύεται σε ηλεκτροχημικούς μετατροπείς, συσσωρευτές ή μπαταρίες.

Οι κινητήρες εσωτερικής καύσης δεν χρησιμοποιούνται σε ηλεκτρικά οχήματα. Αντίθετα, ηλεκτρικοί κινητήρες και κινητήρες εσωτερικής καύσης χρησιμοποιούνται μαζί σε υβριδικά οχήματα.

Τα ηλεκτρικά οχήματα «πρίζας» η αλλιώς «βυσματωτά» είναι πλήρως ηλεκτρικά και δεν απαιτούν καύσιμα. Διαθέτουν μπαταρίες που μπορούν να φορτιστούν και να λειτουργήσουν χωρίς κινητήρες εσωτερικής καύσης.

Σε σύγκριση με οχήματα που κινούνται με παραδοσιακούς κινητήρες εσωτερικής καύσης, τα ηλεκτρικά οχήματα προσφέρουν ιδιαίτερα υψηλή ενεργειακή απόδοση.

1ο ΚΕΦΑΛΑΙΟ

ΙΣΤΟΡΙΑ ΗΛΕΚΤΡΙΚΟΥ ΟΧΗΜΑΤΟΣ

1.1 Τα πρώτα ηλεκτρικά οχήματα

Ακόμη και πριν αναπτυχθεί ο κινητήρας εσωτερικής καύσης, το πρώτο ηλεκτρικό αυτοκίνητο κατασκευάστηκε τη δεκαετία του 1830. Είχε τελική ταχύτητα περίπου 4 μίλια την ώρα και τροφοδοτούνταν από μια μη επαναφορτιζόμενη μπαταρία. Τα ηλεκτρικά αυτοκίνητα, ωστόσο, δεν έγιναν ευρέως χρησιμοποιούμενα ή εφικτά μέχρι τα τέλη του 1800 και τις αρχές του 1900.

Ο Thomas Davenport, ο οποίος δημιούργησε τον πρώτο ηλεκτροκινητήρα συνεχούς ρεύματος το 1834, ήταν ένας από τους πρώτους καινοτόμους του ηλεκτρικού οχήματος. Δημιούργησε ένα μικροσκοπικό ηλεκτρικό αυτοκίνητο το 1835 που χρησιμοποιούσε τον κινητήρα του.



εικόνα 1. 1. Ο Thomas Davenport και ο Robert Davidson αναπτύσσουν μοντέλα ηλεκτρικής ατμομηχανής (1835- 1838)

(πηγή 1: <http://www.eco-transport.fr/wp-content/uploads/voiture-electrique-de-thomas-davenport.jpg>)



εικόνα 1. 2. Το πρώτο ηλεκτρικό αυτοκίνητο απο τον Thomas Davenport

(Πηγή 2 <https://ph.news.yahoo.com/thomas-davenport-first-electric-car>)

Ο Άγγλος εφευρέτης Thomas Parker δημιούργησε το πρώτο χρησιμοποιήσιμο ηλεκτρικό όχημα το 1884. Διέθετε μια μπαταρία που μπορούσε να επαναφορτιστεί και μια φόρτιση θα χρειαζόταν περίπου 50 χιλιόμετρα. Το όχημα χρησίμευε ως μέσο εμπορικής μεταφοράς τόσο προσώπων όσο και φορτίου.



εικόνα 1. 3. Το πρώτο ηλεκτρικό αγωνιστικό αυτοκίνητο απο τον Camille Jenatzy

(Πηγή 3 :<https://tse4.mm.bing.net/th?id=OIP.22IT0EcOiD2BQRER2Tr3nAHaFI&pid=Api&P=0&h=180>)

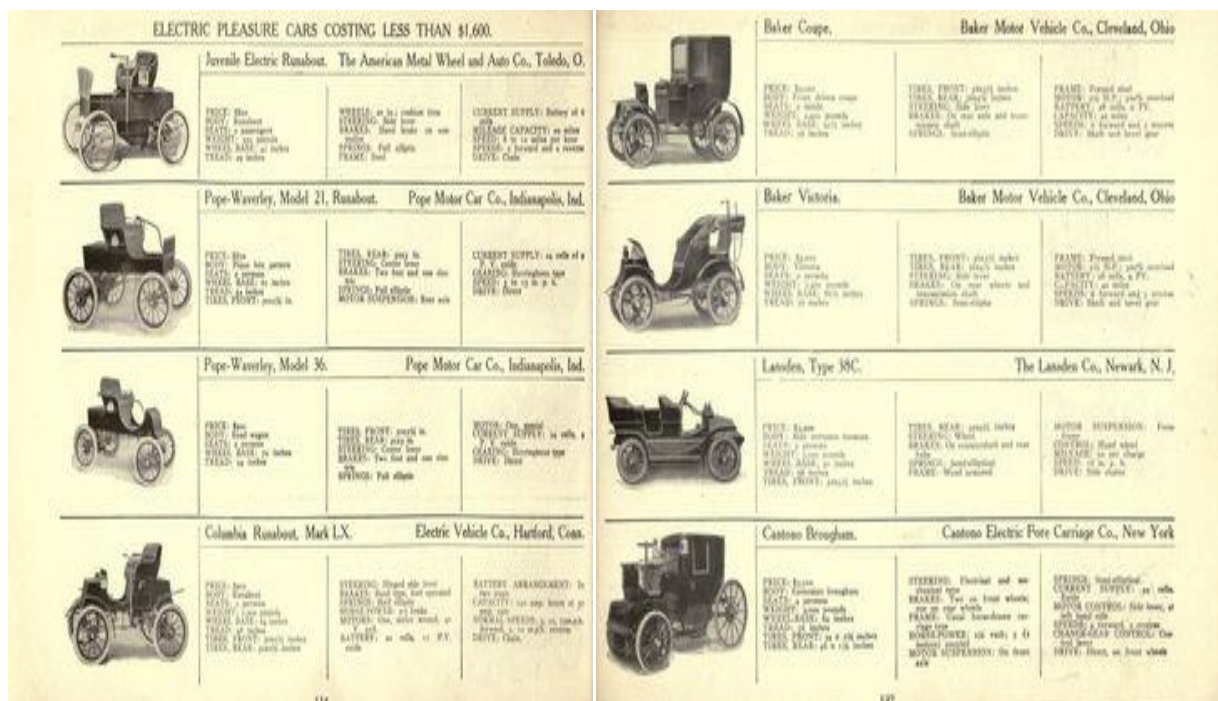
Ο Βέλγος μηχανικός Camille Jenatzy δημιούργησε το πρώτο ηλεκτρικό αγωνιστικό αυτοκίνητο, το La Jamais Contente, το 1899. Το όνομα του La Jamais Contente μεταφράζεται σε "The Never Satisfied" στα αγγλικά. Έσπασε το φράγμα ταχύτητας των 100 km/h (62 mph)

στις 29 Απριλίου 1899, στο Achères, Yvelines, κοντά στο Παρίσι, Γαλλία, φτάνοντας σε υψηλή ταχύτητα 105,88 km/h (65,79 mph).

Ωστόσο, τα ηλεκτρικά αυτοκίνητα δεν ξεπέρασαν σε δημοτικότητα τα αυτοκίνητα με φυσικό αέριο μέχρι τις αρχές του 20ου αιώνα. Σχεδόν το ένα τρίτο όλων των αυτοκινήτων στους δρόμους των ΗΠΑ το 1900 ήταν ηλεκτρικά οχήματα. Όμως, όταν το πετρέλαιο έγινε πιο προσιτό και προσιτό, κέρδισε δημοτικότητα ενώ τα ηλεκτρικά αυτοκίνητα έχασαν έδαφος. Τα ηλεκτρικά αυτοκίνητα μόλις πρόσφατα γνώρισαν μια αναζωπύρωση της δημοτικότητάς τους λόγω των ανησυχιών για το περιβάλλον και την τιμή του πετρελαίου.

1.2 Η εξέλιξη του ηλεκτρικού οχήματος

Η περίοδος των πρώτων ηλεκτρικών οχημάτων ξεκίνησε στα τέλη του 19ου αιώνα και διήρκεσε μέχρι τις αρχές του 20ου αιώνα. Τα ηλεκτρικά οχήματα ήταν πιο κοινά από τα βενζινοκίνητα οχήματα κατά τη διάρκεια αυτής της περιόδου, ιδιαίτερα για τις αστικές μετακινήσεις.



εικόνα 1. 4. Πρώιμα ηλεκτρικά αυτοκίνητα 1895 -1925

(Πηγή 5 :<https://tse3.mm.bing.net/th?id=OIP.KU3AsFw-tTWBS4cJU9haywHaFl&pid=Api&P=0&h=180>)

Σε αντίθεση με τα αρχικά βενζινοκίνητα αυτοκίνητα, που παρήγαγαν καπνό και θόρυβο, τα ηλεκτρικά αυτοκίνητα θεωρούνταν καθαρά, αθόρυβα και απλά στη χρήση. Ήταν επίσης πιο δημοφιλή μεταξύ των γυναικών οδηγών από τα βενζινοκίνητα οχήματα, καθώς δεν απαιτούσαν την ίδια σωματική προσπάθεια για να γυρίσουν τον κινητήρα.

Αν και τα πρώτα ηλεκτρικά οχήματα δημιουργήθηκαν τη δεκαετία του 1830 και του 1840, μόλις τη δεκαετία του 1890 άρχισαν να γίνονται όλο και πιο δημοφιλή. Σε αντίθεση με τα 4.000 βενζινοκίνητα αυτοκίνητα που κυκλοφορούσαν στις Ηνωμένες Πολιτείες μέχρι το 1900, υπήρχαν περισσότερα από 30.000 ηλεκτρικά οχήματα.

Τα ηλεκτρικά αυτοκίνητα χρησιμοποιούνταν συχνά ως ταξί ή οχήματα παράδοσης και χρησιμοποιούνταν κυρίως για σύντομες εκδρομές όπως μετακινήσεις ή ψώνια. Είχαν μια μικρή εμβέλεια, συνήθως 30 μίλια ανά φόρτιση, αλλά αυτό ήταν αρκετό για την πλειονότητα των αστικών μετακινήσεων εκείνη την εποχή.



εικόνα 1. 5. Το ηλεκτρικό όχημα GM 512 της General Motors 1969

Πηγή 5 : <https://tse1.mm.bing.net/th?id=OIP.ct9WNKbMbqIIAwptn-hJ5wAAAA&pid=Api&P=0&h=180>



εικόνα 1. 6. Sebring Vanguard, ηλεκτρικό αυτοκίνητο δυο επιβατών σε σχήμα πυραμίδας, κατασκευής 1974 στο Sebring της Φλόριδα

(Πηγή 6: <https://tse3.mm.bing.net/th?id=OIP.cAWUPiLSTIguBKYVPaNzNgHaFj&pid=Api&P=0&h=180>)

Αλλά στις αρχές του 20ου αιώνα, πολλές περιστάσεις οδήγησαν σε πτώση της απήχησης των ηλεκτρικών οχημάτων. Οι μεγαλύτερες εκδρομές έγιναν πιο εφικτές καθώς τα βενζινοκίνητα αυτοκίνητα γίνονταν πιο προσιτά και προσβάσιμα και καθώς βελτιώθηκαν οι δρόμοι και οι υποδομές. Επιπλέον, οι κινητήρες εσωτερικής καύσης βελτίωσαν την απόδοση και την απόδοση των βενζινοκίνητων οχημάτων, γεγονός που μείωσε το ενδιαφέρον για πρόσθετους αγώνες ηλεκτρικών αυτοκινήτων.



εικόνα 1. 7. Το πρώτο ηλεκτρικό αυτοκίνητο της BMW στους θερινούς Ολυμπιακούς Αγώνες του 1972

(πηγή 7 : https://tse1.mm.bing.net/th?id=OIP.1h7uH_Up3MFNI8zEqu6NwHaDt&pid=Api&P=0&h=180)

Μέχρι τη δεκαετία του 1920, τα βενζινοκίνητα οχήματα είχαν ουσιαστικά αντικαταστήσει τα ηλεκτρικά αυτοκίνητα ως τον κύριο τρόπο μεταφοράς στο δρόμο. Τα ηλεκτρικά οχήματα εξετάζονται για άλλη μια φορά ως πιθανή εναλλακτική λύση στα βενζινοκίνητα οχήματα ως αποτέλεσμα των κρουσμάτων πετρελαίου της δεκαετίας του 1970 και της κλιμάκωσης των ανησυχιών για την κλιματική αλλαγή.

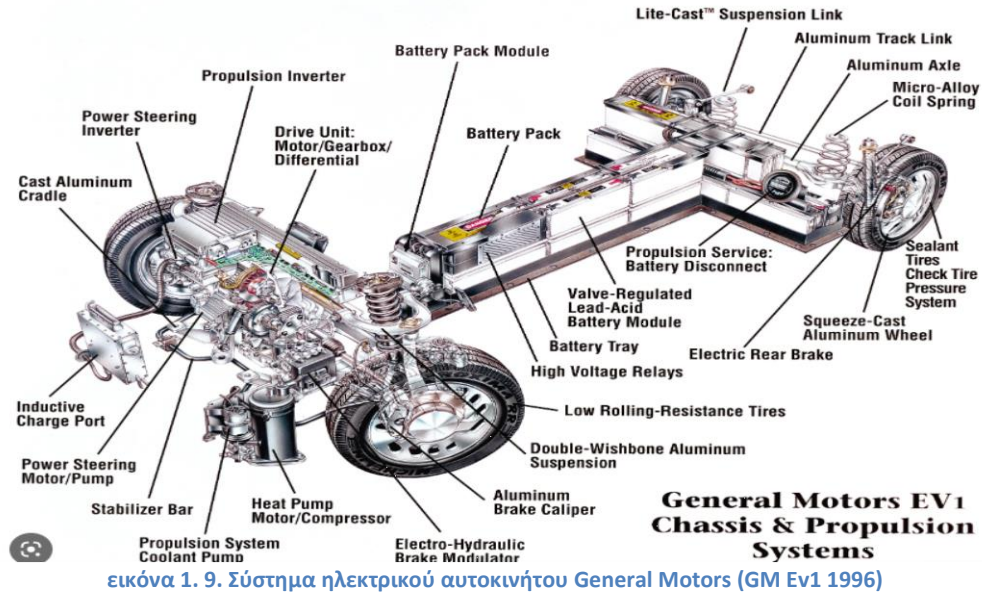
Ξεκινώντας τη δεκαετία του 1990 και μέχρι τις αρχές της δεκαετίας του 2010 ήταν η ενδιάμεση περίοδος για τα ηλεκτρικά οχήματα. Το ενδιαφέρον και η ανάπτυξη των ηλεκτρικών αυτοκινήτων αυξήθηκαν κατά τη διάρκεια αυτής της περιόδου λόγω της προόδου στην τεχνολογία μπαταριών, των ανησυχιών για την κλιματική αλλαγή και των κινήτρων της κυβέρνησης για την υποστήριξη της βιώσιμης ενέργειας.

Αρκετές μεγάλες αυτοκινητοβιομηχανίες, ιδίως η General Motors και η Toyota, άρχισαν να πειραματίζονται με ηλεκτρικά αυτοκίνητα τη δεκαετία του 1990 και δημιούργησαν έναν μικρό αριθμό από αυτά για δοκιμή και επίδειξη. Αυτά τα πρώιμα ηλεκτρικά οχήματα ήταν ακριβά στην κατασκευή και είχαν μικρή αυτονομία, αλλά έθεσαν το πλαίσιο για ενδεχόμενες εξελίξεις στον τομέα.



εικόνα 1. 8. Ηλεκτρικό αυτοκίνητο General Motors (GM EV1 1996)

πηγή 8 : <https://tse4.mm.bing.net/th?id=OIP.eRGTqO49BGj4hxpobzP-4QHADA&pid=Api&P=0&h=180>



(Πηγή 9 : https://tse4.mm.bing.net/th?id=OIP.aBZPR9_Z7eZNsUp4LuqrUAAAA&pid=Api&P=0&h=180)

Ένα νέο κύμα ενδιαφέροντος για τα ηλεκτρικά οχήματα πυροδότησε στις αρχές της δεκαετίας του 2000 με την κυκλοφορία του Toyota Prius, ενός υβριδικού ηλεκτρικού οχήματος. Το Prius, το οποίο συνδύαζε έναν ηλεκτροκινητήρα και έναν βενζινοκινητήρα, κέρδισε γρήγορα δημοτικότητα μεταξύ των οδηγών που ανησυχούσαν για το περιβάλλον και βοήθησε να φανεί πόσο εφικτό είναι για υβριδικά και ηλεκτρικά οχήματα να εισέλθουν στη μαζική αγορά.



εικόνα 1. 10. Toyota Prius (2000- 2003)

(Πηγή 10: <https://tse3.mm.bing.net/th?id=OIP.tM8B7aSIPjffFqA5tNzLUQHafj&pid=Api&P=0&h=180>)

: <https://tse4.mm.bing.net/th?id=OIP.xeiBoexZPUfujyrTWxvKAHaEn&pid=Api&P=0&h=180>)

Πολλές επιχειρήσεις προσπαθούσαν να δημιουργήσουν αμιγώς ηλεκτρικά οχήματα με μεγαλύτερες αυτονομίες και καλύτερες επιδόσεις μέχρι τα μέσα της δεκαετίας του 2000. Το Tesla Roadster, ένα спор αυτοκίνητο υψηλών επιδόσεων με αυτονομία άνω των 200 μιλίων ανά φόρτιση, παρουσιάστηκε από την Tesla Motors το 2008, συμβάλλοντας στην τοποθέτηση της επιχείρησης ως ηγέτη στον κλάδο των ηλεκτρικών οχημάτων.



εικόνα 1. 11. Tesla Roadster από την Tesla Motors

(Πηγή 11: <https://tse2.mm.bing.net/th?id=OIP.9ttq6fU5ZbaME66LcHnERwHaD0&pid=Api&P=0&h=180>)

Η αγορά ηλεκτρικών οχημάτων αυξήθηκε σταθερά τη δεκαετία του 2010, ωθούμενη από τις εξελίξεις στην τεχνολογία μπαταριών και τα κυβερνητικά κίνητρα για την ενθάρρυνση της χρήσης ανανεώσιμων πηγών ενέργειας. Πλήρως ηλεκτρικά οχήματα με αυτονομία άνω των 100 μιλίων ανά φόρτιση έχουν εισαχθεί από πολλές μεγάλες αυτοκινητοβιομηχανίες, συμπεριλαμβανομένων των Nissan, General Motors και Ford, καθιστώντας τα πιο χρήσιμα για καθημερινή χρήση.



εικόνα 1. 12. Το Nissan's Leaf ήταν το πιο δημοφιλές ηλεκτρικό αυτοκίνητο μέχρι την εμφάνιση του Model S Tesla

(Πηγή 11: https://tse1.mm.bing.net/th?id=OIP.mcttbx4dpRCp-lh_I8fiQAAAA&pid=Api&P=0&h=180)

Παρά την εξέλιξη αυτή, τα ηλεκτρικά οχήματα συνεχίζουν να αντιμετωπίζουν πολλά εμπόδια, όπως η έλλειψη άμεσα διαθέσιμης υποδομής φόρτισης, το μεγαλύτερο αρχικό κόστος από τα βενζινοκίνητα οχήματα και οι ανησυχίες για την αξιοπιστία και την ανθεκτικότητα των μπαταριών. Στην τρέχουσα εποχή των ηλεκτρικών οχημάτων, αυτά τα ζητήματα θα αντιμετωπιστούν και θα βελτιωθούν.

Η τρέχουσα περίοδος των ηλεκτρικών οχημάτων, που ξεκίνησε στα μέσα της δεκαετίας του 2010 και συνεχίζεται μέχρι σήμερα, διακρίνεται από την ταχεία ανάπτυξη και την αυξανόμενη γενική αποδοχή της. Η τεχνολογία έκανε τεράστια βήματα κατά τη διάρκεια αυτής της περιόδου, και έγινε πιο προσιτή.

