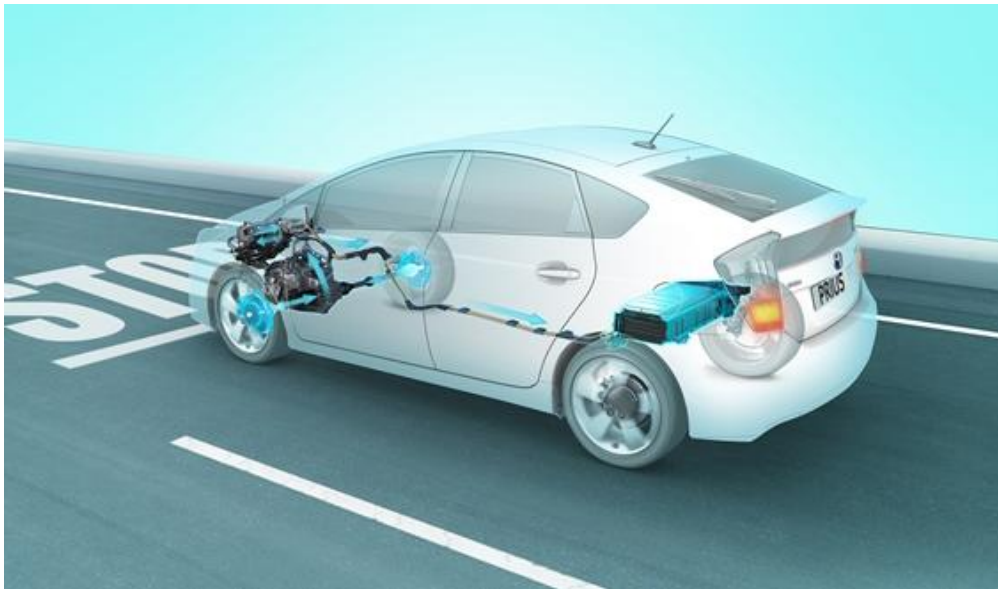




**ΤΕΧΝΟΛΟΓΙΚΟ ΕΚΠΑΙΔΕΥΤΙΚΟ ΙΔΡΥΜΑ ΚΡΗΤΗΣ**  
**ΣΧΟΛΗ ΤΕΧΝΟΛΟΓΙΚΩΝ ΕΦΑΡΜΟΓΩΝ**  
**ΤΜΗΜΑ ΜΗΧΑΝΟΛΟΓΩΝ ΜΗΧΑΝΙΚΩΝ Τ.Ε της σχολής**  
**Σχολής Τεχνολογικών Εφαρμογών**

---

**ΥΒΡΙΔΙΚΗ ΤΕΧΝΟΛΟΓΙΑ ΑΥΤΟΚΙΝΗΤΩΝ**



---

**ΠΤΥΧΙΑΚΗ ΕΡΓΑΣΙΑ**

---

Εισηγητής: Ιωάννης, Κακεπάκης,, ΤΜ 5613

Επιβλέπων: Κουδουμάς Γεώργιος

©

<2016>

**Υπεύθυνη Δήλωση**: Βεβαιώνω ότι είμαι συγγραφέας αυτής της πτυχιακής εργασίας και ότι κάθε βοήθεια την οποία είχα για την προετοιμασία της, είναι πλήρως αναγνωρισμένη και αναφέρεται στην πτυχιακή εργασία. Επίσης έχω αναφέρει τις όποιες πηγές από τις οποίες έκανα χρήση δεδομένων, ιδεών ή λέξεων, είτε αυτές αναφέρονται ακριβώς είτε παραφρασμένες. Επίσης βεβαιώνω ότι αυτή η πτυχιακή εργασία προετοιμάστηκε από εμένα προσωπικά ειδικά για τις απαιτήσεις του προγράμματος σπουδών του Τμήματος Εμπορίας και Διαφήμισης του Τ.Ε.Ι. Κρήτης.

Κακεπάκης Ιωάννης

Ιούνιος, 2016

## ΠΕΡΙΛΗΨΗ

Η πτυχιακή με τίτλο «Υβριδική τεχνολογία αυτοκινήτων» αποτελεί μια περιγραφή της ήδη εφαρμοσμένης υβριδικής τεχνολογίας των αυτοκινήτων.

Αφορά γενικές και ειδικές πληροφορίες σχετικά με:

- Γενικά στοιχεία υβριδικών οχημάτων
- Βασικές αρχές λειτουργίας υβριδικών οχημάτων
- Συστήματα μετάδοσης κίνησης υβριδικών οχημάτων
- Συσσωρευτές ηλεκτρικής ενέργειας υβριδικών οχημάτων
- Τεχνικά χαρακτηριστικά και τρόπο λειτουργίας των υβριδικών οχημάτων των εταιρειών HONDA, TOYOTA και LEXUS
- Μέτρα ασφαλείας
- Έλεγχος, συντήρηση και επισκευή υβριδικών οχημάτων
- Συσκευές ελέγχου, διάγνωσης, συντήρησης και επισκευής βλαβών
- Συντμήσεις, τεχνική ορολογία υβριδικών οχημάτων.

## Περιεχόμενα

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 1 - ΓΕΝΙΚΑ ΣΤΟΙΧΕΙΑ ΥΒΡΙΔΙΚΩΝ ΟΧΗΜΑΤΩΝ .....	7
1.1 Ιστορική αναδρομή (ηλεκτρικά οχήματα) .....	7
1.2 Τύποι υβριδικών οχημάτων .....	11
1.2.1 Συστήματα υβριδικής μετάδοσης ισχύος .....	11
1.2.2 Συστήματα ενέργειας .....	12
1.3 Εφαρμογές – Πλεονεκτήματα .....	13
1.3.1 Ποδήλατα .....	13
1.3.2 Μοτοσικλέτες .....	13
1.3.3 Ταξί .....	14
1.3.4 Λεωφορεία .....	14
1.3.5 Ελαφριά Φορτηγά .....	14
1.3.6 Βαριά οχήματα .....	14
1.4. Εξέλιξη υβριδικής τεχνολογίας .....	16
ΚΕΦΑΛΑΙΟ 2 - ΒΑΣΙΚΕΣ ΑΡΧΕΣ ΛΕΙΤΟΥΡΓΙΑΣ ΥΒΡΙΔΙΚΩΝ ΟΧΗΜΑΤΩΝ .....	21
2.1 Τύποι κινητήρων υβριδικών οχημάτων .....	21
2.1.1 Καθαρά υβριδικά .....	21
2.1.2 Άλλες υβριδικές διατάξεις .....	21
2.1.3 Υβριδικά υδραυλικά οχήματα .....	22
2.1.3 Υβριδικά πνευματικά οχήματα .....	22
2.1.4 Κυψέλες καυσίμου .....	25
ΚΕΦΑΛΑΙΟ 3 - ΣΥΣΤΗΜΑΤΑ ΜΕΤΑΔΟΣΗΣ ΚΙΝΗΣΗΣ ΥΒΡΙΔΙΚΩΝ ΟΧΗΜΑΤΩΝ .....	27
3.1 Είδη και βασικές αρχές λειτουργίας συστημάτων μετάδοσης κίνησης .....	27
3.1.1 Υβριδικό σε σειρά .....	28
3.1.2 Παράλληλο σύστημα μετάδοσης ισχύος .....	28
3.1.3 Υβριδικά διαχωρισμού ισχύος ή σε σειρά – Παράλληλα .....	29
ΚΕΦΑΛΑΙΟ 4 - ΣΥΣΣΩΡΕΥΤΕΣ ΗΛΕΚΤΡΙΚΗΣ ΕΝΕΡΓΕΙΑΣ ΥΒΡΙΔΙΚΩΝ ΟΧΗΜΑΤΩΝ .....	36
4.1 Τύποι μπαταριών – Μπαταρίες υβριδικών οχημάτων .....	36
4.1.1 Μπαταρίες μολύβδου .....	36

4.1.2 Μπαταρίες νικελίου-καδμίου (Ni-Cd) .....	37
4.1.3 Μπαταρίες νικελίου-υδριδίου μετάλλου (Ni-MH) .....	37
4.1.4 Μπαταρίες ιόντων λιθίου (Li-Io).....	38
<b>ΚΕΦΑΛΑΙΟ 5 - ΤΕΧΝΙΚΑ ΧΑΡΑΚΤΗΡΙΣΤΙΚΑ-ΤΡΟΠΟΣ ΛΕΙΤΟΥΡΓΙΑΣ ΥΒΡΙΔΙΚΩΝ ΟΧΗΜΑΤΩΝ HONDA, TOYOTA, LEXUS.....</b>	<b>40</b>
5.1 HONDA IMA.....	40
5.1.1 Περιγραφή – Λειτουργία .....	40
5.1.2 Νέα τεχνολογία.....	42
5.1.3 Βασικά τεχνικά χαρακτηριστικά .....	46
5.1.4 Χαρακτηριστικά ηλεκτρικού κινητήρα .....	47
5.2 TOYOTA PRIUS.....	48
5.2.1 Γενική περιγραφή .....	48
5.2.2 Παρουσίαση του Hybrid Synergy Drive της Toyota .....	52
5.2.3 Λειτουργία υβριδικού συστήματος .....	56
5.2.4 Παρουσίαση συστημάτων του αυτοκινήτου .....	59
5.2.5 Βασικά τεχνικά χαρακτηριστικά .....	67
5.3 LEXUS RX 400H .....	68
5.3.1 Γενική περιγραφή .....	68
5.3.2 Το Hybrid Synergy Drive σε λειτουργία .....	69
5.3.3 Παρουσίαση συστημάτων του αυτοκινήτου .....	74
7.3.4 Τεχνικά χαρακτηριστικά RX 450h .....	81
<b>ΚΕΦΑΛΑΙΟ 6 - ΜΕΤΡΑ ΑΣΦΑΛΕΙΑΣ .....</b>	<b>84</b>
6.1 Γενικά μέτρα ασφαλείας κατά την εκτέλεση εργασιών. ....	84
<b>ΚΕΦΑΛΑΙΟ 7 - ΕΛΕΓΧΟΣ, ΣΥΝΤΗΡΗΣΗ ΚΑΙ ΕΠΙΣΚΕΥΗ ΥΒΡΙΔΙΚΩΝ ΟΧΗΜΑΤΩΝ .....</b>	<b>87</b>
<b>ΚΕΦΑΛΑΙΟ 8 - ΣΥΣΚΕΥΕΣ ΕΛΕΓΧΟΥ, ΣΥΝΤΗΡΗΣΗΣ, ΕΠΙΣΚΕΥΗΣ ΚΑΙ ΔΙΑΓΝΩΣΗΣ ΒΛΑΒΩΝ ΥΒΡΙΔΙΚΩΝ ΟΧΗΜΑΤΩΝ .....</b>	<b>88</b>
<b>ΚΕΦΑΛΑΙΟ 9 - ΣΥΝΤΜΗΣΕΙΣ, ΤΕΧΝΙΚΗ ΟΡΟΛΟΓΙΑ ΥΒΡΙΔΙΚΩΝ ΟΧΗΜΑΤΩΝ .....</b>	<b>89</b>
9.1 Γενική εισαγωγική περιγραφή .....	89

## ΕΥΧΑΡΙΣΤΙΕΣ

Θα ήθελα να ευχαριστήσω την επιβλέποντα καθηγήτρή της παρούσας πτυχιακής εργασίας κο. Κουδουμά, για την καθοδήγηση του, κατά την διάρκεια της πραγματοποίησης της παρούσας εργασίας.

Επίσης, θα ήθελα να ευχαριστήσω την οικογένεια μου για την οικονομική και ψυχολογική βοήθεια κατά τη διάρκεια της εκπόνησης της πτυχιακής.

## ΚΕΦΑΛΑΙΟ 1 - ΓΕΝΙΚΑ ΣΤΟΙΧΕΙΑ ΥΒΡΙΔΙΚΩΝ ΟΧΗΜΑΤΩΝ



Εικόνα 1.1: Το Lohner-Porsche M9te Hybrid ήταν ένα από τα πρώτα αξιόλογα, από τεχνολογικής πλευράς, υβριδικά βενζινοκίνητα-ηλεκτροκίνητα αυτοκίνητα.

Η ιστορία των υβριδικών οχημάτων ξεκινάει αρκετά χρόνια πριν. Αν και υπάρχουν πολλές ιστορικές αναφορές που καταγράφουν αξιόλογες προσπάθειες κατασκευής οχημάτων με κίνηση από δύο διαφορετικές πηγές ενέργειας, όπως ο συνδυασμός βενζινοκινητήρα και ατμοκινητήρα, η τεχνολογικά αξιοπρόσεκτη κατασκευή υβριδικών οχημάτων ξεκινά ήδη από το 1900.

### ***1.1 Ιστορική αναδρομή (ηλεκτρικά οχήματα)***

1839 Ο Robert Anderson, από το Αμπερντίν της Σκωτίας, κατασκεύασε το πρώτο ηλεκτρικό όχημα.

1870 Ο σερ David Salomon κατασκεύασε ένα αυτοκίνητο με ένα ελαφρύ ηλεκτρικό μοτέρ και πολύ βαριές μπαταρίες αποθήκευσης. Η ταχύτητα ταξιδιού και η αυτονομία ήταν κακές.

1886 Ιστορικά αρχεία αποδεικνύουν ότι παρουσιάστηκε στην Αγγλία ένα ηλεκτροκίνητο ταξί που χρησιμοποιούσε μια μπαταρία με 28 στοιχεία και ένα μικρό ηλεκτρικό μοτέρ.

1888 Η Immisch & Company κατασκεύασε για τον Σουλτάνο της Οθωμανικής Αυτοκρατορίας μια άμαξα τεσσάρων ατόμων, που κινούνταν με μοτέρ ενός ίππου και με μπαταρία 24 στοιχείων. Την ίδια χρονιά ο Magnus Volk, στο Μπράιτον της Αγγλίας, κατασκεύασε ένα ηλεκτρικό αυτοκίνητο με τρεις τροχούς.

1890-1910 Περίοδος σημαντικών βελτιώσεων στην τεχνολογία των μπαταριών, ειδικά με την ανάπτυξη των σύγχρονων μπαταριών μολύβδου-οξέος από τον Η. Tudor και των μπαταριών νικελίου-σιδήρου από τους Edison και Junger.

1897 Η London Electric Cab Company (Εταιρεία Ηλεκτρικών Ταξί του Λονδίνου) ξεκίνησε τακτικά δρομολόγια χρησιμοποιώντας αυτοκίνητα που σχεδιάστηκαν από τον Walter Bersey. Το Bersey Cab (ταξί του Bersey), το οποίο χρησιμοποιούσε μία μπαταρία 40 στοιχείων και ηλεκτρικό μοτέρ 3 ίπων, μπορούσε να διανύσει 50 μίλια μεταξύ των φορτίσεων.

1897 Η Pope Manufacturing Company του Χάρτφορντ, στο Κονέτικατ, κατασκεύασε περίπου 500 ηλεκτρικά αυτοκίνητα σε διάστημα δύο ετών.

1898 Ο Γερμανός δρ Ferdinand Porsche κατασκεύασε, σε ηλικία 23 ετών, το πρώτο του αυτοκίνητο, το Lohner Electric Chaise. Ήταν το πρώτο αυτοκίνητο στον κόσμο με κίνηση στους μπροστινούς τροχούς.

1898: Η Electric Carriage and Wagon Company στη Νέα Υόρκη διέθετε έναν στόλο δώδεκα ανθεκτικών και κομψών ηλεκτρικών ταξί.

1899: Η Pope Manufacturing Company συγχωνεύτηκε με δύο μικρότερες εταιρείες ηλεκτρικών αυτοκινήτων για να δημιουργήσει την Electric Vehicle Company, την πρώτη μεγάλης κλίμακας επιχείρηση στην αμερικανική αυτοκινητοβιομηχανία. Η εταιρεία είχε περιουσιακά στοιχεία ύψους 200 εκατομμυρίων δολαρίων. Δύο υβριδικά οχήματα παρουσιάστηκαν στο Σαλόνι του Παρισιού.

1900: Το 1900 ο Ferdinand Porsche, ενώ ήταν υπάλληλος της Lohner Coach Factory, εξέλιξε το M9te, μια τετρακίνητη έκδοση της υβριδικής σε σειρά άμαξας «System Lohner- Porsche», που είχε εμφανιστεί νωρίτερα το 1900, στην Παγκόσμια Έκθεση του Παρισιού. Το M9te περιλάμβανε ένα ζεύγος γεννητριών που τροφοδοτούνταν από κινητήρες εσωτερικής καύσης 2,5 hp της Daimler, ώστε να επεκτείνει την εμβέλεια λειτουργίας και να μπορεί να ταξιδέψει 40 σχεδόν μίλια μόνο με την μπαταρία, και παρουσιάστηκε το 1901 στην Έκθεση Αυτοκινήτων του Παρισιού. Το M9te έσπασε πολλά αυστριακά ρεκόρ ταχύτητας και κέρδισε στο Ράλι Έξελμπερκ το 1901 με τον ίδιο τον Porsche στο τιμόνι. Το M9te χρησιμοποιούσε έναν κινητήρα βενζίνης που τροφοδοτούσε μία γεννήτρια, η οποία με τη σειρά της κινούσε τα ηλεκτρικά μοτέρ που ήταν τοποθετημένα στα μωαγιέ των τροχών, με μια μικρή συστοιχία μπαταριών για αξιοπιστία. Είχε μέγιστη ταχύτητα 50 km/h και ισχύ 5,22 kW για διάρκεια 20 λεπτών. Την ίδια χρονιά οι αμερικανικές εταιρείες αυτοκινήτων κατασκεύασαν 1.681 ατμοκίνητα, 1.575 ηλεκτροκίνητα και 936 βενζινοκίνητα αυτοκίνητα. Σε δημοσκόπηση που έγινε κατά την πρώτη Εθνική Έκθεση Αυτοκινήτου της Νέας Υόρκης, οι υποστηρικτές ανέδειξαν τα ηλεκτρικά αυτοκίνητα ως πρώτη επιλογή τους, ακολουθούμενα στενά από τα ατμοκίνητα.

1913: Χρονιά-σταθμός για την αυτοκίνηση. Μέσα στα πρώτα χρόνια του 20ού αιώνα, παρήχθησαν χιλιάδες ηλεκτρικά και υβριδικά αυτοκίνητα, όμως, με τη γραμμή συναρμολόγησης του Henry Ford και με τον ερχομό του αυτοεκκινούμενου βενζινοκινήτηρα, ατμοκίνητα και τα ηλεκτροκίνητα σχεδόν εξαφανίστηκαν. Τη χρονιά εκείνη οι πωλήσεις των ηλεκτρικών αυτοκινήτων έπεσαν στις 6.000, ενώ το



Μοντέλο T της Ford πούλησε 182.809 βενζινοκίνητα αυτοκίνητα. Τα επόμενα χρόνια σηματοδότησαν την ταχεία μείωση των υβριδικών αυτοκινήτων.

1920-1965 Αδρανής περίοδος για μαζική παραγωγή ηλεκτρικών και υβριδικών αυτοκινήτων. Τα επονομαζόμενα εναλλακτικά αυτοκίνητα έγιναν αντικείμενο έρευνας και κατασκευής για μικρούς οικοτέχνες κατασκευαστές και βραχύβιους επιχειρηματίες.

1966 Το Κογκρέσο των Ηνωμένων Πολιτειών παρουσίασε τα πρώτα σχέδια νόμου, συνιστώντας τη χρήση των ηλεκτρικών οχημάτων ως μέσο για τη μείωση της ατμοσφαιρικής ρύπανσης. Μια νέα περίοδος ξαναρχίζει για την ηλεκτρική και την υβριδική τεχνολογία.

1977-1979 Το 1977 η Toyota επέλεξε, για να καταδείξει τις μελλοντικές προθέσεις της, το υβριδικό Toyota Sports 800 με αεροστρόβιλο. Χρησιμοποιώντας ένα спор αυτοκίνητο υψηλών επιδόσεων, η Toyota πρότεινε μια έξυπνη και περιβαλλοντικά συμβατή λύση και δημιούργησε μια φιλοσοφία που θα ωρίμαζε και θα εξελισσόταν σε αυτό που σήμερα ονομάζεται

«Hybrid Synergy Drive». Είκοσι χρόνια μετά, το 1997, η Toyota παρουσίασε ένα υβριδικό λεωφορείο παραγωγής, το Coaster Hybrid, και το Prius, το πρώτο υβριδικό αυτοκίνητο.



Εικόνα 1.2: Το πρώτο υβριδικό αυτοκίνητο της Toyota.

1989 Η Audi παρουσίασε την πρώτη γενιά του πειραματικού οχήματος Audi Duo βασισμένο στο Audi 100 Avant Quattro. Το αυτοκίνητο είχε έναν ηλεκτρικό κινητήρα 12,6 hp, ο οποίος κινούσε τους πίσω τροχούς αντί για έναν κεντρικό άξονα. Η μπαταρία νικελίου-καδμίου παρείχε την ενέργεια. Η μπροστινή κίνηση τροφοδοτούνταν από έναν κινητήρα πέντε κυλίνδρων 2,3 L με απόδοση 136 hp. Δύο χρόνια αργότερα η Audi παρουσίασε τη δεύτερη γενιά του Duo, επίσης βασισμένη στο Audi 100 Avant Quattro.

1997 Το Toyota Prius παρουσιάστηκε στην ιαπωνική αγορά δύο χρόνια πριν από την ημερομηνία του επίσημου λανσαρίσματός του και πριν από την παγκόσμια διάσκεψη για την υπερθέρμανση του πλανήτη στο Κιότο, που πραγματοποιήθηκε τον Δεκέμβριο του ίδιου έτους. Οι πωλήσεις του πρώτου χρόνου έφτασαν σχεδόν τις 18.000.

1997 Η Audi έγινε ο πρώτος κατασκευαστής στην Ευρώπη που έβαλε ένα υβριδικό όχημα στη μαζική παραγωγή: το Audi Duo βασισμένο στο A4 Avant. Το όχημα κινούνταν από έναν κινητήρα TDI 1,9 L, 90 hp σε συνδυασμό με ένα ηλεκτρικό μοτέρ 29 hp. Και οι δύο πηγές ισχύος κινούσαν τους μπροστινούς τροχούς. Μία μπαταρία ζελέ μολύβδου στο πίσω μέρος αποθήκευε την ηλεκτρική ενέργεια. Το Duo δεν υπήρξε εμπορική επιτυχία και για τον λόγο αυτό καταργήθηκε, παρακινώντας τους Ευρωπαίους κατασκευαστές αυτοκινήτων να εστιάσουν τις επενδύσεις έρευνας και ανάπτυξης στα ντίζελ.

1997-1999 Στην Καλιφόρνια παρουσιάστηκε από τους μεγάλους κατασκευαστές αυτοκινήτων ένας μικρός αριθμός εξ ολοκλήρου ηλεκτρικών οχημάτων, συμπεριλαμβανομένων των: EV Plus της Honda, EV1 της GM, το ηλεκτρικό μικρό ανοιχτό φορτηγό S-10, ένα μικρό ανοιχτό φορτηγό Ford Ranger και το RAV4 EV της Toyota. Παρά τον αρχικό ενθουσιασμό αυτών που υιοθέτησαν αυτή την τεχνολογία, τα ηλεκτρικά απέτυχαν να προσελκύσουν περισσότερους από μερικές εκατοντάδες οδηγούς για το κάθε μοντέλο. Μέσα σε λίγα χρόνια τα προγράμματα της εξ' ολοκλήρου ηλεκτροκίνησης εγκαταλείφθηκαν.

1999 Η Honda παρουσίασε το δίπορτο Insight, το πρώτο υβριδικό αυτοκίνητο που θα «χτυπούσε» τη μαζική αγορά των Ηνωμένων Πολιτειών. Το Insight κέρδισε πλήθος βραβείων και έλαβε βαθμολογίες χιλιομετρικής διάνυσης της EPA των 61 μιλίων ανά γαλόνι (m/g) στην πόλη και 70 m/g στον αυτοκινητόδρομο.

2000 Η Toyota παρουσίασε το Toyota Prius, το πρώτο υβριδικό τετράπορτο sedan που διατέθηκε στις Ηνωμένες Πολιτείες.

2002 Η Honda παρουσίασε το Honda Civic Hybrid, το δεύτερο εμπορικά διαθέσιμο υβριδικό βενζινοκίνητο-ηλεκτροκίνητο αυτοκίνητο. Η εμφάνιση και η απόδοση του Civic Hybrid ήταν (και εξακολουθούν να είναι) πανομοιότυπες με αυτές του συμβατικού Civic.

2004 Το Toyota Prius II κέρδισε τα βραβεία Αυτοκινήτου της Χρονιάς του 2004 από το περιοδικό Motor Trend Magazine και από την Έκθεση Αυτοκινήτου της Βόρειας Αμερικής. Η Toyota εξεπλάγη από τη ζήτηση και αύξησε την παραγωγή της από 36.000 σε 47.000 αυτοκίνητα για την αγορά των ΗΠΑ. Οι ενδιαφερόμενοι αγοραστές περίμεναν έως και έξι μήνες για να αγοράσουν το Prius του 2004. Ο πρόεδρος πωλήσεων της Toyota Motor των ΗΠΑ Jim Press το αποκάλεσε ως «το πιο καυτό αυτοκίνητο που είχαμε ποτέ».

2009 Νέα εξελιγμένα μοντέλα κάνουν την εμφάνισή τους στις γραμμές παραγωγής Toyota. Τα Prius III, Lexus RX 450h, Honda Insight και άλλα διεκδικούν μερίδιο στην αγορά του αυτοκινήτου και στην Ελλάδα.

2010 Νέα μοντέλα, όπως τα Honda Jazz, Auris hybrid, Porsche Cayenne, VW Touareg και άλλα, που εμφανίζονται συνεχώς, αποδεικνύουν ότι οι τεχνολογίες της εναλλακτικής αυτοκίνησης, λόγω των συνεχώς αυξανόμενων αυστηρών περιβαλλοντικών προϋποθέσεων για την αυτοκινητοβιομηχανία, έχει γίνει μονόδρομος.

## **1.2 Τύποι υβριδικών οχημάτων**

Στην απλούστερη μορφή του ένα υβριδικό σύστημα συνδυάζει τα καλύτερα χαρακτηριστικά λειτουργίας ενός κινητήρα εσωτερικής καύσης και ενός ηλεκτρικού μοτέρ. Ένα υβριδικό αυτοκίνητο λοιπόν συνδυάζει και χρησιμοποιεί δύο πηγές ενέργειας: τη θερμοδυναμική, που προέρχεται από τον κινητήρα εσωτερικής καύσης, και την ηλεκτρική, που προέρχεται από τον ηλεκτροκινητήρα.

Για τη συνδυασμένη λειτουργία αυτών των δύο πηγών ενέργειας στην απλούστερη μορφή είναι απαραίτητη η ύπαρξη και άλλων βοηθητικών εξαρτημάτων, όπως οι μπαταρίες, η γεννήτρια και ο μετασχηματιστής. Ένα υβριδικό αυτοκίνητο μπορεί να κινείται είτε με τον έναν από τους δύο κινητήρες είτε με τον συνδυασμό τους.

Ο ηλεκτροκινητήρας αναλαμβάνει την κίνηση σε κάθε ξεκίνημα του αυτοκινήτου, στην κυκλοφορία μέσα στην πόλη και σε πορεία χαμηλής ταχύτητας, ενώ σε ανοιχτό δρόμο και σε γρήγορη κίνηση τον έλεγχο έχει ο βενζινοκινητήρας. Όταν όμως απαιτείται η μέγιστη ισχύς, όπως σε ένα προσπέρασμα ή σε μια ανηφόρα, αυτή εξασφαλίζεται από τη συνδυασμένη λειτουργία και των δύο κινητήρων, θερμικού και ηλεκτρικού.

Οι ηλεκτρικοί κινητήρες, μόνοι τους, έχουν το σοβαρό μειονέκτημα της μικρής αυτονομίας κίνησης του οχήματος. Η πηγή ενέργειας που χρησιμοποιούν είναι οι μπαταρίες και αυτές δεν μπορούν να πάνε το αυτοκίνητο μακριά.

Στο υβριδικό αυτοκίνητο οι μπαταρίες φορτίζονται από μία γεννήτρια, η οποία λειτουργεί χάρη στον βενζινοκινητήρα. Πιο αναλυτικά: η χημική ενέργεια του καυσίμου μετατρέπεται με τον βενζινοκινητήρα σε κινητική ενέργεια. Η κινητική ενέργεια μετατρέπεται με τη σειρά της από τη γεννήτρια σε ηλεκτρική. Η ηλεκτρική ενέργεια διοχετεύεται στον ηλεκτροκινητήρα που τη μετατρέπει ξανά σε κινητική ενέργεια κινώντας τους τροχούς. Η ηλεκτρική ενέργεια που περισσεύει αποθηκεύεται στις μπαταρίες. Έτσι ένα υβριδικό όχημα συνδυάζει τα πλεονεκτήματα της ηλεκτροκίνησης με τη μεγάλη αυτονομία των ορυκτών καυσίμων.

### **1.2.1 Συστήματα υβριδικής μετάδοσης ισχύος**

Τα υβριδικά συστήματα μετάδοσης ισχύος μπορούν να ταξινομηθούν, ανάλογα με τη συνδεσμολογία τους, σε τρεις βασικές κατηγορίες:

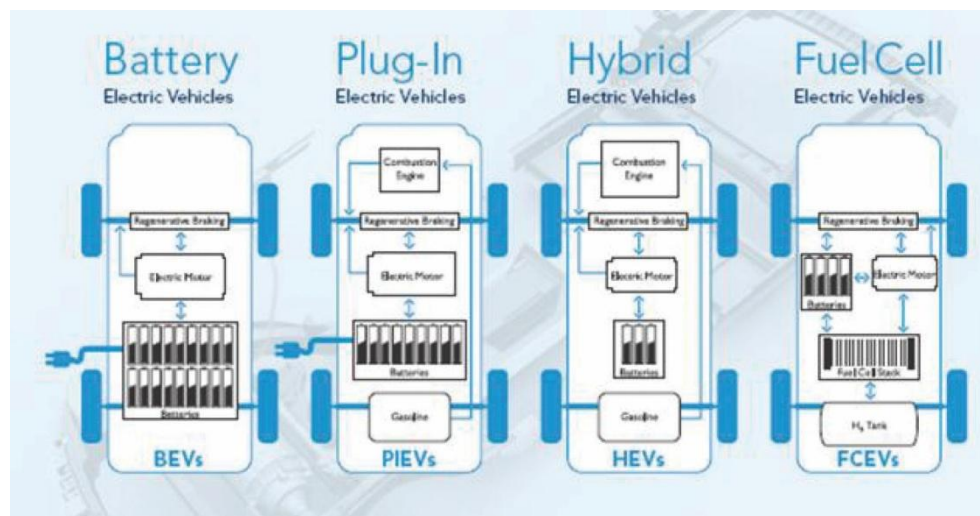
Σειριακά. Σε ένα σειριακό υβριδικό σύστημα μετάδοσης ισχύος την κίνηση δίνει αποκλειστικά ο ηλεκτροκινητήρας, ο οποίος δέχεται ηλεκτρική ενέργεια είτε από μια συστοιχία μπαταριών είτε από μια μηχανή εσωτερικής καύσης μέσω γεννήτριας. Σε ένα σειριακό σύστημα μετάδοσης ισχύος ο κινητήρας είναι συνήθως μικρότερος, καθώς έχει να αντιμετωπίσει μέτριες σε ισχύ απαιτήσεις οδήγησης.

Παράλληλα. Σε ένα παράλληλο υβριδικό σύστημα μετάδοσης ισχύος ο κινητήρας και ο ηλεκτροκινητήρας παράγουν την ισχύ για την κίνηση των τροχών, ενώ βρίσκονται μόνιμα και ανεξάρτητα συνδεδεμένοι με το κιβώτιο ταχυτήτων. Επειδή σε αυτόν τον σχηματισμό ο κινητήρας είναι συνδεδεμένος απευθείας στους τροχούς, εξαλείφεται η μείωση της απόδοσης κατά τη μετατροπή της μηχανικής ενέργειας σε ηλεκτρική, πράγμα που συμβαίνει στα σειριακά συστήματα μετάδοσης ισχύος, καθιστώντας αυτό το είδος των υβριδικών οχημάτων κατάλληλο για οδήγηση σε αυτοκινητόδρομους.

Μεικτά. Μεικτό σύστημα μετάδοσης ισχύος είναι ουσιαστικά ο συνδυασμός σειριακού και παράλληλου. Είναι προφανές ότι το μεικτό σύστημα έχει δυνατότητα καλύτερης απόδοσης από αυτήν που έχει το κάθε σύστημα ξεχωριστά.

### 1.2.2 Συστήματα ενέργειας

Μια άλλη ταξινόμηση των ηλεκτρικών υβριδικών σχημάτων γίνεται με βάση τον τρόπο απόκτησης της ενέργειας κίνησης. Σύμφωνα με αυτόν, διακρίνονται σε:



Σχήμα 1.3: Κατηγορίες ηλεκτρικών-υβριδικών σχημάτων

- 1) BEVs (Battery Electric Vehicles) – Ηλεκτρικό όχημα με μπαταρίες
- 2) PHEVs (Plug-In Electric Vehicles) – Ηλεκτρικό-υβριδικό όχημα
- 3) HEVs (Hybrid Electric Vehicles) – Υβριδικό όχημα
- 4) FCEVs (Fuel Cell Electric Vehicles) – Ηλεκτρικό όχημα με κυψέλες καυσίμου.