Το μειούμενο κόστος της τεχνολογίας μπαταριών της τρέχουσας περιόδου είναι ένας από τους σημαντικότερους λόγους που προωθούν την επέκταση της αγοράς ηλεκτρικών αυτοκινήτων. Από το 2010, η τιμή των μπαταριών ιόντων λιθίου, που χρησιμοποιούνται στην πλειονότητα των ηλεκτρικών οχημάτων, έχει μειωθεί κατά περισσότερο από 80%, καθιστώντας τις πιο οικονομικά αποδοτικές για τους σχεδιαστές.

Μαζί με τη μείωση της τιμής των μπαταριών, πολλές κυβερνήσεις σε όλο τον κόσμο συνέχισαν τις προσπάθειές τους να ενθαρρύνουν τη χρήση ηλεκτρικών οχημάτων μέσω ποικίλων κινήτρων και νόμων. Για παράδειγμα, πολλά έθνη έχουν θέσει στόχους να καταργήσουν σταδιακά την πώληση αυτοκινήτων βενζίνης και ντίζελ έως το 2030 ή το 2040 και παρέχουν οικονομικά κίνητρα και επιδοτήσεις για την προώθηση της χρήσης ηλεκτρικών αυτοκινήτων.

Αρκετές νέες εταιρίες έχουν επίσης εισέλθει στην αγορά στην τρέχουσα εποχή των ηλεκτρικών οχημάτων, συμπεριλαμβανομένων των αναδυόμενων αυτοκινητοβιομηχανιών όπως η Rivian και η Lucid Motors, καθώς και μακροχρόνιες όπως η VW και η Audi. Αυτές οι επιχειρήσεις κυκλοφορούν νέα μοντέλα ηλεκτρικών οχημάτων με βελτιωμένα χαρακτηριστικά, μεγαλύτερη αυτονομία και ταχύτερες περιόδους φόρτισης.



εικόνα 1. 13. Chevy Bolt (2016) της GM, ένα πλήρως ηλεκτρικό αυτοκίνητο με αυτονομία άνω των 200 μιλίων ανα φόρτιση

(Πηγή 13: <https://tse2.mm.bing.net/th?id=OIP.8FNIqPRM40ICySQ6RMWScAHaCw&pid=Api&P=0&h=180>)

Η ανάπτυξη της υποδομής για τη φόρτιση ηλεκτρικών οχημάτων είναι μια άλλη αξιοσημείωτη εξέλιξη στην τρέχουσα εποχή των ηλεκτρικών οχημάτων. Σε όλο τον κόσμο, υπάρχουν αυτή τη στιγμή περισσότεροι από 200.000 δημόσιοι σταθμοί φόρτισης και προστίθενται περισσότεροι κάθε μέρα. Για τους ιδιοκτήτες ηλεκτρικών οχημάτων, αυτό καθιστά απλούστερο και πιο βολικό για αυτούς να επαναφορτίζουν τα οχήματά τους ενώ βρίσκονται εν κινήσει.

Παρά την επιτυχία της τρέχουσας περιόδου, ο κλάδος των ηλεκτρικών αυτοκινήτων εξακολουθεί να αντιμετωπίζει πολλά εμπόδια. Ορισμένοι χρήστες εξακολουθούν να αντιμετωπίζουν άγχος εμβέλειας ή φόβο μήπως ξεμείνει από μπαταρία κατά την οδήγηση, και υπάρχουν ακόμα κενά στην υποδομή φόρτισης σε ορισμένες περιοχές. Όμως, με περαιτέρω τεχνολογικές καινοτομίες και κρατική βοήθεια, το μέλλον των ηλεκτρικών οχημάτων ως καθαρότερης, αποτελεσματικότερης και βιώσιμης επιλογής μεταφορών φαίνεται λαμπρό.

1.3 Τελευταίας τεχνολογίας ηλεκτρικά οχήματα

Το σημερινό ηλεκτρικό αυτοκίνητο είναι ένας πρωτοποριακός, πράσινος κινητήρας που αντλεί την ισχύ του κυρίως από την ηλεκτρική ενέργεια. Προορίζεται να προσφέρει μια ασφαλή, αποτελεσματική και φιλική προς το περιβάλλον μορφή μεταφοράς που μειώνει την εξάρτηση από ορυκτά καύσιμα και συμβάλλει στη μείωση των εκπομπών αερίων του θερμοκηπίου.

Οι μπαταρίες ιόντων λιθίου, οι οποίες μπορούν να επαναφορτιστούν χρησιμοποιώντας είτε έναν εξειδικευμένο σταθμό φόρτισης είτε μια κανονική πρίζα, χρησιμοποιούνται συνήθως από τα σύγχρονα ηλεκτρικά οχήματα για την αποθήκευση ενέργειας. Συχνά προωθούνται από έναν ηλεκτροκινητήρα που δεν παράγει καυσαέρια, ενώ παρέχει άμεση ροπή και ομαλή επιτάχυνση.

Τα σύγχρονα ηλεκτρικά οχήματα έχουν φθηνότερα λειτουργικά έξοδα από τα βενζινοκίνητα οχήματα, κάτι που είναι ένα από τα κύρια πλεονεκτήματά τους. Τα ηλεκτρικά οχήματα έχουν πιο λογικές τιμές για τους καταναλωτές λόγω των χαμηλότερων απαιτήσεων συντήρησης, του φθηνότερου κόστους καυσίμων και της πιθανής επιλεξιμότητας για κρατικές επιδοτήσεις και εκπτώσεις φόρου.

Η απόδοση και η αυτονομία των σύγχρονων ηλεκτρικών αυτοκινήτων έχουν αυξηθεί σημαντικά τα τελευταία χρόνια. Τα πιο πρόσφατα μοντέλα διαθέτουν χαρακτηριστικά γρήγορης φόρτισης που τους επιτρέπουν να επαναφορτίζονται γρήγορα και μπορούν να ταξιδέψουν πάνω από 200–300 μίλια με μία μόνο φόρτιση. Αποτελούν επομένως μια ρεαλιστική λύση για καθημερινές μετακινήσεις και ταξίδια μεγάλων αποστάσεων.

Το αναγεννητικό φρενάρισμα, το οποίο μετατρέπει την ενέργεια πέδησης σε ηλεκτρική ενέργεια, και προηγούμενα χαρακτηριστικά ασφαλείας που βοηθούν στην αποφυγή συγκρούσεων και προστατεύουν τους επιβάτες εξακολουθούν να περιλαμβάνονται στα σύγχρονα ηλεκτρικά αυτοκίνητα.

Τα σύγχρονα ηλεκτρικά οχήματα διατίθενται σε διάφορα σχήματα και μεγέθη, από μικρά αυτοκίνητα πόλης μέχρι πολυτελή σεντάν και SUV. Κορυφαίες αυτοκινητοβιομηχανίες όπως η Tesla, η Nissan, η General Motors και η Ford έχουν κάνει μεγάλες επενδύσεις στην τεχνολογία ηλεκτρικών οχημάτων και τώρα δημιουργούν EV που είναι ανταγωνιστικά με τα συμβατικά βενζινοκίνητα αυτοκίνητα από άποψη κόστους και απόδοσης.

Συνολικά, το σημερινό ηλεκτρικό αυτοκίνητο είναι μια σημαντική εξέλιξη στην τεχνολογία αυτοκινήτων, παρέχοντας μια βιώσιμη, οικονομική και καθαρή μέθοδο μεταφοράς που κερδίζει δημοτικότητα στους καταναλωτές.

1.4 Πλεονεκτήματα και Μειονεκτήματα ηλεκτρικών οχημάτων

Πλεονεκτήματα των ηλεκτρικών οχημάτων:

1. Φιλικά προς το περιβάλλον: Σε σύγκριση με αυτοκίνητα με κινητήρες εσωτερικής καύσης, τα ηλεκτρικά οχήματα είναι πιο καθαρά και καλύτερα για το περιβάλλον επειδή δεν εκπέμπουν εκπομπές καυσαερίων.

2. Οικονομικά: Καθώς η ηλεκτρική ενέργεια είναι συνήθως λιγότερο ακριβή από τη βενζίνη και οι ηλεκτροκινητήρες έχουν λιγότερα κινούμενα εξαρτήματα για επισκευή ή αντικατάσταση, τα ηλεκτρικά οχήματα προσφέρουν χαμηλότερα λειτουργικά έξοδα από τα βενζινοκίνητα οχήματα.

3. Πιο αθόρυβη λειτουργία: Τα ηλεκτρικά οχήματα συχνά λειτουργούν πιο αθόρυβα από τα βενζινοκίνητα, δημιουργώντας μια πιο ξεκούραστη και γαλήνια οδηγική εμπειρία.

4. Ενεργειακά αποδοτικά: Σε σύγκριση με τα βενζινοκίνητα οχήματα, τα ηλεκτρικά οχήματα είναι πιο ενεργειακά αποδοτικά, πράγμα που σημαίνει ότι απαιτούν λιγότερη ενέργεια για να διανύσουν την ίδια απόσταση.

5. Άμεση ροπή: Τα ηλεκτρικά αυτοκίνητα παρέχουν στιγμιαία ροπή, επιτρέποντάς τους να επιταχύνουν ομαλά και γρήγορα από μια στάση, βελτιώνοντας την οδηγική εμπειρία.

Μειονεκτήματα των ηλεκτρικών οχημάτων:

1. Περιορισμένη εμβέλεια: Σε σύγκριση με τα βενζινοκίνητα οχήματα, τα ηλεκτρικά οχήματα έχουν μικρότερη αυτονομία, απαιτώντας συχνότερες επαναφορτίσεις και πιθανώς ακατάλληλα για ταξίδια μεγάλων αποστάσεων.

2. Μεγαλύτεροι χρόνοι ανεφοδιασμού: Ορισμένοι οδηγοί μπορεί να το βρουν ενοχλητικό καθώς ο ανεφοδιασμός ενός ηλεκτρικού οχήματος μπορεί να διαρκέσει περισσότερο από τον ανεφοδιασμό ενός οχήματος με βενζίνη.

3.Ανεπαρκής υποδομή για φόρτιση: Υπάρχουν ακόμη λίγοι δημόσιοι σταθμοί φόρτισης ηλεκτρικών οχημάτων, γεγονός που μπορεί να καταστήσει δύσκολο για τους οδηγούς να εντοπίσουν τοποθεσίες για να επαναφορτίσουν τα οχήματά τους.

4. Αυξημένο αρχικό κόστος: Σε σύγκριση με τα βενζινοκίνητα οχήματα, τα ηλεκτρικά οχήματα μπορεί να είναι πιο ακριβά στην αγορά. Ωστόσο, αυτή η δαπάνη μπορεί να μετριαστεί από το χαμηλότερο λειτουργικό κόστος κατά τη διάρκεια της ιδιοκτησίας.

5.Στιγμιαία ροπή: Η ικανότητα να επιταχύνετε ομαλά και γρήγορα από στάση χάρη στην γρήγορη ροπή των ηλεκτρικών αυτοκινήτων βελτιώνει την οδηγική εμπειρία.

2ο ΚΕΦΑΛΑΙΟ

ΕΣΩΤΕΡΙΚΑ ΤΜΗΜΑΤΑ ΗΛΕΚΤΡΙΚΟΥ ΟΧΗΜΑΤΟΣ ΓΙΑ ΤΗΝ ΛΕΙΤΟΥΡΓΙΑ ΤΟΥ

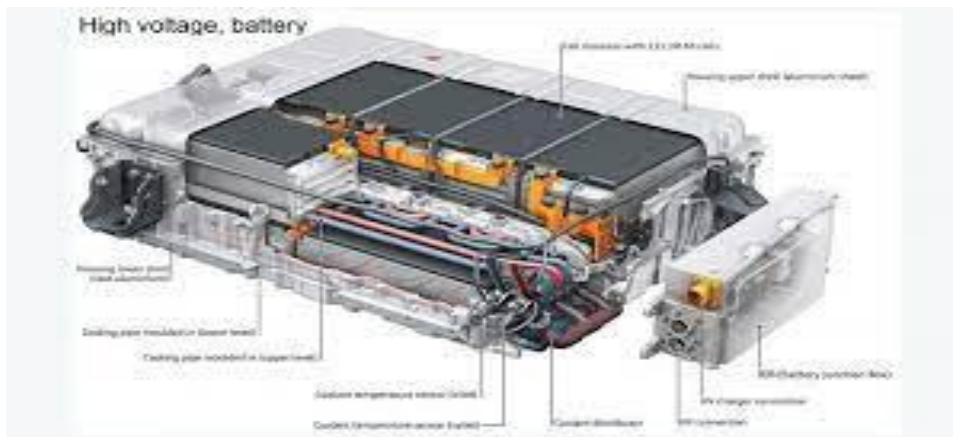
2.1 Μπαταρία

Ο πιο δημοφιλής τρόπος αποθήκευσης ηλεκτρικής ενέργειας για το σκοπό αυτό είναι με ηλεκτροχημικούς συσσωρευτές, μερικές φορές γνωστούς ως μπαταρίες.

Τα λεγόμενα «κελιά», που αποτελούν τις περισσότερες μπαταρίες, είναι μικροσκοπικά εξαρτήματα. Η άνοδος και η κάθοδος, τα δύο συστατικά που συνθέτουν κάθε στοιχείο, διαχωρίζονται το ένα από το άλλο από έναν ηλεκτρολύτη που ποικίλλει ανάλογα με την εφαρμογή

Όταν ένα εξωτερικό κύκλωμα συνδέεται στην άνοδο και την κάθοδο, μια ηλεκτροχημική αντίδραση μεταξύ των ηλεκτροδίων και του ηλεκτρολύτη οδηγεί σε ροή ηλεκτρονίων μεταξύ της ανόδου και της καθόδου του συσσωρευτή, η οποία εκφράζεται ως ηλεκτρικό ρεύμα στο εξωτερικό κύκλωμα. Εάν η μπαταρία λαμβάνει ρεύμα από εξωτερικές πηγές, η διαδικασία αντιστρέφεται και η ηλεκτρική ενέργεια μετατρέπεται σε χημική ενέργεια για αποθήκευση.

Τα υλικά που χρησιμοποιούνται στην κατασκευή των συσσωρευτών ποικίλλουν και παρουσιάζουν ορισμένα χαρακτηριστικά όσον αφορά τις ηλεκτρικές τους ιδιότητες. Έχουν επίσης προδιαγραφές για ειδική ενέργεια (Wh/kg), ειδική ισχύ (W/kg), μέγιστους κύκλους φόρτισης και εκφόρτισης (κύκλους ζωής) και ρυθμό φόρτισης και εκφόρτισης επιπλέον της τάσης και του ρεύματος που μπορούν να παρέχουν στο σχετικό κύκλωμα.



εικόνα 2. 1 Μπαταρία ηλεκτρικού αυτοκινήτου

πηγή 14: [https://encrypted-](https://encrypted-tbn1.gstatic.com/images?q=tbn:ANd9GcSOcvd8mhZfIad95pobqDjjD8DUbZxeTVa3Owqrz8I70OpS5MD9)

[tbn1.gstatic.com/images?q=tbn:ANd9GcSOcvd8mhZfIad95pobqDjjD8DUbZxeTVa3Owqrz8I70OpS5MD9](https://encrypted-tbn1.gstatic.com/images?q=tbn:ANd9GcSOcvd8mhZfIad95pobqDjjD8DUbZxeTVa3Owqrz8I70OpS5MD9)

2.1.1 Βασικά στοιχεία μπαταριών

-Χωρητικότητα μπαταρίας-Αμπερόρια (Ampere-Hour)

Η χωρητικότητα μιας μπαταρίας, η οποία εκφράζεται σε αμπέρ-ώρες, είναι μια από τις θεμελιώδεις ιδιότητες της. Η ποσότητα του σταθερού ρεύματος που απαιτείται για τη λειτουργία μιας πλήρως φορτισμένης μπαταρίας για 20 ώρες στους 26 οC χωρίς η τάση της κυψέλης να πέσει κάτω από ένα προκαθορισμένο ελάχιστο όριο μετράται σε αμπέρ-ώρες. Μια μπαταρία 12 V, για παράδειγμα, έχει 80 amp-ώρες εάν εξαντληθεί με ρυθμό 4 amp-h για 20 ώρες μέχρι να πέσει η τάση της στα 10,5 V. Ένα αμπέρ για 100 ώρες ή δέκα αμπέρ για δέκα ώρες μπορεί να παραχθεί από μια μπαταρία 100 Ah.

-Αμπέρ κατά την κρύα εκκίνηση (cold-cranking amperes)

Για την προετοιμασία της μπαταρίας, οι κατασκευαστές αξιοποιούν αυτό το χαρακτηριστικό. Μετριέται με τον αριθμό των αμπέρ που μπορεί να παραδώσει στην μπαταρία για 30 δευτερόλεπτα στους -17,7 οC χωρίς η τάση να πέσει κάτω από ένα καθορισμένο όριο. Αυτό το καπάκι είναι 7,2 V για μπαταρία 12 V.

-Ηλεκτρική τάση (battery voltage)

Όσον αφορά την ονομαστική τους τάση, οι μπαταρίες διατίθενται σε διάφορες ποικιλίες. Οι μπαταρίες των 6V, 12V και 24V είναι κοινές στο εμπόριο, αλλά πολλές μικρότερες χρησιμοποιούνται σε άλλους τομείς εκτός από τη μεταφορά.

-Ηλεκτρική αντίσταση (resistance)

Η αντίσταση που συναντά και η ροή του ρεύματος έχουν άμεσο αντίκτυπο στην τάση της μπαταρίας. Ο νόμος του Ohm το περιγράφει ως εξής:

$$V=IR$$

Όπου V σημαίνει τάση (βολτ), I για ρεύμα (αμπέρ) και R για αντίσταση (Ωμ).

Στην πραγματικότητα υπάρχουν δύο τύποι αντίστασης: η εσωτερική αντίσταση της μπαταρίας και η εξωτερική αντίσταση που προκαλείται από το φορτίο. Η μπαταρία της με εσωτερική αντίσταση χρησιμοποιεί ξηραντικό για τη μεταφορά ενέργειας, την απόδοση της μπαταρίας και τα επίπεδα φόρτισης.

2.1.2 Η ανάλυση των μηχανικών, θερμικών και ηλεκτρικών ιδιοτήτων του συστήματος μπαταρίας και ο αντίκτυπός του στην απόδοση του οχήματος.

Τα φυσικά χαρακτηριστικά, όπως το βάρος, το μέγεθος και η μορφή, αναφέρονται ως μηχανικά χαρακτηριστικά του συστήματος μπαταρίας. Το συνολικό βάρος του οχήματος μπορεί να επηρεάσει την επιτάχυνση, το χειρισμό και τη συνολική απόδοση του οχήματος. Το βάρος του συστήματος μπαταρίας μπορεί επίσης να έχει αντίκτυπο. Οι διαστάσεις και η μορφή της μπαταρίας μπορούν επίσης να επηρεάσουν την αεροδυναμική και τη σχεδίαση του οχήματος.

Η ικανότητα ενός συστήματος μπαταρίας να ελέγχει τη θερμότητα αναφέρεται ως θερμικά χαρακτηριστικά του. Κατά τη φόρτιση και εκφόρτιση μιας μπαταρίας ηλεκτρικού αυτοκινήτου, παράγεται θερμότητα. Εάν η θερμότητα δεν ελέγχεται σωστά, η μπαταρία μπορεί να καταστραφεί και να χάσει τη ζωή της. Για τον έλεγχο της θερμοκρασίας της μπαταρίας και τη βελτίωση της απόδοσης, μπορούν να χρησιμοποιηθούν συστήματα θερμικής διαχείρισης, όπως συστήματα ψύξης ή θέρμανσης.

Η ικανότητα του συστήματος μπαταρίας να αποθηκεύει και να μεταδίδει ενέργεια αναφέρεται ως ηλεκτρικά χαρακτηριστικά του. Η ποσότητα ενέργειας που μπορεί να αποθηκευτεί και να χρησιμοποιηθεί από το όχημα εξαρτάται από τη χωρητικότητα της μπαταρίας, η οποία εκφράζεται σε kWh. Η τάση και το ρεύμα της μπαταρίας επηρεάζουν επίσης την καλή απόδοση του αυτοκινήτου, καθώς καθορίζουν το πόσο γρήγορα μπορεί να σταλεί η ισχύς στον ηλεκτροκινητήρα.

Τελικά, η απόδοση ενός ηλεκτρικού οχήματος επηρεάζεται σε μεγάλο βαθμό από τα μηχανικά, θερμικά και ηλεκτρικά χαρακτηριστικά του συστήματος μπαταρίας. Για να λειτουργήσει ένα όχημα στο μέγιστο δυνατό βαθμό, είναι απαραίτητα συστήματα μπαταριών με υψηλή ενεργειακή πυκνότητα, αποτελεσματική διαχείριση θερμότητας και δυνατότητες υψηλής τάσης και ρεύματος.

2.1.3 Είδη μπαταριών που χρησιμοποιούν τα ηλεκτρικά οχήματα

-Το πιο δημοφιλές είδος μπαταρίας που χρησιμοποιείται στα EV είναι μια μπαταρία ιόντων λιθίου (Li-ion). Μπορούν να αποθηκεύσουν πολλή ενέργεια σε μικρή περιοχή χάρη στο χαμηλό βάρος και την υψηλή ενεργειακή τους πυκνότητα. Εκτός από πολύ αποτελεσματικές, οι μπαταρίες ιόντων λιθίου έχουν μεγάλη διάρκεια ζωής.



εικόνα 2. 2 Μπαταρία λιθίου

πηγή 15 : <https://encrypted-tbn1.gstatic.com/images?q=tbn:ANd9GcQTfG5p1WrCQTVkgAMoWiqIMxPfYu45aECWcYX4n3Dps8oa9jSB>

-Πριν από την ανάπτυξη των μπαταριών Li-ion, οι μπαταρίες νικελίου-υδριδίου μετάλλου (NiMH) χρησιμοποιούνταν συχνά σε υβριδικά αυτοκίνητα. Ενώ είναι πιο προσιτές από τις μπαταρίες Li-ion, είναι βαρύτερες και έχουν χαμηλότερη ενεργειακή πυκνότητα.



εικόνα 2. 3 Μπαταρία νικελίου υβριδίου μετάλλου (NiMH)

Πηγή16: https://encrypted-tbn3.gstatic.com/images?q=tbn:ANd9GcT1pKrvJInA0T5dqvIrWNoM2_cptlVGxdQhYGgr_Dz7EayN5X3q

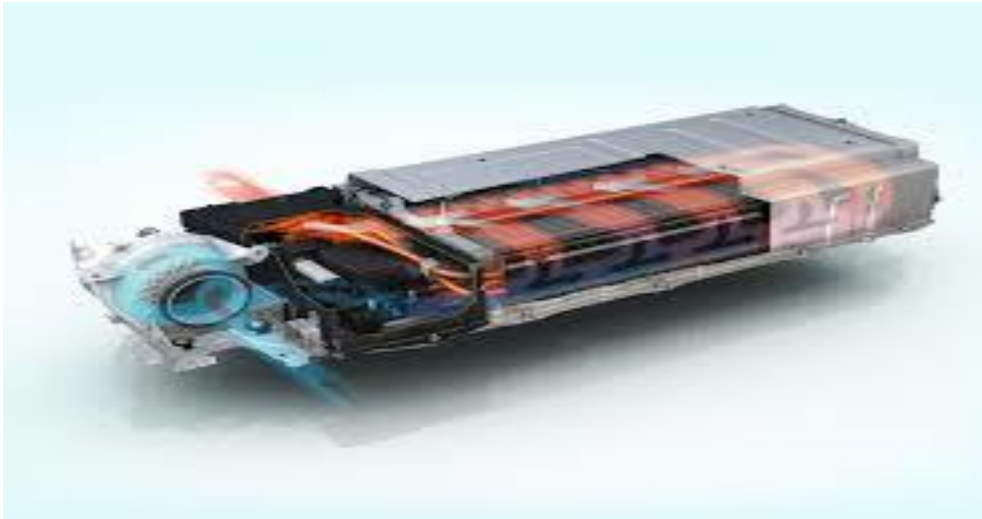
-Μπαταρίες μολύβδου-οξέος: Η παλαιότερη και πιο κοινή μορφή μπαταρίας που χρησιμοποιείται στα ηλεκτρικά οχήματα είναι οι μπαταρίες μολύβδου-οξέος. Είναι ακριβή και γενικά προσβάσιμες, αλλά είναι επίσης βαριές και έχουν κακή ενεργειακή πυκνότητα.



εικόνα 2. 4 Μπαταρία μολύβδου - οξέος

πηγή 17: <https://encrypted-tbn1.gstatic.com/images?q=tbn:ANd9GcTCRvAKo77pAw5I5e3DpX8RRP1-7097ezo0wI9rMtrzh27N0VRh>

-Οι μπαταρίες στερεάς κατάστασης είναι ένα νέο είδος μπαταρίας που χρησιμοποιεί στερεό ηλεκτρολύτη αντί για υγρό. Ενώ βρίσκονται ακόμη σε έρευνα και δεν χρησιμοποιούνται ακόμη ευρέως στα ηλεκτρικά οχήματα, έχουν τη δυνατότητα να είναι ασφαλέστερα, ελαφρύτερα και πιο ενεργειακά πυκνά από τις μπαταρίες Li-ion.



εικόνα 2. 5 Μπαταρίες σταθεράς κατάστασης

πηγή 18 : https://encrypted-tbn1.gstatic.com/images?q=tbn:ANd9GcThbIAobxgC0LYDf6M3B8oO_TjcKUNcRsYi7OddXrk7X0YWjtt8

-Μπαταρίες ψευδαργύρου-αέρα: Ο ψευδάργυρος χρησιμεύει ως άνοδος, ενώ το οξυγόνο του αέρα χρησιμεύει ως κάθοδος σε αυτές τις μπαταρίες. Παρά την υψηλή ενεργειακή τους πυκνότητα και τη μικρή διάρκεια ζωής τους, δεν χρησιμοποιούνται συχνά σε ηλεκτρικά οχήματα.



εικόνα 2. 6 Μπαταρία ψευδαργύρου ηλεκτρικού οχήματος

πηγή 19: <https://encrypted-tbn3.gstatic.com/images?q=tbn:ANd9GcRrSq95cZSaAxZsI96-f13KYIDQkJvctMotGRqChJKHsGDnd8h0>

Λόγω της υψηλής ενεργειακής πυκνότητας, της απόδοσης και της εκτεταμένης διάρκειας ζωής τους, οι μπαταρίες ιόντων λιθίου είναι γενικά το πιο κοινό είδος μπαταριών που χρησιμοποιούνται στα ηλεκτρικά οχήματα.

2.1.4 Τα συστήματα φόρτισης μπαταριών ηλεκτρικών οχημάτων (EV) : φόρτιση AC, φόρτιση DC και ασύρματη φόρτιση.

1. Η σύνδεση του EV σε μια πηγή εναλλασσόμενου ρεύματος με ένα καλώδιο φόρτισης είναι η διαδικασία φόρτισης AC. Στη συνέχεια, ένας ενσωματωμένος φορτιστής στο EV μετατρέπει την τροφοδοσία εναλλασσόμενου ρεύματος από την παροχή εναλλασσόμενου ρεύματος σε ρεύμα συνεχούς ρεύματος, η οποία φορτίζει την μπαταρία. Ανάλογα με το μέγεθος της μπαταρίας και την τάση του σταθμού φόρτισης, η φόρτιση εναλλασσόμενου ρεύματος συχνά διαρκεί περισσότερο από τη φόρτιση συνεχούς ρεύματος και μπορεί να διαρκέσει από μερικές ώρες έως μια νύχτα.

2. Φόρτιση DC: Με έναν σταθμό φόρτισης DC, μια μπαταρία φορτίζεται απευθείας χρησιμοποιώντας ηλεκτρικό ρεύμα DC. Ανάλογα με το μέγεθος της μπαταρίας και την ισχύ του σταθμού φόρτισης, η φόρτιση DC απαιτεί λιγότερο χρόνο από τη φόρτιση AC και μπορεί να ολοκληρωθεί σε μόλις 30 λεπτά έως μία ώρα. Σε μεγάλες οδικές διαδρομές ή όταν η μπαταρία εξαντλείται, η φόρτιση DC χρησιμοποιείται συχνά για γρήγορη φόρτιση.

3. Χρησιμοποιώντας ένα επαγωγικό πηνίο, η ασύρματη φόρτιση συνεπάγεται την ασύρματη αποστολή ηλεκτρικής ενέργειας στην μπαταρία του EV. Το ηλεκτρικό όχημα είναι σταθμευμένο πάνω από ένα μαξιλαράκι φόρτισης, το οποίο παρέχει ηλεκτρική ενέργεια στο επαγωγικό πηνίο του οχήματος, το οποίο με τη σειρά του φορτίζει την μπαταρία. Σε μέρη όπου δεν είναι πρακτικό να δημιουργηθούν σταθμοί φόρτισης, όπως γκαράζ στάθμευσης, η ασύρματη φόρτιση —η οποία είναι πιο αργή από τη φόρτιση AC και DC— χρησιμοποιείται συχνά κατά τη διάρκεια της νύχτας.

Μαζί με αυτές τις κύριες μεθόδους φόρτισης, υπάρχουν επίσης πολλοί τύποι υποδοχών φόρτισης, όπως CCS (Σύστημα συνδυασμένης φόρτισης) και CHAdeMO για γρήγορη φόρτιση DC και υποδοχές τύπου 2 και τύπου 1 για φόρτιση AC. Το μοντέλο EV, η διαθέσιμη υποδομή φόρτισης και οι απαιτήσεις φόρτισης του χρήστη επηρεάζουν την επιλογή του συστήματος φόρτισης και του τύπου σύνδεσης.

2.1.5 Είδη φορτιστών

-Blink Mode 3, σταθμός φόρτισης AC, 44kW (400V, 50Hz)



εικόνα 2. 7 Φορτιστής Blink Mode 3

πηγή 20 :https://encrypted-tbn0.gstatic.com/images?q=tbn:ANd9GcTRLTNglzmjZwDSaO69y_heGj85qFWZ-CxKFZ9Og9BJmBTySDvg

Ο γρήγορος φορτιστής MODE 3 της Blink είναι η καλύτερη επιλογή για δημόσιους και ιδιωτικούς χώρους, επειδή είναι ευέλικτο, εργονομικό και μπορεί να φορτίσει δύο ηλεκτρικά οχήματα ταυτόχρονα. Διαθέτει επίσης δυνατότητες διαχείρισης ενέργειας.

Ο γρήγορος φορτιστής ηλεκτρικού αυτοκινήτου Blink Mode 3 έχει έξοδο εναλλασσόμενου ρεύματος (AC) 44kW (400V, 50Hz) και δύο βύσματα φόρτισης τύπου 2 22kW, επιτρέποντας την ταυτόχρονη φόρτιση δύο ηλεκτρικών αυτοκινήτων. Οι πρίζες τύπου 2 είναι συμβατές με όλα τα αυτοκίνητα που πωλούνται στην Ευρώπη.

Οι φορτιστές Blink Mode 3 χρησιμοποιούνται καλύτερα σε αστικές περιοχές και σε τοποθεσίες όπου οι πελάτες ή οι οδηγοί περνούν περισσότερο χρόνο από ό,τι συνήθως, όπως εμπορικά κέντρα, χώρους εργασίας, χώρους στάθμευσης κ.λπ. Ως εκ τούτου, οι σταθμοί φόρτισης Mode 3 είναι μια επιλογή για χρήση σε εμπορικούς χώρους, γραφείο κτίρια, πολυκαταστήματα, εμπορικά κέντρα και ξενοδοχειακές εγκαταστάσεις. Μπορούν επίσης να βρεθούν σε κέντρα μπαταριών γκαράζ.

Τεχνικά Χαρακτηριστικά

Έξοδοι Φόρτισης: 2

Σύνδεσμοι Φόρτισης: Type 2Ισχύς44 kW (2 x 22 kW)

ΑΝΑΛΥΣΗ ΔΟΜΗΣ
ΚΑΙ ΛΕΙΤΟΥΡΓΙΑ
ΗΛΕΚΤΡΙΚΟΥ ΟΧΗΜΑΤΟΣ

Τάση Εισόδου: 230 V AC 1φ, 400 V AC 3φ
Μέγιστο Ρεύμα Εισόδου: 64 A (32 A + 32 A)
Συχνότητα: 50Hz
Οθόνη: 4.3” TFT έγχρωμη
Καταγραφή Ενέργειας: 2 x MID μετρητής
Προστασία: IP/IKIP54/IK10 (η οθόνη IK8)
Θερμοκρασίες Λειτουργίας: -25οC έως 50οC
Συνδεσιμότητα: 3G, WiFi, EthernetRFIDMifare Classic, Mifare DESFire
Πρωτόκολλο Επικοινωνίας: OCCP 1.6J
Ηλεκτρολογική Προστασία: Έναντι βραχυκυκλώματος, υπέρτασης, διαρροής ρεύματος
Βάρος: 33 kg
Διαστάσεις (mm): Ύψος 1400 x Μήκος 320 x Πλάτος 215
Πρότυπα: IEC-61851-1, IEC-61851-21-2, IEC-61000
Ευρωπαϊκές Οδηγίες Low Voltage Directive: 2014/35/EU EMC Directive: 2014/30/EU
Πιστοποίηση: EUCE

Κάθε εγκατάσταση στην Ελλάδα είναι σε θέση να εγκαταστήσει έναν σταθμό φόρτισης Blink και να τον μετατρέψει σε δημοφιλή στάση για τους οδηγούς EV. Επίσης, αποφασίζοντας για την "πράσινη χρέωση", βελτιώνετε τη φήμη της εταιρείας σας ως "πράσινη" επιχείρηση και κερδίζετε τον σεβασμό και την αφοσίωση των θαμώνων.

Το Δίκτυο Φόρτισης Ηλεκτρικών Οχημάτων κάνει χρήση της ηλεκτρικής ενέργειας που παράγει το EEG από ανανεώσιμες πηγές και του παραδίδεται μέσω θυγατρικής της WE ENERGY με τα απαιτούμενα πιστοποιητικά προέλευσης.

Σε κάθε εταιρεία που υπογράφει σύμβαση με την WE ENERGY δίνεται το «Πράσινο Σήμα», το οποίο επαληθεύει ότι ο ιδιοκτήτης της χρησιμοποιεί ενέργεια από ανανεώσιμες πηγές ενέργειας και φέρει τη «σφραγίδα» της ΔΑΠΕΕΠ (πρώην ΛΑΓΗΕ).

Με την «Πράσινη Ετικέτα», η WE ENERGY προσφέρει στις εταιρείες την ευκαιρία να επωφεληθούν από ένα ισχυρό όπλο για να δημιουργήσουν ή να αναπτύξουν την εταιρική τους ταυτότητα και να κερδίσουν την εμπιστοσύνη και την πίστη των πελατών.

-Blink Mode 4, 50kW, σταθμός υπερταχείας φόρτισης.



εικόνα 2. 8 Blink Mode 4

Πηγή 21 : <https://encrypted-tbn0.gstatic.com/images?q=tbn:ANd9GcRK0mhAUK5SlAGDFluG5sOfuW-IRfwQX8T26HrHrfvwpZ1WLDka>

Μία από τις κορυφαίες επιχειρήσεις στις ΗΠΑ που προσφέρει αγαθά και υπηρεσίες για φόρτιση ηλεκτρικών οχημάτων είναι η Blink Charging Co.

Οι φορτιστές ηλεκτρικών αυτοκινήτων Blink πωλούνται στην ελληνική αγορά από την εταιρεία EUNICE ENERGY GROUP (EEG), η οποία αποτελεί μέρος της κοινοπραξίας Blink Charging Europe. Ο φορτιστής εναλλασσόμενου ρεύματος Blink Mode 4, 50kW, 380-400V, της Blink Charging Hellas επιτρέπει την εξαιρετικά γρήγορη φόρτιση για όλα τα είδη ηλεκτρικών οχημάτων και μπορεί να τροφοδοτείται από ένα ηλεκτρικό δίκτυο που δημιουργήθηκε από Ανανεώσιμες Πηγές Ενέργειας, μέσω της επιχείρησης WE ENERGY.

Τα πλεονεκτήματα του Blink Mode 4 περιλαμβάνουν βελτιωμένο, ομοιόμορφο και σύγχρονο σχεδιασμό, χαμηλότερο κόστος εγκατάστασης, μεγαλύτερη αξιοπιστία, ανθεκτικό περίβλημα με προστασία UV, αδιαβροχοποίηση, χαμηλές απαιτήσεις συντήρησης, επικοινωνία OCCP και σύνδεση με την ηλεκτρονική πλατφόρμα της Blink. Ειδικότερα, το μοναδικό σύστημα υδρόψυξης του εξασφαλίζει μεγάλη διάρκεια ζωής με ελάχιστες απαιτήσεις συντήρησης.

Ο γρήγορος φορτιστής του είναι τέλειος για μεγάλες εθνικές οδούς, όταν οι οδηγοί θέλουν οι στάσεις τους να είναι σύντομες. Οι σταθμοί ταχείας φόρτισης που χρησιμοποιούν τη λειτουργία 4 DC Fast Charging (DCFC) είναι η ιδανική λύση για αυτήν την ανάγκη. Η ισχύς εξόδου 50 kW των υπερταχέων φορτιστών DC τους επιτρέπει να παρέχουν ταυτόχρονα γρήγορη φόρτιση AC.

Τεχνικά Χαρακτηριστικά

Σύνδεσμοι Φόρτισης :CHAdeMO & CCS (τύπου 1 ή 2)

Ισχύς:50 kW

Τάση Εισόδου:380-480 V AC 3φ

Συχνότητα:50Hz

Απόδοση:>92%

Συντελεστής Ισχύος:0.99

Προστασία IP:IP65

Θερμοκρασίες Λειτουργίας:-35οC έως 50οC

Συνδεσιμότητα:3G, Ethernet

RFID:MIFARE ISO/IEC 14443A/B, ISO/IEC15693ISO/IEC 18000-3, FeliCa, NFC, EMV 2.0

Πρωτόκολλο Επικοινωνίας :Blink Network, OCCP 1.5 & 1.6j

Ηλεκτρολογική Προστασία :Διαρροής ρεύματος, βραχυκυκλώματος, υπέρτασης

Βάρος:165 kg

Διαστάσεις (mm):Υψος 2000 x Μήκος 750 x Πλάτος 330

Πρότυπα:IEC-61851-1, IEC-61851-21-2, IEC-61000

Πιστοποίηση, UL, CHAdeMO, RCM, FCC, IC, CharINV

-KREISEL Chimero HPC & EES, σταθμός φόρτισης



εικόνα 2. 9 Kreisel Chimero , σταθμός φόρτισης

Πηγή 22: https://encrypted-tbn1.gstatic.com/images?q=tbn:ANd9GcRUdJikgGiNkWc79HGjOXtoGogE1EKWJkFNQMJrHVypdmN6k_F

Ο φορτιστής Kreisel Chimero, μια ενσωματωμένη μονάδα φόρτισης αυτοκινήτου εν κινήσει (E-Mobility Power Server), διαθέτει ηλεκτρική οθόνη αφής για εύκολη χρήση.

Το ενσωματωμένο πακέτο μπαταριών λιθίου βοηθά στη φόρτιση χωρίς να επιβαρύνει σημαντικά το δίκτυο, επιτρέποντας στα ηλεκτρικά αυτοκίνητα να φορτίζονται πλήρως γρήγορα χωρίς να πιέζουν το σύστημα στο μέγιστο. Αυτό καθίσταται δυνατό χάρη στον στιβαρό σχεδιασμό και την προσαρμόσιμη λειτουργία plug-and-play για οποιοδήποτε ηλεκτρικό δίκτυο.