## **1.3 Εφαρμογές – Πλεονεκτήματα**

Η υβριδική τεχνολογία σήμερα βρίσκει εφαρμογές σε όλα τα μέσα που κινούνται τόσο στην ξηρά, όσο στη θάλασσα και στον αέρα. Σήμερα υπάρχουν υβριδικά ποδήλατα, μοτοσικλέτες, αυτοκίνητα, επαγγελματικά οχήματα, ελαφριά και βαριά φορτηγά, λεωφορεία, τρένα, μικρά και μεγάλα σκάφη, υποβρύχια και αεροπλάνα. Στη συνέχεια αναφέρονται μερικά παραδείγματα διαφόρων οχημάτων.

### **1.3.1 Ποδήλατα**

Τα μοτοποδήλατα, τα ηλεκτρικά ποδήλατα, ακόμα και τα ηλεκτρικά σκούτερ είναι μια απλή μορφή υβριδικού οχήματος επειδή η ισχύς μεταδίδεται τόσο μέσω ενός κινητήρα εσωτερικής καύσης ή ηλεκτρικού μοτέρ, όσο και μέσω των μυών του αναβάτη. Τα πρώτα μοντέλα των μοτοσικλετών στα τέλη της δεκαετίας του 1800 χρησιμοποιούσαν τις ίδιες αρχές.

- Σε ένα παράλληλο υβριδικό ποδήλατο η ανθρώπινη δύναμη και η ισχύς του μοτέρ συνδέονται μηχανικά σε μια μετάδοση κίνησης με πεντάλ στον πίσω ή στον μπροστινό τροχό, π.χ., χρησιμοποιώντας ένα μοτέρ στον ομφαλό (μουαγιέ) του τροχού. Η ανθρώπινη δύναμη και η δύναμη του μοτέρ προστίθενται. Σχεδόν όλα τα μοντέλα που κατασκευάστηκαν είναι αυτού του τύπου.
- Σε ένα υβριδικό ποδήλατο σε σειρά (Serial Hybrid – SH) ο χρήστης κινεί μία γεννήτρια χρησιμοποιώντας πεντάλ. Αυτή η δύναμη μετατρέπεται σε ηλεκτρισμό και μπορεί να τροφοδοτηθεί απευθείας στο μοτέρ, παρέχοντας ένα ποδήλατο χωρίς αλυσίδα, ενώ μπορεί επίσης να φορτίσει μία μπαταρία. Το μοτέρ τραβά ρεύμα από την μπαταρία και θα πρέπει να είναι σε θέση να μεταδώσει την πλήρη μηχανική ροπή που απαιτείται, διότι καμία ροπή δεν διατίθεται από τα πεντάλ.

### **1.3.2 Μοτοσικλέτες**

Πολλές εταιρείες σήμερα κατασκευάζουν υβριδικές μοτοσικλέτες σε γραμμή παραγωγής. Όμως ο συνδυασμός των απαιτούμενων ηλεκτρικών εξαρτημάτων και ενός κινητήρα εσωτερικής καύσης κάνουν την κατασκευή ογκώδη, ιδίως για τις μικρές μοτοσικλέτες.

Η eCycle Inc παράγει πλέον μοτοσικλέτες πετρελαιοκίνητες-ηλεκτροκίνητες σε σειρά, με μέγιστη ταχύτητα 80 miles/h (130 km/h) και λιανική τιμή περίπου 5.000 ευρώ.

Το Peugeot HYmotion3 compressor, ένα υβριδικό σκούτερ, είναι ένα τρίτροχο το οποίο χρησιμοποιεί δύο ξεχωριστές πηγές ισχύος για να κινούνται οι μπροστινοί αλλά και ο πίσω τροχός. Ο πίσω τροχός κινείται με έναν μονοκύλινδρο κινητήρα 125 cc, 20 bhp (15 kW), ενώ οι μπροστινοί τροχοί κινούνται ο καθένας με το δικό του ηλεκτρικό μοτέρ. Όταν η μοτοσικλέτα έχει ταχύτητα έως 10 km/h, χρησιμοποιούνται μόνο τα ηλεκτρικά μοτέρ, με βάση σταμάτημα-εκκίνηση, μειώνοντας την ποσότητα των εκπομπών άνθρακα.

Και άλλες εταιρείες όμως, όπως η Yamaha και η Honda, έχουν ανακοινώσει την παραγωγή υβριδικών μοτοσικλετών.

### **1.3.3 Ταξί**

Πολλές μεγάλες πόλεις στον κόσμο προσθέτουν υβριδικά ταξί στους στόλους τους. Μέχρι το τέλος του 2009 το 15% των ταξί της Νέας Υόρκης, δηλαδή 13.237 ταξί σε χρήση, ήταν υβριδικά, ενώ ήδη οι εταιρείες ταξί έχουν αρχίσει να αποσύρουν τον αρχικό στόλο των υβριδικών τους μετά από 480.000 km και 560.000 km ανά όχημα. Υβριδικά ταξί υπάρχουν σήμερα και στην Ελλάδα.

### **1.3.4 Λεωφορεία**

Η υβριδική τεχνολογία παρουσιάζει αυξανόμενη ζήτηση και στα λεωφορεία μετά τις πρόσφατες βελτιώσεις στις μπαταρίες, που μείωσαν σημαντικά το βάρος τους. Ο σύγχρονος σχεδιασμός υβριδικών λεωφορείων εστιάζει στη χρήση συμβατικών πετρελαιοκινητήρων, που ήδη χρησιμοποιούνται, και σε υπάρχοντα αμαξώματα, χωρίς να απαιτείται ιδιαίτερη επανασχεδίαση, ώστε να κρατηθούν χαμηλά οι δαπάνες κατασκευής και εκπαίδευσης.

### **1.3.5 Ελαφριά Φορτηγά**

Το 2003 η GM παρουσίασε ένα υβριδικό πετρελαιοκίνητο-ηλεκτροκίνητο στρατιωτικό (ελαφρύ) φορτηγό, εφοδιασμένο με πετρελαιοκίνητο-ηλεκτροκίνητο και μία βοηθητική μονάδα ισχύος κυψέλης καυσίμου. Υβριδικά ηλεκτροκίνητα ελαφριά φορτηγά παρουσιάστηκαν το 2004 από τη Mercedes Benz (Sprinter) και τη Micro-Vett SPA (Daily Bimodale). Η International Truck and Engine Corp. και η Eaton Corp. είχαν επιλεγεί να κατασκευάσουν πετρελαιοκίνητο-ηλεκτροκίνητο υβριδικά φορτηγά για το πιλοτικό πρόγραμμα των ΗΠΑ που εξυπηρετούσε το βοηθητικό πρόγραμμα της βιομηχανίας το 2004.

Στα μέσα του 2005 η Isuzu παρουσίασε το Elf Diesel Hybrid Truck στην ιαπωνική αγορά. Ισχυρίζεται ότι 300 οχήματα περίπου, τα περισσότερα ταξιδιωτικά λεωφορεία, χρησιμοποιούν σύστημα Hinos HIMR (Hybrid Inverter Controlled Motor & Retarder – Μοτέρ Ελεγχόμενο από υβριδικό αναστροφέα & επιβραδυντή). Το 2007 η υψηλή τιμή του πετρελαίου είχε ως συνέπεια την αυξημένη πώληση υβριδικών φορτηγών και την ίδια χρονιά εμφανίζεται το πρώτο αμερικανικής παραγωγής υβριδικό φορτηγό (International DuraStar Hybrid).

### **1.3.6 Βαριά οχήματα**

Οι υβριδικές μεταδόσεις κίνησης χρησιμοποιούνται και σε μεγάλα φορτηγά οχήματα. Χαρακτηριστικά, κάποιος θερμικός κινητήρας (συνήθως πετρελαίου) κινεί μια ηλεκτρική γεννήτρια ή μια υδραυλική αντλία, η οποία κινεί ένα ή περισσότερα ηλεκτρικά ή υδραυλικά μοτέρ μετάδοσης κίνησης. Υπάρχουν πλεονεκτήματα στην κατανομή της ισχύος μέσω καλωδίων ή σωλήνων αντί μηχανικών στοιχείων, ιδιαίτερα όταν απαιτούνται πολλαπλές μεταδόσεις κίνησης.

Το μειονέκτημα είναι ότι στα περισσότερα βαριά οχήματα δεν υπάρχει καθόλου ή σχετικά μικρή ικανότητα αποθήκευσης ενέργειας, π.χ., βοηθητικές μπαταρίες και υδραυλικοί συσσωρευτές, λόγω της απαίτησης διατήρησης ωφέλιμου χώρου για άλλες χρήσεις. Πλεονεκτήματα

Σημαντικά είναι τα πλεονεκτήματα των υβριδικών οχημάτων τόσο από πλευράς οικονομίας καυσίμου, όσο και από πλευράς εκπομπών ρύπων.

Τα πλεονεκτήματα της υβριδικής κίνησης των αυτοκινήτων είναι συνοπτικά τα εξής:

1. Μικρότερο μέγεθος μηχανής εσωτερικής καύσης για αποδόσεις ανάλογες με αυτές ενός συμβατικού οχήματος.
2. Η μηχανή εσωτερικής καύσης τίθεται περιστασιακά εκτός λειτουργίας, οπότε υπάρχει μικρότερη κατανάλωση καυσίμου και λιγότερες εκπομπές καυσαερίων.
3. Η ηλεκτρονική διαχείριση κατάστασης λειτουργίας του ηλεκτροκινητήρα και ταυτόχρονα της μηχανής εσωτερικής καύσης δίνει τη δυνατότητα να λειτουργεί η μηχανή εσωτερικής καύσης σε σταθερή ταχύτητα-φορτίο με σχετικά υψηλή απόδοση.
4. Η δυνατότητα ανάκτησης ενέργειας κατά το φρενάρισμα και η εκμετάλλευση της ενέργειας αυτής για τη φόρτιση των μπαταριών.
5. Καλή περιβαλλοντική απόδοση.

Το Honda Insight, με εκπομπές CO στα 80 g/km, παρουσιάζει τις μικρότερες εκπομπές CO από κάθε όχημα με κινητήρα εσωτερικής καύσης που κυκλοφορεί στην αγορά, ενώ αντίστοιχα το Prius, με εκπομπές CO 104 g/km, έχει τις χαμηλότερες εκπομπές CO από κάθε άλλο αυτοκίνητο ευρείας παραγωγής με κινητήρα εσωτερικής καύσης. Οι εξαιρετικά χαμηλές εκπομπές του Prius είναι εντυπωσιακές, δεδομένου ότι πρόκειται για ένα πενταθέσιο οικογενειακό αυτοκίνητο που παρ' όλα αυτά παρουσιάζει χαμηλότερες εκπομπές από μικρά αυτοκίνητα Diesel, όπως το Toyota Yaris, το Citroen C2 και το VW Lupo.

Συνεπώς είναι εύκολο να αντιληφθεί κανείς τον λόγο για τον οποίο τα υβριδικά αυτοκίνητα έχουν προκαλέσει τόση αίσθηση στον τομέα της αυτοκίνησης και της προστασίας του περιβάλλοντος τα τελευταία χρόνια.

Κατά καιρούς έχουν υπάρξει κριτικές ότι τα υβριδικά οχήματα στην πράξη δεν επιτυγχάνουν τόσο χαμηλή κατανάλωση καυσίμου και εκπομπές CO, τουλάχιστον όχι τις χαμηλές ονομαστικές τιμές που ορίζει ο κατασκευαστής. Όμως το πρόβλημα αυτό είναι σύνηθες σε όλα τα οχήματα ανεξαρτήτως τεχνολογίας και ακόμα δεν είναι σαφές εάν υπάρχει διαφορετική απόκλιση των πραγματικών από τις επίσημες ονομαστικές τιμές των υβριδικών οχημάτων σε σύγκριση με τις αντίστοιχες τιμές κατανάλωσης καυσίμου και εκπομπών CO των συμβατικών οχημάτων.

Ωστόσο είναι γεγονός ότι τα υβριδικά οχήματα συμμορφώνονται με τις νομοθετημένες απαιτήσεις εκπομπών ρύπων χωρίς ιδιαίτερα προβλήματα.

Εκπομπές CARB

Διαβαθμίσεις CARB ΟΜΑΔΟΠΟΙΗΣΗ ΕΚΠΟΜΠΩΝ ΓΙΑ ΕΠΙΒΑΤΙΚΑ ΟΧΗΜΑΤΑ

ZEV Zero Emission Vehicle Όχημα Μηδενικών Εκπομπών

AT PZEV Advanced Technology Partial Zero Emission Vehicle Εξελιγμένης Τεχνολογίας Όχημα Σχεδόν Μηδενικών Εκπομπών

PZEV Partial Zero Emission Vehicle Όχημα Σχεδόν Μηδενικών Εκπομπών

SULEV Super Ultra Low Emission Vehicle Όχημα Πολύ Χαμηλών Εκπομπών

ULEV Ultra Low Emission Vehicle Όχημα Εξαιρετικά Χαμηλών Εκπομπών

LEV Low Emission Vehicle Όχημα Χαμηλών Εκπομπών



Σχήμα 1.4: Τα πρότυπα SULEV είναι 75% περίπου πιο αυστηρά από τα ULEV και σχεδόν 90% καθαρότερα από τα LEV για καυσαέρια που δημιουργούν αιθάλη.

Τα οχήματα SULEV θα εκπέμπουν λιγότερο από 500 gr υδρογονανθράκων σε 65.000 Km οδήγησης.

Τα οχήματα AT-PZEV χρησιμοποιούν εξελιγμένη τεχνολογία ικανή να παράγει μηδενικές εκπομπές κατά τη διάρκεια τουλάχιστον μέρους του κύκλου ζωής του οχήματος.

#### **1.4. Εξέλιξη υβριδικής τεχνολογίας**

Νέες τεχνολογίες

Οι συνεχώς αυξανόμενες απαιτήσεις προστασίας του περιβάλλοντος, η οικονομία καυσίμου και ο ανταγωνισμός οδηγούν τους κατασκευαστές αυτοκινήτων σε μια



κούρσα τεχνολογικής κορύφωσης. Νέες εξελίξεις, καινοτομίες και βελτιώσεις κάνουν την εμφάνισή τους στα ταχέως πληθυνόμενα υβριδικά οχήματα.

#### Το Hyundai Elantra LPI Hybrid – Υβριδικό με κινητήρα (LPG)

Το Hyundai Elantra LPI Hybrid παρουσιάστηκε το 2009 στην Έκθεση Αυτοκινήτων της Σεούλ και οι πωλήσεις άρχισαν στην εγχώρια αγορά της Νότιας Κορέας τον Ιούλιο του ίδιου έτους. Το Elantra LPI (Liquefied Petroleum Injected) είναι το πρώτο υβριδικό όχημα στον κόσμο που κινείται με έναν κινητήρα εσωτερικής καύσης κατασκευασμένο να λειτουργεί με υγροποιημένο αέριο (LPG) σαν καύσιμο. Το Elantra LPI, ένα ήπια υβριδικό αυτοκίνητο, είναι το πρώτο υβριδικό που υιοθέτησε εξελιγμένες μπαταρίες πολυμερών λιθίου (Li-Poly). Το Elantra LPI Hybrid αποδίδει μια διαβάθμιση οικονομίας καυσίμου 41,9 m/g ΉΠΑ (5,61 L/100 km, 50,3 m/g-imp) και εκπομπές CO 99 g/km για να χαρακτηριστεί Όχημα Εξαιρετικών Υπέρ Χαμηλών Εκπομπών (SULEV). Στα τέλη του 2010 η Hyundai είχε προγραμματίσει την παρουσίαση του Hyundai Sonata Hybrid του 2011.

#### Η Mercedes-Benz S400 BlueHybrid

Η Mercedes-Benz S400 BlueHybrid παρουσιάστηκε το 2009 στην Έκθεση Αυτοκινήτων του Σικάγου και οι πωλήσεις στις ΉΠΑ ξεκίνησαν τον Οκτώβριο του ίδιου έτους. Το S400 BlueHybrid είναι ένα ήπια υβριδικό αυτοκίνητο και το πρώτο υβριδικό που υιοθέτησε μπαταρία ιόντων λιθίου. Η υβριδική τεχνολογία στο S400 αναπτύχθηκε σε συνεργασία με την Daimler AG και την BMW. Η ίδια υβριδική τεχνολογία που χρησιμοποιείται στο BMW ActiveHybrid 7 είχε προγραμματιστεί να βγει στην αγορά των ΉΠΑ και της Ευρώπης στα μέσα του 2010.

#### Η BMW X6 ActiveHybrid

Τον Δεκέμβριο του 2009 η BMW ξεκίνησε τις πωλήσεις του πλήρως υβριδικού BMW Active Hybrid X6. Η BMW X6 Active Hybrid είναι αδιαμφισβήτητα το πιο δυνατό υβριδικό, αφού αποδίδει 480 hp, με τη ροπή του να φτάνει τα 260 kg. Τα 400 άλογα παράγονται από τον 4,4 L V8 turbo κινητήρα, ενώ τα υπόλοιπα από δύο σύγχρονους ηλεκτροκινητήρες που τροφοδοτούνται από μπαταρίες λιθίου 2,4 kWh. Ο κινητήρας είναι συνδεδεμένος με τους δύο ηλεκτροκινητήρες μέσω ενός «διπλού» ενεργού κιβωτίου με 4 συμπλέκτες. Στις χαμηλές ταχύτητες λειτουργεί μόνο ο ένας ηλεκτροκινητήρας, ενώ όταν απαιτείται περισσότερη δύναμη, ξεκινά ο δεύτερος ηλεκτροκινητήρας και ο κινητήρας εσωτερικής καύσης. Αυτή η δυνατότητα καθιστά το X6 Active Hybrid «πλήρως υβριδικό» αυτοκίνητο, αφού μπορεί να ταξιδέψει αποκλειστικά με τον ηλεκτροκινητήρα με ταχύτητες έως 60 km για απόσταση περίπου 2,5 km.

#### Το υβριδικό Honda CR-

Οι πωλήσεις του Honda CR-Z του 2011 ξεκίνησαν τον Φεβρουάριο του 2010 στην Ιαπωνία και τον Αύγουστο του 2010 στις ΉΠΑ, καθιστώντας το τρίτο υβριδικό ηλεκτροκίνητο αυτοκίνητο της Honda στην αγορά. Το CR-Z ήταν προγραμματισμένο

να παρουσιαστεί επίσης στην ευρωπαϊκή αγορά μέσα στο 2010. Το CR-Z κινείται από το υβριδικό σύστημα IMA. Αυτό απαρτίζεται από έναν κινητήρα i-VTEC κυβισμού 1,5 L, αλλά και από έναν ηλεκτροκινητήρα. Η συνολική ιπποδύναμη αγγίζει τους 124 hp, ενώ η ροπή του τα 17,7 kg•m και οι επιδόσεις αυτές περνούν στους κινητήριους τροχούς μέσω του χειροκίνητου κιβωτίου των 6 σχέσεων. Η Honda αναφέρει επίσης ότι η κατανάλωση καυσίμου είναι μόλις 5 L/100 km, ενώ οι εκπομπές CO 117 gr/km.

### Toyota

Η Toyota ανακοίνωσε τα σχέδιά της να προσθέσει υβριδικές μεταδόσεις κίνησης σε δέκα νέα υβριδικά μοντέλα από το 2009 έως και το 2012, αναμένοντας να πωλεί παγκοσμίως ένα εκατομμύριο υβριδικά αυτοκίνητα τον χρόνο στην αρχή αυτής της δεκαετίας. Δύο από τα τελευταία αυτοκίνητα-concept της Toyota είναι το Prius Custom Plus Concept και το Toyota FT-CH (Future Toyota Compact Hybrid). Το Prius Custom Plus αποτελεί τροποποίηση του Toyota Prius και εμφανίστηκε στο Σαλόνι Αυτοκινήτου του Τόκιο το 2010.



Εικόνα 1.5: Το Toyota Auris Hybrid του 2011.

Το Toyota Auris Hybrid του 2011 είναι το πρώτο υβριδικό ηλεκτροκίνητο όχημα μαζικής παραγωγής που κατασκευάζεται στην Ευρώπη, στο εργοστάσιο Burnaston της Toyota Manufacturing UK (TMUK). Το Auris Hybrid του 2011 έχει την ίδια μετάδοση κίνησης με το Prius, ενώ η συνδυασμένη κατανάλωση καυσίμου είναι μόλις 3,80 L/100 km.

### Touareg Hybrid

Η Volkswagen είχε ανακοινώσει στην Έκθεση Αυτοκινήτου της Γενεύης το 2010 την παρουσίαση του Touareg Hybrid του 2012, που ήταν προγραμματισμένη για το 2011. Η VW ανακοίνωσε επίσης τα σχέδιά της για την παρουσίαση πετρελαιοκίνητων-ηλεκτροκίνητων υβριδικών εκδόσεων των πιο δημοφιλών μοντέλων της μέσα στο 2012, ξεκινώντας από το νέο Jetta, ακολουθούμενο από το Golf Hybrid μέσα στο 2013 και με επιπλέον υβριδικές εκδόσεις του Passat

## Peugeot 3008 Hybrid4

Η Peugeot παρουσίασε επίσημα στη Διεθνή Έκθεση Αυτοκινήτου στο Παρίσι το πρώτο υβριδικό αυτοκίνητο μαζικής παραγωγής με πετρελαιοκινητήρα.

Το νέο 3008 Hybrid4 κινείται από έναν κινητήρα Diesel 2 L, με απόδοση 163 hp, ο οποίος μεταφέρει την παραπάνω ισχύ μέσω ενός ηλεκτρονικά ελεγχόμενου κιβωτίου 6 ταχυτήτων στους εμπρόσθιους τροχούς. Ταυτόχρονα ένας συμπαγής σε μέγεθος ηλεκτροκινητήρας με μέγιστη απόδοση 37 hp θα έχει την ικανότητα να μεταφέρει κάτι παραπάνω από 200 N m ροπής στους πίσω τροχούς. Έτσι, το νέο 3008 Hybrid4, ανάλογα με το πρόγραμμα επιλογής λειτουργίας των κινητήρων, θα αποδίδει συνδυασμένη ισχύ 200 hp και ροπή της τάξης των 500 N m (200 N m από τον ηλεκτροκινητήρα και 300 N m από τον 2λιτρο κινητήρα). Τόσο η ενέργεια που παράγεται, όσο και εκείνη που ανακτάται μέσω της πέδησης αποθηκεύονται στους συσσωρευτές νικελίου-υβριδίου μετάλλου. Οι συσσωρευτές βρίσκονται κάτω από το δάπεδο του χώρου φόρτωσης και το βάρος τους φτάνει τα 120 κιλά.

Τα τεχνικά χαρακτηριστικά του νέου 3008 Hybrid4 εντυπωσιάζουν, καθώς η μέση τυποποιημένη κατανάλωση κυμαίνεται στα 3,8 L/100 km, ενώ οι εκπομπές CO δεν ξεπερνούν τα 99 g/km. Επίσης η επιτάχυνση από τα 0 στα 100 km/h επιτυγχάνεται σε 8,8 s και η τελική φτάνει τα 209 km/h. Τέλος, θα πρέπει να σημειωθεί ότι το ίδιο υβριδικό σύστημα κίνησης αναμένεται να χρησιμοποιηθεί και στην αντίστοιχη έκδοση του νέου Peugeot 508.

## Volkswagen Cross Coupe, ένα Diesel υβριδικό

Το VW Cross Coupe TDI plug-in είναι μάλλον έτοιμο για παραγωγή. η αγορά Diesel ήδη παρέχει υβριδικά προϊόντα. Το VW Cross Coupe κατασκευάζεται από την εταιρεία με τη νέα τεχνολογία Modular Transverse Matr9 ή MQB (Modularer Querbaukasten). Η τεχνολογία αυτή αφορά μια πολύ σημαντική αρχιτεκτονική αμαξώματος, η οποία θα εφαρμοστεί στα περισσότερα μοντέλα της VW Group. Ορισμένες παράμετροι σχεδιασμού είναι τυποποιημένες σε όλη τη σειρά μοντέλων και εμπορικών σημάτων, συμπεριλαμβανομένης της τοποθέτησης των κινητήρων.

Τεχνικά χαρακτηριστικά:

Το Cross Coupe τα έχει όλα:

- Οικονομία, παρά τα 1.858 κιλά που ζυγίζει. Έχει κατανάλωση 1,8 L/100 km.
- Εκπομπές ρύπων μόλις 46 g/km, ενώ επιταχύνει στα 100 km/h μόλις σε 6,5 s πριν από την τελική ταχύτητα των 220 km/h. Αυτό το αποτέλεσμα επιτυγχάνεται από τον κινητήρα EA288 με ροπή στα 400 N•m στις 1.750 στροφές/λεπτό, σε συνδυασμό με δύο ηλεκτροκινητήρες και περαιτέρω ροπή στα 180 N • m στον εμπρός άξονα και 270 N • m στον πίσω.

- Στην ηλεκτρική του λειτουργία, όταν ο TDI είναι αποσυνδεδεμένος από το σύστημα μετάδοσης και το εξατάχυτο DSG είναι ενεργοποιημένο, το Cross Coupe προσφέρει τελική ταχύτητα 120 km/h και το όχημα είναι σε θέση να διανύσει μια απόσταση 45 km.

## Η ηλεκτρική κίνηση

Το SUV, ενώ βρίσκεται σε ηλεκτρική λειτουργία, έχει διαμορφωθεί έτσι ώστε να προσφέρει δύο διαφορετικές μορφές οδήγησης: οδήγηση πόλης, όπου το όχημα το κινεί μόνο ο οπίσθιος ηλεκτροκινητήρας για μεγιστοποίηση του βεληνεκούς αυτονομίας και οδήγηση σπορ, στην οποία λειτουργούν και οι δύο ηλεκτροκινητήρες, προσφέροντας περισσότερη ισχύ και ένα δυναμικά ενισχυμένο στιλ οδήγησης. Οι δύο ηλεκτροκινητήρες τροφοδοτούνται από μπαταρία ιόντων λιθίου, η οποία αποτελείται από οκτώ συστοιχίες. Η μπαταρία έχει χωρητικότητα 9,8 kWh και έχει τοποθετηθεί στον κεντρικό άξονα του αυτοκινήτου. Τα ηλεκτρονικά εξαρτήματα λειτουργούν στα 370 V και είναι ενσωματωμένα στο μπροστινό μέρος του κινητήρα. Επιτηρούν τη διαχείριση της ροής της υψηλής τάσης και της ενέργειας προς και από την μπαταρία, καθώς και τους ηλεκτροκινητήρες. Το δωδεκάβολτο ηλεκτρικό σύστημα δέχεται ενέργεια μέσω ενός μετατροπέα DC/DC. Για να φορτιστεί η μπαταρία μέσω του Diesel κινητήρα EA288, ο οδηγός μπορεί να επιλέξει τη λειτουργία φόρτισης του Cross Coupe πατώντας ένα κουμπί δίπλα στον λεβιέ ταχυτήτων.

## ΚΕΦΑΛΑΙΟ 2 - ΒΑΣΙΚΕΣ ΑΡΧΕΣ ΛΕΙΤΟΥΡΓΙΑΣ ΥΒΡΙΔΙΚΩΝ ΟΧΗΜΑΤΩΝ

### **2.1 Τύποι κινητήρων υβριδικών οχημάτων**

Ένα υβριδικό όχημα μπορεί να χρησιμοποιεί διάφορες εναλλακτικές λύσεις «δεύτερου» κινητήρα, όπως έναν θερμικό κινητήρα (βενζινοκινητήρα, πετρελαιοκινητήρα) και έναν ηλεκτροκινητήρα. Μπορεί όμως, ανάλογα με την κατασκευή του, να χρησιμοποιεί για την κίνησή του, εκτός από την ηλεκτρική, διάφορες άλλες πηγές ενέργειας, όπως προαναφέρθηκε, και με αυτό το κριτήριο κατατάσσεται σε διαφορετική κατηγορία.

Σήμερα οι γνωστές κατηγορίες υβριδικών οχημάτων, ανάλογα με τις πηγές ενέργειας που χρησιμοποιούν, είναι:

#### **2.1.1 Καθαρά υβριδικά**

Οχήματα με ηλεκτροκινητήρα και βενζινοκινητήρα ή άλλον κινητήρα διπλού καυσίμου (π.χ., LPG, CNG). Σε μια τέτοια διάταξη η μετάδοση ισχύος μπορεί να είναι σε σειρά, παράλληλη ή μεικτή.

Οχήματα με ηλεκτροκινητήρα και πετρελαιοκινητήρα. Μια τέτοια διάταξη δε διαφέρει από την προηγούμενη, και η μετάδοση ισχύος μπορεί να είναι επίσης σε σειρά, παράλληλη ή μεικτή.

#### **2.1.2 Άλλες υβριδικές διατάξεις**

Εκτός από τα υβριδικά οχήματα με χρήση ηλεκτροκινητήρα σε συνδυασμό με μια μηχανή εσωτερικής καύσης, υπάρχουν και άλλες διατάξεις υβριδικών συστημάτων, όπως: τα υδραυλικά υβριδικά, τα πνευματικά υβριδικά και τα υβριδικά με κυψέλες καυσίμου.

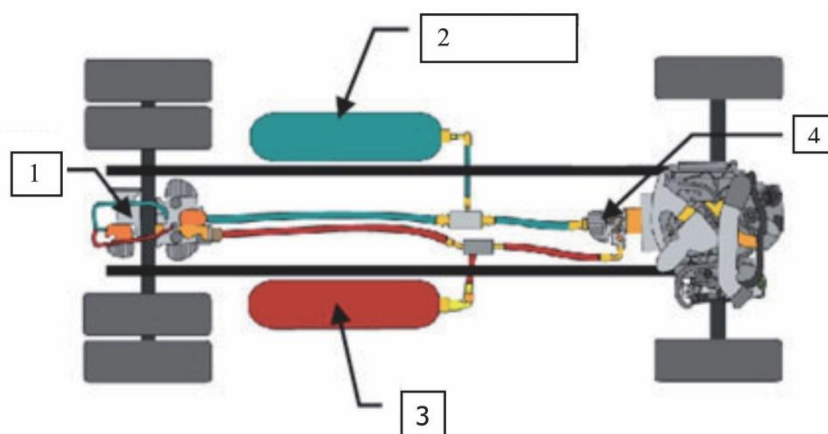
Τα υδραυλικά υβριδικά και τα πνευματικά υβριδικά είναι διατάξεις που βρίσκουν εφαρμογή σε μεγάλα φορτηγά οχήματα γιατί απαιτούν μεγάλο χώρο εγκατάστασης. Η εφαρμογή τους έχει ως αποτέλεσμα τη μείωση κατανάλωσης καυσίμου από 20% έως 30% με αντίστοιχη μείωση των εκπομπών καυσαερίων. Μια υδραυλική ή πνευματική διάταξη χρησιμοποιείται για την ανάκτηση ενέργειας κατά το φρενάρισμα του κινητήρα ή κατά την επιβράδυνση του οχήματος. Η ενέργεια αυτή αποθηκεύεται και επαναχρησιμοποιείται όταν απαιτηθεί.

### 2.1.3 Υβριδικά υδραυλικά οχήματα

Ένα υδραυλικό υβριδικό όχημα χρησιμοποιεί για συμπληρωματική μετάδοση ισχύος ένα υδραυλικό σύστημα ανάκτησης, αποθήκευσης και επαναχρησιμοποίησης της ενέργειας.

Μια αντλία μεταβλητής μετατόπισης αντικαθιστά τον κινητήρα-γεννήτρια και ένας υδραυλικός συσσωρευτής αποθηκεύει ενέργεια σε μία ή δύο δεξαμενές διπλής ενέργειας. Οι δεξαμενές αυτές χρησιμοποιούν από τη μια κάποιο υδραυλικό υγρό και από την άλλη (με τη μορφή συμπιεσμένου αερίου) άζωτο σε υψηλή πίεση, σύστημα που είναι ανάλογο με τις υδροπνευματικές αναρτήσεις της Citroen.

Σε αντίθεση με τα άλλα ηλεκτρικά αυτοκίνητα τα οποία χρησιμοποιούν σύστημα ανάκτησης ισχύος για την παραγωγή ηλεκτρικής ενέργειας, την οποία αποθηκεύουν σε μία μπαταρία για χρήση από τον ηλεκτροκινητήρα το υδραυλικό υβριδικό σύστημα ανακτά την ενέργεια στη μορφή πεπιεσμένου υδραυλικού ρευστού. Η ενέργεια ανακτάται κατά τη διάρκεια της επιβράδυνσης του οχήματος. Το υδραυλικό υβριδικό όχημα χρησιμοποιεί την υδραυλική ενέργεια για την επιτάχυνση προώθησης, γεγονός που επιφέρει σημαντική μείωση στην κατανάλωση καυσίμου και επιτυγχάνει βελτιωμένη επιτάχυνση χάρη στη μεγάλη ισχύ των υδραυλικών συστημάτων. Ο υδραυλικός συσσωρευτής είναι φτηνότερος και έχει μεγαλύτερη διάρκεια από τις μπαταρίες που χρησιμοποιεί ένα υβριδικό ηλεκτρικό όχημα.