Οι κοινόχρηστοι γρήγοροι φορτιστές αυξάνουν σημαντικά το φορτίο του δικτύου, το οποίο είναι ήδη πολύ υψηλό λόγω των διακυμάνσεων του φορτίου αιχμής (από τα σπίτια κ.λπ.). Όσο πιο γρήγορους φορτιστές χρησιμοποιούμε, τόσο μεγαλύτερο είναι το φορτίο στο δίκτυο, ένα πρόβλημα που επιλύεται με τον φορτιστή Chimero της Kreisel, επειδή η βραχυπρόθεσμη υψηλή κατανάλωση ενέργειας για γρήγορη φόρτιση οδηγεί σε επιπλέον διακυμάνσεις του δικτύου.

Τόσο το δίκτυο όσο και οι ανανεώσιμες πηγές ενέργειας μπορούν να χρησιμοποιηθούν για την άμεση φόρτιση της ενσωματωμένης συστοιχίας μπαταριών ιόντων λιθίου (ανεμογεννήτριες, φωτοβολταϊκές εγκαταστάσεις κ.λπ.).

Τεχνικά χαρακτηριστικά

Τρόποι φόρτισης: Type 2 AC 22 kW και CCS DC 150 kW

Απαιτούμενη Σύνδεση δικτύου: 3 φάσεων, TN400 V AC / 50 Hz, μέγιστης ισχύος 55 kW

Σύστημα μπαταρίας: Τεχνολογία ιόντων λιθίου, χωρητικότητας 75 kWh με συστήματα ελέγχου και ενεργό σύστημα θέρμανσης και ψύξης της μπαταρίας.

Συνθήκες λειτουργίας: Εξωτερική θερμοκρασία περιβάλλοντος -25° C έως +50° C, IP54 / IK10

Διαστάσεις (ΜxΠxΥ) mm: 1,310 x 1,000 x 2,340 και βάρος: 1,976 kg (βασικό μοντέλο)

Πρότυπα επικοινωνίας: OCPP 1.6, συσκευή ανάγνωσης καρτών RFID, Ethernet RJ45 TCP / IP, Modbus RS485

-EO Mini, ο πιο μικροσκοπικός φορτιστής ηλεκτρικού αυτοκινήτου

Ο EO Mini, ο μικρότερος γρήγορος φορτιστής της αγοράς, θα πρέπει αναμφίβολα να είναι μια από τις επιλογές σας εάν αναζητάτε έναν διακριτικό και οικιακό φορτιστή ηλεκτρικού αυτοκινήτου.



εικόνα 2. 10 EO Mini φορτιστής

πηγή 23: <https://encrypted->

[tbn2.gstatic.com/images?q=tbn:ANd9GcRRO9s5w0ojXqyQsD6efqxqnDwatAY_VPATO44IBV4yh3EP_T6n](https://encrypted-tbn2.gstatic.com/images?q=tbn:ANd9GcRRO9s5w0ojXqyQsD6efqxqnDwatAY_VPATO44IBV4yh3EP_T6n)

Ύψος 175 χιλιοστά, πλάτος 125 χιλιοστά και πάχος 95 χιλιοστά, τα οποία είναι εκπληκτικά μέτρια για τις δυνατότητές τους και τη συμβατότητα με όλες τις μάρκες και τα μοντέλα ηλεκτρικών αυτοκινήτων με plug-in.

Ανάλογα με το μοντέλο που επιλέγετε, η ισχύς εξόδου (φόρτισης) είναι 3,6 kW (22 χιλιόμετρα εμβέλειας ανά ώρα), 7 kW (38 χιλιόμετρα εμβέλειας ανά ώρα), 11 kW (60 χιλιόμετρα εμβέλειας ανά ώρα) και 22 kW. (120 χιλιόμετρα αυτονομίας ανά ώρα φόρτισης).

Τρία χρόνια απρόσκοπτης χρήσης είναι εγγυημένα για τον φορτιστή EO Mini.

-Διαφορές μεταξύ σταθερού και plug-in φορτιστή ηλεκτρικού αυτοκινήτου

Η απλότητα της φόρτισης του ηλεκτρικού αυτοκινήτου στο σπίτι γίνεται δυνατή με έναν οικιακό φορτιστή ηλεκτρικού αυτοκινήτου. Παράγονται δύο τύποι οικιακών φορτιστών ηλεκτρικών αυτοκινήτων:

τους ενσύρματους (μόνιμους φορτιστές τοίχου), οι οποίοι συνδέονται απευθείας στον ηλεκτρικό πίνακα και τους βυσματωτούς φορτιστές, που συνδέονται σε μια πρίζα.



εικόνα 2. 11 Plug in φορτιστής

πηγή 24: <https://encrypted->

[tbn0.gstatic.com/images?q=tbn:ANd9GcQOB9KA3iS0nzoZhi5QZ8Mc2JRPUAdVdDIngY2y1vAoW2fIP76L](https://encrypted-tbn0.gstatic.com/images?q=tbn:ANd9GcQOB9KA3iS0nzoZhi5QZ8Mc2JRPUAdVdDIngY2y1vAoW2fIP76L)

Δεν μπορεί να αφαιρεθεί ο ενσύρματος φορτιστής χωρίς να αποσυναρμολογηθεί το τροφοδοτικό και να αφαιρεθούν τα καλώδια επειδή είναι άρρηκτα συνδεδεμένος μαζί του. Ο βυσματοποιημένος φορτιστής, από την άλλη πλευρά, είναι απλώς συνδεδεμένος σε μια πρίζα 240 volt και δεν συνδέεται συνεχώς με την πηγή ρεύματος.

Σε περίπτωση ταξιδιού, ο φορτιστής βυσμάτων έχει ένα σημαντικό πλεονέκτημα σε σχέση με έναν ενσύρματο φορτιστή, καθώς μπορεί να αποσυνδεθεί και να μεταφερθεί για να φορτιστεί το ηλεκτρικό όχημα σε άλλο σπίτι. Η τοποθέτησή του είναι απλή και οικονομικά προσιτή γιατί το μόνο που χρειάζεστε είναι μια πρίζα και ένα τροφοδοτικό 240 volt.

Επίσης, η αποσύνδεση του φορτιστή βύσματος θα επιτρέψει την πραγματοποίηση επισκευών ή αντικαταστάσεων με εγγύηση, σε αντίθεση με το να χρειαστεί να καλέσετε έναν ηλεκτρολόγο για να αποσυνδέσει τον σταθερό φορτιστή, να καλύψει τις συνδέσεις και μετά να επιστρέψει για να εγκαταστήσει τον νέο φορτιστή.

-JuiceBox Pro 32, οικιακός φορτιστής ηλεκτρικού αυτοκινήτου.

Το JuiceBox Pro 32 είναι ένας κομψός, πλήρως αδιάβροχος (IP66), δυνατός και μικρός φορτιστής τοίχου με καλώδιο βύσματος τύπου 2.



εικόνα 2. 12 Οικιακός φορτιστής

πηγή 25: https://encrypted-tbn1.gstatic.com/images?q=tbn:ANd9GcS-SFpRRraI6EieSV9RHBuo5GIzZz_Lz-Ohz6qdPwRoDP0eI2TL

Μήκος 3,8 μέτρων για εύκολη πρόσβαση στο αυτοκίνητο, συνδεσιμότητα WiFi που επιτρέπει τον απομακρυσμένο έλεγχο της φόρτισης όποτε είναι απαραίτητο και δυνατότητα απομνημόνευσης έως και 10 αυτόματων ειδοποιήσεων, όπως το τρέχον επίπεδο φόρτισης, η κατάσταση φόρτισης κ.λπ.

Ο φορτιστής JuiceBox Pro 32 μπορεί να χρησιμοποιηθεί σε εσωτερικούς και εξωτερικούς χώρους, προσφέρει γρήγορη φόρτιση έως 22 kW όταν είναι συνδεδεμένος σε δίκτυο 3 φάσεων και 7,4 kW όταν το δίκτυο είναι μονοφασικό (32 A ασφάλεια) και είναι προετοιμασμένος για την καλύτερη φόρτιση και των μελλοντικών ηλεκτρικών μοντέλων. Αυτό σημαίνει ότι με την αγορά ενός έξυπνου και γρήγορου φορτιστή JuiceBox Pro 32, δεν θα χρειαστεί να αντικαταστήσετε ή να αναβαθμίσετε αργότερα, ακόμα κι αν το τρέχον ηλεκτρικό σας όχημα δεν μπορεί να δεχτεί αυτήν την ταχύτητα φόρτισης.

Μπορεί να φορτιστεί το ηλεκτρικό όχημα από οπουδήποτε με την εφαρμογή JuiceNet. Επιπλέον, διαθέτει ενδείξεις LED για τη συνδεσιμότητα WiFi και την κατάσταση φόρτισης και την επιλογή παρακολούθησης ιστορικών και πληροφοριών φόρτισης σε πραγματικό χρόνο μέσω του πίνακα ελέγχου ή των εφαρμογών για κινητά για Android ή iOS. Μέσω των εφαρμογών Google Home και Amazon Echo Alexa, μπορεί επίσης να χρησιμοποιηθούν φωνητικές εντολές για τη διαχείριση, την παρακολούθηση και τον έλεγχο του φορτιστή.

-ChargePoint Home, οικιακός φορτιστής ηλεκτρικού αυτοκινήτου



εικόνα 2. 13 Οικιακός φορτιστής , Charge Point

πηγή 26: <https://encrypted-tbn2.gstatic.com/images?q=tbn:ANd9GcTJqMAJL91YzNv - e5gzss80NCeOAKTWdRysMn2hHYH0SNxUsd>

Ο οικιακός φορτιστής ChargePoint Home είναι διαθέσιμος με ακροφύσιο τύπου 1 (καλώδιο 1,6 m έως 1,8 m) ή plug-in και διαθέτει συνδεσιμότητα WiFi, μια λυχνία που δείχνει τη διαδικασία φόρτισης με ακροφύσιο τύπου 2 και 18 ή 25 ακίδες (καλώδιο 6,0 m έως 8,0 m).

Η εφαρμογή Alexa μπορεί να χρησιμοποιηθεί για τον απομακρυσμένο χειρισμό αυτού του συγκεκριμένου φορτιστή από μια συσκευή. Με τη χρήση του λογισμικού του, η φόρτιση μπορεί να προγραμματιστεί για περιόδους που η ηλεκτρική ενέργεια είναι λιγότερο δαπανηρή και μπορούν να ρυθμιστούν υπενθυμίσεις, ώστε να μην ξεχάσετε ποτέ να συνδέσετε το αυτοκίνητό σας.

Ο φορτιστής ChargePoint είναι ένας μονοφασικός φορτιστής επιπέδου 32 (32 amp), 7,4 kW που μπορεί να δώσει στα περισσότερα ηλεκτρικά αυτοκίνητα ώθηση αυτονομίας έως και 40 χιλιόμετρα την ώρα και πλήρη φόρτιση σε λιγότερο από 4 ώρες. Η έκδοση ακροφυσίου τύπου 1 μπορεί να εγκατασταθεί είτε σε εσωτερικούς είτε σε εξωτερικούς χώρους, ενώ ο φορτιστής βύσματος έχει σχεδιαστεί για εσωτερική εγκατάσταση και έχει έξοδο NEMA 6-50, 40 amp και 240 volt. Ο σταθμός έχει βαθμολογία NEMA 3R. Πολλά ηλεκτρικά οχήματα, όπως τα Mitsubishi Outlander PHEV, Nissan LEAF, BMW 330e, Mercedes C350e, Tesla Model S, Model X, Model 3, BMW i3 Rex, Volvo XC90 PHEV, Mercedes GLC350e, Renault Zoe, VW e-Golf και πολλά περισσότερα, είναι συμβατά με το φορτιστή.

Ο φορτιστής ChargePoint είναι ο πρώτος φορτιστής EV που διαθέτει πιστοποίηση Energy Star και καλύπτεται από 3 χρόνια εγγύηση. Είναι επίσης πιστοποιημένο UL, καθιστώντας το απόλυτα ασφαλές στη χρήση.

-Μελλοντική φόρτιση των ηλεκτρικών αυτοκινήτων από Drones



εικόνα 2. 14 Φόρτιση μέσω Drones

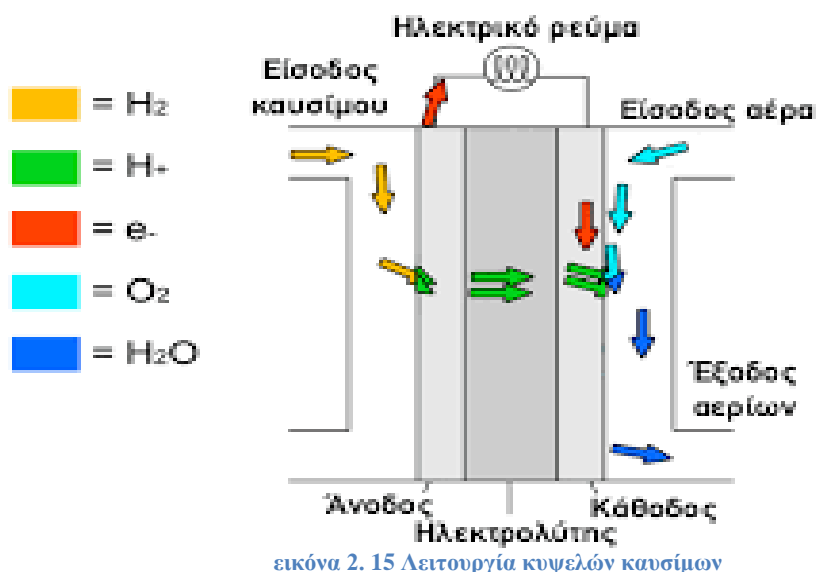
πηγή 27: https://amperorio.gr/images/amper-data/drone_charging_EV.jpg

Τα drones θα παρέχουν σύντομα φόρτιση ηλεκτρικών οχημάτων όπου κι αν βρίσκονται, ακόμη και σε μια μακρινή τοποθεσία όπου θα έχει ξεμείνει κάποιος από ρεύμα και θα έχει εξαντλήσει όλη την αυτονομία του αυτοκινήτου. Η Amazon εργάζεται σε ένα drone που θα επισκέπτεται όπου κι αν βρίσκεται κάποιος και θα φορτίζει το ηλεκτρικό όχημα (EV) προκειμένου να αποφύγει αυτό. Η ιδέα κατοχυρώθηκε με δίπλωμα ευρεσιτεχνίας από την Amazon τον Οκτώβριο του 2017. «Συστήματα, συσκευές και μέθοδοι που παράγουν ενέργεια χρησιμοποιώντας αυτοκινούμενο και αυτόνομο όχημα (UAV)» καλύπτονται από το δίπλωμα ευρεσιτεχνίας.

Το δίπλωμα ευρεσιτεχνίας εγκρίνεται την ίδια στιγμή που η Tesla ενισχύει ασύρματα τη διάρκεια ζωής της μπαταρίας. Όπως αναφέρει η Amazon, "Σε ορισμένες εφαρμογές, το όχημα μπορεί να στείλει πληροφορίες σχετικά με την ταχύτητα, την κατεύθυνση, την προβλεπόμενη δράση κ.λπ. ώστε το UAV να συναντήσει μαζί του. Επίσης, με βάση την ποσότητα ενέργειας που θα χρησιμοποιήσει το αυτοκίνητο για να φτάσει στον προορισμό του, το UAV θα τροποποιήσει τη διαδρομή προς την τοποθεσία του ραντεβού χρησιμοποιώντας τα δεδομένα κίνησης.

2.2 Κυψέλες καυσίμου (Fuel Cells)

Οι κυψέλες καυσίμου είναι μια αποκλειστική κατηγορία μετατροπέων ενέργειας που λειτουργούν με υδρογόνο. Συγκεκριμένα, η ενέργεια του υδρογόνου και του οξυγόνου μετατρέπεται ηλεκτροχημικά σε νερό. Κατά τη διάρκεια αυτής της μετατροπής δημιουργούνται ηλεκτρικό ρεύμα και θερμότητα συνεχούς ρεύματος.

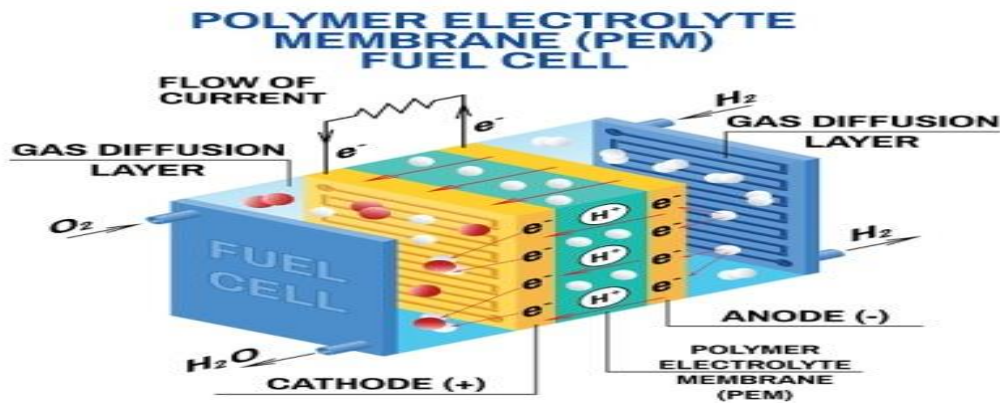


πηγή 28: <https://www.tosynergeio.gr/images/stories/1116/Fuel-cell-stacj-H2-gr.gif>

2.2.1 Είδη κυψελών

-Κυψέλη με πολυμερισμένη μεμβράνη (PEM):

Η ανταλλαγή πρωτονίων λαμβάνει χώρα σε κυψέλες καυσίμου πολυμερισμένης μεμβράνης (PEM). Αυτός ο τύπος κυψέλης λειτουργεί σε χαμηλές θερμοκρασίες και παράγει επαρκή ισχύ έως 250 kW.



εικόνα 2. 16 Κυψέλη με πολυμερισμένη μεμβράνη

πηγή 29: https://www.bronkhorst.com/getmedia/e673cced-11d2-49d8-b682-dfc531d2b978/Hydrogen_Fuel-Cell-explained.jpg?width=558

-Κυψέλες καυσίμου που χρησιμοποιούν φωσφορικό οξύ (PAFC):

Τα κύτταρα φωσφορικού οξέος είναι εξαιρετικά αποτελεσματικά και μπορούν να λειτουργήσουν σε θερμοκρασίες μεταξύ 150°C και 200°C. Οι χαμηλές θερμοκρασίες μειώνουν σημαντικά την ικανότητά τους να λειτουργούν.

Τα κύτταρα φωσφορικού οξέος είναι επίσης ογκώδη και βαριά, και ο καταλύτης που χρησιμοποιείται είναι ο πιο ακριβής επειδή αποτελείται από πλατίνα. Επιπλέον, η ισχύς εξόδου είναι συγκρίσιμη με αυτή άλλων κυψελών.

-Κυψέλη Μεθανόλης

Σε αντίθεση με τις προηγούμενες κυψέλες, που καίνε υδρογόνο ως καύσιμο, οι κυψέλες μεθανόλης χρησιμοποιούν μεθανόλη ως καύσιμο. Η μεθανόλη οξειδώνεται στην άνοδο στα κύτταρα μεθανόλης.

-Κύτταρα φωσφορικού σιδήρου λιθίου (LFP):

Ο φωσφορικός σίδηρος χρησιμοποιείται ως υλικό καθόδου σε κύτταρα φωσφορικού σιδήρου λιθίου, μια συγκεκριμένη μορφή κυττάρου ιόντων λιθίου. Είναι γνωστά για τη σταθερότητα, την αντοχή και την ασφάλειά τους.

-Κυψέλες οξειδίου του κοβαλτίου μαγγανίου λιθίου νικελίου (NMC):

Αυτές οι μπαταρίες είναι ένα υποσύνολο μπαταριών ιόντων λιθίου που έχουν μια κάθοδο κατασκευασμένη από ένα μείγμα νικελίου, μαγγανίου και κοβαλτίου. Είναι γνωστά για τη σημαντική διάρκεια ζωής τους και την υψηλή ενεργειακή τους πυκνότητα.

-Κυψέλες τιτανικού λιθίου (LTO):

Οι άνοδοι αυτών των μπαταριών είναι κατασκευασμένες από τιτανικό λίθιο, το οποίο τις καθιστά πιο ανθεκτικές στην υπερφόρτιση, την υπερθέρμανση και το βραχυκύκλωμα. Είναι γνωστά για την εκτεταμένη διάρκεια ζωής τους και τα χαρακτηριστικά γρήγορης φόρτισης.

-Ηλεκτρόδια σε κυψέλη

Σύνθετες νανοδομές συνθέτουν ηλεκτρόδια κυττάρων. Μεταξύ αυτών είναι ο καταλύτης, οι πόροι και άλλα υλικά επεξεργασίας.

Δύο ηλεκτροχημικές μισές διεργασίες εμπλέκονται επίσης στις χημικές αντιδράσεις στις κυψέλες καυσίμου:

* οξείδωση υδρογόνου στην άνοδο, όπου δημιουργούνται θετικά ιόντα υδρογόνου και μεταφέρονται στην κάθοδο μέσω αγωγιμότητας μεμβράνης. Επιπλέον, δεδομένου ότι η μεμβράνη εμποδίζει το πέρασμά τους, δημιουργούνται ηλεκτρόνια και κατευθύνονται στο εξωτερικό κύκλωμα.

* τη μείωση του οξυγόνου στην κάθοδο, καθώς το νερό και η θερμότητα παράγονται όταν το οξυγόνο από τον αέρα αλληλεπιδρά με τα θετικά ιόντα υδρογόνου.

Πρέπει να σημειωθεί ότι η ταχύτητα οξείδωσης του υδρογόνου είναι περίπου 100 φορές μεγαλύτερη από την ταχύτητα αναγωγής.

2.3 Σφόνδυλοι εξαιρετικά υψηλής ταχύτητας

Η κινητική ενέργεια του σφονδύλου απελευθερώνεται καθώς μειώνεται η ταχύτητα. Το ηλεκτρικό μηχάνημα που χρησιμεύει ως γεννήτρια τροποποιείται για να αλλάξει τον άξονα του σφονδύλου προκειμένου να χρησιμοποιηθεί η ενέργεια. Ένα σύστημα μετάδοσης βοηθά σε αυτό. Ως αποτέλεσμα, οι μπαταρίες φορτίζονται από τη γεννήτρια, μετατρέποντας την κινητική ενέργεια σε ηλεκτρική.



εικόνα 2. 17 Σφόνδυλος μηχανής

Πηγή 30: <https://peri-ochimaton.gr/wp-content/uploads/2021/05/%CE%A3%CF%87%CE%AD%CE%B4%CE%B9%CE%BF-%CF%87%CF%89%CF%81%CE%AF%CF%82-%CF%84%CE%AF%CF%84%CE%BB%CE%BF-6-1.png>

2.4 Υπερπυκνωτές

Οι υπερσυσσωρευτές, μερικές φορές γνωστοί ως υπερπυκνωτές, λειτουργούν παρόμοια με τους τυπικούς πυκνωτές. Ωστόσο, έχουν σημαντική χωρητικότητα και φορτίζονται ή αποφορτίζονται αρκετά γρήγορα.

Τα ακόλουθα κρίσιμα χαρακτηριστικά των υπερπυκνωτών: παρατεταμένη διάρκεια ζωής, χαμηλές ανάγκες συντήρησης και μεγάλη ενεργειακή απόδοση σε χαμηλές θερμοκρασίες.

Σε αντίθεση με τους χημικούς ηλεκτρολύτες των επαναφορτιζόμενων μπαταριών, οι οποίοι δυνητικά ενέχουν κινδύνους για την ασφάλεια, δεν περιέχουν ηλεκτρολύτες ή άλλα επιβλαβή στοιχεία, γεγονός που τους καθιστά οικολογικά αποδεκτούς.

Τα ακόλουθα περιγράφουν πώς λειτουργούν οι υπερπυκνωτές:

- Ένας υπερπυκνωτής δύο στρώσεων έχει οπλισμούς με πορώδη επιφάνεια και μια αρκετά μεγάλη εσωτερική ενεργή επιφάνεια. Συμβάλλει στην απορρόφηση ιόντων με αυτόν τον τρόπο παράγοντας υψηλή πυκνότητα φορτίου.
- Οι οπλισμοί του είναι επίσης βυθισμένοι σε έναν υγρό ηλεκτρολύτη που περιέχει ελεύθερα ιόντα. Φορτίζει εφαρμόζοντας αντίθετα φορτία στα ηλεκτρόδια. Στη συνέχεια, τα φορτία του πυκνωτή συγκρατούνται στη θέση τους από ένα ηλεκτρικό πεδίο που σχηματίζεται. Τα θετικά φορτία που εστιάζονται σε ένα ηλεκτρόδιο προσελκύουν συγκεκριμένα τα αρνητικά ιόντα του ηλεκτρολύτη, ενώ τα ηλεκτρόνια του άλλου ηλεκτροδίου προσελκύουν τα θετικά φορτία του ηλεκτρολύτη. Αυτό έχει ως αποτέλεσμα το σχηματισμό μιας χωρητικότητας μεταξύ των ιόντων και της επιφάνειας του οπλισμού.
- Τελευταίο αλλά εξίσου σημαντικό, το SOC υπερπυκνωτών είναι πιο απλό να υπολογιστεί από το SOC μπαταρίας.



εικόνα 2. 18 Υπερπυκνωτής ηλεκτρικού αυτοκινήτου

Πηγή 31: https://www.newsauto.gr/wp-content/uploads/2021/06/210603145322_Stellantis-Italy-Battery-Plant-2.jpg

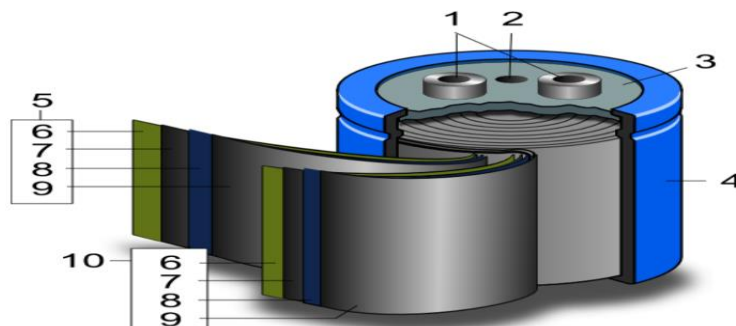
Σε αντίθεση με τις μπαταρίες, οι υπερπυκνωτές μπορούν να διατηρήσουν μια φόρτιση με μικρή απώλεια. Οι υπερπυκνωτές, οι οποίοι έχουν την ικανότητα για εκατομμύρια κύκλους φόρτισης και εκφόρτισης, δεν έχουν την ίδια μείωση της διάρκειας ζωής τους όπως οι μπαταρίες μολύβδου-οξέος ή ιόντων λιθίου.

Επιπλέον, οι υπερπυκνωτές επιβάλλουν την ταχύτητα χωρίς να απαιτούν μια μοναδική τεχνική ανίχνευσης SOC, η οποία είναι πολύ συμφέρουσα για τα ηλεκτρικά αυτοκίνητα.

Θα πρέπει να τονιστεί, ωστόσο, ότι οι υπερπυκνωτές έχουν μικρότερη ενεργειακή πυκνότητα από τις ηλεκτροχημικές μπαταρίες.

Κατασκευαστικά στοιχεία του υπερπυκνωτή

1. ακροδέκτες, 2. Εξαερισμός, 3. δίσκος στεγανοποίησης, 4. περίβλημα αλουμινίου, 5. θετικός πόλος, 6. Διαχωριστής, 7. Ηλεκτρόδιο, από άνθρακα, 8. Συλλέκτης, 9. ηλεκτρόδιο από άνθρακα, 10. αρνητικός πόλος



2.5 Κινητήρες ηλεκτρικού οχήματος και συγκρίσεις

Ένας ηλεκτροκινητήρας ηλεκτρικού οχήματος (EV) είναι το κύριο εξάρτημα που ωθεί ένα ηλεκτρικό όχημα προς τα εμπρός. Είναι ένας ηλεκτροκινητήρας που χρησιμοποιεί ηλεκτρική ενέργεια που είναι αποθηκευμένη στην μπαταρία του οχήματος για να τροφοδοτήσει τους τροχούς του οχήματος. Σε αντίθεση με τους παραδοσιακούς βενζινοκινητήρες, οι ηλεκτροκινητήρες μετατρέπουν την ηλεκτρική ενέργεια σε μηχανική ενέργεια, η οποία χρησιμοποιείται για την περιστροφή των τροχών του οχήματος.



εικόνα 2. 19 Ηλεκτροκινητήρας

Πηγή 32 : https://www.amperorio.gr/images/amper-data/AM_Racing_250-90_ac.jpg

Οι κινητήρες ενός EV είναι συνήθως πολύ απλούστεροι στο σχεδιασμό και έχουν λιγότερα κινούμενα μέρη από τους βενζινοκινητήρες, γεγονός που μπορεί να οδηγήσει σε βελτιωμένη αξιοπιστία και μειωμένες απαιτήσεις συντήρησης. Παράγουν επίσης λιγότερες εκπομπές ρύπων από τους βενζινοκινητήρες, καθιστώντας τους μια φιλική προς το περιβάλλον επιλογή.

Οι κινητήρες του EV διατίθενται σε διάφορους τύπους, συμπεριλαμβανομένων των κινητήρων AC (**εναλλασσόμενου ρεύματος**) και των κινητήρων **συνεχούς ρεύματος**. Οι κινητήρες AC είναι πιο συνηθισμένοι στα ηλεκτρικά οχήματα, επειδή είναι πιο αποδοτικοί και απαιτούν λιγότερη συντήρηση από τους κινητήρες συνεχούς ρεύματος. Οι κινητήρες AC παρέχουν επίσης καλύτερη ροπή σε χαμηλές ταχύτητες, κάτι που είναι σημαντικό για την επιτάχυνση από στάση.

Συνολικά, ο ηλεκτροκινητήρας είναι ένα κρίσιμο στοιχείο ενός ηλεκτρικού οχήματος και οι εξελίξεις στην τεχνολογία κινητήρων συμβάλλουν στη βελτίωση της απόδοσης, της αυτονομίας και της συνολικής βιωσιμότητας των ηλεκτρικών οχημάτων ως βιώσιμη επιλογής μεταφοράς.

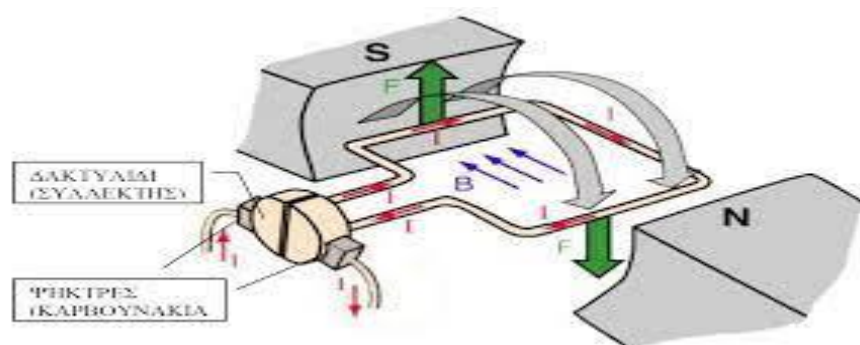
2.5.1 Κινητήρες συνεχούς ρεύματος (DC)

Οι τροχοί των ηλεκτρικών οχημάτων (EV) γενικά κινούνται από έναν ή περισσότερους κινητήρες συνεχούς ρεύματος. Λόγω της εξαιρετικής απόδοσης και της ικανότητάς τους να παρέχουν σημαντική ροπή ακόμη και σε χαμηλές ταχύτητες, οι κινητήρες συνεχούς ρεύματος συνιστώνται για ηλεκτρικά οχήματα. Οι κινητήρες συνεχούς ρεύματος με ψήκτρες και χωρίς ψήκτρες είναι οι δύο κύριοι τύποι που συναντάμε στα EV.

Ένας μεταγωγέας και βούρτσες σε βουρτσισμένους κινητήρες συνεχούς ρεύματος τροφοδοτούν τον ρότορα με ηλεκτρική ενέργεια (το περιστρεφόμενο τμήμα του κινητήρα). Αν και οι βουρτσισμένοι κινητήρες είναι πιο απλοί και λιγότερο ακριβοί από τους κινητήρες χωρίς ψήκτρες, οι βούρτσες τελικά φθείρονται και πρέπει να αντικατασταθούν.

Οι ηλεκτρονικοί ελεγκτές χρησιμοποιούνται από κινητήρες συνεχούς ρεύματος χωρίς ψήκτρες για να μεταφέρουν την ισχύ στον στάτορα (το ακίνητο τμήμα του κινητήρα). Είναι πιο αποτελεσματικοί από τους βουρτσισμένους κινητήρες και χρειάζονται λιγότερη συντήρηση επειδή δεν έχουν βούρτσες. Αν και οι κινητήρες χωρίς ψήκτρες είναι πιο δαπανηροί, αποδίδουν καλύτερα και διαρκούν περισσότερο.

Ανάλογα με το σχεδιασμό και την προβλεπόμενη χρήση του οχήματος, τα EV μπορεί να χρησιμοποιούν έναν ή περισσότερους κινητήρα. Χρησιμοποιούν περιστασιακά κινητήρες ενσωματωμένοι ακριβώς στους ίδιους τους τροχούς, οι οποίοι μπορούν να βελτιώσουν το χειρισμό και την πρόσφυση.



εικόνα 2. 20 Λειτουργία κινητήρα συνεχούς ρεύματος (DC)

πηγή 33 <https://encrypted->

[tbn0.gstatic.com/images?q=tbn:ANd9GcQe0KDF8bCcgYeUQaUBaFvbdY7k48ViOsY4NOMT2YNmg_GtEc1pY_YJ29bWyREyetyzzMs4&usqp=CAU](https://encrypted-tbn0.gstatic.com/images?q=tbn:ANd9GcQe0KDF8bCcgYeUQaUBaFvbdY7k48ViOsY4NOMT2YNmg_GtEc1pY_YJ29bWyREyetyzzMs4&usqp=CAU)

2.5.2 Κινητήρες εναλλασσόμενου ρεύματος (AC)

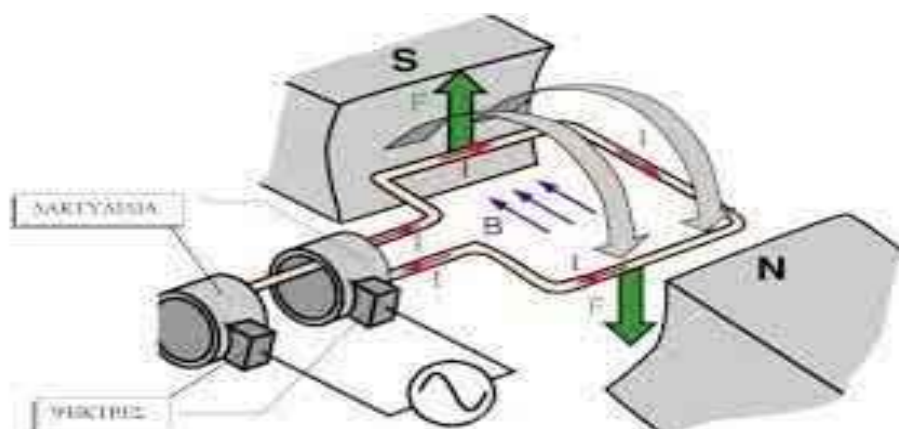
Στο ηλεκτρικό όχημα, οι ηλεκτρικοί κινητήρες που τροφοδοτούνται με ενέργεια εναλλασσόμενου ρεύματος (AC) είναι γνωστοί ως κινητήρες AC. Δεδομένου ότι είναι πιο αποτελεσματικοί και έχουν ανώτερη αναλογία ισχύος προς βάρος από τους κινητήρες συνεχούς ρεύματος (DC), οι κινητήρες εναλλασσόμενου ρεύματος χρησιμοποιούνται συχνότερα στα ηλεκτρικά αυτοκίνητα.

Τρεις φάσεις εναλλασσόμενου ρεύματος χρησιμοποιούνται συχνά από τριφασικούς επαγωγικούς κινητήρες, με τον οποίο οι κινητήρες AC δημιουργούν περιστροφική δύναμη. Αυτοί οι κινητήρες αποτελούνται από έναν στάτορα και έναν ρότορα. Ενώ ο ρότορας είναι το κινούμενο τμήμα του κινητήρα, ο στάτορας στεγάζει τα σταθερά πηνία καλωδίων που δημιουργούν το μαγνητικό πεδίο.

Η μπαταρία και ο ελεγκτής κινητήρα είναι και οι δύο συνδεδεμένοι στον κινητήρα AC σε ένα ηλεκτρικό αυτοκίνητο. Ο ελεγκτής κινητήρα είναι υπεύθυνος για τη ρύθμιση της ταχύτητας και της ροπής του κινητήρα καθώς και της ποσότητας ισχύος που του παρέχεται.

Η ικανότητα των κινητήρων AC να χρησιμοποιούν αναγεννητικό φρενάρισμα για την αναπλήρωση της μπαταρίας είναι ένα από τα πλεονεκτήματά του. Ο κινητήρας λειτουργεί ως γεννήτρια και μετατρέπει την κινητική ενέργεια του κινούμενου οχήματος σε ηλεκτρική ενέργεια όταν ο οδηγός πατήσει τα φρένα. Αυτή η ηλεκτρική ενέργεια μπορεί στη συνέχεια να αποθηκευτεί στην μπαταρία για μελλοντική χρήση.

Στα ηλεκτρικά οχήματα γενικά η απόδοση των ηλεκτρικών αυτοκινήτων επηρεάζεται σημαντικά από τους κινητήρες AC, οι οποίοι αποτελούν ένα κρίσιμο στοιχείο.



εικόνα 2. 21 Λειτουργία κινητήρα εναλλασσόμενου ρεύματος (AC)

πηγή 34: <https://encrypted-tbn0.gstatic.com/images?q=tbn:ANd9GcQwFdSj->

[ETDXrCcuapPzSu6EUDwByc3V3iKl4ng637MmSIJ4Pl-Vr_JjAFwXPomVEmcMDHw&usqp=CAU](https://encrypted-tbn0.gstatic.com/images?q=tbn:ANd9GcQwFdSj-ETDXrCcuapPzSu6EUDwByc3V3iKl4ng637MmSIJ4Pl-Vr_JjAFwXPomVEmcMDHw&usqp=CAU)

2.5.3 Ασύγχρονοι κινητήρες

Οι ασύγχρονοι κινητήρες ηλεκτρικών οχημάτων, που μερικές φορές αναφέρονται ως κινητήρες επαγωγής, είναι μια κατηγορία ηλεκτροκινητήρων που παράγουν ροπή χρησιμοποιώντας ηλεκτρομαγνητική επαγωγή. Επειδή λόγω της εξαιρετικής τους απόδοσης, του φθηνού κόστους και της υψηλής αξιοπιστίας τους, χρησιμοποιούνται συχνά σε ηλεκτρικά αυτοκίνητα.

Οι ασύγχρονοι κινητήρες διαθέτουν έναν ρότορα που είναι κατασκευασμένος από αγώγιμο υλικό και είναι βραχυκυκλωμένος, σε αντίθεση με τους σύγχρονους κινητήρες, οι οποίοι χρειάζονται ξεχωριστή πηγή ισχύος για να δημιουργήσουν ένα μαγνητικό πεδίο. Όταν ο στάτορας (το ακίνητο εξάρτημα του κινητήρα) είναι ενεργοποιημένος, δημιουργεί ένα περιστρεφόμενο μαγνητικό πεδίο που προκαλεί τη ροή ρεύματος μέσω του ρότορα. Αυτή η αλληλεπίδραση μεταξύ των πεδίων ρότορα και στάτορα έχει ως αποτέλεσμα τη ροπή.