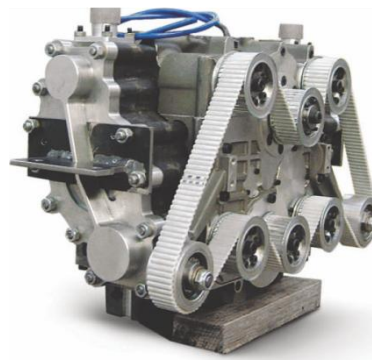


Σχήμα 2.1: Σχηματική διάταξη υβριδικού υδραυλικού οχήματος (1) Υδραυλική αντλία-κινητήρας σε σειρά, (2) Συσσωρευτής χαμηλής πίεσης, (3) Συσσωρευτής υψηλής πίεσης, (4) Υδραυλική μετάδοση.

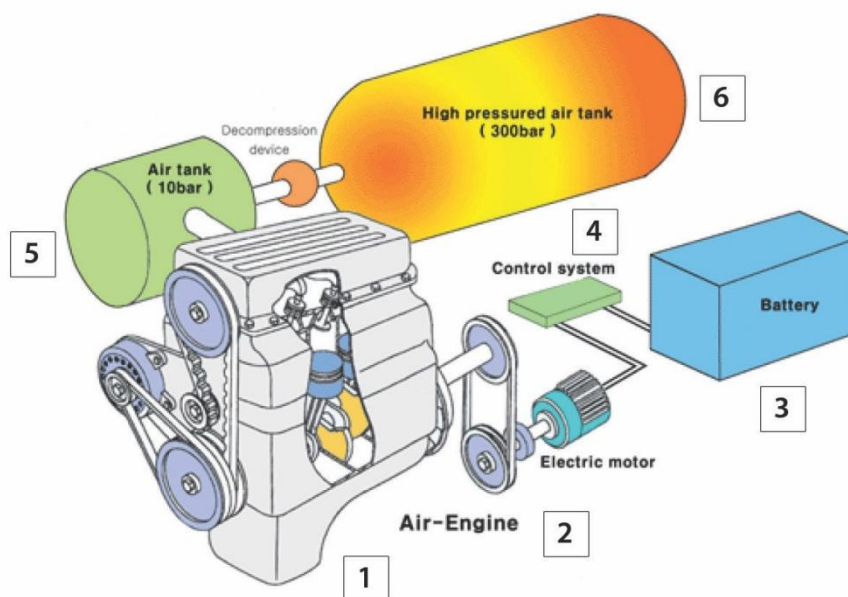
### 2.1.3 Υβριδικά πνευματικά οχήματα

Ο αέρας σε συμπιεσμένη μορφή μπορεί να αποτελέσει το μέσο για την προώθηση ενός υβριδικού οχήματος με συμπιεστή βενζίνης, για να παρέχει την απαιτούμενη ισχύ μετάδοσης κίνησης. Στη Γαλλία (Moteur Developpement International)

παράγονται τέτοια οχήματα αέρος. Το Citroen C3 Hybrid Air αποτελεί επίσης το πρώτο υβριδικό όχημα με ανάκτηση ενέργειας από τη χρήση συμπιεσμένου αέρα κατά τη διάρκεια της πέδησης. Το σύστημα παραγωγής και μετάδοσης της ισχύος είναι παρόμοιο με αυτό ενός υβριδικού ηλεκτρικού οχήματος.



Εικόνα 2.2: Υβριδικά πνευματικά οχήματα & πνευματικός κινητήρας.



Σχήμα 2.3: Σχηματική διάταξη υβριδικού πνευματικού κινητήρα: (1) Κινητήρας αέρα, (2) Ηλεκτρικός κινητήρας, (3) Μπαταρία, (4) Μονάδα έλεγχου, (5) Δεξαμενή αέρα χαμηλής πίεσης, (6) Δεξαμενή υψηλής πίεσης.

Η εταιρεία Energinne κατασκεύασε ένα όχημα που κινείται με συμπιεσμένο αέρα. Ο κινητήρας, που προωθεί το συγκεκριμένο υβριδικό πνευματικό όχημα, λειτουργεί δίπλα σε έναν ηλεκτροκινητήρα.

Ο συμπιεσμένος αέρας οδηγεί τα έμβολα που δίνουν την τελική κίνηση στους τροχούς. Ο αέρας συμπιέζεται χρησιμοποιώντας έναν μικρό κινητήρα, ο οποίος τροφοδοτείται από μια 48 V μπαταρία, που τροφοδοτεί τόσο τον συμπιεστή αέρα, όσο και τον ηλεκτροκινητήρα.

Όταν ο αέρας συμπιεστεί, αποθηκεύεται σε μια δεξαμενή που βρίσκεται επί του οχήματος. Ο συμπιεσμένος αέρας χρησιμοποιείται όταν το όχημα απαιτεί αρκετή ισχύ, όπως κατά τη διάρκεια της εκκίνησης και της επιτάχυνσης. Ο ηλεκτροκινητήρας μπαίνει σε λειτουργία όταν το όχημα έχει αποκτήσει σταθερή ταχύτητα. Το σύστημα είναι εύκολο στην κατασκευή του και μπορεί να προσαρμοστεί σε οποιοδήποτε συμβατικό σύστημα κινητήρα.

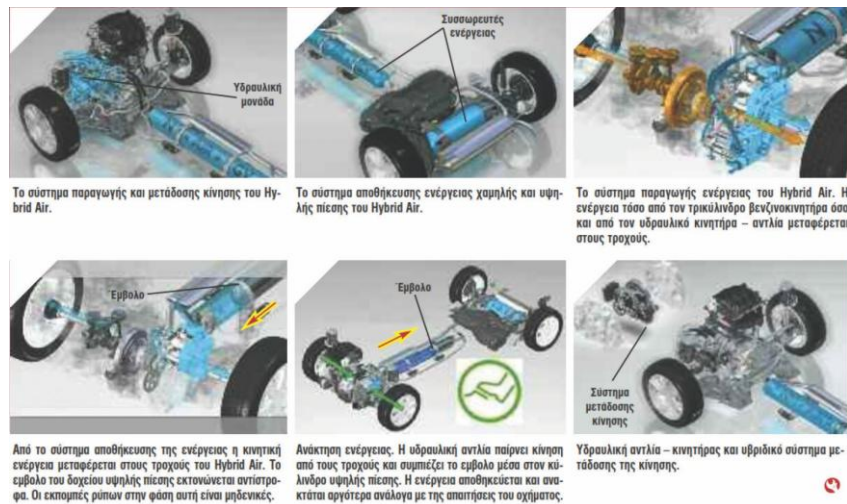
Πρόκειται για ένα σύστημα με δύο ξεχωριστούς κινητήρες, οι οποίοι λειτουργούν σε διαφορετικές χρονικές στιγμές, και οι δύο όμως τη στιγμή που είναι πιο αποδοτικοί. Η διάταξη δεν απαιτεί κινητήρα Μ.Ε.Κ., οπότε δεν υπάρχουν απαιτήσεις για καύσιμα, καθιστώντας έτσι το όχημα μη ρυπογόνο. Μια ηλεκτρονική μονάδα ελέγχου αναλαμβάνει την καλύτερη δυνατή διαχείριση της ενέργειας, με αποτέλεσμα αεροκινητήρας και ηλεκτροκινητήρας να εργάζονται με την καλύτερη δυνατή απόδοση. Επιπλέον, η ενέργεια που παράγεται κατά το φρενάρισμα αποθηκεύεται και επαναχρησιμοποιείται για την ενίσχυση του κινητήρα κατά τη διάρκεια της επιτάχυνσης.

Citroen C3 Hybrid Air: το πρώτο υβριδικό όχημα με αέρα από την PSA

Η PSA σχεδίασε ένα ριζικά νέο υβριδικό σύστημα κίνησης-μετάδοσης, καθώς και ένα νέο παραμετροποιήσιμο πλαίσιο. Εάν η κατανάλωση των 3 L/100 km σε ένα πρακτικό, με- γάλου μεγέθους αυτοκίνητο αποτελούσε κάποτε έναν ανέφικτο στόχο, τα 2 L/100 km μάλλον θα ακούγονταν σαν κάτι παράδοξο. Αυτό είναι εφικτό πλέον από την PSA Peugeot Citroen μετά την αποκάλυψη της πατενταρισμένης τεχνολογίας Hybrid Air. Μια τεχνολογία που συνιστά το κλειδί για την επίτευξη της εν λόγω κατανάλωσης έως το 2020. Στα πλαίσια αυτού του στόχου, η Citroen παρουσίασε στην έκθεση της Γενεύης το Citroen C3

Hybrid Air Prototype με τον νέο Hybrid Air κινητήρα της. Ο στόχος για την εταιρεία είναι να παραχθεί το όχημα στα μέσα του 2016. Με την προοπτική να επιτευχθεί στην Ευρώπη ο στόχος κατανάλωσης καυσίμου για ένα μεγάλου μεγέθους αυτοκίνητο στα 4,1 L/100 km και μείωσης των εκπομπών ρύπων στο ίδιο χρονικό διάστημα, η PSA αποφάσισε να κάνει μια πιο ριζοσπαστική προσέγγιση στην υβριδική τεχνολογία.





Σχήμα 2.4: Βασικές αρχές λειτουργίας του «Hybrid Air».

### 2.1.4 Κυψέλες καυσίμου

Οι κυψέλες καυσίμου είναι ηλεκτροχημικές κυψέλες μέσα στις οποίες η χημική ενέργεια ενός κατάλληλου καυσίμου μετατρέπεται συνεχώς σε ηλεκτρική με τη χρήση του οξυγόνου (O) της ατμόσφαιρας. Τα πιο κοινά καύσιμα τα οποία διατίθενται σε τέτοιες εφαρμογές είναι το υδρογόνο (H), η μεθανόλη (CH<sub>3</sub>OH) και, σε πιο περιορισμένο βαθμό, το μεθάνιο (σε πολύ υψηλές θερμοκρασίες). Επειδή τα συμβατικά καύσιμα δεν μπορούν να χρησιμοποιηθούν απευθείας θα πρέπει να μετατραπούν σε H<sub>2</sub> με μία χημική αντίδραση αναδημιουργίας αερίου. Η λειτουργία της κυψέλης καυσίμου είναι πολύ αποδοτική και παράγει χαμηλά επίπεδα εκπομπών ρύπων. Αυτές είναι σπονδυλωτές σε σχεδίαση και μπορούν για τον λόγο αυτό να χρησιμοποιηθούν σε μία ευρεία κλίμακα ισχύος από μερικά W σε αρκετά MW. Εξαιτίας αυτών των χαρακτηριστικών και των πολλά υποσχόμενων νέων εξελίξεων στον τομέα των κυψελών καυσίμου χαμηλής θερμοκρασίας, οι κατασκευαστές των αυτοκινήτων βλέπουν τώρα την κίνηση με κυψέλες καυσίμου ως μια σοβαρή εναλλακτική στον κινητήρα εσωτερικής καύσης για τις αυτοκινητικές εφαρμογές. Για τον λόγο αυτό οι μεγάλοι κατασκευαστές οχημάτων εργάζονται εντατικά στην εξέλιξη κυψελών καυσίμου που είναι κατάλληλες για αυτοκινητική χρήση.

#### Σύγκριση κυψελών καυσίμου και μπαταριών

Τόσο οι κυψέλες καυσίμου, όσο και οι μπαταρίες είναι γαλβανικά στοιχεία και έχουν πολλές ομοιότητες μεταξύ τους. Και οι μεν και οι δε αποτελούνται από μία άνοδο και μία κάθοδο σε επαφή με τον ηλεκτρολύτη. Και οι δύο διατάξεις παράγουν ηλεκτρικό ρεύμα μετατρέποντας τη χημική τους ενέργεια, η οποία αρχικά βρίσκεται σε υψηλότερη στάθμη, σε χημικές ενώσεις με χαμηλότερη στάθμη ενέργειας. Η διαφορά της χημικής ενέργειας μεταξύ της αρχικής και της τελικής κατάστασης μετατρέπεται σε ηλεκτρικό ρεύμα μέσω της ηλεκτροχημικής αντίδρασης.

Οι αντιδράσεις γίνονται στην άνοδο και την κάθοδο, ενώ τα παραγόμενα ηλεκτρόνια μεταφέρονται από την άνοδο στην κάθοδο μέσω εξωτερικού κυκλώματος και

αποτελούν το ηλεκτρικό ρεύμα. Η ηλεκτρική τάση μεταξύ ανόδου και καθόδου είναι σχετικά μικρή τόσο στις κυψέλες καυσίμου όσο και στις μπαταρίες που αποτελούνται από ένα γαλβανικό στοιχείο. Για να επιτύχουμε την απαιτούμενη ηλεκτρική τάση συνδέουμε σε σειρά πολλά στοιχεία είτε των κυψελών καυσίμου είτε των μπαταριών.

Οι κυψέλες καυσίμου διαφέρουν από τις μπαταρίες στην άνοδο και στην κάθοδο του στοιχείου. Στις μπαταρίες η άνοδος και η κάθοδος είναι μεταλλικές. Συνήθως στην άνοδο χρησιμοποιείται ψευδάργυρος και λίθιο, ενώ στην κάθοδο χρησιμοποιούνται τα μεταλλικά οξειδιά τους. Οι κυψέλες καυσίμου ουσιαστικά έχουν αέρια, το  $H$  για την άνοδο και το  $O$  για την κάθοδο, τα οποία έρχονται σε επαφή με καταλύτη από λευκόχρυσο για να επιταχυνθούν οι ηλεκτροχημικές αντιδράσεις.

Οι κυψέλες καυσίμου διαφέρουν επίσης από τις μπαταρίες όσον αφορά την αποθήκευση των αντιδρώντων ουσιών. Στις μπαταρίες η άνοδος και η κάθοδος αποτελούν τα αντιδρώντα υλικά και καταναλώνονται κατά τη διάρκεια της χρήσης τους. Όταν τα υλικά αυτά καταναλωθούν, σταματά η λειτουργία της μπαταρίας και αυτή πρέπει ή να αντικατασταθεί ή να επαναφορτιστεί, ανάλογα με τα υλικά που χρησιμοποιούνται. Στις κυψέλες καυσίμου τα αντιδρώντα υλικά παρέχονται συνεχώς από μία εξωτερική πηγή, το  $H$  από τη δεξαμενή καυσίμου και το  $O$  από τον ατμοσφαιρικό αέρα, επομένως οι κυψέλες καυσίμου μπορούν να λειτουργούν συνεχώς όσο υπάρχει διαθέσιμο καύσιμο  $H$ .



Εικόνα 2.5: Όχημα κυψελών καυσίμου της Hyundai.

Σύγκριση των κυψελών καυσίμου με τους κινητήρες εσωτερικής καύσης

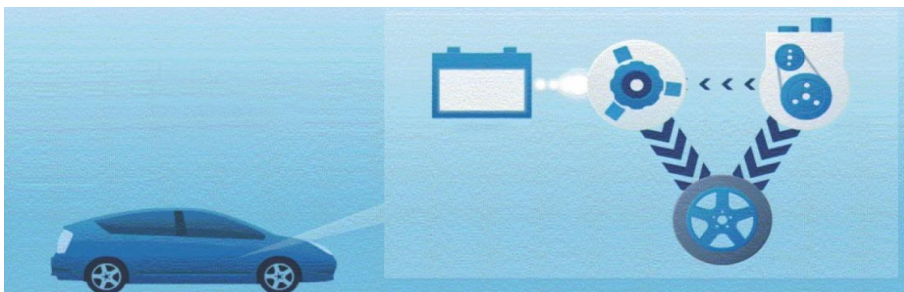
Υπάρχουν ομοιότητες μεταξύ κυψελών καυσίμου και των ΜΕΚ. Και οι δύο διατάξεις χρησιμοποιούν αέρια καύσιμα τα οποία προέρχονται από μία αποθήκη καυσίμου,  $H$  για τις κυψέλες καυσίμου, ατμοί βενζίνης για τις ΜΕΚ. Και οι δύο διατάξεις χρησιμοποιούν καύσιμα πλούσια σε  $H$ : οι κυψέλες καυσίμου καθαρό  $H$  ή άλλο καύσιμο από το οποίο έχει διαχωριστεί το  $H$ , π.χ., μεθανόλη, ενώ στις ΜΕΚ και η βενζίνη και το πετρέλαιο είναι ορυκτά καύσιμα πλούσια σε  $H$ .

## ΚΕΦΑΛΑΙΟ 3 - ΣΥΣΤΗΜΑΤΑ ΜΕΤΑΔΟΣΗΣ ΚΙΝΗΣΗΣ ΥΒΡΙΔΙΚΩΝ ΟΧΗΜΑΤΩΝ

### 3.1 Είδη και βασικές αρχές λειτουργίας συστημάτων μετάδοσης κίνησης

Τα υβριδικά οχήματα είναι οχήματα που χρησιμοποιούν για την κίνησή τους περισσότερες από μία πηγές ενέργειας. Οι πηγές αυτές τροφοδοτούνται από διάφορες επιλογές αποθήκευσης. Στην εποχή μας ο όρος «υβριδικό όχημα» αναφέρεται στον συνδυασμό ενός κινητήρα εσωτερικής καύσης με ένα ηλεκτρικό μοτέρ ή περισσότερα και στους αντίστοιχους συσσωρευτές ενέργειας (ρεζερβουάρ καυσίμου και μπαταρία). Μια άλλη μορφή υβριδικής μετάδοσης κίνησης θα μπορούσε να είναι, για παράδειγμα, ο συνδυασμός μιας κυψέλης καυσίμου και ενός ηλεκτρικού μοτέρ.

Οι υβριδικές μεταδόσεις της κίνησης καθιστούν δυνατή την κατάργηση των αδυναμιών που εμπεριέχονται στη σχεδίαση των φιλοσοφιών των αμιγώς ηλεκτρικών ή συστημάτων μετάδοσης κίνησης που χρησιμοποιούνται σε κινητήρες εσωτερικής καύσης.



Σχήμα 3.1: Υβριδικό είναι ένα όχημα με δύο πηγές κινητήριας δύναμης.

Μέχρι σήμερα όσον αφορά την Toyota και τους περισσότερους κατασκευαστές, η διάταξη περιλαμβάνει ένα ηλεκτρικό μοτέρ και έναν κινητήρα καύσης βενζίνης. Όμως υπάρχουν υβριδικά πετρελαιοκίνητα-ηλεκτροκίνητα και καθώς εξελίσσονται οι νέες τεχνολογίες, θα δούμε περισσότερες παραλλαγές, όπως είναι η τεχνολογία κυψέλης καυσίμου υδρογόνου, και φυσικά περισσότερα αμιγώς ηλεκτρικά οχήματα.

Υπάρχουν τρεις τύποι μετάδοσης ισχύος:

- το σύστημα σε σειρά,
- το παράλληλο σύστημα και
- το σε σειρά-παράλληλο (μεικτό)

### **3.1.1 Υβριδικό σε σειρά**

Ένα υβριδικό σε σειρά ή ένα σειριακό υβριδικό όχημα αναφέρεται επίσης και ως ηλεκτρικό όχημα εκτεταμένης εμβέλειας (Extended Range Electric Vehicle – EREV) ή εκτεταμένης εμβέλειας ηλεκτρικό όχημα (Range-Extended Electric Vehicle – REEV), όμως η επέκταση της εμβέλειας μπορεί να επιτευχθεί είτε με υβριδικές διατάξεις σε σειρά είτε με παράλληλες. Τα υβριδικά σε σειρά οχήματα κινούνται από το ηλεκτρικό μοτέρ χωρίς μηχανική σύνδεση με τον κινητήρα.

Η σειριακή διάταξη των υβριδικών εξαρτημάτων απαιτεί δύο ηλεκτρικά μοτέρ και έναν κινητήρα εσωτερικής καύσης. Το ένα ηλεκτρικό μοτέρ είναι παραγωγικό, το άλλο είναι κινητήριο. Ο κινητήρας εσωτερικής καύσης δεν είναι συνδεδεμένος με την κίνηση. Αυτός φορτίζει την μπαταρία μέσω ενός εναλλάκτη ή παρέχει απευθείας την απαιτούμενη ενέργεια στο ηλεκτρικό μοτέρ. Αυτό σημαίνει ότι η απόδοση της ισχύος που είναι αναγκαία για να κινήσει το όχημα μεταδίδεται αποκλειστικά από το ηλεκτρικό μοτέρ στον άξονα κίνησης. Ένα πλεονέκτημα αυτής της διάταξης είναι ότι ο κινητήρας εσωτερικής καύσης μπορεί να λειτουργεί στην πραγματικότητα στατικά, δηλαδή για το μεγαλύτερο μέρος της λειτουργίας του στην περιοχή της βέλτιστης αποδοτικότητας. Η έλλειψη μηχανικής σύνδεσης σημαίνει ότι το ηλεκτρικό μοτέρ μπορεί να βρίσκεται τοποθετημένο ξεχωριστά από τον κινητήρα εσωτερικής καύσης.

Ένα μειονέκτημα αυτής της διάταξης βρίσκεται στην πολλαπλή μετατροπή της ενέργειας και στις σχετικές απώλειες αποδοτικότητας. Εάν ληφθεί υπόψη η συνήθης μέση απώλεια των μεμονωμένων εξαρτημάτων, θα πρέπει να υπολογιστεί μια συνολική απώλεια της τάξης του 30%.

Από τα μέσα της δεκαετίας του 1980 κατέστη εφικτό να χρησιμοποιηθεί σωστά η θεωρία της σειριακής μετάδοσης κίνησης. Μέχρι τότε δεν υπήρχαν ούτε ηλεκτρικοί κινητήρες ούτε μέσα αποθήκευσης που να διέθεταν τις απαιτούμενες δυνατότητες να εφαρμόσουν σειριακή θεωρία.

Ένα σειριακό υβριδικό σύστημα χρησιμοποιείται, για παράδειγμα, στο Toyota Coaster Hybrid (λεωφορείο). Ένα άλλο χαρακτηριστικό πεδίο εφαρμογής της σειριακής υβριδικής μετάδοσης κίνησης είναι στις αμαξοστοιχίες ντίζελ ή στα λεωφορεία που χρησιμοποιούνται στην αστική μετακίνηση με υψηλή αναλογία σταματήματος και ξεκινήματος.

### **3.1.2 Παράλληλο σύστημα μετάδοσης ισχύος**

Σε ένα παράλληλο υβριδικό, το μονό ηλεκτρικό μοτέρ και ο κινητήρας εσωτερικής καύσης βρίσκονται τοποθετημένοι έτσι ώστε να κινούν το όχημα ξεχωριστά ή σε συνδυασμό. Σε αντίθεση με τη διάταξη διαχωρισμού της ισχύος, όπου την κίνηση δίνει μόνο ένα ηλεκτρικό μοτέρ. Συνηθέστερα ο κινητήρας εσωτερικής καύσης, το ηλεκτρικό μοτέρ και το κιβώτιο ταχυτήτων συμπλέκονται με αυτόματα ελεγχόμενους συμπλέκτες. Για την ηλεκτρική κίνηση ο συμπλέκτης μεταξύ του κινητήρα

εσωτερικής καύσης είναι μη συμπλεγμένος, ενώ ο συμπλέκτης προς το κιβώτιο ταχυτήτων είναι συμπλεγμένος. Στη λειτουργία με τον κινητήρα εσωτερικής καύσης, ο κινητήρας και το μοτέρ λειτουργούν στις ίδιες στροφές.

Η δυνατότητα για την πρόσθεση της απόδοσης της ισχύος επιτρέπει τη σχετικά μικρή διάσταση των μηχανών, χωρίς μειονεκτήματα στις επιδόσεις της οδήγησης. Τα αναγκαία εξαρτήματα βρίσκονται διατεταγμένα σύμφωνα με την περιοχή της πιο συχνής εφαρμογής του κατασκευαστή.

Υπάρχουν διαφορετικοί τύποι εφαρμογής: για παράδειγμα, το ηλεκτρικό μοτέρ μπορεί να είναι απευθείας συνδεδεμένο με φλάντζα πάνω στον στροφαλοφόρο (στροφαλοφόρος – μίζα – εναλλάκτης) ή συνδεδεμένο στον κινητήρα εσωτερικής καύσης με μετάδοση κίνησης με ιμάντα. Και οι δύο πηγές μετάδοσης κίνησης μπορούν να χρησιμοποιηθούν συνδεδεμένες ή μεμονωμένα για να κινήσουν το όχημα. Επειδή στο σύστημα είναι ενσωματωμένο μόνο ένα ηλεκτρικό μοτέρ, το όχημα δεν μπορεί να οδηγηθεί ηλεκτρικά όσο φορτίζεται η μπαταρία.

Ήπια παράλληλο υβριδικό

Αυτοί οι τύποι χρησιμοποιούν ένα γενικά συμπαγές ηλεκτρικό μοτέρ (συνήθως < 20 kW) για να εξασφαλίζουν χαρακτηριστικά αυτόματου σταματήματος-εκκίνησης και επιπλέον υποβοήθηση ισχύος κατά τη διάρκεια της επιτάχυνσης, καθώς και για να παράγουν ρεύμα στη φάση της επιβράδυνσης (γνωστή και ως αναγεννητική πέδηση).

Παραδείγματα στον δρόμο περιλαμβάνουν τα: Civic Hybrid, Honda Insight, Mercedes- Benz S400 BlueHybrid, BMW 7-Series hybrids, General Motors BAS Hybrids και το Smart fortwo με Micro Hybrid Drive.

### **3.1.3Υβριδικά διαχωρισμού ισχύος ή σε σειρά – Παράλληλα**

Στη διάταξη «υβριδικό διαχωρισμού ισχύος» οι δύο αρχές που αναφέρθηκαν παραπάνω συνδυάζονται για να εκμεταλλευτούν τα πλεονεκτήματα και των δύο συστημάτων. Αυτή είναι μια σύνθετη δυνατότητα εφαρμογής υβριδικών μεταδόσεων κίνησης.

Σε μια υβριδική ηλεκτρική μετάδοση κίνησης με διαχωρισμό ισχύος υπάρχουν δύο κινητήρες: ένα ηλεκτρικό μοτέρ και ένας κινητήρας εσωτερικής καύσης. Η ισχύς από τους δύο κινητήρες μπορεί να μοιραστεί, για να κινήσει τους τροχούς μέσω του διαχωριστή ισχύος, ο οποίος είναι ένα απλό σετ πλανητικών γραναζιών. Η σχέση μπορεί να είναι από 0-100% για τον κινητήρα εσωτερικής καύσης ή από 0-100% για το ηλεκτρικό μοτέρ ή οτιδήποτε άλλο μεταξύ αυτών, όπως 40% για το ηλεκτρικό μοτέρ και 60% για τον κινητήρα καύσης. Το ηλεκτρικό μοτέρ μπορεί να ενεργήσει ως γεννήτρια για να φορτίσει τις μπαταρίες.

Στον ανοιχτό δρόμο η πρωτεύουσα πηγή ισχύος είναι ο κινητήρας εσωτερικής καύσης. Όταν απαιτείται η μέγιστη ισχύς, για παράδειγμα σε προσπέραση, χρησιμοποιείται το ηλεκτρικό μοτέρ για να βοηθήσει, μεγιστοποιώντας τη διαθέσιμη

ισχύ για σύντομη χρονική περίοδο, δίνοντας την εντύπωση ότι υπάρχει ένας μεγαλύτερος κινητήρας από αυτόν που πραγματικά βρίσκεται τοποθετημένος. Στις περισσότερες εφαρμογές, ο κινητήρας σβήνει όταν το αυτοκίνητο είναι σταματημένο, μειώνοντας τις εκπομπές στις πλευρές των πεζοδρομίων.

Τεχνολογίες συστημάτων μετάδοσης κίνησης

Η καινοτομία και οι στρατηγικές επιχειρηματικές συνεργασίες έχουν δώσει στην παγκόσμια αγορά οικονομικές και αποδοτικές λύσεις για την ηλεκτροκίνηση. Τα ηλεκτρικά συστήματα μετάδοσης κίνησης τυποποιούνται από διάφορους κατασκευαστές και προωθούνται μαζικά στην αγορά κατασκευαστών μικρών και μεγάλων οχημάτων. Οι τεχνολογίες αυτές κυρίως αφορούν:

- α) Ηλεκτρικά συστήματα ανεξάρτητα
- β) Ηλεκτρικά συστήματα ενσωματωμένα στο σύστημα μετάδοσης κίνησης του οχήματος
- γ) Ηλεκτρικά συστήματα ενσωματωμένα στους τροχούς κίνησης του οχήματος.

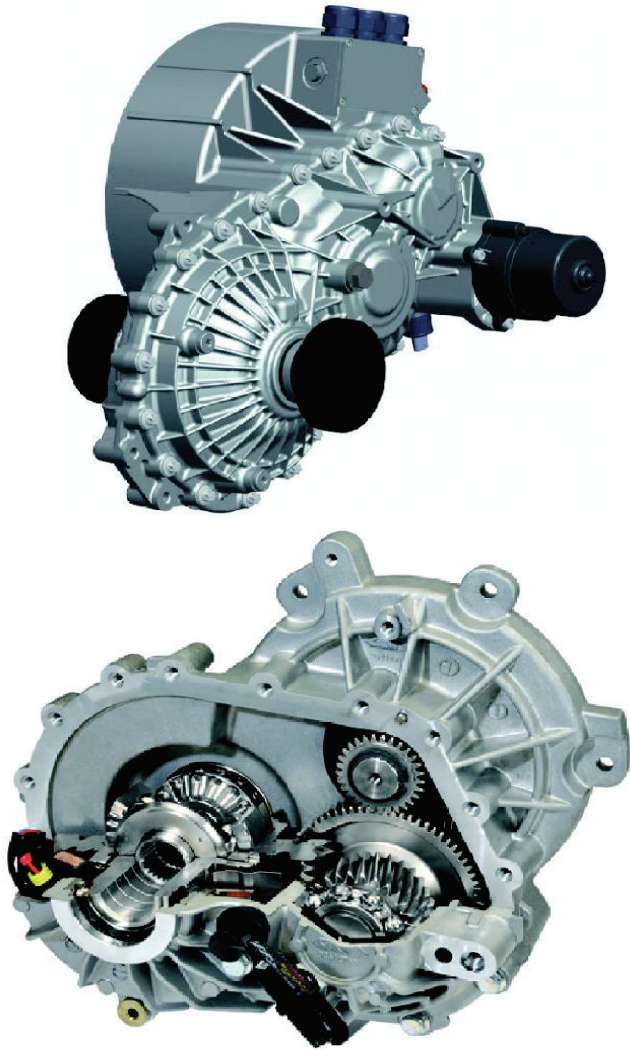
α) Ηλεκτρικά συστήματα ανεξάρτητα

Αποτελούν ανεξάρτητα συστήματα ηλεκτρικών κινητήρων-γεννητριών με τα υπόλοιπα συστήματα του οχήματος και χρησιμοποιούνται κυρίως σε μεγάλα οχήματα.

β) Ηλεκτρικά συστήματα ενσωματωμένα στο σύστημα μετάδοσης κίνησης του οχήματος

Αποτελούν συστήματα ηλεκτρικών κινητήρων-γεννητριών ενσωματωμένα στο σύστημα μετάδοσης κίνησης του οχήματος και χρησιμοποιούνται κυρίως σε μικρά οχήματα. Η εταιρεία GKN Driveline, η οποία ασχολείται με συστήματα για EVs και HEVs, αναφέρει μια σημαντική αύξηση των συστημάτων αυτών στην παγκόσμια αγορά ηλεκτροκίνητων οχημάτων. Στη συνέχεια παρουσιάζονται δύο προϊόντα της εταιρείας για την κίνηση ηλεκτρικών οχημάτων του συστήματος eAxle και του eTransmission. Τα συστήματα αυτά έχουν εγκατασταθεί ήδη σε περισσότερους από 250.000 κινητήρες.

Το eAxle είναι ένα συμπαγές και ελαφρύ σύστημα που μπορεί να παρέχει ηλεκτρική κίνηση σε ένα όχημα εξοπλισμένο με κινητήρα εσωτερικής καύσης και να το μετατρέπει σε υβριδικό. Έχει χαμηλό συντελεστή θορύβου NVH και χαμηλή κατανάλωση ενέργειας και χρησιμοποιείται από μεγάλους κατασκευαστές οχημάτων, συμπεριλαμβανομένης της Nissan, της PSA Peugeot Citroën, με την τελευταία να το χρησιμοποιεί στο HYbrid4 diesel-electric hybrid. Επίσης, το ίδιο σύστημα μπορεί να χρησιμοποιηθεί ώστε να δώσει κίνηση σε όλους τους τροχούς του υβριδικού οχήματος, επικουρούμενο από ένα ξεχωριστό σύστημα συμπλέκτη ηλεκτρονικά ελεγχόμενου. Το eTransmission, συμπαγές, ελαφρύ για μετάδοση της κίνησης, έχει σχεδιαστεί για χρήση σε ηλεκτρικά.



*Σχήμα 3,2 Ηλεκτρικό σύστημα ενσωματωμένο στο σύστημα μετάδοσης κίνησης του οχήματος*

Μια αρθρωτή σχεδίαση επιτρέπει στο σύστημα να χρησιμοποιηθεί με e-κινητήρες από διαφορετικούς προμηθευτές και με πρόσθετα χαρακτηριστικά, όπως ένα ηλεκτρικό χειρόφρενο ή ένα διαφορικό περιορισμένης ολίσθησης, που μπορούν να ενσωματωθούν έτσι ώστε να δημιουργηθεί ένα ιδιαίτερο προϊόν για κάθε κατασκευαστή.

Πλεονεκτήματα ηλεκτρικών κινητήρων-γεννητριών και συστημάτων μετάδοσης κίνησης:

Τεχνολογία αξονικής ροής για μεγαλύτερη ισχύ και ροπή.

Μέγιστη ισχύς μεγαλύτερη των 5 kW/kg σε απότομες απαιτήσεις (ονομαστική ισχύς 2,5 kW/kg). Μέγιστη ροπή 16,5 N · m/kg σε απότομες απαιτήσεις (ονομαστική ροπή 6 N · m/kg).

Προσαρμογή και ρύθμιση για ένα ευρύ φάσμα εφαρμογών: Υβριδικά και ηλεκτρικά συστήματα κίνησης για τα ελαφρά και βαρέα οχήματα Νέα τεχνολογία Range extenders Ενσωματωμένη μίζα και γεννήτρια.

Ηλεκτρικά συστήματα ενσωματωμένα στους τροχούς κίνησης του οχήματος

Τα ηλεκτρικά συστήματα αυτά είναι ενσωματωμένα στους τροχούς κίνησης του οχήματος και συνήθως αναφέρονται και ως «ηλεκτρικός τροχός». Στη συνέχεια παρουσιάζεται ο ηλεκτρικός τροχός της εταιρείας Schaeffler, ο οποίος αποτελεί καινοτομία της εταιρείας.

Οι Schaeffler και Ford παρουσίασαν τον νέο ηλεκτρικό κινητήρα-τροχό δεύτερης γενιάς, στο ηλεκτροκίνητο Fiesta, με την ονομασία «e-wheel drive». Η δεύτερη φάση δοκιμών της Schaeffler στους ηλεκτροκίνητους τροχούς, που ανέπτυξε σε συνεργασία με τη Ford

του Ευρωπαϊκού Κέντρου Έρευνας και Μηχανικής στο Άαχεν της Γερμανίας και παρουσιάστηκε την άνοιξη του 2013, έχει να επιδείξει σημαντική εξοικονόμηση βάρους, αύξηση ισχύος και ροπής, καθώς και καλύτερες επιδόσεις σε καιρικές συνθήκες κρύου, συγκριτικά με το σύστημα πρώτης γενιάς που παρουσίασε το 2010.



*Εικόνα 3,3 Το ηλεκτροκίνητο Fiesta της Ford.*



Το σύστημα είναι τοποθετημένο σε ένα Ford Fiesta με την ονομασία «Fiesta E-Wheel Drive».



Σχήμα 3,4 Τομή ηλεκτρικού τροχού.

Το σύστημα της μονάδας του ηλεκτροκίνητου τροχού παρέχει έως και 40 kW (53,6 hp) ανά μονάδα, με συνεχή παραγωγή ισχύος των τροχών 2 33 kW (44,2 hp).

Η διαθέσιμη ροπή φτάνει τα 700 N · m και η τάση κίνησής του είναι 360 V-420 V.

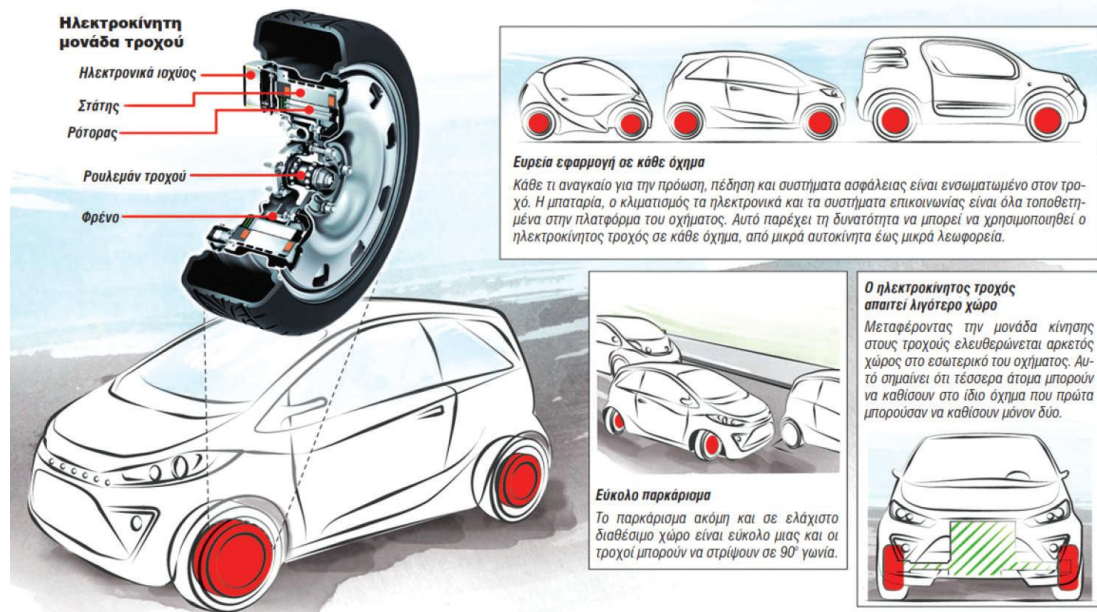
Σε σύγκριση με τη μονάδα κίνησης πρώτης γενιάς, η νέα μονάδα E-Wheel Drive έχει αύξηση της ισχύος εξόδου σε ποσοστό 33% και αύξηση της ροπής σε ποσοστό 75%.

Σε κάθε τροχό έχουν ενσωματωθεί το ψυκτικό υγρό, τα ηλεκτρονικά ισχύος και η μονάδα ελέγχου, γεγονός που σημαίνει ότι η συμφόρηση καλωδίων στο όχημα μπορεί να αποτραπεί.

Η υδρόψυκτη μονάδα κίνησης (ηλεκτροκινητήρας, ηλεκτρονικά ισχύος, φρένα, μονάδα ελέγχου, σύστημα ψύξης) είναι τοποθετημένη εγκάρσια σε καθέναν από τους οπίσθιους τροχούς.

Η ενσωμάτωση όλων αυτών των συστημάτων στον τροχό σημαίνει ότι η συμφόρηση καλωδίων στο όχημα μπορεί να αποτραπεί.

Συνδυαστικά, ηλεκτρική μονάδα κίνησης και τροχός (τροχός 16in) ζυγίζουν 45-53 κιλά περίπου περισσότερα από τις συμβατικές ρόδες, συμπεριλαμβανομένων των ρουλεμάν και των φρένων.



Σχήμα 3.5 Σχηματική διάταξη εξαρτημάτων και πλεονεκτήματα του οχήματος.

Σε σύγκριση με τη μονάδα κίνησης πρώτης γενιάς, η νέα μονάδα E-Wheel Drive έχει αύξηση της ισχύος εξόδου σε ποσοστό 33% και αύξηση της ροπής σε ποσοστό 75%.

Σε κάθε τροχό έχουν ενσωματωθεί το ψυκτικό υγρό, τα ηλεκτρονικά ισχύος και η μονάδα ελέγχου, γεγονός που σημαίνει ότι η συμφόρηση καλωδίων στο όχημα μπορεί να αποτραπεί.

Η υδρόψυκτη μονάδα κίνησης (ηλεκτροκινητήρας, ηλεκτρονικά ισχύος, φρένα, μονάδα ελέγχου, σύστημα ψύξης) είναι τοποθετημένη εγκάρσια σε καθέναν από τους πίσθιους τροχούς.

Η ενσωμάτωση όλων αυτών των συστημάτων στον τροχό σημαίνει ότι η συμφόρηση καλωδίων στο όχημα μπορεί να αποτραπεί.

Συνδυαστικά, ηλεκτρική μονάδα κίνησης και τροχός (τροχός 16in) ζυγίζουν 45-53 κιλά περίπου περισσότερα από τις συμβατικές ρόδες, συμπεριλαμβανομένων των ρουλεμάν και των φρένων.

### Υβριδικό ηλεκτρικό όχημα με πρίζα (PHEV)

Ένας άλλος υπο-τύπος που προστέθηκε στην υβριδική αγορά είναι το υβριδικό ηλεκτρικό όχημα με πρίζα Plug-in (PHEV). Το PHEV είναι συνήθως ένα γενικού καυσίμου ηλεκτρικό υβριδικό (παράλληλο ή σειριακό), με αυξημένη χωρητικότητα αποθήκευσης ενέργειας (συνήθως μπαταρίες Li-ion). Μπορεί να συνδεθεί στο δίκτυο παροχής ηλεκτρικού ρεύματος στο τέλος του ταξιδιού, για να αποφευχθεί η φόρτιση με τη χρήση του κινητήρα εσωτερικής καύσης.

## Ηλεκτρικά οχήματα με κινητήρα εσωτερικής καύσης

Opel Ampera: Το πρώτο ηλεκτρικό όχημα με κινητήρα εσωτερικής καύσης.

Το Opel Ampera είναι ένα ηλεκτρικό όχημα εκτεταμένης εμβέλειας. Κινείται μόνο ηλεκτρικά, αντλώντας ενέργεια από μια μπαταρία λιθίου και έναν κινητήρα εσωτερικής καύσης (ICE). Αν και έχει κινητήρα εσωτερικής καύσης, χαρακτηρίζεται από τον κατασκευαστή του ως ηλεκτρικό, επειδή ο κινητήρας χρησιμεύει μόνο για την παραγωγή ηλεκτρικής ενέργειας και όχι για την κίνηση του οχήματος.



Εικόνα 3.6 Opel Ampera

## **ΚΕΦΑΛΑΙΟ 4 - ΣΥΣΣΩΡΕΥΤΕΣ ΗΛΕΚΤΡΙΚΗΣ ΕΝΕΡΓΕΙΑΣ ΥΒΡΙΔΙΚΩΝ ΟΧΗΜΑΤΩΝ**

### ***4.1 Τύποι μπαταριών – Μπαταρίες υβριδικών οχημάτων***

Γενικά

Η μπαταρία είναι μια συσκευή η οποία αποθηκεύει χημική ενέργεια και την αποδεδμεύει με τη μορφή ηλεκτρισμού. Για τον σκοπό αυτό χρησιμοποιούνται ηλεκτροχημικές διατάξεις, όπως η γαλβανική στήλη. Η ανάπτυξη των μπαταριών άρχισε με την κατασκευή της βολταϊκής στήλης από τον Αλεσάντρο Βόλτα. Στα αυτοκίνητα ευρεία χρήση έχουν σήμερα, όπως προαναφέρθηκε, οι ηλεκτρικοί συσσωρευτές μολύβδου-οξέος. Οι μπαταρίες αυτές όμως δεν μπορούν να καλύψουν τις σημερινές απαιτήσεις των ηλεκτρικών και υβριδικών οχημάτων. Έτσι έχουν κατασκευαστεί διάφοροι τύποι μπαταριών που ανταποκρίνονται σε αυτές τις ανάγκες. Οι κυριότεροι τύποι αναφέρονται παρακάτω.

#### **4.1.1 Μπαταρίες μολύβδου**

Οι «κλασικοί» συσσωρευτές μολύβδου-οξέος (με ηλεκτρολύτη σε στερεά μορφή – gel) ήταν έως τις αρχές της δεκαετίας του 1990 η πρώτη επιλογή για τα διάφορα ηλεκτροκίνητα οχήματα, κυρίως λόγω του χαμηλού κόστους, της μεγάλης αξιοπιστίας, της αμελητέας «μνήμης» και της σχετικά χαμηλής αυτοεκφόρτισης. Ταυτόχρονα όμως έχουν μεγάλο βάρος (και κατά συνέπεια μικρή ενεργειακή πυκνότητα), οπότε επιβαρύνουν το όχημα με αρκετά επιπλέον κιλά. Επίσης στις περιπτώσεις ταχείας φόρτισης και πλήρους σχεδόν εκφόρτισης, που απαιτείται κατά τη χρήση των ηλεκτρικών οχημάτων, μειώνεται σημαντικά η διάρκεια της ζωής τους. Όταν μάλιστα έχουμε να κάνουμε με μπαταρίες ανοιχτού τύπου και υγρό ηλεκτρολύτη, απαιτείται επιπρόσθετα και ο ανεφοδιασμός τους με απεσταγμένο νερό. Οι μπαταρίες μολύβδου-οξέος διακρίνονται σε:

- ανοιχτού τύπου: διαθέτουν πρόσβαση σε κάθε στοιχείο τους διαμέσου καπακιών, τα οποία επιτρέπουν τον ακριβή προσδιορισμό της κατάστασης κάθε στοιχείου και τη συμπλήρωση ηλεκτρολύτη.

- κλειστού τύπου: έχουν κλειστά «σφραγισμένα» στοιχεία που δεν επιτρέπουν την πρόσβαση στο στοιχείο και το συμπλήρωμά του με ηλεκτρολύτη. Γι' αυτό δε χρειάζονται συντήρηση.
- τύπου «gel»: είναι η σύγχρονη εκδοχή της μπαταρίας μολύβδου-οξέος. Όπως υποδηλώνει το όνομά τους, ο ηλεκτρολύτης έχει μορφή «gel» και όχι υγρή. Μεγάλο πλεονέκτημα στον τύπο αυτό είναι ότι ο ηλεκτρολύτης δεν μπορεί να χυθεί. Ένα άλλο πλεονέκτημα είναι ότι κατά τη φόρτισή τους δεν εκλύουν πολύ υδρογόνο με αποτέλεσμα να μειώνεται η πιθανότητα έκρηξης και έτσι δεν απαιτείται προσθήκη νερού. Οι μπαταρίες gel αντέχουν να μείνουν τελείως αφόρτιστες, ενώ αντίθετα οι μπαταρίες μολύβδου-οξέος δεν αντέχουν.

#### **4.1.2 Μπαταρίες νικελίου-καδμίου (Ni-Cd)**

Οι μπαταρίες νικελίου-καδμίου (Ni-Cd) έχουν κατά 1,3 φορές μεγαλύτερη ενεργειακή πυκνότητα, δεν επηρεάζονται ιδιαίτερα από τις μεταβολές της θερμοκρασίας, μπορούν να φορτιστούν σε μικρό χρονικό διάστημα όταν χρειαστεί (ταχεία φόρτιση), ενώ μπορούν επίσης να ανακτήσουν τη χωρητικότητά τους αν μείνουν αφόρτιστες για μεγάλο χρονικό διάστημα.

Στα μειονεκτήματα των συσσωρευτών αυτού του τύπου περιλαμβάνονται: το αυξημένο κόστος, η «μνήμη» –εμφανίζουν καλύτερα χαρακτηριστικά σε πλήρη σχεδόν εκφόρτιση πριν από την επαναφόρτισή τους– αλλά και το πρόβλημα περισυλλογής του Cd, μετά το τέλος της ζωής των συσσωρευτών, καθώς είναι υλικό που μολύνει το περιβάλλον.

Οι μπαταρίες Ni-Cd επαναφορτίζονται εύκολα, μπορούν να δώσουν υψηλά ρεύματα εκφόρτισης, αποθηκεύονται εύκολα και αντέχουν στην κακομεταχείριση καλύτερα από τους άλλους τύπους μπαταριών. Μπορούν να αποδώσουν αρκετούς κύκλους φόρτισης- εκφόρτισης.

#### **4.1.3 Μπαταρίες νικελίου-υδριδίου μετάλλου (Ni-MH)**

Η μπαταρία νικελίου-υδριδίου μετάλλου (Ni-MH) είναι και αυτή ένας τύπος επαναφορτιζόμενης μπαταρίας παρόμοιος με τη νικελίου-καδμίου (Ni-Cd). Οι μπαταρίες νικελίου-υδριδίου μετάλλου (Ni-MH) έχουν ακόμα μεγαλύτερη ενεργειακή πυκνότητα (1,7 φορές μεγαλύτερη από εκείνη των μπαταριών μολύβδου), δηλαδή περίπου 70 Wh/kg (140 Wh/L). Μια μπαταρία Ni-MH χρησιμοποιεί ως αρνητικό ηλεκτρόδιο ένα κράμα που έχει την ικανότητα να απορροφά το υδρογόνο. Το μέταλλο (M) στο αρνητικό ηλεκτρόδιο είναι μια διαμεταλλική ένωση που περιέχει νικέλιο, ενώ ως ηλεκτρολύτης χρησιμοποιείται υδροξείδιο του καλίου. Η τάση κατά τη φόρτιση είναι 1,4 V-1,6 V ανά στοιχείο, ενώ κατά την εκφόρτιση η τάση του ρεύματος είναι 1,25 V.

Οι μπαταρίες Ni-MH έχουν το μειονέκτημα ότι η απόδοσή τους επηρεάζεται αρνητικά στις υψηλές θερμοκρασίες. Τα πλεονεκτήματά τους είναι η μεγάλη διάρκεια ζωής, η αξιοπιστία τους, ενώ το κόστος τους είναι χαμηλότερο από εκείνο των

μπαταριών λιθίου. Μπαταρίες αυτού του τύπου συναντάμε στα υβριδικά Toyota και Honda

#### **4.1.4 Μπαταρίες ιόντων λιθίου (Li-Io)**

Η ανάπτυξη νέων τεχνολογιών και η βελτίωση των υπαρκτών αναδεικνύει τις μπαταρίες ιόντων λιθίου σε αποκλειστικό «συνεργάτη» για τα υβριδικά και ηλεκτρικά οχήματα.

Τα υβριδικά ηλεκτρικά οχήματα (HEVs – Hybrid Electric Vehicles), τα Plug-in υβριδικά ηλεκτρικά οχήματα (PHEV – Plug-in Hybrid Electric Vehicles) και τα ηλεκτρικά οχήματα (EV – Electric Vehicles) εξακολουθούν να κερδίζουν την αποδοχή του κοινού ως βιώσιμες εναλλακτικές λύσεις για τα βενζινοκίνητα οχήματα. Είναι σαφές λοιπόν ότι αυτά τα οχήματα θα χρειαστούν τις κατάλληλες μπαταρίες, όσο πιο ελαφριές γίνεται, μικρές σε όγκο, με μεγάλη ισχύ και χωρητικότητα. Οι μπαταρίες ιόντων λιθίου (Lithium-ion) γίνονται όλο και περισσότερο αποδεκτές, ενώ ως εναλλακτική πηγή ισχύος θεωρούνται και οι μπαταρίες νικελίου-υδριδίου μετάλλου (Ni-MH).

Στις μπαταρίες ιόντων λιθίου (Li-Io) το στοιχείο λιθίου ιόντων έχει ένα θετικό ηλεκτρόδιο που περιέχει οξειδίο του λιθίου. Τα ιόντα του λιθίου μεταφέρονται κατά τη φόρτιση ή την εκφόρτιση από το ένα στο άλλο ηλεκτρόδιο, μέσω ενός πορώδους διαχωριστικού φύλλου εμβαπτισμένου σε ηλεκτρολύτη.

Η ασφάλεια των μπαταριών είναι υψηλών προδιαγραφών και ενισχύεται ακόμα περισσότερο με πρόσθετα μέτρα, όπως η θερμική τους προστασία και η προστασία μέσα σε ειδικό πλαίσιο-θήκη σε περίπτωση ατυχήματος. Αν και το κόστος εξακολουθεί να είναι ακόμα υψηλό, η εφαρμογή νέων τεχνολογιών στην παραγωγή και η αύξηση της ίδιας της παραγωγής εξασφαλίζουν μπαταρίες υψηλής ποιότητας και αξιοπιστίας με χαμηλότερο κόστος. Η απόκτηση τεχνογνωσίας και εμπειρίας έχει οδηγήσει τους ολιγάριθμους σημερινούς κατασκευαστές μπαταριών σε σημαντικά βήματα προόδου. Για παράδειγμα, η LG Chem/CPI στα υβριδικά ηλεκτρικά οχήματα της αγοράς έχει αναπτύξει μια προσαρμοσμένη χημική μέθοδο καθόδου-ανόδου που βελτιστοποιεί την απόδοση των μπαταριών ακόμα και σε ακραίες συνθήκες χωρίς να θυσιάζει τη ζωή της μπαταρίας.

#### **Συμπεράσματα**

Η επιτυχία των αυτοκινήτων του μέλλοντος, που θα κινούνται με ηλεκτρικές μπαταρίες, καθώς και των υβριδικών αυτοκινήτων εξαρτάται από τη χωρητικότητα της μπαταρίας (πυκνότητα ενέργειας), παρέχοντας έτσι πολύ μεγαλύτερη ανεξαρτησία κίνησης με μια φόρτιση plug-in. Υπό αυτή την προοπτική, οι μπαταρίες ιόντων λιθίου έχουν σημαντικά μεγαλύτερη χωρητικότητα σε σχέση με τις μπαταρίες Ni-MH.

Επιπλέον έχουν ακόμα ένα πλεονέκτημα: τη διάρκεια ζωής τους. Εκτιμάται ότι οι μπαταρίες ιόντων λιθίου μπορούν να χρησιμοποιηθούν περίπου για 10 χρόνια, διάρκεια που είναι διπλάσια από αυτήν των μπαταριών Ni-MH.

Εντέλει, οι μπαταρίες ιόντων λιθίου φαίνεται να είναι το κλειδί για την ηλεκτροκίνηση των αυτοκινήτων. Η βιομηχανία εξακολουθεί να εργάζεται για να εξασφαλίσει τη μαζική παραγωγή των μπαταριών, αλλά και την αντοχή τους στην καθημερινή χρήση. Υπάρχουν όμως και κάποια εμπόδια που πρέπει να υπερνικηθούν: το πρώτο είναι το κόστος και το δεύτερο η ασφάλειά τους.

Τα συστήματα μπαταριών έχουν μια χαρακτηριστική ιδιότητα από την οποία προκύπτει ότι: όσο υψηλότερη είναι η πυκνότητα ενέργειας τόσο υψηλότερος είναι ο κίνδυνος της μη ελεγχόμενης διάχυσης ενέργειας – γεγονός που μπορεί ενδεχομένως να οδηγήσει σε πυρκαγιές ή και σε σοβαρότερα επακόλουθα.

## ΚΕΦΑΛΑΙΟ 5 - ΤΕΧΝΙΚΑ ΧΑΡΑΚΤΗΡΙΣΤΙΚΑ-ΤΡΟΠΟΣ ΛΕΙΤΟΥΡΓΙΑΣ ΥΒΡΙΔΙΚΩΝ ΟΧΗΜΑΤΩΝ HONDA, TOYOTA, LEXUS

### 5.1 HONDA IMA

#### 5.1.1 Περιγραφή - Λειτουργία

Το νέο τετράθυρο Civic SE της Honda τροφοδοτείται από έναν ιδιαίτερα προηγμένο κινητήρα, τον IMA, ο οποίος συνδυάζει ισχύ από καύσιμο και ηλεκτρική ενέργεια



Εικόνα 5.1: Εσωτερικό χώρου κινητήρα.

Το νέο Civic της Honda, βασισμένο στην εμπειρία του πρωτοεμφανιζόμενου στην αγορά Insight, αντιπροσωπεύει την πρώτη εφαρμογή αυτής της τεχνολογίας. Ήδη πάνω από 15.000 μονάδες έχουν πωληθεί στην Ιαπωνία και στις ΗΠΑ και τώρα οι Ευρωπαίοι πελάτες μπορούν να ωφεληθούν από τον συνδυασμό της χαμηλής κατανάλωσης καυσίμου, σχεδόν 4,9 L/100 km, των τιμών CO<sub>2</sub> (116 g/km) και των εκπομπών καυσαερίων που υπερκαλύπτουν τα πρότυπα Euro IV. Βασισμένο στο

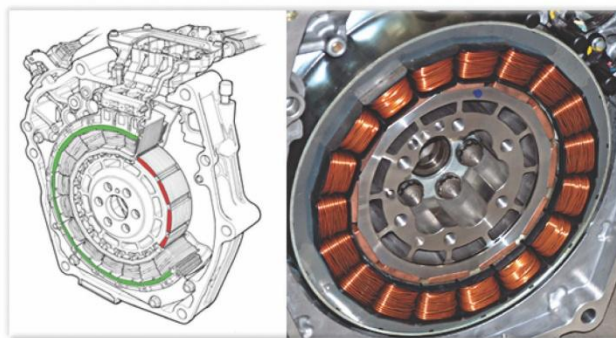


τετράθυρο Civic, το Civic IMA χρησιμοποιεί έναν βενζινοκινητήρα 1,3 L i-DSI, με σύστημα διπλής ανάφλεξης ανά κύλινδρο, που συνδυάζεται με μια ελαφριά και λεπτή σε πάχος ηλεκτρική γεννήτρια, η οποία προσφέρει εξαιρετική οικονομία καυσίμου και επιπρόσθετη ισχύ κατά την επιτάχυνση. Ο ηλεκτροκινητήρας, κατά τη διάρκεια της επιβράδυνσης και της πέδησης, ενεργεί ως γεννήτρια, επαναφορτίζοντας αυτόματα την μπαταρία IMA. Το τελικό αποτέλεσμα είναι ένα ιδιαίτερα οικονομικό, ευρύχωρο όχημα με άνετη καμπίνα 5 επιβατών, που διατηρεί, όπως και όλη η γκάμα των Civic, την ασφάλεια, την απόδοση, τα χαρακτηριστικά οδήγησης, την αξιοπιστία και την ποιότητα. Μεγαλύτερη συμβολή στην οικονομία καυσίμου προσφέρει και η βελτίωση της αεροδυναμικής συμπεριφοράς του οχήματος: επανασχεδίαση και φινίρισμα του εμπρόσθιου προφυλακτήρα, πίσω αεροτομή καθώς και πλευρικά περιφερειακά αεροδυναμικά βοηθήματα.



Εικόνα 5.2: Η ηλεκτρική ενέργεια αποθηκεύεται στο σύστημα μπαταριών IMA στην πλάτη των καθισμάτων.

Ο υβριδικός κινητήρας IMA του Honda Insight κέρδισε το βραβείο του «Κινητήρα της χρονιάς» του έτους 2000, για τον καινοτόμο συνδυασμό αποδοτικού βενζινοκινητήρα και ηλεκτροκινητήρα τοποθετημένου μεταξύ του κινητήρα και της μετάδοσης. Ο εν λόγω συνδυασμός αποτελούσε μια απλή λύση στη δυσκολία επιλογής των σχέσεων απόδοσης-ισχύος. Το σύστημα IMA δεύτερης γενιάς, που παρουσιάστηκε σε τετράθυρο Civic το 2003, αναγγέλλει μια νέα περίοδο στη μετακίνηση. Εφαρμόζει την αποδεδειγμένα πρωτοποριακή και αξιόπιστη τεχνολογία IMA σε ένα μαζικά παραγόμενο όχημα στην υπάρχουσα αγορά. Είναι βασισμένο στην τεχνολογία του Insight, αλλά σχεδιαστικά τροποποιημένο έτσι ώστε να προσαρμόζεται σε ένα συμβατικό πενταθέσιο αμάξωμα. Κατοχυρωμένο παγκοσμίως με δίπλωμα ευρεσιτεχνίας, το σύστημα IMA της Honda βασίζεται στην απλότητα, χρησιμοποιώντας έναν πολύ αποδοτικό βενζινοκινητήρα νέας γενιάς και επιπρόσθετη ισχύ όσον αφορά έναν ηλεκτροκινητήρα. Επίσης αναφέρεται ως «υβριδικό» σύστημα, επειδή χρησιμοποιεί δύο πηγές ενέργειας.



Σχήμα 5.3: «Λεπτός» ηλεκτροκινητήρας μόνιμου μαγνητικού πεδίου.

Ο ηλεκτροκινητήρας που είναι τοποθετημένος μεταξύ του κινητήρα και της μετάδοσης (του κιβωτίου ταχυτήτων) υποβοηθά τον κινητήρα κατά την επιτάχυνση και ανακτά εκ νέου ενέργεια κατά την πέδηση ή την επιβράδυνση, επιτρέποντάς του να λειτουργήσει ανεξάρτητα, χωρίς την ανάγκη μιας εξωτερικής πηγής ενέργειας. Όταν το υβριδικό Civic κινείται σε κατηφόρα ή εφαρμόζονται τα φρένα και υπάρχει επιλεγμένη ταχύτητα (όχι νεκρά), ο ηλεκτροκινητήρας γίνεται γεννήτρια που μετατρέπει την κερτημένη ταχύτητα (κινητική ενέργεια) σε ηλεκτρική ενέργεια, αντί της σπατάλης της ως θερμότητας κατά τη διάρκεια του συμβατικού φρεναρίσματος. Η ενέργεια αποθηκεύεται στο σύστημα μπαταριών IMA νικελίου-υδριδίου μετάλλου (Ni-MH) που βρίσκεται στις πλάτες (στο εσωτερικό) των πίσω καθισμάτων. Εάν η κατάσταση φόρτισης της μπαταρίας IMA είναι χαμηλή, ο ηλεκτροκινητήρας-γεννήτρια θα τη φορτίσει καθώς το υβριδικό Civic κινείται.

### 5.1.2 Νέα τεχνολογία

Αντί του κινητήρα 3 κυλίνδρων 1,0 λίτρου του Insight, το Civic IMA χρησιμοποιεί έναν κινητήρα 4 κυλίνδρων 1,3 λίτρων τεχνολογίας i-DSI, παρόμοια με αυτήν που χρησιμοποιείται στο νέο Honda Jazz. Επίσης χρησιμοποιεί έναν ισχυρότερο ηλεκτροκινητήρα, ενώ τα πολυάριθμα ηλεκτρικά συστήματα έχουν συνδυαστεί έτσι, ώστε να έχουν μειωμένο βάρος και μέγεθος. Η τεχνολογία i-DSI, με τη μικρή κατανάλωση καυσίμου και τη μεγάλη ροπή στις χαμηλές και μεσαίες στροφές του κινητήρα, είναι ιδανική για μια εφαρμογή IMA. Οι συμπαγείς διαστάσεις της σημαίνουν ότι ο κινητήρας 1,3 λίτρων είναι μικρότερος σε μήκος από τον κανονικό βενζινοκινητήρα του Civic, επιτρέποντας έτσι την τοποθέτηση του ηλεκτροκινητήρα ανάμεσα στον κινητήρα και στη μετάδοση, καταλαμβάνοντας τον ίδιο χώρο. Το ολικό μήκος του κινητήρα IMA είναι 575 cm, ελαφρώς μικρότερο από αυτόν στο συμβατικό Civic. Ο κινητήρας του IMA συνεργάζεται με ένα πεντατάχυτο μηχανικό κιβώτιο ταχυτήτων. Το σύστημα IMA δεύτερης γενιάς του Civic προσδίδει αυξημένη απόδοση ισχύος και παρέχει μεγαλύτερη ευελιξία σχεδιασμού όταν συγκρίνεται με αυτήν του Honda Insight. Επιπλέον, οι μπαταρίες IMA καθώς και τα σχετικά εξαρτήματα καταλαμβάνουν τον ελάχιστο δυνατό χώρο, εξασφαλίζοντας αυξημένες αποθηκευτικές δυνατότητες έτσι ώστε να μπορούν να χωρέσουν δύο βαλίτσες και ένα βρεφικό καροτσάκι. Ο εξαιρετικά λεπτός ηλεκτροκινητήρας DC IMA (χωρίς ψήκτρες) αποδίδει παγκοσμίως την υψηλότερη πυκνότητα ισχύος για ένα ηλεκτρικό

μοτέρ, επιτυγχάνοντας 30% μεγαλύτερη ροπή από αυτή του Insight – χωρίς οποιαδήποτε αύξηση στο μέγεθος, με αιχμή ισχύος 62 N • m στις 1000 στροφές /min.

Άλλες σημαντικές βελτιώσεις που περιλαμβάνονται στο σύστημα IMA είναι:

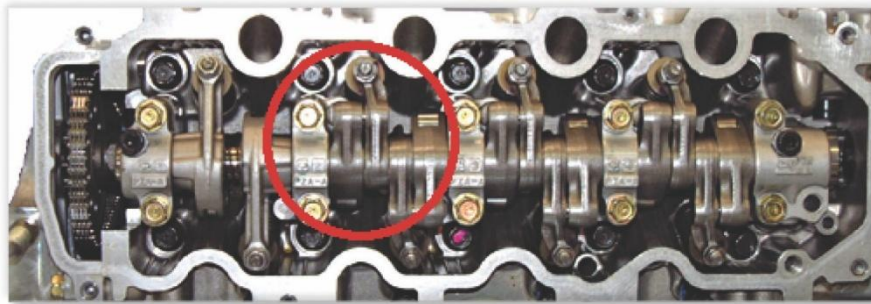
- Νέα μέθοδος περιέλιξης στο μοτέρ, με αποτέλεσμα τη μεγαλύτερη πυκνότητα των καλωδίων.
- Νέα έξυπνη ηλεκτρική μονάδα ισχύος (IPU) συνεργαζόμενη με τον επεξεργαστή ελέγχου ισχύος (PCU) και το πακέτο μπαταριών, το οποίο οδηγεί σε μείωση του συνολικού όγκου κατά 42%.
- Μέσα στην IPU, ο συνδυασμός του inverter και του pre-driver οδηγεί σε εξοικονόμηση βάρους 28% και όγκου 39%.
- Η επικάλυψη του inverter από σιλικονούχο υλικό υψηλής πυκνότητας και αντοχής συμβάλλει στη μείωση της απώλειας θερμότητας κατά 25%.
- Ένα νέο σύστημα ψύξης που συνδυάζει δύο ανεμιστήρες, το οποίο καταναλώνει 85% λιγότερη ενέργεια για να ψύξει την μπαταρία και την PCU, με αποτέλεσμα μείωση βάρους κατά 32% και όγκου κατά 20%.
- Μονάδα μπαταριών μειωμένης αντίστασης και με ελάχιστες ενεργειακές απώλειες προσδίδει πυκνότητα ισχύος κατά 23%. Στη βελτίωση αυτή συμβάλλουν τα περισσότερα σημεία συγκόλλησης μεταξύ των βάσεων στήριξης των πόλων και των συλλεκτών.
- Η μονάδα μπαταριών έχει μειωμένο όγκο κατά 30% και βάρος κατά 6%.