Οι ασύγχρονοι κινητήρες μπορούν να λειτουργήσουν σε διάφορες ταχύτητες χωρίς κιβώτιο ταχυτήτων, καθώς είναι αρκετά δυνατά και απλά μηχανήματα. Είναι μια δημοφιλής επιλογή για ηλεκτρικά αυτοκίνητα, καθώς είναι επίσης λιγότερο δαπανηρή στην κατασκευή τους από τους σύγχρονους κινητήρες. Μπορεί, ωστόσο, να μην προσφέρουν τόση ροπή σε χαμηλές ταχύτητες όπως άλλα είδη κινητήρων, γεγονός που μπορεί να έχει αντίκτυπο στο πόσο καλά λειτουργούν σε συγκεκριμένες καταστάσεις.

2.5.4 Σύγχρονοι κινητήρες

Οι κινητήρες μόνιμου μαγνήτη, που συνήθως αναφέρονται ως κινητήρες σύγχρονου ηλεκτρικού οχήματος, είναι ένας τύπος ηλεκτροκινητήρα που δημιουργεί ένα μαγνητικό πεδίο χρησιμοποιώντας έναν μόνιμο μαγνήτη. Ως αποτέλεσμα της μεγάλης τους απόδοσης και της υψηλής πυκνότητας ροπής, χρησιμοποιούνται συχνά σε ηλεκτρικά αυτοκίνητα.

Ένα σταθερό μαγνητικό πεδίο παράγεται σε έναν σύγχρονο κινητήρα από τους μόνιμους μαγνήτες του ρότορα, οι οποίοι μαγνητίζονται προς μια συγκεκριμένη κατεύθυνση. Ο ηλεκτρισμένος στάτορας (το ακίνητο εξάρτημα του κινητήρα) δημιουργεί ένα

περιστρεφόμενο μαγνητικό πεδίο που αλληλεπιδρά με το σταθερό μαγνητικό πεδίο του ρότορα για να δημιουργήσει τη ροπή που τροφοδοτεί τον κινητήρα.



εικόνα 2. 22 Σύγχρονος ηλεκτροκινητήρας

Πηγή 35: https://www.tosynergeio.gr/media/k2/items/cache/bdb8ac72cccb94d1b6b2cb478b898eae_XL.jpg

Σε σχέση με τους ασύγχρονους κινητήρες, οι σύγχρονοι κινητήρες παρέχουν μια σειρά από πλεονεκτήματα. Προσφέρουν περισσότερη ροπή σε χαμηλές ταχύτητες, γεγονός που βοηθά τα ηλεκτρικά οχήματα να επιταχύνουν πιο γρήγορα και να σκαρφαλώνουν σε λόφους πιο εύκολα. Επίσης, σε σύγκριση με τους ασύγχρονους κινητήρες, μπορούν να λειτουργούν με μεγαλύτερες ταχύτητες και με υψηλότερη απόδοση, γεγονός που μπορεί να βελτιώσει τη συνολική απόδοση του οχήματος.

Ωστόσο, επειδή οι μόνιμοι μαγνήτες είναι πιο ακριβοί, οι σύγχρονοι κινητήρες είναι συχνά πιο ακριβοί στην παραγωγή από τους ασύγχρονους κινητήρες. Για να επιτύχουν το κατάλληλο εύρος στροφών και ροπής, μπορεί επιπλέον να χρειαστούν κιβώτιο ταχυτήτων, το οποίο μπορεί να αυξήσει την πολυπλοκότητα και το κόστος του συστήματος κινητήρα.

2.6 Ηλεκτρονικά Ισχύος

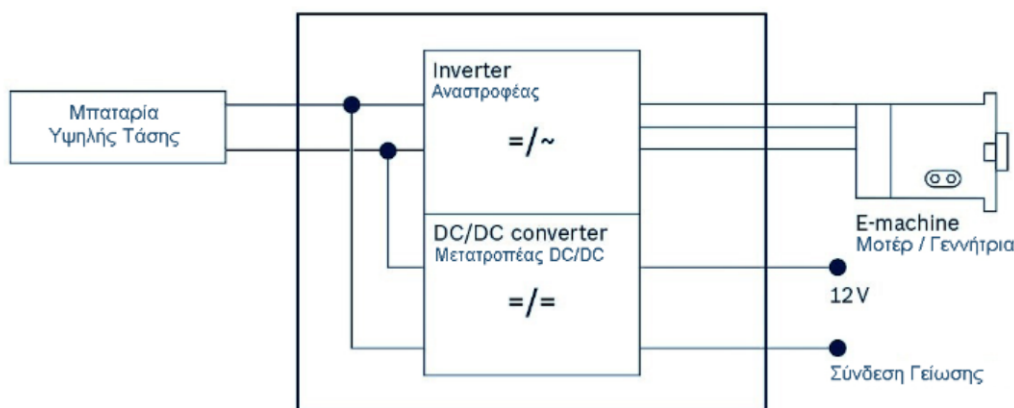
Καθώς είναι υπεύθυνα για τη ρύθμιση της ροής ηλεκτρικής ενέργειας μεταξύ της μπαταρίας, του κινητήρα και άλλων βοηθητικών συστημάτων, τα ηλεκτρονικά ισχύος είναι ένα κρίσιμο μέρος των ηλεκτρικών οχημάτων (EVs). Οι μετατροπείς, οι μετατροπείς DC-DC και οι ενσωματωμένοι φορτιστές είναι κοινά εξαρτήματα ηλεκτρονικών ισχύος στα EV.

Για να μετατρέψουμε την ισχύ συνεχούς ρεύματος υψηλής τάσης από την μπαταρία στην ισχύ συνεχούς ρεύματος χαμηλότερης τάσης που απαιτείται για τα βοηθητικά συστήματα του αυτοκινήτου, όπως ο φωτισμός, η θέρμανση και ο κλιματισμός, χρησιμοποιούμε μετατροπείς DC-DC. Από την άλλη πλευρά, χρησιμοποιούνται μετατροπείς για τη μετατροπή της ισχύος συνεχούς ρεύματος από την μπαταρία στην τροφοδοσία εναλλασσόμενου ρεύματος που χρειάζεται ο ηλεκτροκινητήρας. Οι μετατροπείς ρυθμίζουν επίσης την ταχύτητα και τη ροπή του κινητήρα, τα οποία είναι απαραίτητα για την απόδοση του οχήματος.

Οι ενσωματωμένοι φορτιστές χρησιμοποιούνται εκτός από τους μετατροπείς και τους μετατροπείς DC-DC για τη μετατροπή του εναλλασσόμενου ρεύματος από το σταθμό φόρτισης ή την πρίζα τοίχου σε τροφοδοσία συνεχούς ρεύματος για την μπαταρία. Ανάλογα με τη χωρητικότητα της μπαταρίας και τις ανάγκες φόρτισης του EV, οι ενσωματωμένοι φορτιστές μπορούν να έχουν μια σειρά από ονομασίες ισχύος και ταχύτητες φόρτισης.

Για να αυξήσετε την απόδοση και την εμβέλεια ενός EV, απαιτούνται αποδοτικά ηλεκτρονικά ισχύος. Η έρευνα και η ανάπτυξη πιο αποτελεσματικών, μικρότερων και ταχύτερης φόρτισης ηλεκτρονικών ηλεκτρικών συσκευών ισχύος αποκτούν ολοένα και μεγαλύτερη σημασία καθώς αυξάνεται η ζήτηση για ηλεκτρικά οχήματα (EV).

Αρχή λειτουργίας των ηλεκτρονικών ισχύος



Τεχνικά χαρακτηριστικά

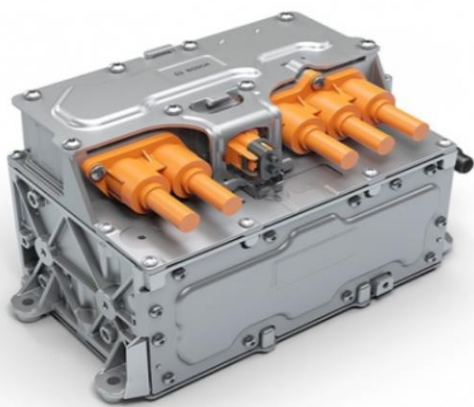
Τυπική απόδοση 100 kW
 Εύρος τάσης 1) Περιορισμός > 430 V στο μέγιστο. Ρεύμα 100-450 V_{DC1}
 Απόδοση μετατροπέα DC/DC 3.0 kW
 Λογισμικό ελέγχου Βασισμένο στο σύστημα ψεκασμού Motronic

εικόνα 2. 23 Αρχή λειτουργίας ηλεκτρονικών ισχύος

Πηγή 36: <https://www.tosynergeio.gr/images/stories/1105/3is-genias2.jpeg>

2.6.1 Ηλεκτρονικά ισχύος: Αναστροφέας και Μετατροπέας DC/DC σε ένα μόνο κουτί

Η παρούσα γενιά ηλεκτρονικών ισχύος συνδυάζει έναν αναστροφέα και έναν μετατροπέα DC/DC σε μια ενιαία μονάδα χάρη στη διπλή λειτουργικότητά της. Ο ηλεκτροκινητήρας απαιτεί εναλλασσόμενο ρεύμα, το οποίο ο μετατροπέας μετατρέπει από το συνεχές ρεύμα που παρέχεται από την μπαταρία. Γίνεται ασφαλής ο ηλεκτροκινητήρας όταν ελέγχεται και παρακολουθείται με ασφάλεια; και δίνεται στο ηλεκτρικό σύστημα μετάδοσης κίνησης όπως απαιτείται για τη ροπή. Το ηλεκτρικό σύστημα υψηλής τάσης του οχήματος τροφοδοτεί τον ενσωματωμένο μετατροπέα, ο οποίος στη συνέχεια τροφοδοτεί το ηλεκτρικό σύστημα χαμηλής τάσης.



εικόνα 2. 24 Μετατροπέας DC/AC

πηγή 37: https://www.tosynergeio.gr/media/k2/items/cache/16ec4c1600ed73c818dc32f0404c6130_XL.jpg

2.6.2 Μετατροπή από DC-AC

Τα ηλεκτρικά οχήματα (EV) απαιτούν μετατροπείς DC σε AC, που συνήθως αναφέρονται ως μετατροπείς, για να μετατρέψουν την ισχύ DC από την μπαταρία στην ισχύ AC που χρειάζεται ο ηλεκτροκινητήρας. Επίσης, ο μετατροπέας ρυθμίζει την ταχύτητα και τη ροπή του κινητήρα, τα οποία είναι απαραίτητα για την απόδοση του οχήματος.

Η διαμόρφωση πλάτους παλμού (PWM) και η διαμόρφωση ημιτονοειδούς πλάτους παλμού είναι οι δύο κύριες μορφές μετατροπέων DC σε AC που χρησιμοποιούνται στα EVs (SPWM).

Η κυματομορφή εναλλασσόμενου ρεύματος προσομοιώνεται από μετατροπείς PWM χρησιμοποιώντας μια διαδοχή παλμών υψηλής συχνότητας. Η ποσότητα ισχύος που αποστέλλεται στον κινητήρα εξαρτάται από τον κύκλο λειτουργίας του παλμού που παράγεται από τον μετατροπέα, ο οποίος λειτουργεί σε υψηλή συχνότητα για να ενεργοποιεί και να απενεργοποιεί την τάση DC. Οι μετατροπείς PWM είναι πιο εύκολα διαθέσιμοι, λιγότερο δαπανηροί και ευκολότεροι στη χρήση, αλλά ενδέχεται να δημιουργήσουν περισσότερο θόρυβο και αρμονική παραμόρφωση.

Με την ανάμειξη πολλών ημιτονοειδών κυματομορφών, οι μετατροπείς SPWM παράγουν μια κυματομορφή AC που είναι πιο ακριβής. Ωστόσο, προσφέρουν υψηλότερη απόδοση και έχουν λιγότερη αρμονική παραμόρφωση. Οι μετατροπείς SPWM είναι πιο περίπλοκοι και δαπανηροί.

Οι μεμονωμένες ανάγκες του EV καθορίζουν εάν πρέπει να χρησιμοποιούνται μετατροπείς PWM ή SPWM. Ενώ οι μετατροπείς SPWM θα μπορούσαν να απαιτούνται για EV υψηλής ισχύος και υψηλής απόδοσης, οι μετατροπείς PWM μπορεί να είναι κατάλληλοι για εφαρμογές χαμηλής ισχύος και χαμηλού κόστους.

Για να μεγιστοποιήσετε την εμβέλεια και την απόδοση ενός EV, οι μετατροπείς DC σε AC πρέπει να είναι αποτελεσματικοί και αξιόπιστοι. Η έρευνα και η ανάπτυξη πιο εξελιγμένων και αποτελεσματικών μετατροπέων DC σε AC θα είναι ουσιαστικής σημασίας για την ανάπτυξη του κλάδου EV καθώς αυξάνεται η ζήτηση για ηλεκτρικά οχήματα.

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 3

ΕΞΩΤΕΡΙΚΑ ΤΜΗΜΑΤΑ ΚΑΙ ΣΥΣΤΗΜΑΤΑ ΗΛΕΚΤΡΙΚΟΥ ΑΥΤΟΚΙΝΗΤΟΥ

3.1 Αμάξωμα

Το αμάξωμα ενός ηλεκτρικού οχήματος είναι το εξωτερικό του κελύφους, το οποίο προστατεύει τα εσωτερικά μέρη και τους επιβάτες και το φορτίο μέσα. Οι επιδόσεις, η ασφάλεια και η γενική απόδοση ενός ηλεκτρικού οχήματος μπορεί να επηρεαστούν από το σχεδιασμό και την κατασκευή του αμαξώματος του.



εικόνα 3. 1 Αμάξωμα ηλεκτρικού οχήματος

πηγή 38: (<https://www.istockphoto.com/photo/concept-car-painted-red-body-and-primed-parts-near-isolated-gm522542974-91681959?phrase=bodywork+car&searchscope=image%2Cfilm>)

Βασικοί παράγοντες που πρέπει να ληφθούν υπόψη κατά την ανάλυση του αμαξώματος ενός ηλεκτρικού οχήματος.

1. Αεροδυναμική: Η αεροδυναμική απόδοση και η κατανάλωση ενέργειας ενός ηλεκτρικού οχήματος μπορεί να επηρεαστεί από τη σχεδίαση του αμαξώματος. Η μειωμένη αντίσταση στον αέρα και η αυξημένη εμβέλεια είναι δύο πλεονεκτήματα ενός κομψού σχεδιασμού

χαμηλής αντίστασης. Η απόδοση μπορεί επίσης να αυξηθεί χρησιμοποιώντας στοιχεία σχεδίασης όπως πλαϊνούς καθρέφτες, αεροδυναμικούς τροχούς και καλύμματα κάτω από το αμάξωμα που ελαχιστοποιούν την αντίσταση στον αέρα.

2. Βάρος: Το βάρος του αμαξώματος ενός ηλεκτρικού οχήματος μπορεί να επηρεάσει πόση ενέργεια καταναλώνει και πόσο καλά αποδίδει. Ένα ελαφρύτερο αμάξωμα μπορεί να αυξήσει την επιτάχυνση και τον έλεγχο του οχήματος, ενώ μειώνει την ποσότητα ενέργειας που απαιτείται για την οδήγησή του. Το αμάξωμα των ηλεκτρικών οχημάτων συχνά χρησιμοποιεί ελαφριά υλικά όπως αλουμίνιο, ανθρακονήματα και σύνθετα υλικά για την ελαχιστοποίηση του βάρους διατηρώντας παράλληλα τη δομική ακεραιότητα.

3. Ασφάλεια: Το αμάξωμα ενός ηλεκτρικού οχήματος είναι ζωτικής σημασίας για την προστασία των επιβατών και τη μείωση του κινδύνου τραυματισμού σε περίπτωση σύγκρουσης. Η ασφάλεια ενός ηλεκτρικού οχήματος μπορεί να αυξηθεί προσθέτοντας στοιχεία όπως ζώνες τσαλακώματος, ενισχυμένα πλαίσια και εξελιγμένα συστήματα αερόσακων.

4. Εσωτερικός χώρος: Ο εσωτερικός χώρος και η χωρητικότητα φορτίου ενός ηλεκτρικού οχήματος ενδέχεται να επηρεαστούν από τη σχεδίαση του αμαξώματος. Για να χωρέσουν πακέτα μπαταριών και άλλα εξαρτήματα, τα ηλεκτρικά αυτοκίνητα μπορεί να έχουν διαφορετικό στυλ αμαξώματος από τα συμβατικά αυτοκίνητα. Διατηρώντας ένα καθαρό εξωτερικό, ο προσεκτικός σχεδιασμός μπορεί να μεγιστοποιήσει τον εσωτερικό χώρο.

5. Κατασκευή: Το κόστος και η βιωσιμότητα της μαζικής κατασκευής μπορεί επίσης να επηρεαστεί από το σχεδιασμό και την κατασκευή ενός αμαξώματος ηλεκτρικού οχήματος. Η χρήση ελαφρών υλικών και μεθόδων κατασκευής αιχμής μπορεί να μειώσει το κόστος παραγωγής και να ενισχύσει την παραγωγικότητα.

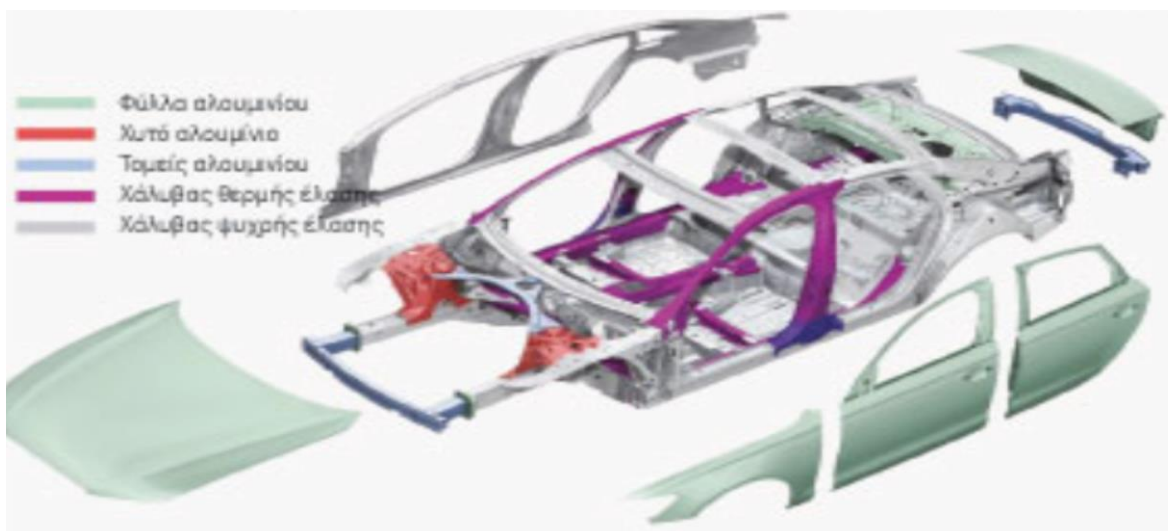
3.1.1 Υλικά που μπορούν να χρησιμοποιηθούν για τη δημιουργία του αμαξώματος

1. Αλουμίνιο: Το αλουμίνιο είναι ένα κοινό υλικό για τα αμαξώματα EV αφού είναι στιβαρό και ελαφρύ. Είναι ανθεκτικό στη διάβρωση και χυτεύεται εύκολα.

2. Οι ίνες άνθρακα είναι ένα δημοφιλές υλικό για ηλεκτρικά οχήματα υψηλής απόδοσης λόγω της αντοχής και της εξαιρετικής ελαφρότητάς τους. Ωστόσο, είναι πιο δαπανηρό από άλλα υλικά και οι επισκευές μπορεί να είναι προκλητικές.

3. Χάλυβας: Ο χάλυβας είναι ένα αξιόπιστο και προσιτό υλικό για το αμάξωμα των EV, παρόλο που είναι βαρύτερο από το αλουμίνιο ή τις ίνες άνθρακα. Αυτό είναι επίσης απλό να διορθωθεί.