Εικόνα 5.4: Οκτώ μονάδες ανάφλεξης στον κινητήρα. Σύστημα μεταβλητού χρονισμού βαλβίδων βενζινοκινητήρα.

Στόχος της αναπαραγωγής ενέργειας κατά το φρενάρισμα είναι να ληφθεί όσο το δυνατόν περισσότερη ενέργεια στη διάρκεια της επιβράδυνσης. Συνεπώς ο κινητήρας

πρέπει να προβάλλει όσο το δυνατόν λιγότερη αντίσταση. Σε έναν παραδοσιακό κινητήρα, η δράση υποπίεσης-πίεσης των εμβόλων εντός των κυλίνδρων θα δημιουργούσε αντίσταση κίνησης (φρενάρισμα κινητήρα). Το Civic IMA χαρακτηρίζεται από ένα σύστημα αποκοπής κυλίνδρων, που μειώνει αποτελεσματικά την αναρρόφηση του αέρα στον κινητήρα, καθώς κλείνει τις βαλβίδες εισαγωγής και εξαγωγής μέχρι και σε τρεις από τους τέσσερις κυλίνδρους, επιτρέποντας στα έμβολα να κινηθούν πιο ελεύθερα μέσα στους κυλίνδρους. Κατά συνέπεια η γεννήτρια εκμεταλλεύεται τη μέγιστη αντίσταση (αντί του κινητήρα), με αποτέλεσμα να παραχθεί περισσότερη ηλεκτρική ενέργεια. Δηλαδή, αντί η κινητική ενέργεια να μετατραπεί σε θερμική, μετατρέπεται σε ηλεκτρική. Το σύστημα χρησιμοποιεί την τεχνολογία Honda VTEC (ηλεκτρονικά ελεγχόμενος μεταβλητός χρονισμός και βύθιση βαλβίδων) για να κλείσει τις βαλβίδες εισαγωγής και εξαγωγής μέχρι και στους 3 από τους 4 κυλίνδρους σε στροφές κινητήρα τόσο χαμηλές, που μπορούν να φτάσουν και τις 1.000 στροφές /min.



Εικόνα 5.5: Άξονας ζυγώθρων.

Αυτόματο σβήσιμο στο ρελαντί. Ο βενζινοκινητήρας σβήνει αυτόματα κατά τη διάρκεια στάσεων στις περισσότερες περιπτώσεις και χρησιμοποιεί τον ηλεκτροκινητήρα για την επανεκκίνηση. Το αυτόματο σβήσιμο στο ρελαντί δεν ενεργοποιείται κατά τη διάρκεια των πρώτων λεπτών της εκκίνησης του κινητήρα ούτε και εάν χρησιμοποιείται το αυτόματο σύστημα κλιματισμού στη λειτουργία ψύξης και δεν έχει επιλεγθεί η επιλογή Economy mode.

Ηλεκτρονικές ενδείξεις οργάνων



Εικόνα 5.6: Ταμπλό οργάνων αυτοκινήτου.

- Αναλογικό ταχύμετρο με μεγάλους αριθμούς.
- Αναλογικό στροφόμετρο με μεγάλους αριθμούς.
- Ένδειξη αλλαγής: δείχνει τον σωστό χρόνο αλλαγής ταχύτητας για μέγιστη οικονομία.
- Auto Stop: όταν ο κινητήρας σβήνει αυτόματα, χρησιμοποιώντας το σύστημα σταματήματος στο ρελαντί, ανάβει η ένδειξη AUTO STOP.
- Ενδεικτικές λυχνίες: πίεσης λαδιού, χαμηλού καυσίμου (ρεζέρβα), SRS, EPS, IMA, χειρόφρενου και μπαταρίας.
- Χιλιόμετρο με δύο χιλιόμετρος ταξιδιού (ψηφιακοί): δείχνει τις χιλιμετρικές αποστάσεις του οχήματος και έχει δύο μετρητές ταξιδιού με την επίδειξη A και B.
- Εκτιμητής κατανάλωσης καυσίμου (ψηφιακός): παρουσιάζει αριθμητική εκτίμηση των χιλιομέτρων ανά λίτρο για τον A ή B μετρητή ταξιδιού.
- Στιγμιαίος μετρητής κατανάλωσης καυσίμων: ο μετρητής γραφικών παραστάσεων (με αριθμούς) παρουσιάζει μια εκτίμηση της κατανάλωσης καυσίμου πραγματικού χρόνου.
- Όργανο υποβοήθησης-φόρτισης IMA (LCD): δείχνει πότε φορτίζεται η μπαταρία IMA ή πότε παρέχει ηλεκτρική ισχύ.
- Επίπεδο φόρτισης μπαταριών IMA (LCD): προσδιορίζει την ισχύ που έχει αποθηκεύσει η μπαταρία.
- Ένδειξη καυσίμου (LCD).

Δεδομένου ότι το Civic IMA χρησιμοποιεί ένα μοναδικό ηλεκτρονικό σύστημα διαχείρισης και ελέγχου, τα όργανα και οι ενδείξεις στον πίνακα οργάνων του οχήματος είναι επί-σης μοναδικά. Η ψηφιακή και η αναλογική ηλεκτρονική ένδειξη των οργάνων συνδυάζει το παραδοσιακό καντράν με τις πρωτοποριακές ενδείξεις IMA. Όταν ο διακόπτης ανάφλεξης (εκκίνησης) είναι κλειστός, τα όργανα εμφανίζονται κενά (μαύρα). Όταν ο διακόπτης είναι ανοιχτός, οι αριθμοί είναι φωτισμένοι εκ των έσω με τις μπλε και κόκκινες βελόνες ένδειξης σε μαύρο φόντο. Ένας διακόπτης ρύθμισης της έντασης φωτισμού βρίσκεται δεξιά του χιλιμετρού και έτσι τα όργανα προσαρμόζονται αυτόματα στο νυχτερινό φόντο φωτισμού όταν ανάβουν τα φώτα πορείας του οχήματος. Η ηλεκτρονική ένδειξη οργάνων επιτρέπει στον οδηγό να ελέγχει περισσότερα από 23 συστήματα του οχήματος με τις ακόλουθες αναγνώσεις οργάνων.

#### Θερμοκρασία κινητήρα (LCD)

Το τετράθυρο Civic SE της Honda με τον υβριδικό κινητήρα προσδιορίζει την έναρξη της νέας εποχής στη μετακίνηση, εξασφαλίζοντας εξαιρετική οικονομία καυσίμου,

μηδενικούς ρύπους, εξαιρετικές επιδόσεις κίνησης και πλούσιο τεχνολογικό εξοπλισμό.

### **5.1.3 Βασικά τεχνικά χαρακτηριστικά**

Κινητήρας Αλουμινένιος 8 βάλβιδος, ένας εκκεντροφόρος επικεφαλής, σύστημα VTEC και i-DSI

Κυβισμός 1339cc

Μέγιστη ισχύς (με το IMA) 90 PS/5700 r/min

Μέγιστη ροπή (με το IMA) 159 N•m/1000 r/min

Προδιαγραφές καυσαερίων Euro IV

Σύστημα ανάφλεξης i-DSI:

«intelligent» Dual & Sequential Ignition

Ήλεκτρονικά ελεγχόμενο σύστημα δίδυμης και διαδοχικής ανάφλεξης

Ανάρτηση Εμπρός: γόνατα MacPherson και αντιστρεπτική ράβδος

Πίσω: διπλά ψαλίδια και αντιστρεπτική ράβδος

Διαστάσεις (mm) 4440/1430/1715

Βάρος 1207 kg

Τελική ταχύτητα 176 km/h

Εκπομπές καυσαερίων 116 gr/Km CO<sub>2</sub>

Κατανάλωση καυσίμου

(L) Κύκλος πόλης: 4,9

Εκτός πόλης: 4,3

Εντός πόλης: 6,0

Κινητήρας με αυξημένη ισχύ και οικονομία

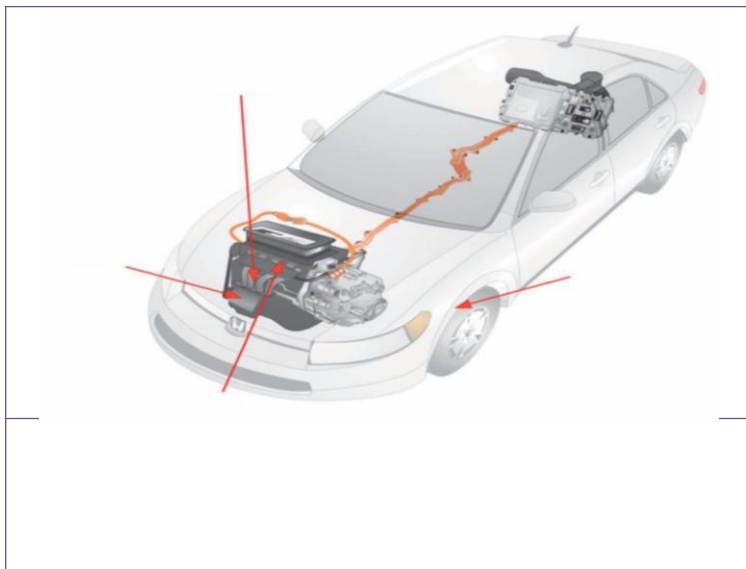
Υβριδικός συμπιεστής

A/C

Μπαταρία υψηλής τάσης

Σύστημα ανάκτησης ενέργειας πέδησης

Συστήματα i-VTEC τριών σταδίων



Σχήμα 5.7: Οι βασικές αλλαγές του νέου υβριδικού Civic:

- Ο κινητήρας και το σύστημα IMA έχουν αυξημένη ροπή και ιπποδύναμη.
- Το νέο σύστημα 3 σταδίων i-VTEC επιτρέπει το κλείσιμο των βαλβίδων και των 4 κυλίνδρων.
- Ένα νέο σύστημα πέδησης επιτρέπει μεγάλο ποσοστό αναγεννημένης ενέργειας κατά τη διάρκεια πέδησης και επιβράδυνσης από το σύστημα IMA.
- Ο υβριδικός συμπιεστής air conditioning και μια ηλεκτρική αντλία νερού παρέχουν ψύξη και θέρμανση κατά τη διάρκεια του idle stop.

#### 5.1.4 Χαρακτηριστικά ηλεκτρικού κινητήρα

Ηλεκτρικό μοτέρ-γεννήτρια

Τύπος Μόνιμου μαγνητικού πεδίου

Ισχύς εξόδου 10 kW/13 hp/3000 r/min

Ροπή 46 lb.ft./62 N•m/1000 r/min

Motor width (mm) 65

Τάση λειτουργίας 144

Ηλεκτρονική μονάδα ελέγχου ισχύος (PCU) DC-DC Inverter (144 V to 12 V)

Αποθήκευση ηλεκτρικής ισχύος

Τύπος μπαταρίας Νικελίου-υδριδίου μετάλλου (Ni-MH)

Ισχύς εξόδου 144 V (120 cells/1,2 V)

Χωρητικότητα λειτουργίας 6,0 A•h

Βάρος (kg) 28,6

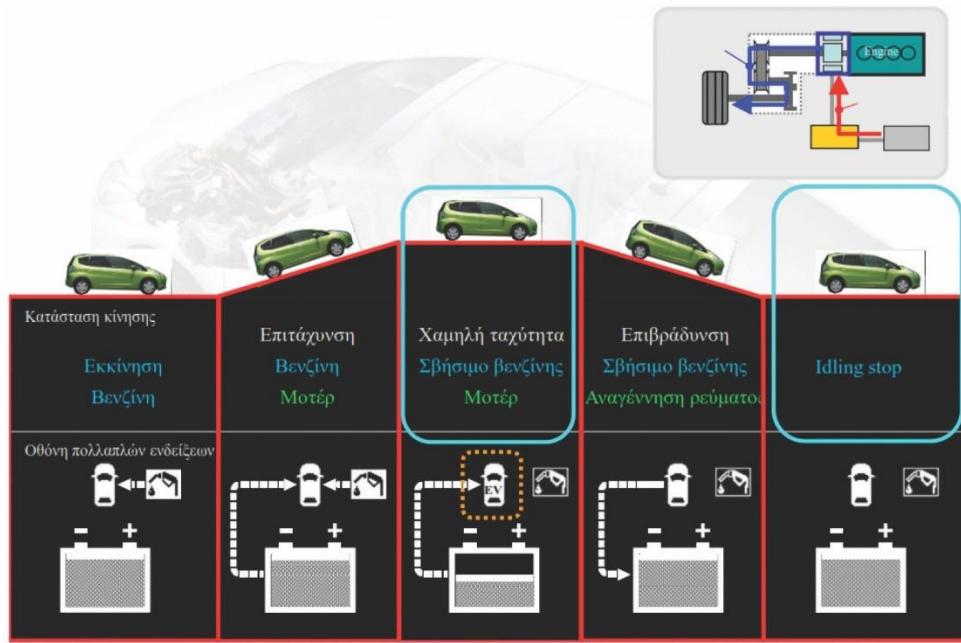
Κινητική ενέργεια

CVT Ηλεκτρ. Κινητήρας

Ηλεκτρ. Ενέργεια

Μετατροπέας inverter

Μπαταρία



Σχήμα 5.8: Η κίνηση μόνο με ρεύμα (EV) και το idle stop έχουν βελτιωθεί ως λειτουργίες.

## 5.2 TOYOTA PRIUS

### 5.2.1 Γενική περιγραφή

Η Toyota μπορεί να έγινε «πρωτοσέλιδο» το 1997 όταν παρουσίασε το πρώτο Prius κερδίζοντας την παγκόσμια αποδοχή, αλλά η ενασχόλησή της με την εξέλιξη συμβατών περιβαλλοντικά υβριδικών αυτοκινήτων ξεκίνησε πριν από 40 χρόνια, το 1965, όταν άρχισε να ερευνά τη βιωσιμότητα της χρήσης αεροστροβίλων για την τροφοδοσία ενός ηλεκτρικού συστήματος λειτουργίας των αυτοκινήτων. Το 1977 η Toyota επέλεξε, για να παρουσιάσει τις μελλοντικές προθέσεις της, το υβριδικό Toyota Sports 800 με αεροστρόβιλο. Χρησιμοποιώντας ένα σπορ αυτοκίνητο υψηλών επιδόσεων, η Toyota πρότεινε μία έξυπνη και περιβαλλοντικά συμβατή λύση και δημιούργησε μια φιλοσοφία που θα ωριμάζε και θα εξελισσόταν σε αυτό που ονομάζεται σήμερα «Hybrid Synergy Drive». Είκοσι χρόνια μετά, το 1997, η Toyota παρουσίασε ένα υβριδικό λεωφορείο παραγωγής, το Coaster Hybrid και το Prius, το πρώτο υβριδικό αυτοκίνητο.



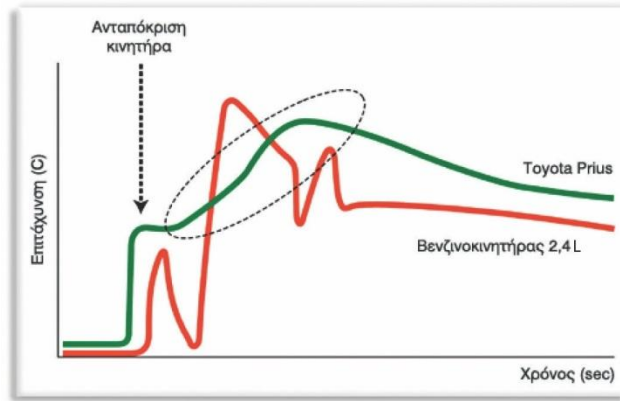
Είχε εξαιρετικά χαμηλές εκπομπές ρύπων σε αστικές συνθήκες, απεριόριστη αυτονομία και σύστημα πέδησης με ανάκτηση ενέργειας που ανακύκλωνε την περίσσεια ενέργεια αποθηκευοντάς την στις μπαταρίες του αυτοκινήτου. Από τότε η Toyota παρουσίασε επίσης το πρώτο υβριδικό τετρακίνητο όχημα, το Estima, και την υβριδική έκδοση του Crown Sedan, καθώς και ένα πειραματικό όχημα κυψελών καυσίμου. Το Prius νέας γενιάς της Toyota είναι ένα από τα πιο προηγμένα αυτοκίνητα τεχνικά και το «καθαρότερο» αυτοκίνητο παραγωγής. Τα παραπάνω, σε συνδυασμό με την ασφαλή οδική συμπεριφορά του και την εντυπωσιακή σχεδίασή του, επιβεβαιώνουν αυτό που σημαίνει το όνομά του: «Prius» είναι η λατινική λέξη για την έκφραση «μπροστά από την εποχή του».

Τι είναι το Hybrid Synergy Drive. Το νέο υβριδικό σύστημα, που χρησιμοποιήθηκε στο Toyota Prius, είναι το πρώτο που δημιουργήθηκε σύμφωνα με μια διαφορετική αντίληψη και ονομάστηκε Hybrid Synergy Drive. Τα υβριδικά συστήματα της σημερινής γενιάς βασίζονται, για την επίτευξη των μέγιστων επιδόσεων, στον βενζινοκινητήρα, έχοντας τον ηλεκτροκινητήρα ως συμπληρωματικό. Το Hybrid Synergy Drive λειτουργεί αντίθετα, καθώς προσφέρει στον ηλεκτροκινητήρα σημαντικότερο ρόλο, με έμφαση στις επιδόσεις και έχει συμπληρωματικό τον βενζινοκινητήρα. Το Hybrid Synergy Drive δεν αποτελεί απλή εξέλιξη του αρχικού Toyota Hybrid System (THS). Πρόκειται για μία εντελώς νέα πρόταση που θεωρείται η καλύτερη λύση για όσους επιζητούν οδηγικές απολαύσεις σε συνδυασμό με τις χαμηλότερες δυνατές αρνητικές επιπτώσεις στο περιβάλλον. Στην πραγματικότητα, το Hybrid Synergy Drive διεκδικεί περισσότερες από 530 πατέντες σε σύγκριση με το αρχικό THS που είχε περίπου 300.



Σχήμα 5.9: Υβριδικός κινητήρας.

Επιδόσεις. Ένας δυναμικότερος βενζινοκινητήρας 1,5 L συνεργάζεται με τον μικρότερο αλλά αποδοτικότερο ηλεκτροκινητήρα για την επίτευξη επιδόσεων που αναδεικνύουν το Prius σε σοβαρό αντίπαλο της κατηγορίας D.



Σχήμα 5.10: Σύγκριση απόδοσης επιτάχυνσης Toyota Prius με αυτοκίνητο που έχει βενζινοκινητήρα 2,4 L από τα 50 km/h στα 80 km/h

Ουσιαστικά ο ηλεκτροκινητήρας είναι τώρα ισχυρότερος συγκρινόμενος με τους περισσότερους κινητήρες 1,0 L–1,2 L εσωτερικής καύσης, ενώ με ροπή που φτάνει τα 400 N•m από τις 0-1200 στροφές, το Prius υπερέχει στον τομέα αυτό πολλών αυτοκινήτων που διαθέτουν ακόμα και πετρελαιοκινητήρα V6. Έτσι, η επιτάχυνση από 0 στα 100 km/h επιτυγχάνεται σε λιγότερο από 11 δευτερόλεπτα, με αποτέλεσμα να είναι σχεδόν τρία δευτερόλεπτα ταχύτερο από το σημερινό μοντέλο και εφάμιλλο με ένα συμβατικό πετρελαιοκίνητο 2,0 L.

Επειδή ο προηγμένος έλεγχος του υβριδικού συστήματος χρησιμοποιεί τον ηλεκτροκινητήρα ως κύρια πηγή ισχύος, η λειτουργία του είναι εξαιρετικά αθόρυβη. Η επιτάχυνση είναι ισχυρή αλλά γραμμική, ιδιαίτερα από τα 50 έως τα 80 km/h, ενώ οι θόρυβοι και οι κραδασμοί περιορίζονται στο ελάχιστο. Για πρώτη φορά σε υβριδικό όχημα ο οδηγός μπορεί να χρησιμοποιήσει το πρόγραμμα οδήγησης EV (Electric Vehicle) απλώς με το πάτημα ενός μπουτόν στο ταμπλό. Αυτό επιτρέπει την αποκλειστική χρήση του ηλεκτροκινητήρα για την κίνηση του αυτοκινήτου, με την παραγωγή μηδενικών εκπομπών ρύπων και πολύ χαμηλών θορύβων. Το πρόγραμμα EV μπορεί να χρησιμοποιηθεί συνεχόμενα για 2 km μάζιμουμ, ενώ η μέγιστη επιτρεπόμενη ταχύτητα είναι 50 km/h.

Κατανάλωση. Το νέο Toyota Prius έχει κατανάλωση καυσίμου εφάμιλλη με των καλύτερων πετρελαιοκίνητων οχημάτων κατηγορίας B. Οι αρχικοί στόχοι για κατανάλωση είναι 4,3 L/100 km στον μεικτό κύκλο και 4,2 L/100 km εκτός πόλης. Στον αστικό κύκλο το Prius καταναλώνει μόλις 5 L/100 km, υπερέχοντας, και με μεγάλη διαφορά, από όλα τα αυτοκίνητα κατηγορίας B της αγοράς, στα οποία η κατανάλωση ξεπερνά περίπου τα 7,3 L/100 km.

Ρύπανση. Οι μειωμένες τιμές ρύπων το αναδεικνύουν ως το καθαρότερο αυτοκίνητο παραγωγής που συνδυάζει:

- Χαμηλή κατανάλωση καυσίμου.
- Χαμηλότερες εκπομπές NOx, HC και PM.

- Πρόγραμμα οδήγησης EV για μηδενικές εκπομπές ρύπων.
- Χαρακτηριστικά υψηλής ανακυκλωσιμότητας.
- Άριστες συνολικές επιδόσεις LCA (Αξιολόγηση κύκλου ζωής).
- Μεγάλη προσπάθεια για μείωση των SOCs.

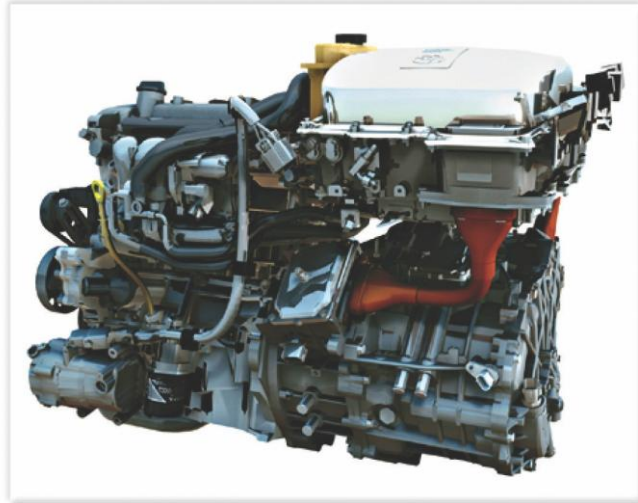
Αν και διακρίνεται για τις υψηλές επιδόσεις του, εντούτοις το Prius επιπλέον ξεπέρασε τις απαιτήσεις των προδιαγραφών EURO IV, J-ULEV και AT-PZEV. Οι εκπομπές υδρογονανθράκων (HC) και οξειδίων του αζώτου (NOx) είναι αντίστοιχα 80% και 87,5% χαμηλότερες από αυτές που ορίζουν οι προδιαγραφές EURO IV για τους βενζινοκινητήρες. Οι εκπομπές NOx του Prius είναι επίσης 93% κάτω από τις προδιαγραφές EURO IV ειδικά για τους πετρελαιοκινητήρες.

Ηλεκτρικό κύκλωμα υψηλής τάσης.

Το ηλεκτρικό κύκλωμα υψηλής τάσης είναι μια επαναστατική τεχνολογία που υποστηρίζει το νέο υβριδικό σύστημα. Έχοντας ένα ηλεκτρικό κύκλωμα υψηλής τάσης νέας σχεδίασης στο εσωτερικό της μονάδας ελέγχου ισχύος, η τάση τόσο του ηλεκτροκινητήρα όσο και της γεννήτριας έχει αυξηθεί από 274 V, που ήταν στο αρχικό Prius, σε 500 V μέγιστου στο νέο μοντέλο. Το ηλεκτρικό κύκλωμα υψηλής τάσης αυξάνει την ισχύ ανεβάζοντας την τάση από 202 V σε 500 V μέγιστου διατηρώντας ταυτόχρονα το ρεύμα σταθερό. Επιπλέον, για το ίδιο επίπεδο ισχύος, η αύξηση της τάσης και η μείωση του ρεύματος περιορίζει την απώλεια ενέργειας, για ακόμα μεγαλύτερη αποτελεσματικότητα. Αυτό γίνεται εφικτό χάρη στο IGBT, διπολικό τρανζίστορ μονωμένης πύλης. Αυτό το μοναδικό τρανζίστορ έχει σχεδιαστεί με ακρίβεια σε κρυσταλλικό επίπεδο. Ως αποτέλεσμα, μπορεί να τροφοδοτείται ηλεκτρική ισχύς στον ηλεκτροκινητήρα με τη χρήση λιγότερου ρεύματος, συμβάλλοντας επομένως στην αυξημένη απόδοση. Ο χώρος του κινητήρα, του ηλεκτροκινητήρα και των μπαταριών δεν εμποδίζει καθόλου την ευρυ-χωρία του αυτοκινήτου.

Ηλεκτροκινητήρας.

Η Toyota κατάφερε να αυξήσει την παροχή ισχύος κατά 1,5 φορές σε σχέση με το αρχικό Prius, από 33 kW στα 50 kW, χωρίς ανάλογη αύξηση του μεγέθους του ηλεκτροκινητήρα. Αυτός ο ηλεκτροκινητήρας είναι σύγχρονος, εναλλασσόμενου ρεύματος (AC). Οι μόνιμοι μαγνήτες νεοδυμίου είναι τοποθετημένοι σε διάταξη V για μεγιστοποίηση της κινητήριας ροπής και αύξηση της συνολικής απόδοσης. Αυτό, σε συνδυασμό με τη μεγαλύτερη παροχή ισχύος που επιτυγχάνεται με αύξηση στην παροχή της τάσης, έχει ως αποτέλεσμα την αύξηση της ισχύος κατά 150%. Πρόκειται δε για τον ισχυρότερο ηλεκτροκινητήρα του είδους του στον κόσμο αναλογικά με το βάρος και το μέγεθός του.



Εικόνα 5.11: Ηλεκτροκινητήρας και βενζινοκινητήρας των 1,5 L.

### 5.2.2 Παρουσίαση του Hybrid Synergy Drive της Toyota

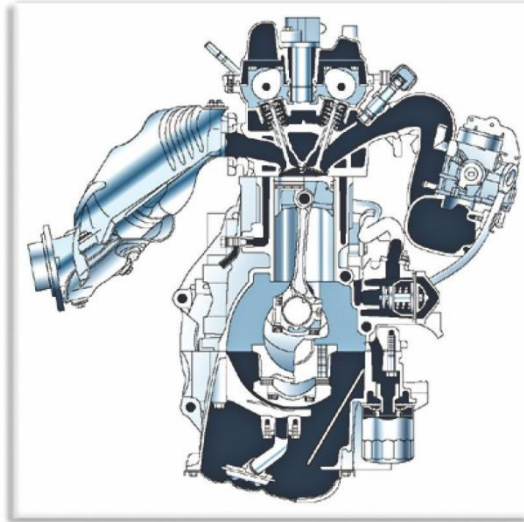
Γεννήτρια (Δυναμό). Όπως ο ηλεκτροκινητήρας, έτσι και η γεννήτρια είναι σύγχρονου τύπου, εναλλασσόμενου ρεύματος AC και περιστρέφεται με 10.000 r/min., με επαρκή ισχύ και αυξημένη απόδοση.



Σχήμα 5.12: Ο χώρος του κινητήρα, του ηλεκτροκινητήρα και των μπαταριών δεν εμποδίζουν καθόλου την ευρυχωρία του αυτοκινήτου.

Συγκριτικά με τα πιο συμβατικά μοτέρ που περιστρέφονται περίπου στις 6.500 στροφές, η νέα γεννήτρια έχει ενισχυμένο ρότορα προκειμένου να αντεπεξέρχεται στα υψηλά περιστροφικά φορτία. Η υψηλή ταχύτητα περιστροφής αυξάνει την παροχή ισχύος στη μεσαία κλίμακα στροφών, βελτιώνοντας την απόκριση και την επιτάχυνση στις μεσαίες στροφές.

Βενζινοκινητήρας. Αποτελεί εξέλιξη της μονάδας του προηγούμενου μοντέλου. Ο κύκλος Atkinson εξακολουθεί να χρησιμοποιείται προσφέροντας απaráμιλλη απόδοση.



Σχήμα 5.13: Ο βενζινοκινητήρας λειτουργεί με την αρχή του κύκλου Atkinson. Ωστόσο έγιναν ορισμένες μετατροπές για τη βελτίωση των επιδόσεων και χάριν οικονομίας:

- Ο θάλαμος καύσης έχει τώρα σχήμα οβάλ.
- Το πάχος των τοιχωμάτων των εμβόλων έχει βελτιστοποιηθεί για μείωση του βάρους και της αδράνειας.
- Τα ελατήρια των εμβόλων έχουν χαμηλότερη τάση και το φορτίο των ελατηρίων των βαλβίδων είναι χαμηλότερο.
- Το πάχος των τοιχωμάτων της πολλαπλής εξαγωγής έχει μειωθεί.
- Η ECU του κινητήρα έχει αναβαθμιστεί στα 32 bit.
- Με αύξηση 500 r/min στη μέγιστη ταχύτητα περιστροφής του κινητήρα, η μέγιστη ισχύς έχει βελτιωθεί κατά 4 kW και η μέγιστη ροπή επιτυγχάνεται σε χαμηλότερες στροφές.

Μονάδα ελέγχου ισχύος. Αυτή περιλαμβάνει τον εναλλάκτη που μετατρέπει το συνεχές (DC) ρεύμα της μπαταρίας σε εναλλασσόμενο, για τη λειτουργία του ηλεκτροκινητήρα, καθώς και τον μετατροπέα DC/DC για μετατροπή σε 12 V. Επιπλέον, περιλαμβάνει ένα ηλεκτρικό κύκλωμα υψηλής τάσης για την αύξηση της τάσης της παρεχόμενης ισχύος από 202 V σε 500 V μάλιστα.

Η αύξηση της τάσης καθιστά δυνατή τη μείωση του ρεύματος που, στη συνέχεια, επιτρέπει τη μείωση του μεγέθους του εναλλάκτη. Με την ενοποίηση των κυκλωμάτων ελέγχου, το συνολικό μέγεθος της μονάδας ελέγχου ισχύος έχει παραμείνει σχεδόν αμετάβλητο.



Εικόνα 5.14: Η μονάδα ελέγχου ισχύος.

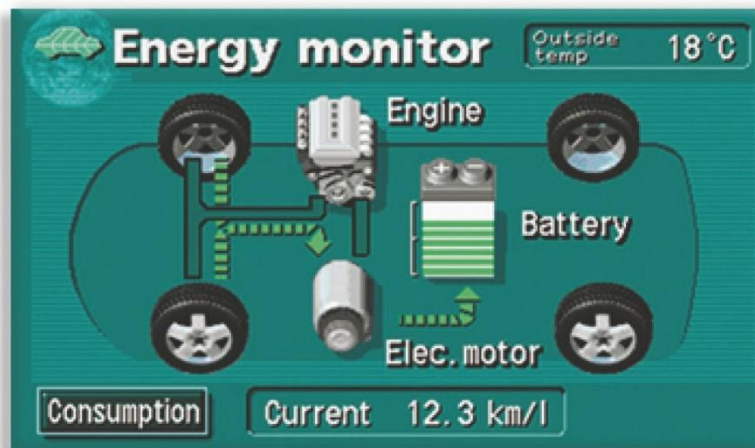
Υβριδική μπαταρία. Μια νέα, υψηλής απόδοσης μπαταρία νικελίου-υδριδίου μετάλλου έχει δημιουργηθεί ειδικά για το νέο Prius. Είναι 14% ελαφρύτερη από την έκδοση που υπήρχε στο Prius πρώτης γενιάς και έχει καλύτερη πυκνότητα εισόδου-εξόδου κατά 35%. Οι βελτιώσεις αυτές προσφέρουν στην υβριδική μπαταρία την υψηλότερη πυκνότητα απόδοσης στον κόσμο αναλογικά με το βάρος και το μέγεθός της.



Εικόνα 5.15: Η υβριδική μπαταρία.

Αυτό έχει επιτευχθεί με τη μείωση της εσωτερικής αντίστασης της μπαταρίας, βελτιώνοντας το υλικό των ηλεκτροδίων και εφαρμόζοντας μια εντελώς νέα δομή σύνδεσης μεταξύ των κυψελών της μπαταρίας. Το πιο σημαντικό είναι ότι οι εσωτερικές διαρροές του στατικού ρεύματος της νέας μπαταρίας μειώθηκαν κατά 23% συγκριτικά με την προηγούμενη έκδοση. Αυτό σημαίνει ότι η νέα μπαταρία θα έχει μεγαλύτερο χρονικό περιθώριο για να αποφορτιστεί όταν δε χρησιμοποιείται.

Σύστημα πέδησης με ανάκτηση ενέργειας

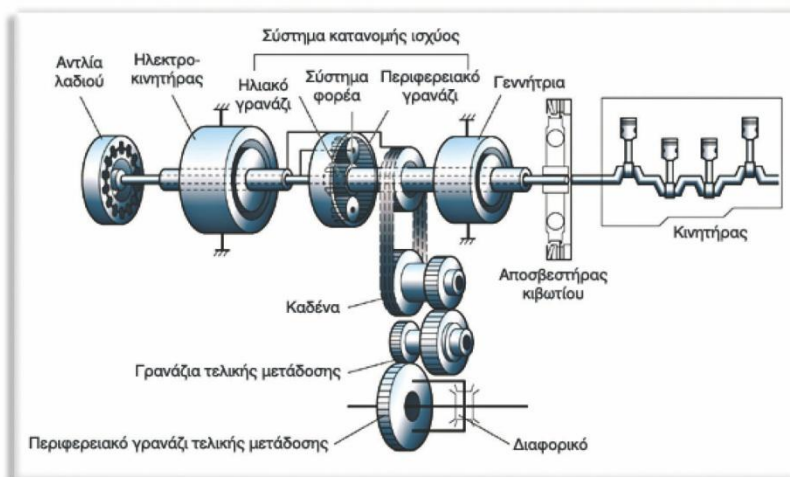


Σχήμα 5.16: Σύστημα πέδησης με ανάκτηση ενέργειας (οθόνη οργάνων αυτ/του).

Σε ένα συμβατικό αυτοκίνητο, κάθε φορά που χρησιμοποιούνται τα φρένα για μείωση της ταχύτητας, η κινητική ενέργεια παραμένει αναξιοποίητη. Στο Prius η ενέργεια ανακτάται και επανατροφοδοτείται στην μπαταρία σαν ηλεκτρική ενέργεια, διατηρώντας την μπαταρία πλήρως φορτισμένη. Αυτό είναι ιδιαίτερα χρήσιμο στις αστικές μετακινήσεις, όπου το αυτοκίνητο σταματά και ξεκινά πολλές φορές. Κατά το φρενάρισμα ο ηλεκτροκινητήρας λειτουργεί σαν γεννήτρια μετατρέποντας την κινητική ενέργεια του οχήματος σε ηλεκτρισμό, που χρησιμοποιείται για να παραμένει η μπαταρία πλήρως φορτισμένη. Κάθε φορά που ο οδηγός πατάει το πεντάλ του φρένου, το σύστημα ελέγχει τον συντονισμό μεταξύ του υδραυλικού φρένου και του ηλεκτρονικά ελεγχόμενου συστήματος πέδησης (ECB), καθώς και την επιλεκτική χρήση της ανακτημένης από το φρενάρισμα ενέργειας, συμβάλλοντας επομένως στην ανάκτηση ενέργειας ακόμα και στις χαμηλές ταχύτητες. Το ECB, ένα ηλεκτρονικό σύστημα πέδησης, έχει επίσης βελτιωθεί σε μεγάλο βαθμό στο πλαίσιο της απόδοσης του φρεναρίσματος με ανάκτηση ενέργειας.

Επιπρόσθετα, περιορίζοντας τις απώλειες τριβής στο σύστημα κίνησης, όπως στο κιβώτιο, η ενέργεια που συνήθως σπαταλιόταν κατά τη διάρκεια της επιβράδυνσης, τώρα ανακτάται, αυξάνοντας σημαντικά το συνολικό μέγεθος της ανακτημένης ενέργειας.

Μηχανισμός κατανομής ισχύος. Βρίσκεται μέσα στο υβριδικό κιβώτιο μαζί με τη γεννήτρια, τον ηλεκτροκινητήρα και τα γρανάζια υποπολλαπλασιασμού, και κατανέμει την ισχύ του κινητήρα μεταξύ των τροχών και της γεννήτριας. Με τον τρόπο αυτό, μεταφέρεται η κινητήρια ισχύς από τον κινητήρα μέσω δύο καναλιών, και συγκεκριμένα ενός μηχανικού και ενός ηλεκτρικού. Επίσης μεταφέρει τη ροπή του ηλεκτροκινητήρα στους τροχούς.

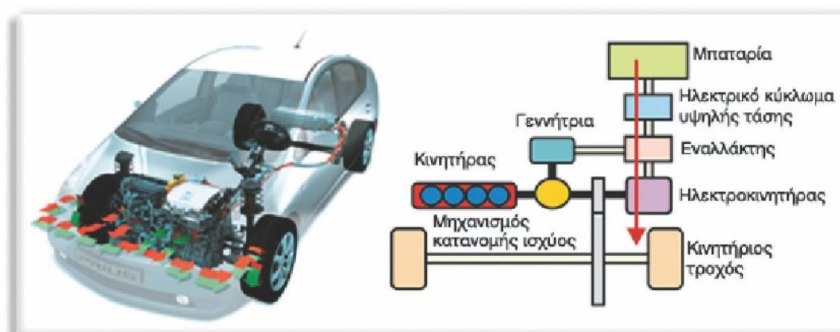


Σχήμα 5.17: Μηχανισμός κατανομής ισχύος.

Ο μηχανισμός κατανομής ισχύος χρησιμοποιεί έναν συνδυασμό πλανητικών γραναζιών και ένα ηλιακό γρανάζι (ονομάζεται έτσι επειδή τα πλανητικά γραναζία περιστρέφονται γύρω από τον ήλιο, όπως στο ηλιακό σύστημα) για την κατανομή της ισχύος του κινητήρα. Ο άξονας του φορέα των πλανητικών γραναζιών συνδέεται απευθείας με τον κινητήρα και μεταφέρει την ισχύ στο εξωτερικό γρανάζι και στο κεντρικό ηλιακό γρανάζι μέσω των πλανητικών γραναζιών. Εν τω μεταξύ, το εξωτερικό γρανάζι μεταφέρει την ισχύ μέσω ενός περιστρεφόμενου άξονα στους τροχούς καθώς το κεντρικό ηλιακό γρανάζι κινεί τη γεννήτρια μέσω του δικού του άξονα.

Σύστημα «Stop & Go». Όταν το Prius πρέπει να σταματήσει σε φανάρι ή στην κυκλοφορία, ο βενζινοκινητήρας παύει αυτόματα να λειτουργεί για την εξοικονόμηση πολύτιμης ενέργειας, μειώνοντας επομένως την κατανάλωση καυσίμου. Ωστόσο, όταν το αυτοκίνητο ξεκινά, αν ο βαθμός της επιτάχυνσης το απαιτεί, ο βενζινοκινητήρας θα ξεκινήσει ομαλά και γρήγορα προκειμένου να προσφέρει το μέγιστο επίπεδο απόδοσης.

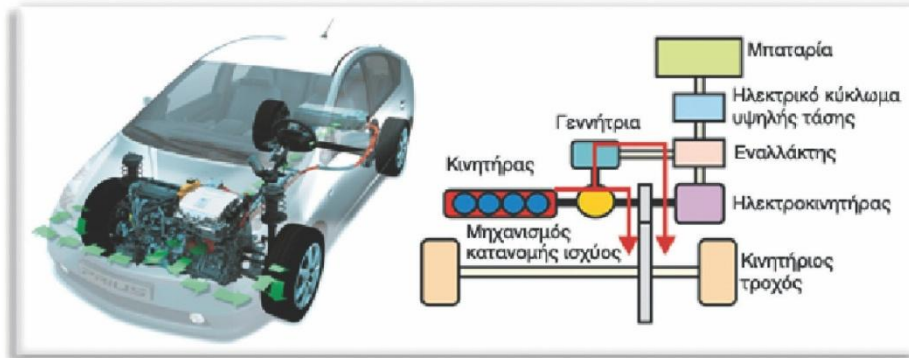
### 5.2.3 Λειτουργία υβριδικού συστήματος



Σχήμα 5.18: Κατά την επιτάχυνση από στάση και στις χαμηλές και μεσαίες στροφές.

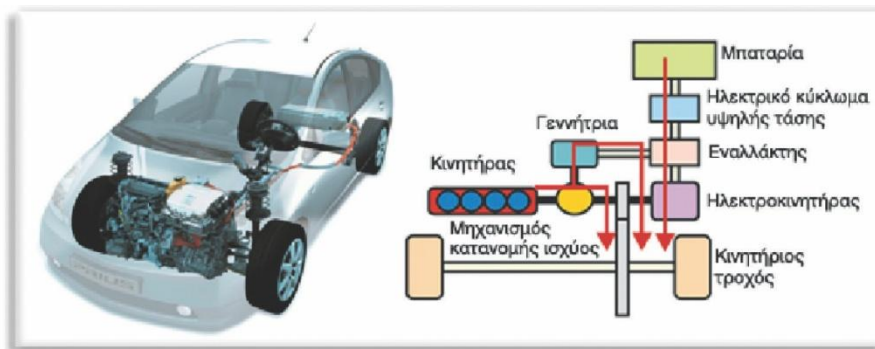


Ο κινητήρας σταματά όταν βρίσκεται σε συνθήκες μειωμένης απόδοσης, κάτι που συμβαίνει πλέον πιο συχνά, όπως η επιτάχυνση από στάση και μέχρι τις μεσαίες στροφές. Το όχημα λειτουργεί αποκλειστικά με την ισχύ που παράγεται από τον ηλεκτροκινητήρα.

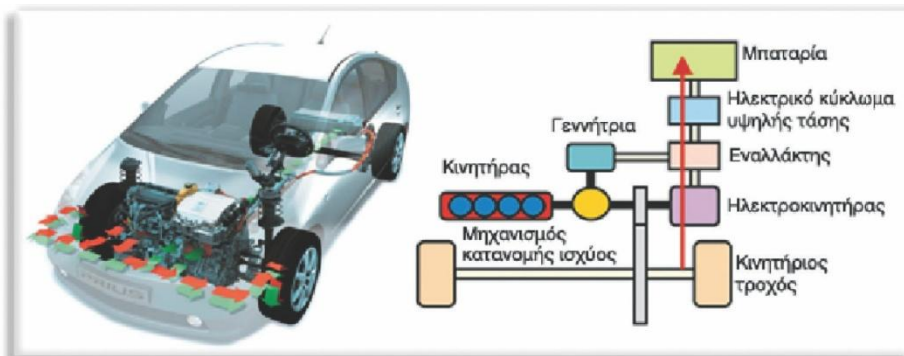


Σχήμα 5.19: Κατά την οδήγηση υπό ομαλές συνθήκες.

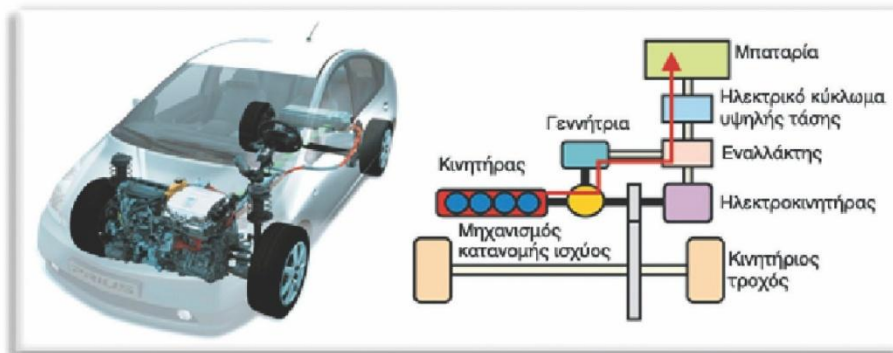
Η ισχύς που παράγεται από τον κινητήρα κατανέμεται σε δύο κανάλια από τον μηχανισμό κατανομής ισχύος. Το ένα κανάλι χρησιμοποιείται για τη λειτουργία της γεννήτριας, που με τη σειρά της κινεί τον ηλεκτροκινητήρα. Το άλλο κανάλι χρησιμοποιείται για την απευθείας κίνηση των τροχών. Η κατανομή αυτών των δύο καναλιών ελέγχεται ώστε να επιτυγχάνεται η μέγιστη απόδοση.



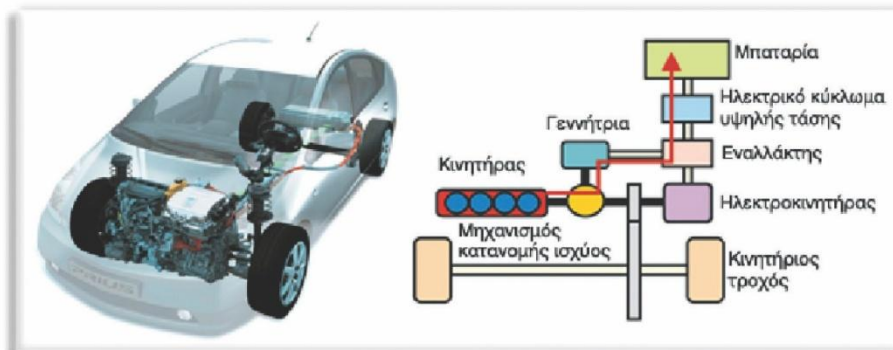
Σχήμα 5.20: Σε μία απότομη επιτάχυνση, έξτρα ισχύς παρέχεται από την μπαταρία αλλά και τον κινητήρα, προσφέροντας καλή απόκριση και ομαλή λειτουργία, καθώς και βελτιωμένη επιτάχυνση.



Σχήμα 5.21: Κατά τη διάρκεια της επιβράδυνσης, όπως στο φρενάρισμα. Κατά τη διάρκεια της επιβράδυνσης, όπως για παράδειγμα στο φρενάρισμα, ο ηλεκτροκινητήρας υψηλής απόδοσης λειτουργεί σαν γεννήτρια μεγάλης ισχύος, ελέγχοντας την κατανομή πέδησης στους τροχούς. Το σύστημα λειτουργεί σαν ένα αποτελεσματικό αναγεννητικό σύστημα πέδησης μετατρέποντας την κινητική ενέργεια του αυτοκινήτου σε ηλεκτρική. Η ανακτημένη ενέργεια στην συνέχεια αποθηκεύεται στην υψηλής απόδοσης μπαταρία.



Σχήμα 5.22: Ενώ η μπαταρία επαναφορτίζεται. Η μπαταρία ελέγχεται προκειμένου να διατηρεί ένα ορισμένο επίπεδο φόρτισης. Όταν το επίπεδο φόρτισης πέσει, η γεννήτρια παρεμβαίνει για να την επαναφορτίσει.



Σχήμα 5.23: Κατά το σταμάτημα λειτουργίας.

Όταν το αυτοκίνητο σταματά, ο κινητήρας αυτόματα παύει να λειτουργεί.

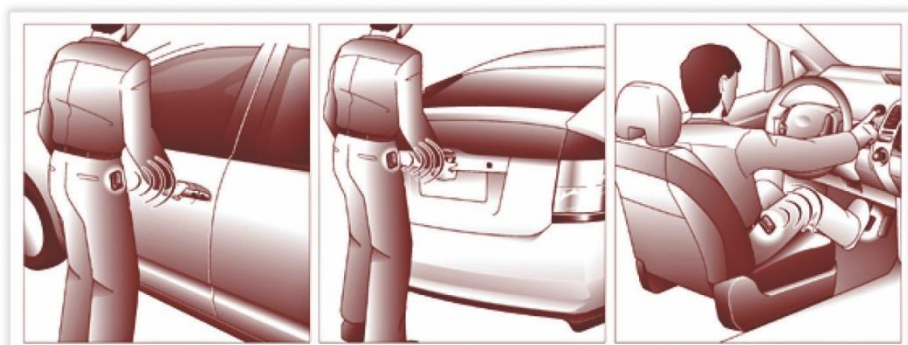
Πώς λειτουργούν όλα αυτά; Μια σημαντική διαφορά μεταξύ του αρχικού Prius και άλλων ανταγωνιστικών υβριδικών συστημάτων ήταν η ικανότητά του να επιλέγει το πρόγραμμα λειτουργίας για κάθε περίπτωση, με μια συγκεκριμένη ηλεκτρική ισχύ (για κορυφαία απόδοση) μέχρι την ισχύ κινητήρα + ηλεκτροκινητήρα + μπαταρίας (για επιδόσεις). Με το Hybrid Synergy Drive® η δυνατότητα αυτή έχει βελτιωθεί σημαντικά. Όταν ο κινητήρας δεν είναι αρκετά αποδοτικός, το όχημα λειτουργεί μόνο από την ισχύ που παράγεται από τον ηλεκτροκινητήρα. Υπό κανονικές συνθήκες, ο πολύ ισχυρός κινητήρας καθώς και ο ηλεκτροκινητήρας προσφέρουν ταυτόχρονα ισχύ στους τροχούς. Το σύστημα επιλέγει συνεχώς την πιο αποδοτική πηγή ισχύος

ως κύρια και ελέγχει τις αναλογίες απόδοσης της παραγωγής ισχύος και της κατανομής κινητήριας ισχύος.

Χάρη στη βελτίωση της απόδοσης του ηλεκτροκινητήρα, η αναλογία χρήσης του έχει αυξηθεί, γεγονός που σημαίνει ότι ο κινητήρας μπορεί να σταματά εντελώς σε συνθήκες φτωχής απόδοσης και το αυτοκίνητο να λειτουργεί για μεγαλύτερο διάστημα με την ισχύ που παράγεται αποκλειστικά από τον ηλεκτροκινητήρα.

#### 5.2.4 Παρουσίαση συστημάτων του αυτοκινήτου

Έξυπνο Κλειδί.



Εικόνα 5.24: Το αυτοκίνητο ανοίγει μόλις ο οδηγός πλησιάσει κοντά.

Το σύστημα αυτό προσφέρει ένα έξυπνο κλειδί με λειτουργία αμφίδρομης επικοινωνίας. Χάρη στη δυνατότητα της έξυπνης ECU να αναγνωρίζει την παρουσία του έξυπνου κλειδιού στην περιοχή ανίχνευσης, το σύστημα μπορεί να κλειδώνει ή να ξεκλειδώνει τις πόρτες ή να ξεκινά το υβριδικό σύστημα χωρίς να χρησιμοποιείται ουσιαστικά, αρκεί ο χρήστης να έχει μαζί του, στην τσέπη του, το έξυπνο κλειδί.

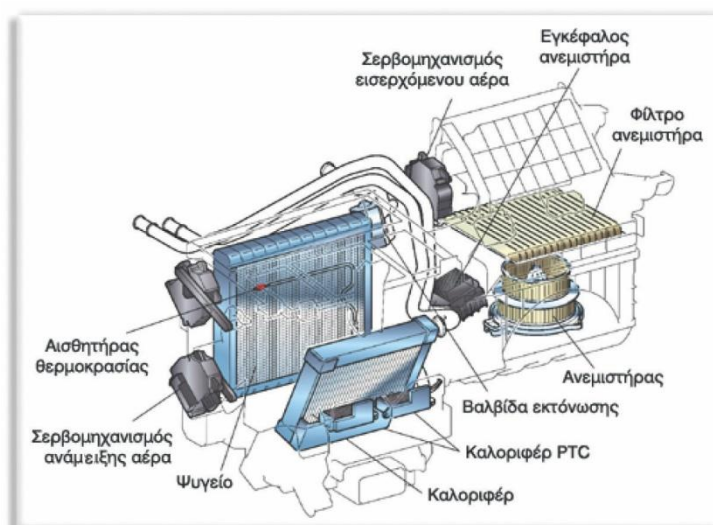
Σύστημα κλιματισμού με inverter. Το Prius είναι επίσης το πρώτο αυτοκίνητο παραγωγής που υιοθετεί ένα πλήρως ηλεκτρικό σύστημα κλιματισμού με συμπιεστή τύπου inverter, ο οποίος λειτουργεί με το εναλλασσόμενο ρεύμα που παρέχει ο εναλλάκτης του A/C, που είναι ενσωματωμένος στο inverter του υβριδικού συστήματος. Ως αποτέλεσμα, το σύστημα κλιματισμού ενεργοποιείται χωρίς να εξαρτάται από τον κινητήρα, επιτυγχάνοντας επομένως άνετη λειτουργία χωρίς επιπτώσεις στην κατανάλωση καυσίμου ή στην ισχύ του κινητήρα. Επιπλέον, επειδή τροφοδοτείται από την υβριδική μπαταρία, μπορεί να λειτουργήσει με μέγιστη απόδοση ακόμα και όταν ο κινητήρας είναι σβηστός. Η λειτουργία αισθητήρα υγρασίας έχει προστεθεί στον αισθητήρα θερμοκρασίας της καμπίνας, προκειμένου να βελτιστοποιηθεί ο βαθμός αφύγρανσης κατά τη διάρκεια λειτουργίας του κλιματιστικού. Μια συμπαγής, ελαφριά και πολύ αποδοτική, ηλεκτρική αντλία νερού διασφαλίζει τη σωστή απόδοση του καλοριφέρ, όταν ο κινητήρας είναι σβηστός. Έχει επίσης υιοθετηθεί έλεγχος αλγορίθμου για τον υπολογισμό της απαιτούμενης θερμοκρασίας του αέρα των αεραγωγών και για την ισχύ του ανεμιστήρα στο αυτόματο σύστημα ελέγχου του κλιματισμού. Κατά τον ίδιο τρόπο, η ECU του συστήματος κλιματισμού μπορεί να υπολογίζει τη θερμοκρασία, την ισχύ του

ανεμιστήρα, τον εισερχόμενο αέρα και την ταχύτητα του συμπιεστή, που είναι τα πλέον κατάλληλα για το λειτουργικό περιβάλλον.



Εικόνα 5.25: Ηλεκτρικός συμπιεστής.

Ως αποτέλεσμα, το επίπεδο άνεσης των επιβατών είναι πάντα βελτιστοποιημένο σύμφωνα με τις επιθυμίες τους, λαμβάνοντας υπόψη τη θερμοκρασία του περιβάλλοντος.



Σχήμα 5.26: Ηλεκτρονικό σύστημα κλιματισμού.

Επιπρόσθετα, το σύστημα κλιματισμού μπορεί να επιλέξει αυτόματα τους πλέον κατάλληλους αεραγωγούς, καθώς και τη θερμοκρασία του αέρα και την ταχύτητα του ανεμιστήρα. Εκτός από το φίλτρο καμπίνας, η ψυκτική κυψέλη έχει μια ειδική αντιβακτηριακή επεξεργασία για τον περιορισμό των δυσάρεστων οσμών και την παρεμπόδιση της εξάπλωσης μικροβίων. Εκτός από τους διακόπτες που είναι ενσωματωμένοι στην οθόνη αφής της μονάδας πολλαπλών ενδείξεων, οι κύριες

λειτουργίες του συστήματος κλιματισμού μπορεί να ελέγχονται από διακόπτες στο τιμόνι. Συνεπώς η ευκολία χρήσης του συστήματος κλιματισμού έχει βελτιωθεί σε μεγάλο βαθμό.

Σύστημα Handsfree τεχνολογίας Bluetooth. Το Toyota Prius είναι το πρώτο αυτοκίνητο στην κατηγορία του (και ένα από τα πρώτα της αγοράς) που εφοδιάζεται με σύστημα τηλεφώνου Handsfree, τεχνολογίας Bluetooth (προαιρετικό, διατίθεται με το σύστημα πλοήγησης). Το σύστημα παρέχει τη δυνατότητα στον χρήστη να εκτελεί και να λαμβάνει κλήσεις ή να μιλά handsfree στο κινητό του τηλέφωνο μέσω της LCD αφής της οθόνης πολλαπλών ενδείξεων ή από τα χειριστήρια του τιμονιού. Το σύστημα της οθόνης πολ- λαπλών ενδείξεων του Prius χρησιμοποιεί τα προφίλ HFP (Hands Free Profile) και OPP (Object Push Profile) της τεχνολογίας Bluetooth®.

Τεχνολογία By-wire. Η τεχνολογία By-wire δημιουργήθηκε αρχικά για την αεροπορική βιομηχανία, όπου ορισμένοι μηχανισμοί έπρεπε να ενεργοποιούνται χωρίς υδραυλικό ή μηχανικό σύνδεσμο. Ο μοναδικός τρόπος για να γίνει κάτι τέτοιο ήταν μέσω ηλεκτρονικής σύνδεσης και ηλεκτρικής ενεργοποίησης. Η τεχνολογία αυτή δεν εξοικονομεί μόνο βάρος και χώρο, αλλά προσφέρει επίσης πιο άμεση απόκριση σε σχέση με τους μηχανικούς ή υδραυλικούς συνδέσμους, καθώς και μεγαλύτερη αξιοπιστία.

Γι' αυτό τον λόγο το Prius χρησιμοποιεί περισσότερη τεχνολογία By-wire από οποιοδήποτε άλλο αυτοκίνητο που κυκλοφορεί σήμερα. Το γκάζι, τα φρένα, ο επιλογέας ταχυτήτων, το σύστημα ελέγχου πρόσφυσης και ο έλεγχος ευστάθειας οχήματος (VSC+) χρησιμοποιούν αυτή την τεχνολογία για τη βελτίωση της λειτουργίας τους και για ακόμα καλύτερη εργονομία (όπως στην περίπτωση του επιλογέα ταχυτήτων και του χειρόφρενου).

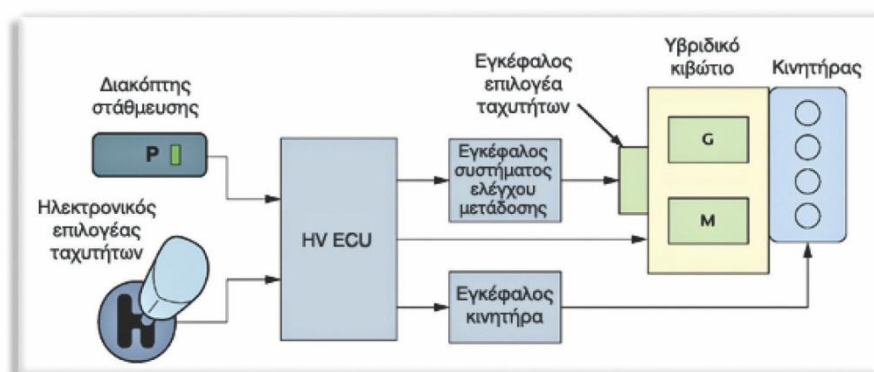
Επικοινωνία Διαύλου CAN Multiplex. Αν και η επικοινωνία Multiplex δεν είναι κάτι καινούριο στη βιομηχανία αυτοκινήτου, το Toyota Prius χρησιμοποιεί ένα σύστημα αυτού του είδους που βρίσκεται ένα βήμα μπροστά. Τα οχήματα χρησιμοποιούν συστήματα επι- κοινωνίας διαύλου CAN –ορίζεται σύμφωνα με πρωτόκολλο ISO Multiplex για τη σύνδεση των εξαρτημάτων του συστήματος ελέγχου ευστάθειας (ECU Ολίσθησης, αισθητήρας γωνίας διεύθυνσης, αισθητήρας περιστροφής αμαξώματος και επιβράδυνσης)– που απαιτούν την επεξεργασία μεγαλύτερου αριθμού δεδομένων σε μικρότερη χρονική περίοδο, σε αντίθεση με άλλα κυκλώματα που χρησιμοποιούν πιο αργά συστήματα επικοινωνίας Multiplex. Ο δίαυλος CAN έχει ταχύτητα επικοινωνίας 1 Mbps, 10 φορές μεγαλύτερη από ένα συμβατικό σύστημα επικοινωνίας Multiplex.

Ωστόσο στο Prius ο δίαυλος CAN δε χρησιμοποιείται μόνο στο σύστημα ελέγχου πέδη- σης (που περιλαμβάνει ABS, ECB, E-TRC και VSC+), αλλά αποτελεί σύνδεσμο μεταξύ των κυριότερων εγκεφάλων και συγκεκριμένα: της ECU του κινητήρα, του HV (υπολογιστή που ελέγχει το υβριδικό σύστημα), της μπαταρίας και του EPS (Σύστημα Διεύθυνσης EPS). Η ECU συμβάλλει στη μεγαλύτερη απόδοση

λειτουργίας του κινητήρα και των κυριότερων συστημάτων ενεργητικής ασφάλειας που υπάρχουν στα συμβατικά αυτοκίνητα.

Ηλεκτρονικά ελεγχόμενο κιβώτιο με συνεχώς μεταβαλλόμενη μετάδοση κίνησης (E-CVT). Αν και το Prius δε διαθέτει κανονικό CVT, το κιβώτιό του λειτουργεί σύμφωνα με την ίδια θεωρητική διαδικασία της συνεχούς μεταβαλλόμενης μετάδοσης κίνησης. Ο μηχανισμός κατανομής ισχύος (Power Split Device) συγκεντρώνει τη ροπή από τον ηλεκτροκινητήρα και τον βενζινοκινητήρα και την κατανέμει είτε στους τροχούς είτε στην ηλεκτρική γεννήτρια. Ελέγχοντας επιλεκτικά την ταχύτητα των πηγών ισχύος, μπορεί να γίνει προσομοίωση μιας συνεχούς μεταβολής της αναλογίας μετάδοσης ρεύματος, όπως ακριβώς συμβαίνει με ένα κανονικό CVT.

Ηλεκτρονικός επιλογέας (E-Shift). Το Toyota Prius χρησιμοποιεί τεχνολογία shift-by-wire για τη δημιουργία του E-Shift, ενός συμπαγούς και εργονομικού επιλογέα ταχυτήτων που τοποθετείται στο ταμπλό.



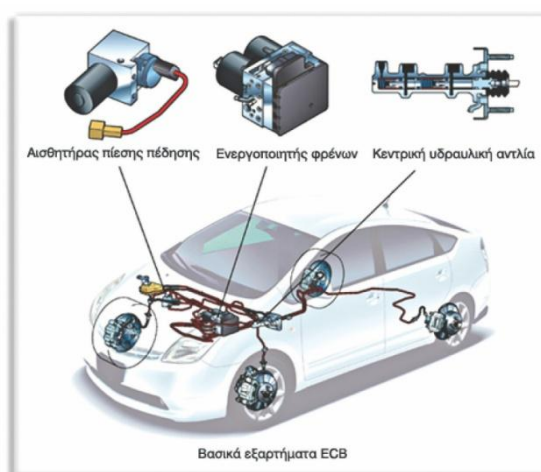
Σχήμα 5.27: Το E-Shift έχει τέσσερις διαφορετικές επιλογές: N (Νεκρά), D (Οδήγηση), R (Όπισθεν) και B (Φρένο κινητήρα και λειτουργία φρένου με ανάκτηση ενέργειας).

Το χειρόφρενο (που βρίσκεται πάνω από το E-Shift) έχει την ίδια λειτουργία με τη θέση P στα συμβατικά αυτόματα κιβώτια. Η τοποθέτησή του στο ταμπλό συνεπάγεται ευκολότερη λειτουργία και ταχύτερη αντίδραση, καθώς βρίσκεται πιο κοντά στον οδηγό συγκριτικά με τα συμβατικά συστήματα του είδους. Επιπλέον μπορεί να λειτουργήσει με πίεση του δακτύλου και επιστρέφει πάντα στην αρχική του θέση μετά την κάθε λειτουργία. Ο επιλογέας είναι φωτιζόμενος για να διακρίνεται καλύτερα στο σκοτάδι.

Ηλεκτρικός έλεγχος πρόσφυσης (E-TRC). Το E-TRC συμβολίζει τον ηλεκτρικό έλεγχο πρόσφυσης. Όταν η ECU ολίσθησης καταγράψει ολίσθηση των τροχών, διακόπτει τη ροπή του ηλεκτροκινητήρα και όχι του κινητήρα όπως συμβαίνει στα συμβατικά συστήματα. Επιπλέον τα φρένα ενεργοποιούνται ηλεκτρικά μέσω του ηλεκτρονικού συστήματος πέδησης ECB. Το Prius είναι το πρώτο αυτοκίνητο στον

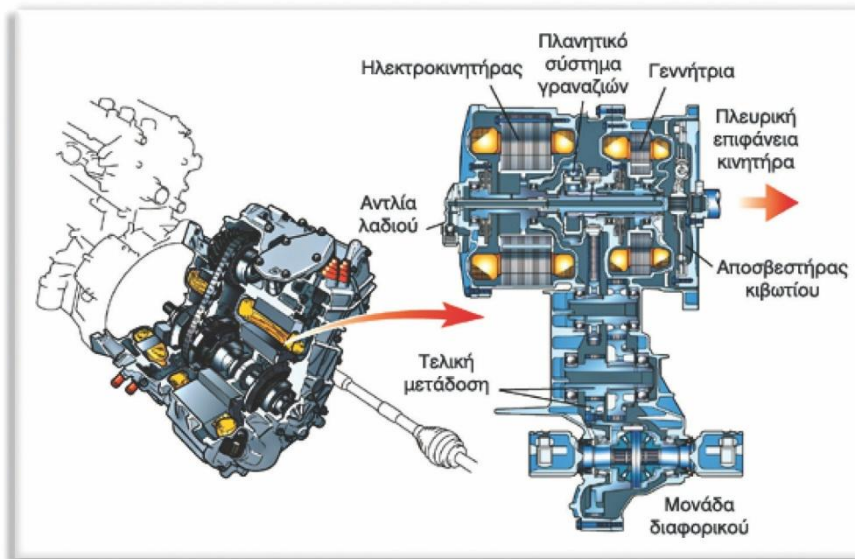
κόσμο που διαθέτει σύστημα ελέγχου πρόσφυσης, το οποίο ενεργοποιείται ηλεκτρικά μέσω μοτέρ. Ο ηλεκτρικός-ηλεκτρονικός έλεγχος διαθέτει πλεονεκτήματα σε σχέση με ένα συμβατικό σύστημα, καθώς προσφέρει τη δυνατότητα μιας πολύ ταχύτερης επικοινωνίας μεταξύ όλων των κύριων εξαρτημάτων, με θετικές προεκτάσεις στο επίπεδο της ενεργητικής ασφάλειας.