4. Πλαστικά: Για μείωση του βάρους και βελτίωση της αεροδυναμικής, ορισμένα EV περιλαμβάνουν πλαστικά πάνελ αμαξώματος.



εικόνα 3. 2 Υλικά ενός αμαξώματος

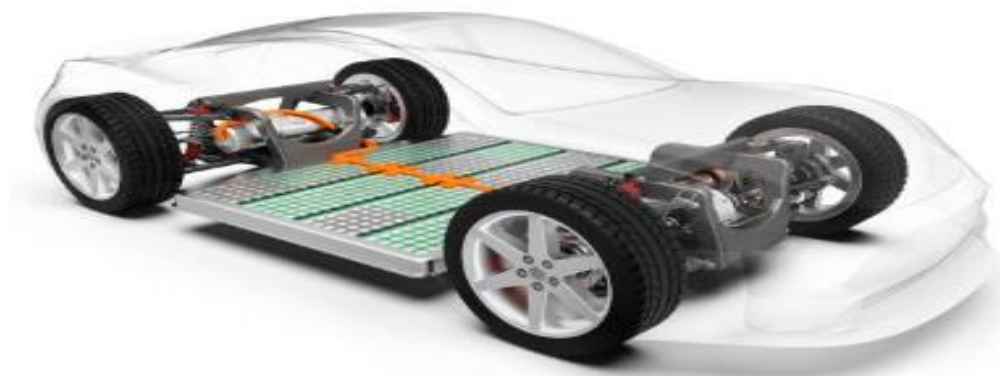
πηγή 39: <https://infoservice.com.gr/fano/a/%C2%B5axo%C2%B5a-doki%C2%B5i-antochis-se-sindesis-%C2%B5/>

Συμπερασματικά, το αμάξωμα ενός ηλεκτρικού οχήματος είναι ένα κρίσιμο στοιχείο που επηρεάζει τη λειτουργικότητα, την ασφάλεια και τη συνολική του αποτελεσματικότητα. Η τεχνολογία των ηλεκτρικών οχημάτων και ο τρόπος με τον οποίο επηρεάζει την τιμή, την απόδοση και τη βιωσιμότητα μπορεί να γίνει κατανοητός εξετάζοντας τη σχεδίαση, το βάρος, τα χαρακτηριστικά ασφαλείας, τον εσωτερικό χώρο και τις διαδικασίες κατασκευής του αμαξώματος.

3.2 Σασί (Πλαίσιο)

Η δομική δομή, το σύστημα ανάρτησης, το σύστημα πέδησης, το σύστημα διεύθυνσης και τα ηλεκτρικά εξαρτήματα που είναι απαραίτητα για την τροφοδοσία και τη λειτουργία του οχήματος αποτελούν όλα το πλαίσιο ενός ηλεκτρικού οχήματος. Το σασί ενός

ηλεκτρικού οχήματος είναι κατασκευασμένο για να ταιριάζει στη μπαταρία, τον ηλεκτροκινητήρα και άλλα σχετικά μέρη.



εικόνα 3. 3 Σασί ηλεκτρικού οχήματος

πηγή 40: <https://www.istockphoto.com/photo/e-mobility-electric-vehicle-with-battery-gm1318140428-405363834?phrase=chassis+car&searchscope=image%2Cfilm>

Ανάλογα με το είδος του οχήματος, όπως ένα επιβατικό αυτοκίνητο, ένα επαγγελματικό όχημα ή ένα ειδικό όχημα όπως ένα ηλεκτρικό λεωφορείο ή φορτηγό, ο σχεδιασμός ενός πλαισίου ηλεκτρικού οχήματος μπορεί να αλλάξει. Για να χωρέσουν τα μοναδικά εξαρτήματα που απαιτούνται για την ηλεκτρική πρόωση, όπως ένας ηλεκτροκινητήρας, ένας μετατροπέας και η μπαταρία, το πλαίσιο πρέπει γενικά να είναι ελαφρύ, στιβαρό και εύκαμπτο.

Τα αναγεννητικά συστήματα πέδησης, τα οποία μετατρέπουν την κινητική ενέργεια σε ηλεκτρική ενέργεια για την επαναφόρτιση της μπαταρίας, και τα συστήματα ενεργής ανάρτησης, τα οποία τροποποιούν το ύψος οδήγησης και την ακαμψία της ανάρτησης ανάλογα με τις συνθήκες του δρόμου, είναι δύο παραδείγματα τεχνολογιών αιχμής που ορισμένοι κατασκευαστές ηλεκτρικών οχημάτων επίσης ενσωματώνουν στα σχέδια του πλαισίου τους.

Σε τελική ανάλυση, η απόδοση, η ασφάλεια και η αποδοτικότητα ενός ηλεκτρικού αυτοκινήτου εξαρτώνται σε μεγάλο βαθμό από τη σχεδίαση του πλαισίου, η οποία επίσης επηρεάζει σε μεγάλο βαθμό το πόσο άνετοι είναι οι επιβάτες κατά την οδήγηση.

3.3 Ανάρτηση

Το σύστημα ανάρτησης ενός ηλεκτρικού οχήματος (EV) εκτελεί τις ίδιες λειτουργίες με το σύστημα ανάρτησης ενός συμβατικού κινητήρα εσωτερικής καύσης: παρέχει άνετη οδήγηση, απορροφά τους κραδασμούς από το δρόμο και διατηρεί καλό χειρισμό και σταθερότητα.



εικόνα 3. 4 Σύστημα ανάρτησης

Πηγή 41: <https://www.istockphoto.com/photo/tire-and-shocks-gm184084393-1731794?phrase=+suspension+car&searchscope=image%2Cfilm>

Λόγω των διαφορών στην κατανομή βάρους και στα κέντρα βάρους, υπάρχουν μερικές αποκλίσεις μεταξύ των συστημάτων ανάρτησης των EV και των συμβατικών αυτοκινήτων. Προκειμένου να χαμηλώσουν το κέντρο βάρους και να αυξήσουν τη σταθερότητα, τα EV συχνά περιλαμβάνουν μια μεγάλη μπαταρία που αποθηκεύεται κάτω από το πάτωμα του οχήματος. Για να αντέξει το επιπλέον βάρος και να το καταναίμει ομοιόμορφα στους τέσσερις τροχούς, πρέπει να κατασκευαστεί το σύστημα ανάρτησης.

Η αερανάρτηση, η οποία χρησιμοποιεί πεπιεσμένο αέρα για να δημιουργήσει πιο ομαλή οδήγηση και καλύτερο χειρισμό, είναι μια άλλη μορφή ανάρτησης που χρησιμοποιείται από ορισμένα ηλεκτρικά οχήματα. Η αυτονομία του οχήματος μπορεί να αυξηθεί με τη χρήση αυτής της μορφής ανάρτησης, καθώς καταναλώνει λιγότερη ενέργεια από τα συμβατικά συστήματα ανάρτησης.

Συνολικά, το σύστημα ανάρτησης ενός EV είναι ένα σημαντικό μέρος που είναι απαραίτητο για τη διατήρηση της καλής συμπεριφοράς και της σταθερότητας στο δρόμο, καθώς και για την παροχή άνετης και ασφαλούς οδήγησης για τον οδηγό και τους επιβάτες.

3.4 Φρένα

Τα ηλεκτρικά οχήματα (EV) χρησιμοποιούν τεχνολογία αναγεννητικής πέδησης, η οποία διαφέρει από τα τυπικά φρένα τριβής που χρησιμοποιούνται σε βενζινοκίνητα αυτοκίνητα. Καθώς ένα αυτοκίνητο επιβραδύνει ή σταματά, συχνά χάνεται ενέργεια, αλλά η αναγεννητική πέδηση συλλαμβάνει αυτή την ενέργεια και τη μετατρέπει σε ηλεκτρική ενέργεια για να αναπληρώσει την μπαταρία του αυτοκινήτου.



εικόνα 3. 5 Φρένα ηλεκτρικού οχήματος

Πηγή 42: <https://www.istockphoto.com/photo/handsome-mechanic-in-uniform-gm1193247877-339331305?phrase=breaks+car&searchscope=image%2Cfilm>

Τα παραδοσιακά φρένα τριβής χρησιμοποιούνται για να προσφέρουν μεγαλύτερη ισχύ ακινητοποίησης σε περιπτώσεις όπου η πέδηση με ανάκτηση είναι ανεπαρκής για να επιβραδύνει το όχημα. Παρόμοια με τα φρένα σε αυτοκίνητα που τροφοδοτούνται με βενζίνη,

αυτά τα φρένα επιβραδύνουν το αυτοκίνητο ασκώντας πίεση στους τροχούς μέσω της χρήσης τακάκια φρένων.

Τελικά, το αναγεννητικό σύστημα πέδησης και τα φρένα των ηλεκτρικών οχημάτων είναι φτιαγμένα για να συνεργάζονται άψογα για να παρέχουν αποτελεσματική και αξιόπιστη δύναμη ακινητοποίησης.

Σε ένα ηλεκτρικό αυτοκίνητο, το αναγεννητικό σύστημα πέδησης επιβραδύνει το όχημα χρησιμοποιώντας τον ηλεκτροκινητήρα ως γεννήτρια, η οποία μετατρέπει την κινητική ενέργεια του οχήματος σε ηλεκτρική ενέργεια, όταν ο οδηγός χτυπά το πεντάλ του φρένου. Η μπαταρία λαμβάνει αυτήν την ηλεκτρική ενέργεια μετά την οποία μπορεί να την αποθηκεύσει και να τη χρησιμοποιήσει για να τροφοδοτήσει το αυτοκίνητο αργότερα.

3.5 Σύστημα διεύθυνσης

Με μερικές σημαντικές εξαιρέσεις, ο μηχανισμός διεύθυνσης ενός ηλεκτρικού οχήματος (EV) είναι συγκρίσιμος με αυτόν ενός συμβατικού βενζινοκίνητου αυτοκινήτου.

Μία από τις βασικές διακρίσεις είναι ότι το υδραυλικό σύστημα διεύθυνσης ενός EV χρησιμοποιεί συνήθως ηλεκτρική υποβοήθηση αντί υδραυλική. Αυτό υποδηλώνει ότι ένας ηλεκτροκινητήρας, αντί για μια υδραυλική αντλία, χρησιμοποιείται για να βοηθήσει τον οδηγό να περιστρέφει τους τροχούς. Αυτό μπορεί να μειώσει την ανάγκη για συντήρηση, βελτιώνοντας παράλληλα την ακρίβεια και την αποτελεσματικότητα του συστήματος διεύθυνσης.



εικόνα 3. 6 Μηχανισμός διεύθυνσης ηλεκτρικού οχήματος

Πηγή 43: (https://www.caroto.gr/static/media/2009/06/1db2008au00529_medium.jpg)

Ένα σύστημα διεύθυνσης "drive-by-wire", το οποίο μεταδίδει τις εισόδους του οδηγού ηλεκτρονικά στο σύστημα διεύθυνσης και όχι χειροκίνητα, μπορεί να χρησιμοποιηθεί από ορισμένα EV ως άλλη διάκριση. Ως αποτέλεσμα, η σχεδίαση του οχήματος μπορεί να είναι πιο ευέλικτη και να καταστούν δυνατά μέτρα ασφαλείας αιχμής, όπως το αυτόματο σύστημα διεύθυνσης έκτακτης ανάγκης.

Σε τελική ανάλυση, το σύστημα διεύθυνσης ενός ηλεκτρικού οχήματος είναι ένα κρίσιμο στοιχείο της συνολικής σχεδίασης, καθώς συμβάλλει στην παροχή μιας άνετης οδηγικής εμπειρίας με απόκριση, ενώ μειώνει τις ανάγκες συντήρησης και αυξάνει την ασφάλεια.

4ο ΚΕΦΑΛΑΙΟ

ΤΑ ΗΛΕΚΤΡΙΚΑ ΟΧΗΜΑΤΑ ΣΤΗΝ ΕΛΛΑΔΑ

Η ελληνική κυβέρνηση έχει θεσπίσει κανονισμούς για την προώθηση της χρήσης ηλεκτρικών οχημάτων, συμπεριλαμβανομένων φορολογικών ελαφρύνσεων και επιδοτήσεων για την υποδομή που απαιτείται για τη φόρτισή τους.

Επίσης, υπήρξαν πρωτοβουλίες για την επέκταση του αριθμού των σταθμών φόρτισης σε όλη τη χώρα. Η Ελλάδα είχε περίπου 500 δημόσιους σταθμούς φόρτισης από το 2021 και μέχρι το 2025, η κυβέρνηση ήθελε ο αριθμός αυτός να φτάσει τους 2.000.

Ορισμένες αυτοκινητοβιομηχανίες άρχισαν να κυκλοφορούν ηλεκτρικά μοντέλα στην Ελλάδα, αυξάνοντας τον αριθμό των διαθέσιμων ηλεκτρικών οχημάτων. Σε αντίθεση με τα συμβατικά αυτοκίνητα βενζίνης ή ντίζελ, το μερίδιο αγοράς των ηλεκτρικών οχημάτων ήταν ακόμα πολύ μικρό.

Συνολικά, η αγορά ηλεκτρικών οχημάτων στην Ελλάδα βρισκόταν ακόμη στα σπάργανα, αν και υπήρχαν προγράμματα για την ενθάρρυνση της υιοθέτησης και της κατασκευής της απαραίτητης υποδομής.

4.1 Το πρώτο ηλεκτρικό όχημα στην Ελλάδα

Ο Έλληνας εφοπλιστής Γιάννης Γουλανδρής δημιούργησε το πρώτο ηλεκτρικό όχημα στη Σύρο.

Το Enfield 8000 είναι ένα διαθέσιμο αυτοκίνητο με μπαταρίες που παρουσιάστηκε το 1973 και αναπτύχθηκε στο Ηνωμένο Βασίλειο από την εταιρεία Isle of Wight Enfield Automotive, η οποία ανήκει στον Έλληνα πολυεκατομμυριούχο Γιάννη Γουλανδρή. Ο Κωνσταντίνος Αδρακτάς, πρόεδρος και διευθύνων σύμβουλος της Enfield και απόφοιτος του MIT, ηγήθηκε μιας ομάδας Ελλήνων και Βρετανών μηχανικών στη δημιουργία του οχήματος, το οποίο κατασκευάστηκε στο ελληνικό νησί της Σύρου λίγο μετά το ντεμπούτο του.

Εκείνη την περίοδο δημιουργήθηκαν πάνω από 140 κομμάτια και όλα πουλήθηκαν στη ΔΕΗ Αγγλίας (περίοδος 1973-75). Το E8000 ήταν ένα διαθέσιμο αυτοκίνητο που ήταν σχεδόν πανομοιότυπο με το αγγλικό όσον αφορά τις τεχνικές προδιαγραφές και τη σχεδιάσή

του. Το μόνο πράγμα που ξεχώριζε τη δομή μας από άλλες ήταν ότι οι πόρτες μας δεν ήταν συρόμενες αλλά άνοιγαν με τον τυπικό μονόδρομο τρόπο και ήταν κατασκευασμένες από μέταλλο. Ένας ηλεκτροκινητήρας συνεχούς ρεύματος 12 volt με χωρητικότητα 110 amp/ώρα που ήταν τοποθετημένος τέσσερις μπροστά και τέσσερις πίσω παρείχε την κίνηση και απέδιδε 8,16 ίππους. Η αυτονομία έφτασε τα 60 km/h και η τελική ταχύτητα ήταν 64 km/h, αλλά αυτές οι ταχύτητες μειώθηκαν σημαντικά σε επικλινές έδαφος.

Τότε, ο Γ. Γουλανδρής είχε και το Νεώριο (τα αδέρφια Γιάννης, Αλέξανδρος και Λεωνίδα είχαν αγοράσει τα ναυπηγεία στη Σύρο το 1968) και επειδή έτρεφε βαθιά στοργή για τη χώρα του, την Ελλάδα, επέλεξε να κατασκευάσει το αυτοκίνητο εκεί. Η εταιρεία είναι ελληνική, και το αυτοκίνητο δημιουργήθηκε από Έλληνες, άρα θα έπρεπε να είναι και από Έλληνες, όπως δήλωσε ο ίδιος.



εικόνα 4. 1 Το πρώτο ηλεκτρικό αυτοκίνητο στην Ελλάδα (Enfield 8000)

Πηγή 44 : https://www.autoagora.gr/news/data/cool-news/To-1o-hlektrokinhto-aytokinhto-htan-Ellhniko-kai-paraxthhke-sthn-Syro_183563.asp

Ο Γιάννης Γουλανδρής πήρε την απόφαση να μεταφέρει τα γραφεία της εταιρείας στον Πειραιά και το εργοστάσιο που θα κατασκεύαζε το αυτοκίνητο στη Σύρο το 1973 λόγω της σοβαρής πετρελαϊκής κρίσης.

Φυσικά, αυτό το προηγμένο τεχνολογικά αυτοκίνητο δεν επιτράπηκε ποτέ να πουληθεί στην Ελλάδα λόγω του γιγαντιαίου ελληνικού κράτους και της μπερδεμένης και μπερδεμένης νομοθεσίας του. Το γραφειοκρατικό τέρας έκανε για άλλη μια φορά ένα θαύμα. Η ελληνική κρατική εφεύρεση ενός προβλήματος για κάθε λύση οδήγησε στην πρακτική

χρήση μιας ελληνικής παγκόσμιας ιδέας για το πρώτο ηλεκτρικό αυτοκίνητο που σβήνει. Το Enfield 8000 δεν εγκρίθηκε ποτέ.

4.2 Ελληνικές εταιρίες για τη φόρτιση των ηλεκτρικών αυτοκινήτων

Στην Ελλάδα, πολλές επιχειρήσεις προσέφεραν υπηρεσίες φόρτισης ηλεκτρικών οχημάτων.

-Ο κύριος προμηθευτής ηλεκτρικής ενέργειας στην Ελλάδα, η Δημόσια Επιχείρηση Ηλεκτρισμού (ΔΕΗ), ξεκίνησε ένα δίκτυο σταθμών φόρτισης ηλεκτρικών οχημάτων. Η επιχείρηση έχει τοποθετήσει σταθμούς φόρτισης σε βασικούς τοποθεσίες σε όλη την Ελλάδα, συμπεριλαμβανομένων πολυσύχναστων αρτηριών, αεροδρόμια και λιμάνια.

-Η ελληνική start-up VoltWays προσφέρει στους χρήστες ηλεκτρικών οχημάτων μια εφαρμογή για κινητά που τους επιτρέπει να βρίσκουν σταθμούς φόρτισης σε όλη την Ελλάδα. Οι χρήστες της εφαρμογής μπορούν να αναζητήσουν σταθμούς φόρτισης με βάση την τοποθεσία, τη χωρητικότητα φόρτισης και τη διαθεσιμότητά τους.

-BeeZero: Στην Αθήνα, οι υπηρεσίες κοινής χρήσης ηλεκτρικών αυτοκινήτων προσφέρονται από την BeeZero, μια ελληνική startup. Μια εφαρμογή για κινητά μπορεί να χρησιμοποιηθεί για την ενοικίαση του στόλου ηλεκτρικών αυτοκινήτων της εταιρείας. Επιπλέον, η BeeZero προσφέρει επιλογές φόρτισης για τα αυτοκίνητά της.

-To ChargePark - ChargePark είναι μια ελβετική εταιρεία που έχει συνεργαστεί με την ελληνική ενεργειακή εταιρεία Elpedison για την εγκατάσταση σταθμών φόρτισης ηλεκτρικών οχημάτων στην Ελλάδα. Οι σταθμοί φόρτισης βρίσκονται σε δημόσιους χώρους στάθμευσης και είναι προσβάσιμοι μέσω μιας εφαρμογής για κινητά.

Συνολικά, υπάρχουν αρκετές εταιρείες στην Ελλάδα που παρέχουν λύσεις φόρτισης για ηλεκτρικά οχήματα, συμπεριλαμβανομένων παραδοσιακών παρόχων ενέργειας, νεοφυών επιχειρήσεων και εταιρειών κοινής χρήσης αυτοκινήτων.