Ηλεκτρονικά ελεγχόμενο σύστημα πέδησης (ECB). Για λόγους ασφαλείας, σε περίπτωση που παρατηρηθεί διακοπή τροφοδοσίας ρεύματος στο αυτοκίνητο, το ECB περιλαμβάνει ένα σύστημα υποστήριξης πηγής ισχύος. Συσσωρευτές (28 τον αριθμό) αποθηκεύουν ηλεκτρισμό, που μπορεί να χρησιμοποιηθεί κάποια στιγμή όταν υπάρξει ξαφνική διακοπή τροφοδοσίας ρεύματος στο ηλεκτρικό κύκλωμα. Στα περισσότερα αυτοκίνητα το πάτημα του πεντάλ φρένου ενεργοποιεί το σερβόφρενο, που ενεργοποιεί με τη σειρά του ένα υδραυλικό σύστημα το οποίο σταματάει το αυτοκίνητο. Στο Prius, πατώντας το πεντάλ φρένου, ο οδηγός ουσιαστικά ενεργοποιεί ένα ηλεκτρικό-ηλεκτρονικό κύκλωμα που θα σταματήσει το αυτοκίνητο. Το σύστημα προσφέρει πλεονεκτήματα σε σχέση με ένα συμβατικό, υδραυλικό σύστημα πέδησης. Έχει ταχύτερη απόκριση και το γεγονός ότι είναι ηλεκτρικό διασφαλίζει καλύτερη συνεργασία με τα υπόλοιπα συστήματα ενεργητικής ασφάλειας. Επιπλέον το σύστημα ECB είναι ανώτερο από ένα συμβατικό υδραυλικό σύστημα σε καταστάσεις που απαιτούν συνεχή κατανομή της πίεσης πέδησης σε όλους τους τροχούς, το οποίο ενδέχεται να συμβαίνει συχνά όταν ενεργοποιούνται τα EBD και VSC+. Το ECB χρησιμοποιείται επίσης με στόχο τη βελτίωση της απόδοσης του συστήματος πέδησης με ανάκτηση ενέργειας, με σημαντικά οφέλη στον τομέα αυτό.



Σχήμα 5.28: Εξαρτήματα ηλεκτρονικού ελεγχόμενου συστήματος πέδησης (ECB).

Υβριδικό κιβώτιο.



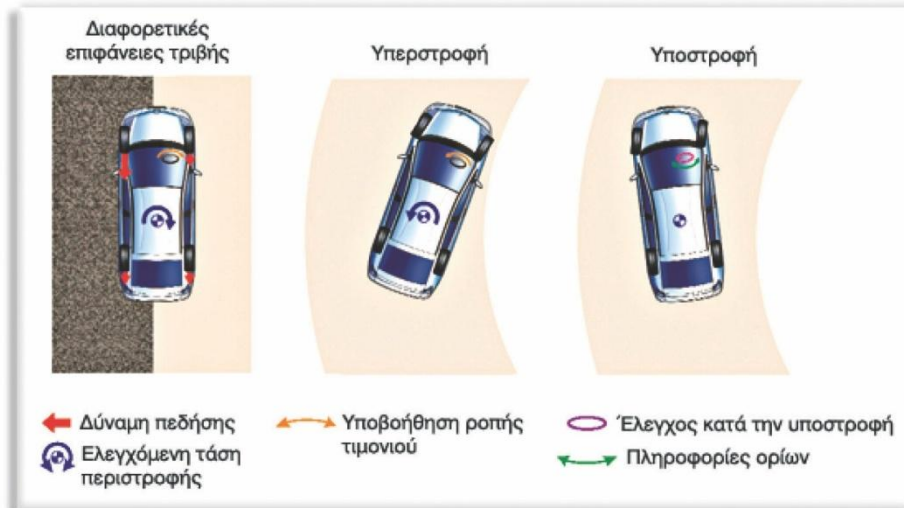
Σχήμα 5.29: Οι απώλειες τριβής του κιβωτίου έχουν μειωθεί κατά 30% με τη χρήση σφαιρικών ρουλεμάν και λαδιού χαμηλού ιξώδους. Παρά την ενοποίηση ενός ηλεκτροκινητήρα και μιας γεννήτριας, ολόκληρο το σύστημα είναι εξίσου συμπαγές με ένα σύνηθες κιβώτιο.

Το υβριδικό κιβώτιο συνδέεται απευθείας με τον βενζινοκινητήρα και αποτελείται από τον ηλεκτροκινητήρα, τη γεννήτρια και τον μηχανισμό κατανομής ισχύος (Power Split Device), που βασικά είναι μία μονάδα πλανητικών γραναζιών. Όσον αφορά τον μηχανισμό κατανομής ισχύος (Power Split Device), ένας από τους κινητήριους άξονες συνδέεται με τον ηλεκτροκινητήρα και τους τροχούς, ενώ ο άλλος συνδέεται με τη γεννήτρια.

Κατ' αυτό τον τρόπο, η κινητήρια ισχύς από τον κινητήρα μεταφέρεται μέσω δύο καναλιών, και συγκεκριμένα ενός μηχανικού και ενός ηλεκτρικού. Αυτό σημαίνει ότι ο κινητήρας μπορεί να τροφοδοτήσει τη γεννήτρια αν χρειαστεί, αλλά και ότι ο ηλεκτροκινητήρας και ο βενζινοκινητήρας μπορούν να παρέχουν ταυτόχρονα κινητήρια ισχύ στους τροχούς.

Έλεγχος Ευστάθειας Οχήματος (VSC+). Η Toyota εισήγαγε το πρώτο δυναμικό σύστημα ελέγχου ευστάθειας VSC (Vehicle Stability Control) το 1995. Οκτώ χρόνια αργότερα η Toyota εισάγει μία ακόμα σημαντική εξέλιξη του αρχικού συστήματος, το VSC+.





Σχήμα 5.30: Το VSC+ εφαρμόζει την ίδια θεωρητική αρχή με το Brake Assist στον έλεγχο διεύθυνσης. Καθώς το Brake Assist προσφέρει πρόσθετη υποβοήθηση στο πεντάλ του φρένου για να μπορέσει ο οδηγός να χρησιμοποιήσει όλη την απόσταση ακινητοποίησης την κατάλληλη στιγμή, το VSC+ παρέχει την κατάλληλη υποβοήθηση διεύθυνσης για μεγαλύτερη αμεσότητα στον ελιγμό του τιμονιού από τον οδηγό.

Αυτό είναι το πρώτο σύστημα ελέγχου ευστάθειας στην αγορά που μπορεί να συνεργάζεται με το EPS (Electric Power Steering – Ηλεκτρικό τιμόνι) προκειμένου να προσφέρει τον σωστό βαθμό υποβοήθησης, ανάλογα με όλες τις απροσδόκητες συνθήκες. Ουσιαστικά το VSC+ λειτουργεί με την ίδια λογική του γνωστού VSC. Ωστόσο στις περισσότερες περιπτώσεις, όταν το VSC+ είναι ενεργοποιημένο, η ECU του EPS παίρνει την εντολή να παρέχει πρόσθετη υποβοήθηση για να μπορέσει ο οδηγός να στρίψει το τιμόνι ταχύτερα. Όταν όμως οι εμπρός τροχοί ολισθήσουν σε στροφή, ο οδηγός έχει μερικές φορές την τάση να στρίβει υπερβολικά τους μπροστινούς τροχούς, επιδεινώνοντας την κατάσταση. Σε αυτή την περίπτωση, το EPS παράγει χαμηλή υποβοήθηση ώστε να αποφευχθεί η υπερβολική γωνία του συστήματος διεύθυνσης.

Όταν οι αριστεροί και οι δεξιοί τροχοί φρενάρουν σε επιφάνειες με διαφορετικούς συντελεστές τριβής, δημιουργείται διαφορά μεταξύ της πίεσης πέδησης που εφαρμόζεται στους τροχούς της κάθε πλευράς, ανάλογα με την ένταση του φρεναρίσματος. Αυτό προ- καλεί μια τάση περιστροφής του οχήματος, που μπορεί να απαιτήσει διορθωτική κίνηση του τιμονιού. Στην περίπτωση αυτή, το VSC+ θα δώσει εντολή στην ECU του EPS να προσφέρει υποβοήθηση προς την κατεύθυνση που θα εξουδετερώσει την τάση ολίσθησης η οποία δημιουργήθηκε.

Παθητική ασφάλεια. Κλωβός ασφαλείας που περιορίζει την παραμόρφωση της καμπίνας. Η δομή ασφαλείας του αυτοκινήτου έχει ενισχυθεί αρκετά, ώστε το Prius να είναι όχι μόνο ασφαλέστερο σε περίπτωση σύγκρουσης, αλλά να διαθέτει και μεγαλύτερη ακαμψία αμαξώματος, στοιχείο ουσιαστικό για ασφαλή και προβλέψιμη

οδική συμπεριφορά. Οι ενισχύσεις στον εμπρός προφυλακτήρα, στο τούνελ του δαπέδου και στους μαρσπιέδες διαχέουν αποτελεσματικά την ενέργεια κρούσης που εκλύεται στις μετωπικές συγκρούσεις, περιορίζοντας την παραμόρφωση της καμπίνας στο ελάχιστο. Ο μηχανισμός απόσβεσης ενέργειας κρούσης στην κολόνα του τιμονιού αποτελείται από μία αποσπώμενη βάση, ενδιάμεσο άξονα, κύριο άξονα και σωλήνα κολόνας, με την κολόνα του τιμονιού τοποθετημένη στην ενίσχυση του ταμπλό μέσω μιας αποσπώμενης βάσης. Η κολόνα του τιμονιού και η κρεμαγιέρα του συστήματος διεύθυνσης συνδέονται με έναν ενδιάμεσο άξονα που υποχωρεί. Όταν η κρεμαγιέρα του συστήματος διεύθυνσης μετακινηθεί κατά τη διάρκεια μιας κύριας σύγκρουσης, ο ενδιάμεσος άξονας μαζεύεται, περιορίζοντας το ενδεχόμενο διείσδυσης της κολόνας του τιμονιού και του ίδιου του τιμονιού στην καμπίνα. Κατά τη διάρκεια μιας δευτερεύουσας σύγκρουσης, το τιμόνι και ο αερόσακος του οδηγού βοηθούν στην απόσβεση της ενέργειας πρόσκρουσης. Επιπλέον, η αποσπώμενη βάση αποσυνδέεται και ο σωλήνας της κολόνας μαζεύεται με την αντίσταση τριβής του μετατοπιζόμενου τμήματος που απορροφά την ενέργεια. Η απορροφητική δομή του νέου Prius μπορεί να συμβάλει αποφασιστικά στην απόσβεση της ενέργειας κρούσης που εκλύεται σε περίπτωση μετωπικής ή πλευρικής σύγκρουσης. Η δομή αυτή συμβάλλει εξάλλου στην προστασία των επιβατών με τη χρήση ενισχύσεων και στοιχείων που περιορίζουν την παραμόρφωση της καμπίνας.



Σχήμα 5.31: Τα φορτία των πλευρικών συγκρούσεων απορροφώνται από όλο το αμάξωμα μέσω των ενισχύσεων των κολονών, των δοκών πλευρικής προστασίας και των εγκάρσιων στοιχείων του δαπέδου, περιορίζοντας την παραμόρφωση της καμπίνας στο ελάχιστο.

Το σύστημα ISOFIX για την ασφάλιση των παιδικών καθισμάτων βρίσκεται πίσω από το μαξιλάρι της πίσω θέσης, ενώ υπάρχουν επίσης στην ίδια πλάτη άγκιστρα στήριξης CRS για την ασφάλιση ενός παιδικού καθίσματος.

Οκτώ αερόσακοι στάνταρ. Το Prius έχει συνολικά οκτώ αερόσακους. Οι μπροστινοί είναι αερόσακοι SRS (Supplemental Restraint System) δύο σταδίων, για τον οδηγό και τον συνοδηγό, επιτυγχάνοντας την κατάλληλη διόγκωση για κάθε περίπτωση. Το κάθισμα του οδηγού διαθέτει αισθητήρα θέσης, που βοηθά την ECU του συστήματος του αερόσακου να υπολογίζει καλύτερα την ταχύτητα διόγκωσης.

Βελτιωμένη προστασία γονάτων. Η προστασία γονάτων έχει επίσης βελτιωθεί στο νέο Prius. Ο παραδοσιακός κύλινδρος του κλειδιού ανάφλεξης έχει αντικατασταθεί από ένα μπουτόν εκκίνησης, ενώ ένα ειδικό προστατευτικό γόνατου χρησιμοποιείται στο κάτω τμήμα του ταμπλό, στην πλευρά του οδηγού. Σε περίπτωση σύγκρουσης αυτό το τμήμα παραμορφώνεται για να απορροφήσει την ενέργεια κρούσης του γόνατου.

Προηγμένο σύστημα διακοπής ηλεκτρικής ενέργειας. Το ηλεκτρικό κύκλωμα υψηλής τάσης του υβριδικού συστήματος διαθέτει επίσης έναν αισθητήρα διακοπής κυκλώματος. Σε περίπτωση ατυχήματος, οι αισθητήρες πρόσκρουσης αναφέρουν την πληροφορία στον αισθητήρα αυτό, ο οποίος αυτόματα αποσυνδέει το ηλεκτρικό κύκλωμα υψηλής τάσης πριν καν ενεργοποιηθούν οι αερόσακοι. Το Toyota Prius είναι ένα οικολογικό αυτοκίνητο που συνδυάζει τη μελλοντική σχεδίαση με την προηγμένη τεχνολογία, προσφέρει χώρους, ανέσεις και επιδόσεις κατηγορίας οχημάτων D με οικονομία καυσίμου που αντιστοιχεί σε οχήματα κατηγορίας B. Η εγγύηση 8 ετών για τα υβριδικά και τα μηχανικά εξαρτήματα επιβεβαιώνει την ποιότητα κατασκευής και απευθύνεται σε κάθε υποψήφιο αγοραστή που προτιμά τις καθαρές επιδόσεις και είναι θετικός στη σύγχρονη τεχνολογία.

### 5.2.5 Βασικά τεχνικά χαρακτηριστικά

Κινητήρας Τύπος Τετρακύλινδρος ατμοσφαιρικός σε σειρά που λειτουργεί με τον κύκλο Atkinson

Υλικό κυλινδροκεφαλής Κράμα αλουμινίου

Υλικό μπλοκ κινητήρα Κράμα αλουμινίου

Τύπος καυσίμου Βενζίνη 95 οκτανίων (ή περισσότερων)

Τροφοδοσία καυσίμου Σειριακός ψεκασμός πολλαπλών σημείων EFI, L-Jetronic

Ανάφλεξη Σύστημα Άμεσης Ανάφλεξης (DIS)

Μηχανισμός βαλβίδων DOHC 16 βαλβίδες VVT-i

Κυβισμός (cm<sup>3</sup>) 1,497

Διάμετρος X Διαδρομή (mm) 75.0 X 84.7

Σχέση συμπίεσης (:1) 13.0

Μέγ. Ιπποδύναμη 78 hp ή 57 kw στις 5000 r/min

Μέγ. Ροπή 115 N•m στις 4000 r/min

Επίπεδα εκπομπών ρύπων EURO IV, J-ULEV and AT-PZEV

Ηλεκτροκινητήρας Τύπος Σύγχρονος ηλεκτροκινητήρας μόνιμου μαγνήτη

Τάση λειτουργίας	500 V
Μέγ. Ιπποδύναμη	50 kW στις 1200 r/min-1540 r/min
Μέγ. Ροπή	400 Nm από 0 r/min-1200 r/min
Βάρος	104 kg
Μπαταρία Τύπος	Νικελίου- υδριδίου μετάλλου
Ονομαστική τάση	201,6 V
Αριθμός στοιχείων	28
Χωρητικότητα (A•h)	6,5 (3h)
Βάρος	39 kg
Υβριδικό σύστημα μετάδοσης Τύπος	Σειριακή και παράλληλη λειτουργία
Τύπος μεταφοράς ροπής	Πλανητικό σύστημα γραναζιών
Συνδυαστική μέγιστη ιπποδύναμη (SAE hp) kW/km/h	110 hp ή 82 kW πάνω από 85 km/h
Συνδυαστική μέγιστη ροπή (Nm/km/h)	478 N•m /λιγότερα από 35 km/h
Επιδόσεις Μέγιστη ταχύτητα	170 km/h
Επιτάχυνση	0-100 km/h σε 10,9 s
Κατανάλωση καυσίμου	
Μεικτός κύκλος	4,3 L/100 km
Κύκλος εκτός πόλης (L/100 km)	4.2 L/100 km
Κύκλος πόλης (L/100 km)	5,0 L/100 km

## **5.3 LEXUS RX 400H**

### **5.3.1 Γενική περιγραφή**

Με βενζινοκινητήρα 3.3 λίτρων, με δύο ηλεκτροκινητήρες, έναν εμπρόσθιο και έναν οπίσθιο, για την τετρακίνηση, με μέγιστη απόδοση ισχύος συστήματος 200 kW/272 DIN hp, με επιτάχυνση 0-100 km/h σε 7,6 s και τη χαμηλότερη κατανάλωση της κατηγορίας του στην αγορά, 8,1 L/100 km στον μεικτό κύκλο, αποτελεί ένα ξεχωριστό οικολογικό αυτοκίνητο. Όλα δείχνουν ότι η χρήση της υβριδικής τεχνολογίας θα υπερισχύσει μελλοντικά στην αγορά. Σήμερα το πρόβλημα είναι πώς θα χρησιμοποιείται η βενζίνη όσο πιο αποτελεσματικά γίνεται, σε συνδυασμό με τη

μέγιστη ιπποδύναμη που μπορεί να επιτευχθεί και τη μείωση των εκπεμπόμενων ρύπων. Η αντίληψη αυτή διέπει την κατασκευή και τον οδηγικό χαρακτήρα του RX 400h.

Η υβριδική τεχνολογία. Στο RX 400h οι μηχανικοί του Lexus δημιούργησαν εντελώς νέα υβριδικά εξαρτήματα προσαρμοσμένα για όχημα SUV και βασισμένα στη φιλοσοφία Hybrid Synergy Drive®. Μέσα από αυτή την επαναστατική τεχνολογική εξέλιξη γεννήθηκε το παγκοσμίως πρώτο υβριδικό σύστημα που συνδυάζει υψηλής ισχύος εμπρόσθιο και οπίσθιο ηλεκτροκινητήρα και έναν άκρως αποδοτικό βενζινοκινητήρα.

Χάρη στην άριστη συνεργασία τους επιτυγχάνεται έξυπνη ηλεκτρική τετρακίνηση, σημαντική βελτίωση της επιτάχυνσης στις μεσαίες στροφές και οικονομία καυσίμου, ενώ ταυτόχρονα ελαχιστοποιούνται οι εκπομπές CO<sub>2</sub>.

(1) V6 Κινητήρας

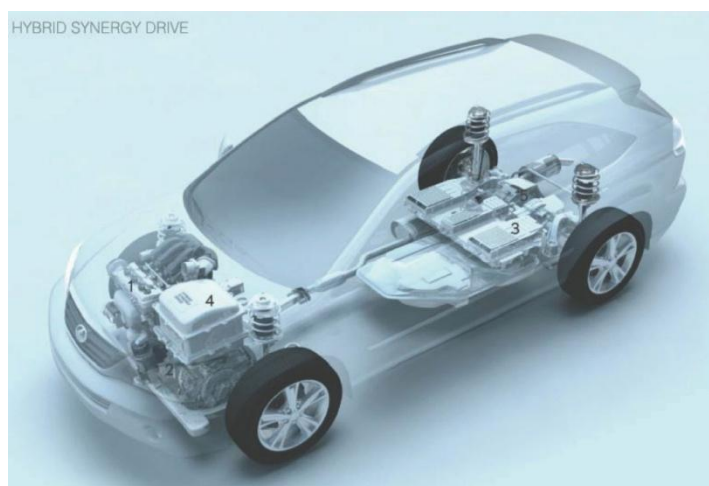
3,3 λίτρων, (2) Μπροστινή

μονάδα ισχύος

(3) Μπαταρία υψηλής τάσης

(4) Ηλεκτρονική μονάδα ελέγχου

(5) Οπίσθια μονάδα ισχύος



Σχήμα 5.32: Σχηματική διάταξη θέσης εξαρτημάτων Lexus RX 400h.

### 5.3.2 Το Hybrid Synergy Drive σε λειτουργία

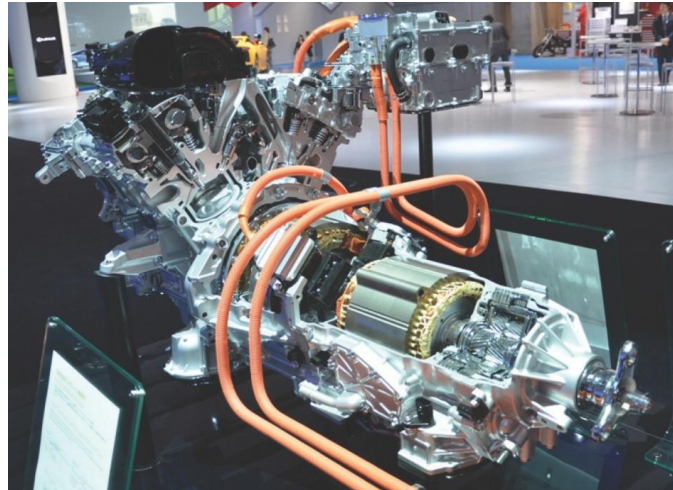
1. Εκκίνηση. Μόνο ο εμπρόσθιος ηλεκτροκινητήρας χρησιμοποιείται για την εκκίνηση καθώς και από τις χαμηλές μέχρι τις μεσαίες στροφές.

2. Κανονικές συνθήκες. Στο ταξίδι, βενζινοκινητήρας και ηλεκτροκινητήρας παρέχουν ισχύ στους τροχούς. Η κινητήρια ισχύς διαχωρίζεται μεταξύ των τροχών και μιας ηλεκτρικής γεννήτριας, η οποία με τη σειρά της κινεί τον ηλεκτροκινητήρα. Η κατανομή ισχύος είναι ελεγχόμενη για να μεγιστοποιείται η απόδοση. Όπου είναι απαραίτητο, η γεννήτρια επαναφορτίζει και την μπαταρία από την περίσσεια ισχύ.
3. Επιτάχυνση. Η μπαταρία παρέχει πρόσθετη ενέργεια για την ενίσχυση της κινητήριας ισχύος, ενώ ο κινητήρας και οι ηλεκτροκινητήρες ανταποκρίνονται ομαλά στην επιτάχυνση.
4. Επιβράδυνση. Οι ηλεκτροκινητήρες λειτουργούν σαν γεννήτριες στο φρενάρισμα. Ανακτούν την κινητική ενέργεια σαν ηλεκτρική, η οποία αποθηκεύεται και πάλι στην μπαταρία.
5. Σταμάτημα. Όταν το αυτοκίνητο σταματά, ο κινητήρας σβήνει αυτόματα για οικονομία καυσίμου και μεγιστοποίηση της απόδοσης.
6. Εκκίνηση. Μόνο ο εμπρόσθιος ηλεκτροκινητήρας.

#### Λειτουργία του HYBRID SYNERGY DRIVE στο RX 400h

Το σύστημα Hybrid Synergy Drive® του Lexus RX 400h συνδυάζει τα εξής χαρακτηριστικά προκειμένου να επιτύχει μέγιστη απόδοση καυσίμου και οδηγικές επιδόσεις:

- Πρώτον, μείωση απώλειας ενέργειας: Το σύστημα σβήνει αυτόματα τον κινητήρα στις χαμηλές ταχύτητες και στο ρελαντί, περιορίζοντας επομένως τη σπατάλη ενέργειας που συνήθως παρατηρείται.
- Δεύτερον, ανάκτηση ενέργειας και επαναχρησιμοποίηση: Η κινητική ενέργεια που συνήθως δαπανάται σαν θερμότητα κατά τη διάρκεια της επιβράδυνσης και του φρεναρίσματος ανακτάται σαν ηλεκτρική ενέργεια, η οποία στη συνέχεια χρησιμοποιείται για τη λειτουργία της μίζας και του ηλεκτροκινητήρα.
- Τρίτον, υποβοήθηση ηλεκτροκινητήρα: Ο ηλεκτροκινητήρας βοηθά τον κινητήρα στη φάση της επιτάχυνσης.
- Τέταρτον, λειτουργικός έλεγχος υψηλής απόδοσης: Το σύστημα μεγιστοποιεί τη συνολική απόδοση του αυτοκινήτου, χρησιμοποιώντας τους ηλεκτροκινητήρες για να κινήσει το όχημα σε λειτουργικές συνθήκες όπου η απόδοση του κινητήρα είναι χαμηλή, και παράγοντας ηλεκτρική ενέργεια σε λειτουργικές συνθήκες στις οποίες η απόδοση του κινητήρα είναι υψηλή.
- Πέμπτον, συνεχόμενη επιτάχυνση μέσω του ηλεκτρονικού συνεχώς μεταβαλλόμενου κιβωτίου (CVT).

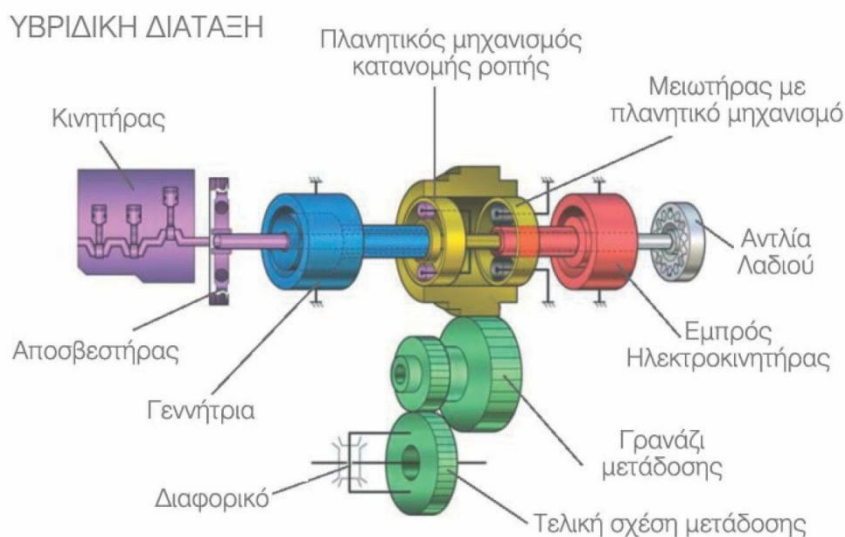


Εικόνα 5.33: Μονάδα ισχύος.

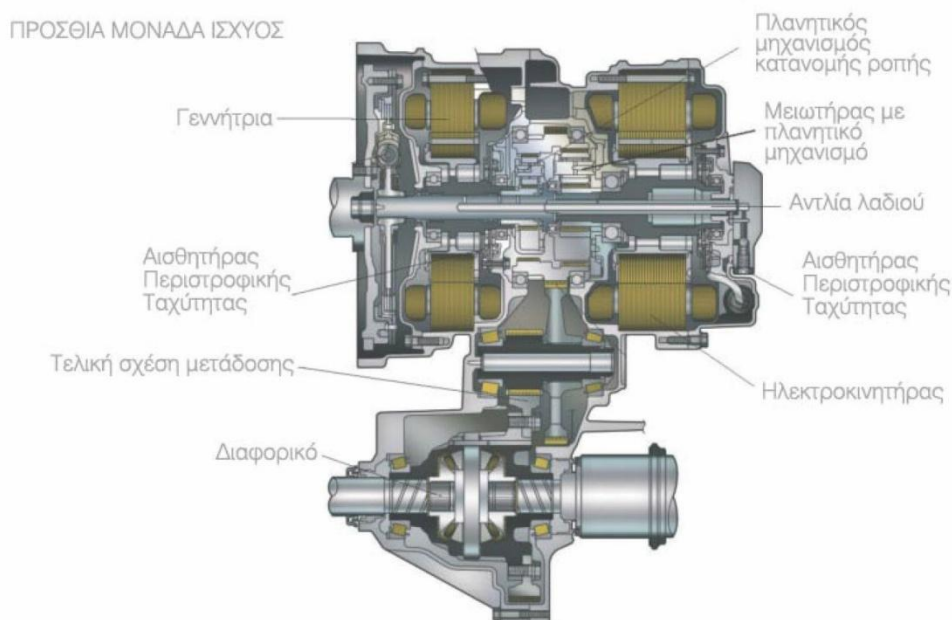
Κατά τη διάρκεια του ταξιδιού, το νέο σύστημα Hybrid Synergy Drive® λειτουργεί σε διαφορετικά προγράμματα, προκειμένου να μεγιστοποιήσει τη συνολική απόδοση του RX 400h. Όταν ο κινητήρας είναι κρύος και η ανάφλεξη ανοιχτή, το σύστημα βάζει μπρος στον κινητήρα για να ζεσταθεί η μονάδα. Στη συνέχεια, όταν το αυτοκίνητο σταματά, ο κινητήρας παύει να λειτουργεί αυτόματα, για οικονομία καυσίμου.

Σε συνθήκες χαμηλής απόδοσης του κινητήρα, όπως στην εκκίνηση και σε χαμηλές-μεσαίες στροφές, το αυτοκίνητο λειτουργεί μόνο με τους ηλεκτροκινητήρες, μηδενίζοντας τις εκπομπές CO .

Σε κανονικές συνθήκες οδήγησης, ένας διαχωριστής ισχύος κατανέμει και αποστέλλει την ισχύ του κινητήρα απευθείας στους τροχούς και σε μία γεννήτρια, η οποία με τη σειρά της λειτουργεί τους ηλεκτροκινητήρες και επαναφορτίζει την μπαταρία υψηλής τάσης. Στις περιπτώσεις αυτές, η κατανομή ισχύος παρακολουθείται συνεχώς και ρυθμίζεται μεταξύ κινητήρα και ηλεκτροκινητήρων για μέγιστη απόδοση. Όταν χρειαστεί ξαφνική επιτάχυνση, ο κινητήρας και οι ηλεκτροκινητήρες λειτουργούν και πάλι σε άριστη συνεργασία, με την επιπλέον ισχύ να παρέχεται από την μπαταρία, ώστε να ενισχυθεί η απόκριση των ηλεκτροκινητήρων.



Σχήμα 5.34: Υβριδική διάταξη οχήματος.



Σχήμα 5.35: Εμπρόσθια μονάδα ισχύος.

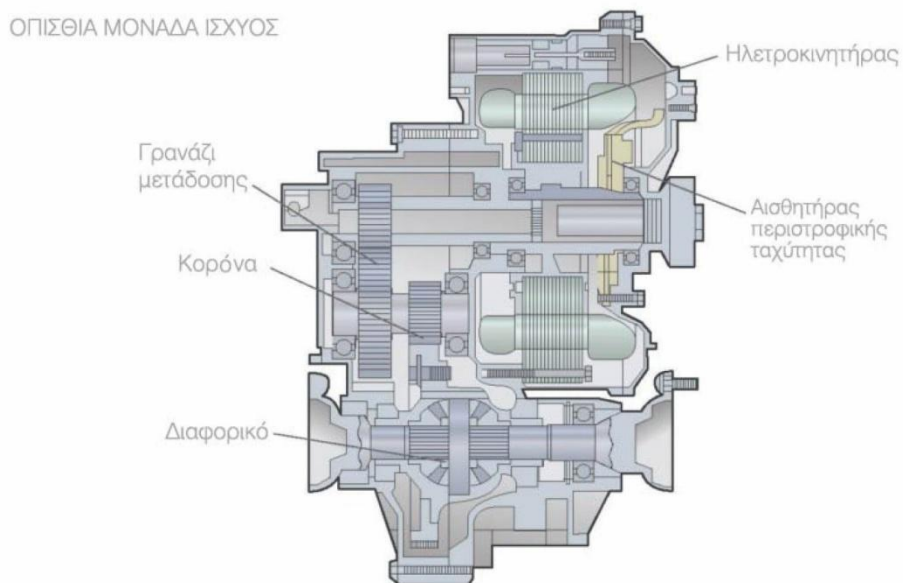
Στο σύστημα Hybrid Synergy Drive® του RX 400h οι πίσω τροχοί του οχήματος κινούνται από έναν ηλεκτροκινητήρα, επιτυγχάνοντας το πρωτοποριακό σύστημα ηλεκτρικής τετρακίνησης E-four της Lexus κάτω από διάφορες οδηγικές συνθήκες.

Ελεγχόμενη από το σύστημα Vehicle Dynamics Integrated Management (VDIM), η τετρακίνηση ενεργοποιείται αυτόματα μέσω της συνεχούς κατανομής ροπής μεταξύ εμπρός/πίσω ηλεκτροκινητήρα σε έντονη επιτάχυνση (και από στάση και εν κινήσει) στις στροφές και όταν οι εμπρός τροχοί χάσουν την πρόσφυσή τους.