4.3 Ηλεκτροκίνηση στην Ελλάδα και στον κόσμο

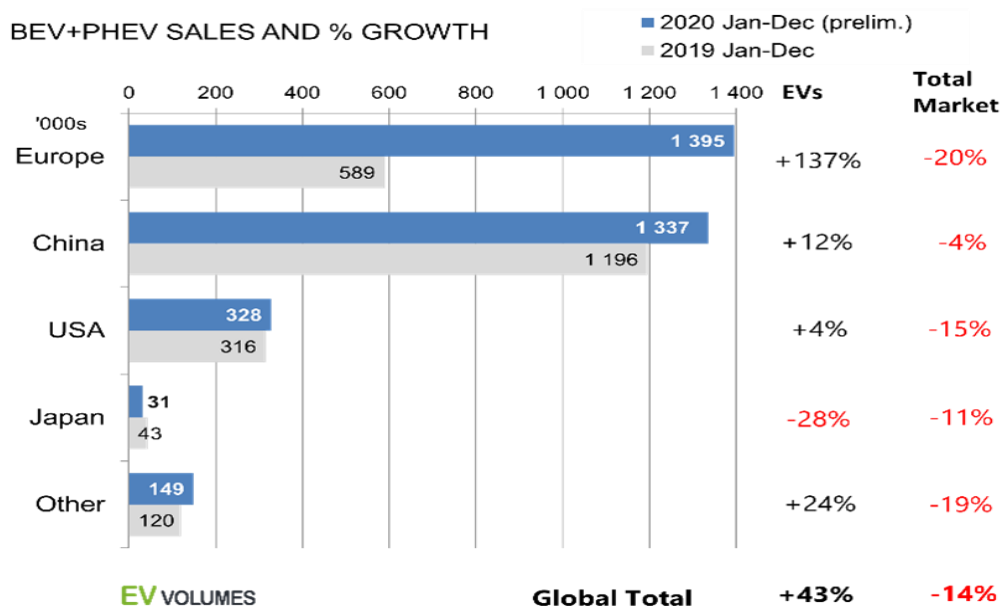
Σήμερα οι ηλεκτροκινητήρες όσο πάνε και κερδίζουν «έδαφος» στις προτιμήσεις των καταναλωτών. Αναζητούμε εναλλακτικές πηγές ενέργειας εδώ και πολύ καιρό, καθώς αυτές που χρησιμοποιούμε για τόσο καιρό θα εξαντληθούν τελικά επειδή έχουν επιζήμιες επιπτώσεις στο περιβάλλον.

Η ΕΕ αποφάσισε ότι έως το 2030, οι εκπομπές CO2 από τα επιβατικά αυτοκίνητα θα πρέπει να μειωθούν κατά 40%. Ως αποτέλεσμα, οι αυτοκινητοβιομηχανίες άρχισαν να δουλεύουν και τα ηλεκτρικά οχήματα κυκλοφορούν το ένα μετά το άλλο.

Λόγω της υψηλής τιμής τους, οι κυβερνήσεις σε πολλά έθνη, συμπεριλαμβανομένης της Νορβηγίας, έχουν εφαρμόσει μια σειρά από μέτρα βοήθειας για να κάνουν τα ηλεκτρικά οχήματα πιο προσιτά.

3.124.793 εκατομμύρια ηλεκτρικά οχήματα (καθαρά ηλεκτρικά και υβριδικά μαζί) πουλήθηκαν παγκοσμίως, με τα αμιγώς ηλεκτρικά οχήματα να αντιπροσωπεύουν το 68% του συνόλου.

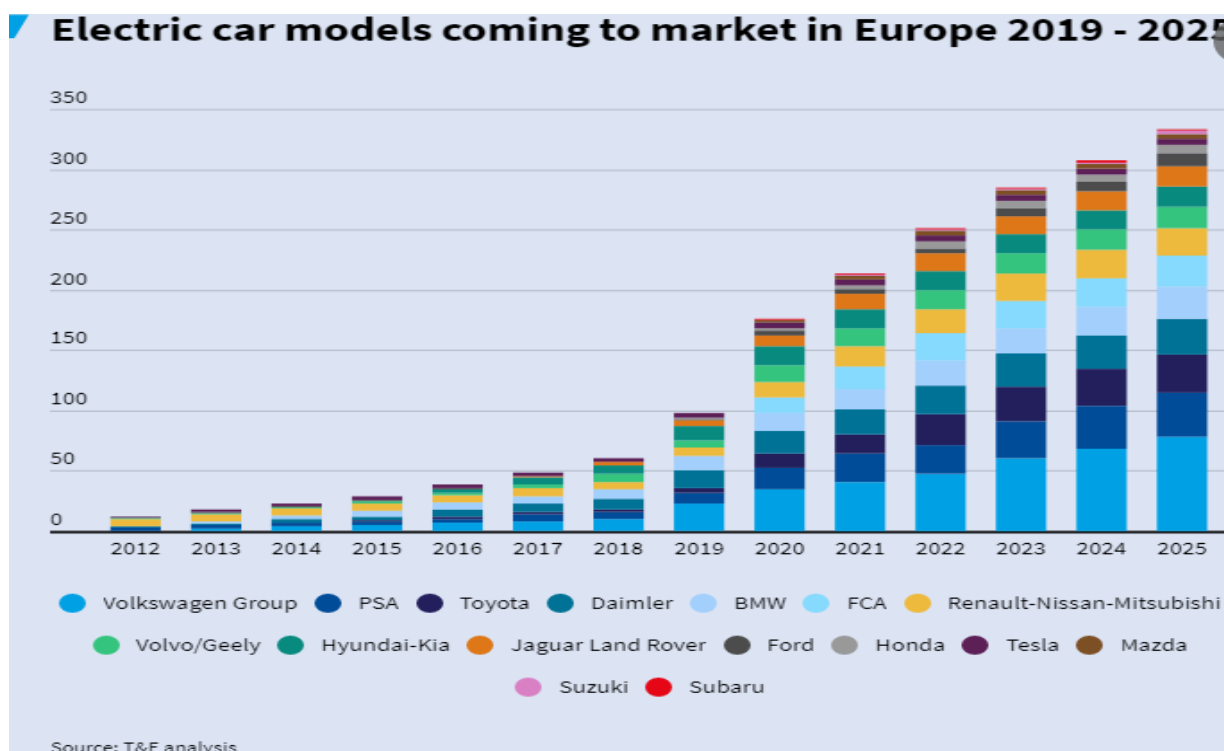
Με 499.535 πωλήσεις, η Tesla ήταν η πιο δημοφιλής μάρκα και το Model 3 ήταν αναμφίβολα το πιο δημοφιλές μοντέλο για το 2020. Ο Όμιλος VW ήρθε δεύτερος με 421.591 πωλήσεις, ενώ η SAIC ήρθε στην τρίτη με 272.210 πωλήσεις.



εικόνα 4. 2 Χώρες με τη μεγαλύτερη αγορά ηλεκτρικών οχημάτων

Πηγή 45: <https://carselectric.gr/wp-content/uploads/2021/02/%CE%95%CE%B9%CE%BA%CF%8C%CE%BD%CE%B14.png>

Στο μέλλον θα υπάρχουν αρκετές αυτοκινητοβιομηχανίες που θα παράγουν ηλεκτρικά οχήματα, από το 2030 περίπου. Επί του παρόντος, περιλαμβάνουν τη Fiat, τη Volvo, το MINI, τη Ford, τη Jaguar, τη Bentley και την Alpine, περαιτέρω εταιρείες είναι πιθανό να προβούν σε ανακοινώσεις προς αυτήν την κατεύθυνση. Ο πρωταρχικός λόγος που στρέφονται στις ηλεκτρικές μεταφορές είναι ότι όλο και περισσότερες κυβερνήσεις σε όλο τον κόσμο υιοθετούν περιορισμούς όσον αφορά τη ρύπανση.



εικόνα 4. 3 Πίνακας αύξησης πωλήσεων ηλεκτρικών αυτοκινήτων στην Ευρώπη

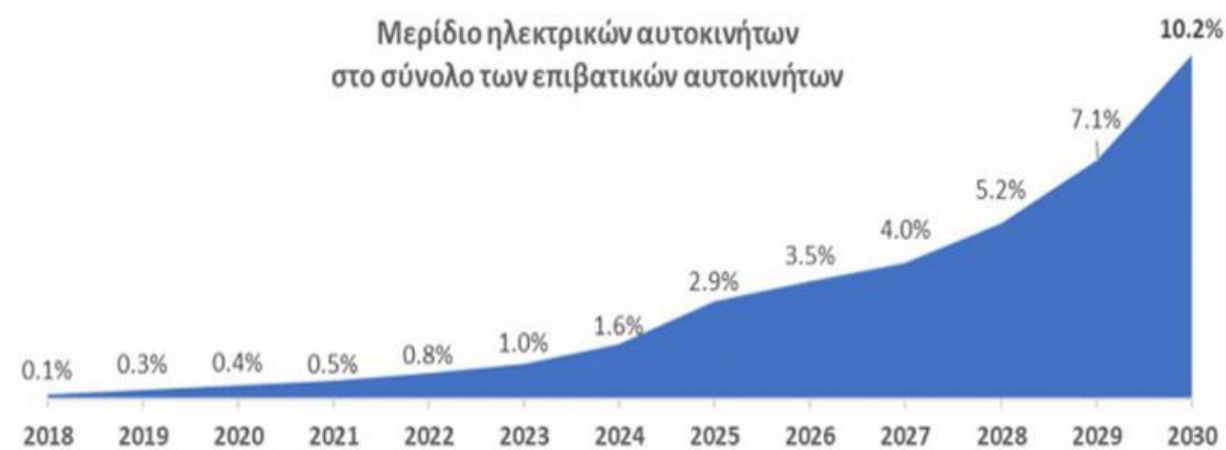
Πηγή 46: <https://ecozen.gr/wp-content/uploads/2019/07/%CE%B1%CF%85%CF%84%CE%BF%CE%BA%CE%AF%CE%BD%CE%B7%CF%84%CE%B1.png>

Σε σύγκριση με άλλα ευρωπαϊκά έθνη, η Ελλάδα δεν τα πάει και τόσο καλά από άποψη ισχύος. Εκτός από το γεγονός ότι εξακολουθούν να είναι αρκετά ακριβά, υπάρχει δισταγμός στην αγορά ηλεκτρικού αυτοκινήτου, καθώς δεν υπάρχει δίκτυο φόρτισης για να καλύψει τις απαιτήσεις των οδηγών.

Οι νέοι πάντως δουλεύουν πάνω σε αυτό, καθώς μόλις αναφέρθηκε ότι θα κατασκευαστεί δίκτυο φόρτισης και στη Θεσσαλονίκη.

Η αγορά νέων αυτοκινήτων γενικά (και όχι μόνο για τα ηλεκτρικά) σημείωσε πτώση το 2020 σε σύγκριση με το 2019. Συγκεκριμένα, πουλήθηκαν 114.109 νέα αυτοκίνητα το 2019 και 80.977 νέα αυτοκίνητα το 2020. Μεγάλη διαφορά, ίσως και λόγω της πρόσφατης πανδημίας. Αλλά, οι πωλήσεις ολοκαίνουργιων ηλεκτρικών οχημάτων αυξήθηκαν το 2020 σε αντίθεση με το 2019.

Η Ελλάδα προσπαθώντας να πετύχει τους στόχους που έθεσε η ΕΕ, όσον αφορά τη μείωση των ρύπων, έχει σαν στόχο να προωθήσει τα ηλεκτρικά αυτοκίνητα στην αγορά σταδιακά μέχρι και 10% ως το 2030. Αρκετά χαμηλό ποσοστό όμως για ανάπτυξη στον τομέα αφού υπάρχουν και τα διάφορα προβλήματα τόσο οικονομικά όσο και γραφειοκρατικά.



εικόνα 4. 4 Στόχος της Ελλάδας για χρήση ηλεκτρικών αυτοκινήτων μέχρι το 2030

Πηγή 47: https://www.euractiv.gr/wp-content/uploads/sites/5/2019/02/esek_ilektrokinisi_provlepseis_1_2018.png

4.4 Η ελληνική αγορά των ηλεκτρικών αυτοκινήτων

Το ηλεκτρικό αυτοκίνητο έχει μπει για τα καλά στην καθημερινή ζωή των πολιτών σε όλο τον κόσμο αλλά και στην Ελλάδα. Τα μοντέλα και οι τιμές μπορεί να διαφέρουν από κατηγορία σε κατηγορία, οπότε ο καθένας με βάση τις ταξιδιωτικές ανάγκες του μπορεί να προμηθευτεί το αυτοκίνητο που του ταιριάζει, είτε θέλει ένα υβριδικό είτε εντελώς ηλεκτρικό όχημα.

Ίσως υπάρχει μικρότερη αγορά ηλεκτρικών αυτοκινήτων στην Ελλάδα από ότι σε άλλα ευρωπαϊκά έθνη, πράγμα που οφείλεται τόσο σε οικονομικά όσο και σε γραφειοκρατικά προβλήματα, τα οποία όμως τείνουν σιγά-σιγά να αντιμετωπιστούν και η εξάπλωση των ηλεκτρικών αυτοκινήτων να γίνεται με γοργούς ρυθμούς.

Το ελληνικό κράτος σε συνεργασία με άλλες χώρες ,εταιρείες αυτοκινήτων αλλά και εταιρείες φόρτισης και πιλοτικά προγράμματα έχει σαν στόχο τη σταδιακή και μελλοντική αντικατάσταση των συμβατικών οχημάτων με ηλεκτρικά. Υπολογίζεται ότι μετά το 2035 η αγορά της Ευρωπαϊκής Ένωσης θα έχει μόνο ηλεκτρικά οχήματα.

Βέβαια η τεχνολογία εξελίσσεται με γοργούς ρυθμούς πράγμα που σημαίνει ότι στο μέλλον θα έχουμε πολλές εκπλήξεις όσον αφορά τις μετακινήσεις με αυτοκίνητα.

Βιβλιογραφία

<https://www.asfaleies24.gr/ola-osa-prepei-na-xereis-gia-ta-ilektrika-autokinita/>

<https://www.automarin.gr/blog/Pws-leitourgei-ena-plirws-ilektriko-aftokinito>

<https://www.leaseplan.com/el-gr/diaxeirish-stolou/lyseis-diaxeirhshs-stolou-oxhmatwn/meiwsh-ekpompshs-rypwn/hlektrikhsh/>

<https://www.ethnos.gr/auto/article/13807/altheieskaimythoigiatohlektrikoaytokinhtho>

https://autoplanet.gr/el/xipblog/post/287_ola-osa-prepei-na-jereis-gia-ta-hlektrika-autokinhta.html?page_type=post

<https://www.kia.com/gr/goelectric/ilektrika-aytokinita-sintirisi/#/>

<https://www.fortisis.eu/information/electric-cars/>

<https://www.imerisia.gr/ilektrika-aytokinita>

<https://www.eea.europa.eu/el/articles/ilektrika-ochimata-i-poreia-pros>

<https://ilektrologo.gr/2021/08/02/egatastasi-fortisti-ilektrikou-oximatos/>

<https://www.autonomous.gr/ta-syn-ta-plin-ton-ilektrikon-aytokiniton/>

<https://autospecialist.gr/bataries-ilektrikon-aftokiniton/>

<https://car-moto.info/archives/608>

<https://www.newsauto.gr/news/i-iperpiknotes-epomenis-genias-tha-trofodotisoun-sintoma-ilektrika-ochimata/>

<https://www.motortrend.com/features/how-electric-cars-work-ev-differences-definitions>

[-https://tosynergeio.gr/autokinisi/yvridika-ilektrika-oximata/ilektronika-isxios-3is-genias](https://tosynergeio.gr/autokinisi/yvridika-ilektrika-oximata/ilektronika-isxios-3is-genias)

[-https://www.hellasdirect.gr/blog/ola-osa-prepei-na-xereis-gia-ta-hlektrika-autokinhta-kai-thn-hlektrokinese-sthn-ellada/](https://www.hellasdirect.gr/blog/ola-osa-prepei-na-xereis-gia-ta-hlektrika-autokinhta-kai-thn-hlektrokinese-sthn-ellada/)

[-https://www.businessinsider.com/electric-car-history-2017-5#in-response-traditional-automakers-like-ford-mercedes-benz-and-volkswagen-are-ramping-up-investment-in-the-space-17](https://www.businessinsider.com/electric-car-history-2017-5#in-response-traditional-automakers-like-ford-mercedes-benz-and-volkswagen-are-ramping-up-investment-in-the-space-17)

[-https://www.amperorio.gr/index.php/el/ilektrokinisi/fortistes-ev.html](https://www.amperorio.gr/index.php/el/ilektrokinisi/fortistes-ev.html)

[-https://www.nafs.gr/editorials/2088-otan-o-g-goylandrhs-kataskeyase-to-prwto-hlektriko-aytokinhhto-ston-kosmo-to-1973-sth-syro.html](https://www.nafs.gr/editorials/2088-otan-o-g-goylandrhs-kataskeyase-to-prwto-hlektriko-aytokinhhto-ston-kosmo-to-1973-sth-syro.html)

[-https://www.hellasdirect.gr/blog/ola-osa-prepei-na-xereis-gia-ta-hlektrika-autokinhta-kai-thn-hlektrokinese-sthn-ellada/](https://www.hellasdirect.gr/blog/ola-osa-prepei-na-xereis-gia-ta-hlektrika-autokinhta-kai-thn-hlektrokinese-sthn-ellada/)

[-http://ebooks.edu.gr/ebooks/v/pdf/8547/4442/24-0345_Hlektrikes-Michanes_G-EPAL_Vivlio-Mathiti/](http://ebooks.edu.gr/ebooks/v/pdf/8547/4442/24-0345_Hlektrikes-Michanes_G-EPAL_Vivlio-Mathiti/)

Ξενόγλωσση Βιβλιογραφία

P. T. Krein and Q. Lei, "Electric vehicle power electronics: Introduction, status, and outlook," Proceedings of the IEEE, vol. 101, no. 10, pp. 2197-2206, Oct. 2013.

<https://ieeexplore.ieee.org/ielaam/25/8692737/8633386-aam.pdf>

<https://ieeexplore.ieee.org/ielaam/6687316/7378341/7339713-aam.pdf>

<https://www.mdpi.com/2571-9394/5/1/2>

H. Ryu, H. Yoon, J. Lee, and J. Lee, "A review of electric vehicle propulsion technologies and their power electronics requirements," Energies, vol. 14, no. 5, 2021.

<https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S235248472201410X>

J. Wang, J. Hu, Y. Yang, J. Li, and Y. Sun, "A review of the electric vehicle propulsion system," Renewable and Sustainable Energy Reviews, vol. 96, pp. 52-68, Dec. 2018.

<https://ieeexplore.ieee.org/stamp/stamp.jsp?arnumber=10056124>

R. Almeida and P. Ferrão, "Electric vehicle charging infrastructure: A review of current technologies and infrastructure deployment strategies," Renewable and Sustainable Energy Reviews, vol. 40, pp. 1141-1154, Dec. 2014.

https://hal.science/hal-02148574/file/SAMPJ_IR-Asymmetry%20information-EA.pdf

R. M. Souza, M. O. M. Filho, and V. F. M. dos Santos, "Electric vehicle charging infrastructure: A review of smart grid technologies," Renewable and Sustainable Energy Reviews, vol. 82, pp. 3585-3594, Nov. 2018.

<https://www.researchgate.net/publication/261326062> *Electric vehicles and smart grid interaction A review on vehicle to grid and renewable energy sources integration*

G. Pellegrino, D. D'Ambrosio, and F. F. Emanuele, "Modeling and simulation of electric vehicles: A review," Renewable and Sustainable Energy Reviews, vol. 94, pp. 670-687, Jul. 2018.

<https://www.diva-portal.org/smash/get/diva2:1266700/FULLTEXT01.pdf>

S. Y. S. Yang, C. H. Lin, and C. H. Lin, "Electric vehicle motor drives: A survey," Energies, vol. 14, no. 2, 2021.

<https://researchnow->

admin.flinders.edu.au/ws/portalfiles/portal/49339837/energies_14_07805_v2.pdf