Επιπλέον κατά τη διάρκεια της επιβράδυνσης και του φρεναρίσματος, ο κινητήρας σβήνει και οι εμπρός και πίσω ηλεκτροκινητήρες λειτουργούν σαν γεννήτριες υψηλής



απόδοσης που κινούνται και από τους τέσσερις τροχούς. Αυτό το σύστημα πέδησης με ανάκτηση ενέργειας βελτιστοποιεί τη διαχείριση ενέργειας στο νέο Hybrid Synergy Drive® του RX 400h ανακτώντας την κινητική ενέργεια, που συνήθως σπαταλιέται σαν θερμότητα στο φρενάρισμα και στην επιβράδυνση, με τη μορφή ηλεκτρικής ενέργειας που αποθηκεύεται στην μπαταρία. Επιπλέον, κάτω από όλες τις οδηγικές συνθήκες, η ισχύς της μπαταρίας και τα επίπεδα της μεταφερόμενης ενέργειας βρίσκονται υπό συνεχή διαχείριση της γεννήτριας που λειτουργεί μέσω του κινητήρα, ώστε να μη χρειάζεται επαναφόρτιση του συστήματος από εξωτερική πηγή.



Σχήμα 5.36: Οπίσθια μονάδα ισχύος.

Σε όλες τις ταχύτητες, το σύστημα Hybrid Synergy Drive® του RX 400h αυτοπαρακολουθείται για βέλτιστη απόδοση και οικονομία καυσίμου με ελάχιστες εκπομπές ρύπων, είτε με τη λειτουργία μόνο των ηλεκτροκινητήρων είτε με μόνο τον κινητήρα ή με έναν συνδυασμό και των δύο. Περισσότερες λεπτομέρειες εμφανίζονται στην οθόνη πολλαπλών ενδείξεων στο ταμπλό οργάνων του οδηγού. Σε αυτοκίνητα με δορυφορικό σύστημα πλοήγησης όλα τα δεδομένα για τη ροή ισχύος και την κατάσταση της μπαταρίας εμφανίζονται σε ένα έγχρωμο μόνιτορ 7".



Εικόνα 5.37: Οθόνη πολλαπλών ενδείξεων.

Επιδόσεις. Με μέγιστη απόδοση ισχύος 200 kW/272 DIN hp, η δεύτερη γενιά του συστήματος Hybrid Synergy Drive® προσφέρει στο Lexus RX 400h τελική ταχύτητα 200 km/h. Μέσω του συνεχώς μεταβαλλόμενου κιβωτίου, επιταχύνει συνεχόμενα από 0-100 km/h σε 7,6 s, χωρίς τα αναμενόμενα σκορτσαρίσματα στις αλλαγές ταχυτήτων.

Έχοντας αποδείξει ότι είναι πολύ λιγότερο απαιτητικό σε καύσιμα σε σύγκριση με άλλα ανταγωνιστικά μοντέλα, παρόμοιας απόδοσης ισχύος, το RX 400h επιτυγχάνει απόδοση καυσίμου πρωτοφανή για πολυτελές SUV, αφού καταναλώνει 9,1 L/100 km σε συνθήκες πόλης, 7,6 L/100 km στον αυτοκινητόδρομο και 8,1 L/100 km στον μεικτό κύκλο. Το νέο Lexus, που πληροί τις προδιαγραφές EURO IV, παράγει σχεδόν μηδενικές εκπομπές NOx, ενώ οι εκπομπές CO είναι μόλις 192 g/km στον μεικτό κύκλο. Η τιμή αυτή αντιπροσωπεύει μια σημαντική μείωση 36% σε σχέση με τις εκπομπές των πολυτελών V6 SUV του ανταγωνισμού. Η οδήγηση ενός RX 400h μπορεί να μειώσει τις εκπομπές CO μέχρι 2,6 τόνους τον χρόνο (ο υπολογισμός είναι βασισμένος στον μεικτό ευρωπαϊκό κύκλο των ανταγωνιστικών SUV με βενζινοκινητήρες V6, που διανύουν 24.000 km τον χρόνο).

### 5.3.3 Παρουσίαση συστημάτων του αυτοκινήτου

Ανάρτηση. Το RX 400h υιοθετεί μια σημαντικά βελτιωμένη έκδοση της αναγνωρισμένης εμπρός ανάρτησης με γόνατα MacPherson και πίσω ανάρτησης δύο συνδέσμων της Lexus, επιτυγχάνοντας εντυπωσιακά χαρακτηριστικά συμπεριφοράς, άριστη απόκριση τιμονιού και ευστάθεια με υψηλές ταχύτητες σε ευθεία πορεία. Το αναβαθμισμένο σύστημα έχει ρυθμιστεί με στόχο τη βελτιστοποίηση της δυναμικής οδηγικής συμπεριφοράς, συνδυάζοντας το σπορ στοιχείο με την άνεση και την ελαχιστοποίηση των θορύβων, των κραδασμών και των τριγμών (NVH) για μια εγγυημένα «πολιτισμένη» λειτουργία Lexus κάτω από όλες τις οδηγικές συνθήκες.

Εμπρόςθια ανάρτηση. Ή βελτιωμένη εμπρός ανάρτηση με γόνατα MacPherson περιλαμβάνει έναν ελαφρύ κάτω βραχίονα σχήματος L από πρεσσαριστό ατσάλι, ενσωματώνοντας σάιλεντμπλοκ υψηλής απόσβεσης, αναβαθμισμένα αμορτισέρ με ανασχεδιασμένη βαλβίδα και ειδικές τσιμούχες λαδιού για πιο γραμμική απόσβεση. Ή χρήση σπειροειδών ελατηρίων ειδικής σχεδίασης, για μείωση των κλίσεων του αμαξώματος, επιτυγχάνει πιο επίπεδη συμπεριφορά στις στροφές και δημιουργεί πρόσθετη ευστάθεια στο όχημα όταν στρίβει.

#### Αμορτισέρ Επάνω

Ή βελτιστοποίηση της γωνίας κάστερ και η υιοθέτηση της γεωμετρίας Nachlauf, που τοποθετεί έκκεντρα τον άξονα του βασιλικού πύρου μπροστά από το κέντρο του άξονα, έχουν ως αποτέλεσμα αυξημένο ίχνος (λόγω γωνίας κάστερ) που βελτιώνει και την ευστάθεια σε ευθεία πορεία και την αίσθηση του τιμονιού. Ή θέση του άξονα του βασιλικού πύρου εκτός του τροχού, σε συνδυασμό με την προσθήκη ενός μικρού, άριστα σχεδιασμένου υποπλαισίου, έχει ως αποτέλεσμα έξοχη συμπεριφορά στις κλειστές στροφές και μικρό κύκλο στροφής μόλις 5,7 μέτρων.

Ή γεωμετρία κάτω βραχίονα και ακρόμπαραου έχει βελτιστοποιηθεί για να μειωθούν οι αλλαγές γεωμετρίας κατά τη συμπίεση-επαναφορά της ανάρτησης, διασφαλίζοντας, κατά συνέπεια, άριστη συμπεριφορά σε ευθεία πορεία.

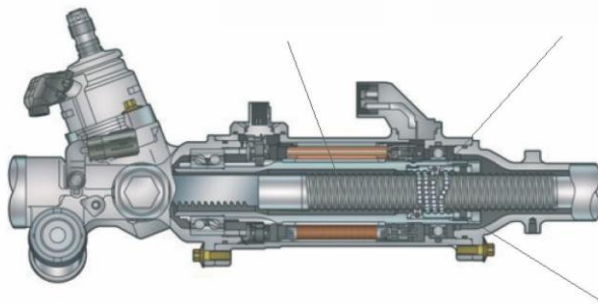
Ή υπό γωνία τοποθέτηση του κάτω βραχίονα, με το πίσω μέρος πιο ψηλά από το εμπρός, προσδίδει χαρακτηριστικά αντιβύθισης της ανάρτησης κατά το φρενάρισμα. Επιπλέον η εμπρόςθια ανάρτηση υιοθετεί ένα μικρό επίπεδο αρνητικού κάμπερ, ώστε το επάνω μέρος του κάθε εμπρός τροχού να κλίνει ελαφρώς προς τα μέσα, όταν το όχημα κινείται σε ευθεία γραμμή. Σε στροφή, η κλίση του αμαξώματος μειώνει τη γωνία κάμπερ του εξωτερικού εμπρός τροχού, βελτιστοποιώντας την επαφή μεταξύ πέδματος ελαστικού και οδοστρώματος για άριστη συμπεριφορά στο στρίψιμο.

Οπίσθια ανάρτηση. Ή πίσω ανάρτηση δύο συνδέσμων με γόνατο υιοθετεί μια πιο άκαμπτη σχεδίαση, ενσωματώνοντας ρουλεμάν τρίτης γενιάς για υψηλή στρεπτική ακαμψία. Ή προσεκτικά μελετημένη ρύθμιση σκληρότητας σπειροειδών ελατηρίων, αμορτισέρ, αντιστρεπτικών δοκών και σάιλεντμπλοκ στη βελτιστοποιημένη γεωμετρία της ανάρτησης, υπόσχεται βελτιωμένη ευστάθεια και μεγαλύτερη οδηγική άνεση.

Το νέο Lexus RX 400h οριοθετεί μια νέα εποχή στην κατηγορία του επειδή υιοθέτησε πολλές και ενδιαφέρουσες τεχνολογίες. Ο αντικαταστάτης του, το RX 450h, ήρθε ακόμα πιο βελτιωμένο τεχνικά, με νέο μεγαλύτερο βενζινοκινητήρα V6 3,5 L με δύο ισχυρούς ηλεκτροκινητήρες. Το αποτέλεσμα είναι εντυπωσιακά υψηλές επιδόσεις, χαμηλότερη κατανάλωση καυσίμου και μειωμένες εκπομπές ρύπων.

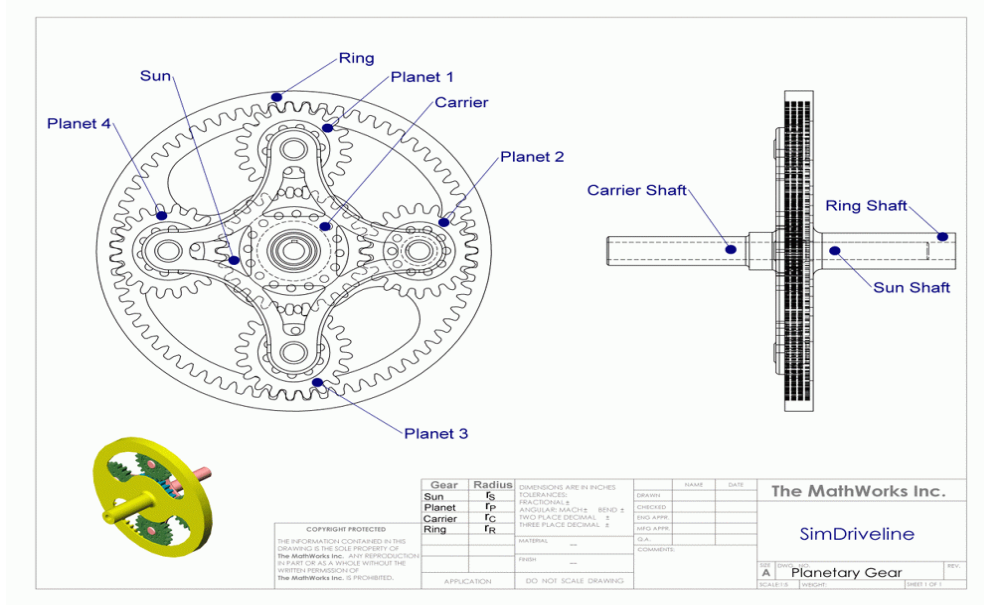
Σύστημα διεύθυνσης με ηλεκτρική υποβοήθηση. Ή χρήση του συστήματος διεύθυνσης με ηλεκτρική υποβοήθηση (EPS) στο RX 400h έχει αρκετά

πλεονεκτήματα σε σχέση με τα αντίστοιχα υδραυλικά συστήματα. Με την υποβοήθηση να προέρχεται από ηλεκτροκινητήρα 42volt DC χωρίς ψήκτρες (καρβουνάκια), και έναν μειωτήρα να εδράζεται ομοαξονικά στον άξονα της κρεμαγιέρας, το σύστημα EPS καταναλώνει ηλεκτρική ενέργεια μόνο όταν απαιτείται υποβοήθηση, έχοντας μηδενικές απαιτήσεις, π.χ., κατά την οδήγηση σε ευθεία πορεία, και επομένως συμβάλλει στη μείωση της κατανάλωσης καυσίμου κατά περίπου 1.5%. Η δομή του συστήματος, που αποτελείται από ηλεκτροκινητήρα, αισθητήρα ροπής και μειωτήρα, είναι πολύ πιο συμπαγής και αθόρυβη στη λειτουργία. Χρησιμοποιώντας κρεμαγιέρα με κοχλία και σφαιρίδια επιτυγχάνεται ομαλή περιστροφή, υψηλή απόδοση και χαμηλό επίπεδο τριβών και θορύβων. Η ηλεκτρονική μονάδα ελέγχου (ECU) του EPS έχει επεξεργαστή 32bit για αυξημένη ταχύτητα επεξεργασίας σήματος και ενεργοποιεί τον ηλεκτροκινητήρα DC με βάση τα σήματα που λαμβάνει από διάφορους αισθητήρες, μεταξύ των οποίων και οι αισθητήρες ροπής τιμονιού και ταχύτητας οχήματος. Τα χαρακτηριστικά της ηλεκτρικής υποβοήθησης μεταβάλλονται πολύ ομαλά, προσφέροντας απολαυστική αίσθηση συγκρότησης στο τιμόνι, το οποίο είναι ελαφρύ στις χαμηλές ταχύτητες και όλο και πιο άμεσο όσο η ταχύτητα του αυτοκινήτου αυξάνεται. Η απουσία υδραυλικών υγρών στο σύστημα διεύθυνσης το καθιστά περιβαλλοντικά συμβατό γιατί δεν απαιτείται απόρριψη στο τέλος της ζωής του οχήματος. Οι εργασίες service και η αφαίρεση εξαρτημάτων είναι ευκολότερες, ενώ το σύστημα δεν απαιτεί πλέον εξαέρωση.



Σχήμα 5.38: Ηλεκτρική υποβοήθηση συστήματος διεύθυνσης.

Πλανητικό σύστημα γρاناζιών διαχωρισμού ισχύος. Το σύστημα διαχωρισμού ισχύος βρίσκεται στην καρδιά του συστήματος Hybrid Synergy Drive® του RX 400h. Περιλαμβάνει ένα σετ πλανητικών γρاناζιών σε σειρά με τη γεννήτρια, εμπρόσθιο ηλεκτροκινητήρα και πλανητικό σύστημα γρاناζιών για μείωση στροφών, όλα ως επέκταση του στροφάλου και εντός του κιβωτίου μετάδοσης. Μέσω δύο αξόνων εξόδου, το σύστημα διαχωρισμού ισχύος συνδέεται από τη μία πλευρά με τη γεννήτρια και από την άλλη με τον ηλεκτροκινητήρα και τους τροχούς. Επομένως η απόδοση ισχύος του κινητήρα μπορεί να μεταδίδεται μέσω δύο ανεξάρτητων διαδρομών: Μια μηχανική διαδρομή, που περιλαμβάνει τη ροπή από τον ηλεκτροκινητήρα στους κινητήριους τροχούς, και μια ηλεκτρική διαδρομή προς τη γεννήτρια.



Σχήμα 5.39: Διάταξη πλανητικού συστήματος γραναζιών.

Το σύστημα χρησιμοποιεί ένα σετ πλανητικών γραναζιών (ονομάζονται έτσι επειδή τα πλανητικά γρανάκια περιστρέφονται γύρω από ένα ηλιακό γρανάκι, όπως στο ηλιακό σύστημα) για τον διαχωρισμό της κινητήριας ισχύος μεταξύ των δύο διαδρομών. Αποτελείται από τα εξής γρανάκια: Ένα κεντρικό γρανάκι (ήλιος), ένα δακτυλιοειδές, ένα ενδιάμεσο, τα πλανητικά και τα πηνία, τα γρανάκια που εμπλέκουν τα δύο προηγούμενα. Τα πηνία εδράζονται μεταξύ τους στον φορέα, ώστε να περιστρέφονται τόσο γύρω από τον άξονά τους όσο και γύρω από τον κεντρικό ήλιο. Η γεννήτρια συνδέεται με το κεντρικό γρανάκι (ήλιο). Ο κινητήρας συνδέεται με τον φορέα των πηνίων. Ο ηλεκτροκινητήρας συνδέεται στον εξωτερικό δακτύλιο, ο οποίος συνδέεται άμεσα με το διαφορικό που κινεί τους τροχούς. Επομένως, με την ισχύ να μεταδίδεται είτε από τον κινητήρα είτε από τον ηλεκτροκινητήρα, ή από έναν συνδυασμό και των δύο, η περιστροφική κίνηση του δακτυλίου καθορίζει την ταχύτητα του οχήματος. Στη διάταξη αυτή, με τη ροπή κινητήρα να μοιράζεται κατά 72%:28% μεταξύ δακτυλίου και ήλιου, το πλανητικό σύστημα προσφέρει όλο το απαιτούμενο εύρος μετάδοσης ισχύος του συστήματος Hybrid Synergy Drive® :

- Κατά τη διάρκεια της αρχικής εκκίνησης και στις χαμηλές ταχύτητες, ο κινητήρας δε λειτουργεί και ο φορέας των πλανητικών γραναζιών παραμένει ακίνητος. Με την ισχύ του ηλεκτροκινητήρα ο δακτύλιος περιστρέφει τους τροχούς και μέσω των πηνίων του φορέα περιστρέφεται ο ήλιος που συνδέεται με τη γεννήτρια.
- Για την εκκίνηση του κινητήρα καθώς αυξάνεται η ταχύτητα του οχήματος αρκεί μια στιγμιαία παύση περιστροφής του ήλιου (μέσω περιστροφής του δακτυλίου των πλανητικών γραναζιών) ώστε να περιστραφεί ο φορέας και κατά συνέπεια ο στρόφαλος του κινητήρα. Μετά την εκκίνησή του, ο κινητήρας παρέχει ισχύ στα πηνία εμπλέκοντας τον φορέα με τον εξωτερικό δακτύλιο, τους τροχούς και των

εσωτερικό ήλιο. Μέσω του ήλιου, η γεννήτρια παρέχει ισχύ μέσω της μονάδας ελέγχου ισχύος είτε για επαναφόρτιση της μπαταρίας είτε για τον ηλεκτροκινητήρα.

- Κατά τη διάρκεια πλήρους επιτάχυνσης, όταν όλοι οι κινητήρες λειτουργούν σε συνεργασία για να κινήσουν τους τροχούς, περισσότερη ισχύς παρέχεται από την μπαταρία στον ηλεκτροκινητήρα και η απόδοση του κινητήρα αυξάνεται. Σε τέτοιες περιπτώσεις, επιβράδυνση ή και παύση περιστροφής του ήλιου της γεννήτριας διοχετεύει περισσότερη ισχύ μέσω των πηνίων στον εξωτερικό δακτύλιο, μεταφέροντας έτσι πρόσθετη ισχύ στους τροχούς.

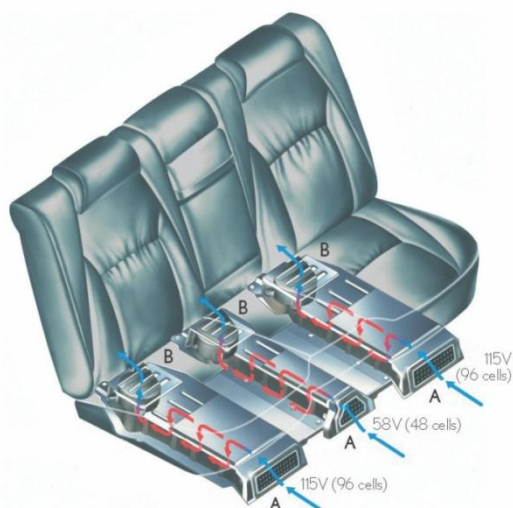
Πλανητικό σύστημα γραναζιών για μείωση στροφών. Το μυστικό των συμπαγών διαστάσεων του νέου ηλεκτροκινητήρα (123 kW/167 DIN hp) βρίσκεται στη σύνδεσή του με ένα δεύτερο αποκλειστικό πίσω πλανητικό σύστημα μείωσης στροφών, επίσης σε σειρά με τον διαχωριστή ισχύος, τη γεννήτρια και τον στρόφαλο. Και πάλι αυτό το πλανητικό σύστημα γραναζιών αποτελείται από ένα κεντρικό ηλιακό γρανάτζι, έναν εξωτερικό δακτύλιο, και ενδιάμεσα πλανητικά πηνία που εμπλέκουν τα δυο προηγούμενα γρανάτζια. Μέσα στον μηχανισμό αυτό ωστόσο το ηλιακό γρανάτζι είναι συνδεδεμένο με τον ηλεκτροκινητήρα και ο δακτύλιος με τον άξονα μετάδοσης. Επιπλέον, τα ενδιάμεσα πηνία είναι συνδεδεμένα με μια βάση που, στην περίπτωση αυτή, στερεώνεται στο κέλυφος του κιβωτίου και δεν περιστρέφεται. Όταν ο ηλεκτροκινητήρας κινεί το ηλιακό γρανάτζι, τα πηνία περιστρέφονται γύρω από τον άξονά τους, αναγκάζοντας τον δακτύλιο σε περιστροφή. Λόγω του υποπολλαπλασιασμού, ο δακτύλιος περιστρέφεται πιο αργά σε σχέση με τον ήλιο. Επομένως, καθώς η περιστροφική ταχύτητα του ηλεκτροκινητήρα μεταδίδεται μειωμένη, η ροπή αυξάνεται. Μέσω των γραναζιών, η ροπή που μεταφέρεται σε σχέση με την παραγόμενη από τον ηλεκτροκινητήρα έχει μια αναλογία 1:2.478. Επειδή το μέγεθος ενός ηλεκτροκινητήρα είναι ανάλογο της ροπής που παράγει, η χρήση του πλανητικού συστήματος μείωσης στροφών προσφέρει τη ροπή που απαιτούν οι προδιαγραφές επιδόσεων του RX 400h με έναν εξαιρετικά συμπαγή ηλεκτροκινητήρα.

Ηλεκτρονικά ελεγχόμενο συνεχώς μεταβαλλόμενο κιβώτιο (E-CVT). Σε συνδυασμό με αυτό το μοναδικό υβριδικό σύστημα κιβωτίου τετρακίνησης, το νέο Lexus RX 400h έχει το πλεονέκτημα ενός ηλεκτρονικά ελεγχόμενου, συνεχώς μεταβαλλόμενου κιβωτίου (E-CVT), που προσομοιώνει μια συνεχή μεταβολή της τρέχουσας σχέσης του κιβωτίου, ελέγχοντας επιλεκτικά τις στρόφες του κινητήρα, της γεννήτριας και του ηλεκτροκινητήρα. Ως αποτέλεσμα, ο κινητήρας και οι ηλεκτροκινητήρες λειτουργούν με μέγιστη αποτελεσματικότητα, ανεξάρτητα από την ταχύτητα του αυτοκινήτου. Το E-CVT του RX 400h προσφέρει συνεχόμενη επιτάχυνση χωρίς να είναι αισθητές οι αλλαγές ταχυτήτων, όπως συμβαίνει με τα συμβατικά κιβώτια. Οι απώλειες τριβής του κιβωτίου έχουν επίσης μειωθεί κατά 30% περίπου, με τη χρήση σφαιρικών ρουλεμάν και λαδιού χαμηλού ιξώδους.

Μπαταρία υψηλής τάσης. Το σύστημα Hybrid Synergy Drive® του RX 400h διαθέτει μία νέα, υψηλής απόδοσης μπαταρία νικελίου-υδριδίου του μετάλλου 288 volt. Η

μπαταρία είναι συνδεδεμένη σε μία μονάδα ελέγχου, την ηλεκτρονική μονάδα ελέγχου υβριδικού οχήματος –Hybrid Vehicle Electronic Control Unit (HV-ECU)– που παρακολουθεί τις συνθήκες επαναφόρτισης της μπαταρίας, ανιχνεύει προβλήματα, εκτελεί διαχείριση ασφάλειας του συστήματος και ελέγχει το σύστημα του ανεμιστήρα ψύξης της μπαταρίας.

Η μονάδα βάρους 69kg, με 30 εν σειρά μπαταρίες 8 κυψελών (1.2V ανά κυψέλη), είναι χωρισμένη σε τρία τμήματα, ώστε να επιτρέπεται η τοποθέτησή τους κάτω από τα πίσω καθίσματα, χωρίς να υπονομεύεται καθόλου η ευρυχωρία στο πίσω μέρος. Η μπαταρία και τα σχετικά της εξαρτήματα τοποθετούνται σε μια σφραγισμένη μεταλλική θήκη. Η θήκη αυτή πληροί τα υψηλότερα πρότυπα ασφάλειας και θωράκισης, προστατεύοντας τους επιβάτες από ηλεκτρομαγνητικά πεδία. Σε περίπτωση ατυχήματος αισθητήρες σύγκρουσης απενεργοποιούν αμέσως την μπαταρία μέσω της HV-ECU. Με τη χρήση μεταλλικής θήκης, επιτυγχάνεται σημαντική μείωση του μεγέθους της μπαταρίας σε σχέση με προηγούμενες δομές από ρητίνη. Το συνολικό ύψος της συστοιχίας μπαταριών έχει μειωθεί κατά 40mm (περίπου 22%) συγκριτικά με την προηγούμενη.



Σχήμα 5.40: Θέση μπαταρίας (κάτω από τα πίσω καθίσματα)

A. Αεραγωγοί εισαγωγής αέρα

B. Ανεμιστήρες ψύξης.

Η χρήση μεταλλικού περιβλήματος συμβάλλει επίσης στην αναβαθμισμένη απόδοση ψύξης. Το καθένα από τα τρία συγκροτήματα μπαταριών είναι εφοδιασμένο με τον δικό του ειδικό ανεμιστήρα ψύξης. Οι ανεμιστήρες κινούνται από ηλεκτροκινητήρες χωρίς ψήκτρες, επιτρέποντας συμπαγή σχεδίαση, υψηλή απόδοση και εξαιρετικά αθόρυβη λειτουργία. Ο αέρας εισέρχεται στο εσωτερικό της καμπίνας από τρεις αεραγωγούς που βρίσκονται κάτω από το εμπρός τμήμα των πίσω καθισμάτων, και ρέει από πάνω προς τα κάτω, ανάμεσα στα συγκροτήματα των μπαταριών

δημιουργώντας ένα φαινόμενο ανταλλαγής θερμότητας. Ο αέρας διοχετεύεται προς τα πίσω μέσω αεραγωγού στο πάτωμα, από όπου επιστρέφει πάλι στην καμπίνα ή αποβάλλεται εκτός αυτοκινήτου. Λόγω συνεχούς επαναφόρτισης μέσω της λειτουργίας του υβριδικού συστήματος κίνησης, η μπαταρία δεν απαιτεί φόρτιση καθ' όλη τη διάρκεια ζωής του αυτοκινήτου.

Μονάδα ελέγχου ισχύος. Η μονάδα ελέγχου ισχύος αποτελείται από έναν μετατροπέα τάσης, τον εναλλάκτη, καθώς και από έναν μετατροπέα DC/DC, ο οποίος ελέγχεται από μια ECU του ηλεκτροκινητήρα, που λαμβάνει εντολές από την Hybrid Vehicle Control ECU.

Τοποθετώντας ένα νέο κύκλωμα ισχύος υψηλής τάσης μέσα στη μονάδα ελέγχου ισχύος, η τάση ηλεκτροκινητήρα και γεννήτριας έχει αυξηθεί στα 650V. Σύμφωνα με τον τύπο

«Ισχύς= Τάση x Ρεύμα», αύξηση της τάσης προσφέρει τη δυνατότητα μείωσης ρεύματος και επιτρέπει μείωση στο μέγεθος του εναλλάκτη και, επομένως, στη μονάδα ελέγχου ισχύος γενικά. Επιπλέον η μείωση στο ρεύμα ελαχιστοποιεί την απώλεια ενέργειας, βελτιώνοντας επομένως την απόδοση του συστήματος. Ο εναλλάκτης μέσα στη μονάδα ελέγχου ισχύος του Hybrid Synergy Drive® μετατρέπει το συνεχές ρεύμα (DC) της μπαταρίας σε εναλλασσόμενο (AC), αυξάνοντας ταυτόχρονα την τάση, η οποία στη συνέχεια κινεί τον ηλεκτροκινητήρα. Ένας μετατροπέας DC/DC βρίσκεται στην ίδια μονάδα, και παρέχει τάση συνεχούς ρεύματος DC 12V στα βοηθητικά συστήματα. Η αύξηση της τάσης της μπαταρίας και η μετατροπή σε εναλλασσόμενο ρεύμα (AC) πραγματοποιούνται εντός του εναλλάκτη μέσω ενός μοναδικού συστήματος διακοπών από ημιαγωγούς, με την ονομασία «μονωμένες πύλες από διπολικά Τρανζίστορ» – Insulated Gate Bipolar Transistor (IGBT). Επειδή το ρεύμα που περνά είναι σημαντικό, η ελαχιστοποίηση της παραγωγής θερμότητας αποτελεί κρίσιμο παράγοντα και το IGBT έχει ρυθμιστεί με ακρίβεια και σε κρυσταλλικό επίπεδο για να επιτυγχάνει υψηλή απόδοση σε συνδυασμό με τα χαμηλότερα δυνατά επίπεδα παραγωγής θερμότητας.



Εικόνα 5.41: Μονάδα ελέγχου ισχύος.



### 7.3.4 Τεχνικά χαρακτηριστικά RX 450h

Το RX 400h διαθέτει τα παρακάτω ηλεκτρικά συστήματα:

- Εναλλασσόμενο ρεύμα AC μέγιστης τάσης 650 Volt
- Συνεχές ρεύμα DC ονομαστικής τάσης 288 Volt
- Συνεχές ρεύμα DC ονομαστικής τάσης 42 Volt
- Συνεχές ρεύμα DC ονομαστικής τάσης 12 Volt.

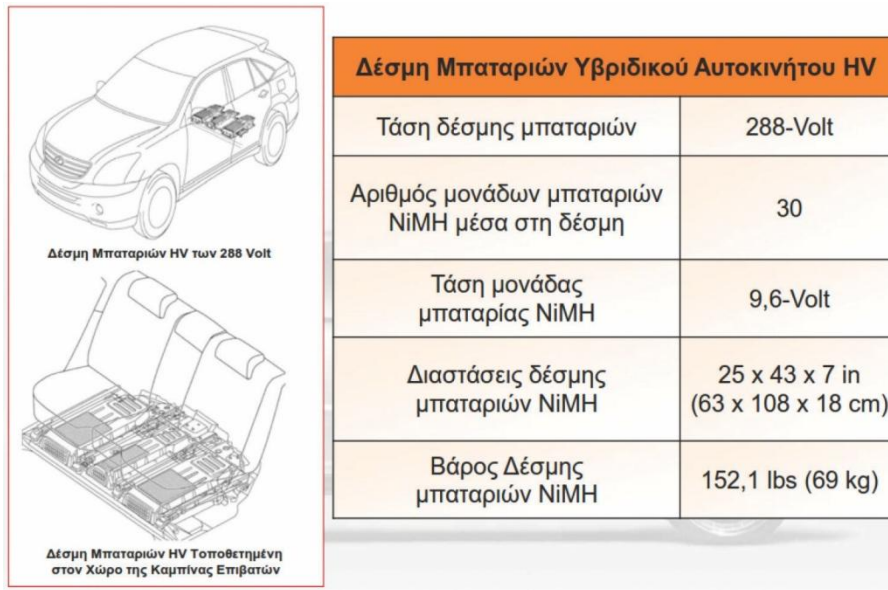
Χαρακτηριστικά του RX 400h:

- Υιοθέτηση της ονομασίας Hybrid Synergy Drive-Μετάδοση κίνησης υβριδικής συνεργασίας σαν ονομασία για το υβριδικό βενζινοκίνητο-ηλεκτρικό σύστημα της Lexus.
- Το Hybrid Synergy Drive περιλαμβάνει έναν μετατροπέα ενίσχυσης μέσα στο συγκρότημα του αναστροφέα, ο οποίος ενισχύει τη διαθέσιμη τάση προς τα ηλεκτρικά μοτέρ στα 650Volt.
- Η υψηλής τάσης δέσμη μπαταριών του υβριδικού αυτοκινήτου φθάνει τα 288 V.
- Ο συμπιεστής του κλιματισμού που κινείται με μοτέρ υψηλής τάσης φθάνει τα 288 V.
- Ένα μοτέρ υποβοήθησης υψηλής τάσης της ηλεκτρικής υποβοήθησης του τιμονιού (EPS)φθάνει τα 42 V.
- Ηλεκτρικό σύστημα του αμαξώματος που φθάνει στα 12 V με αρνητική γείωση στο σασί.
- Διατίθενται διατάξεις κίνησης και σε δύο τροχούς (2WD) και σε τέσσερις (4WD).
- Τα μοντέλα με τετρακίνηση 4WD περιλαμβάνουν ένα επιπρόσθετο ηλεκτρικό μοτέρ των 650 V για να κινεί τους πίσω τροχούς.
- Συμπληρωματικό σύστημα συγκράτησης (SRS) με μπροστινούς αερόσακους δύο σταδίων, αερόσακο γονάτων οδηγού, πλευρικούς αερόσακους μπροστινών καθισμάτων, αερόσακους οροφής και προεντατήρες ζωνών ασφαλείας μπροστινών καθισμάτων.
- Η ηλεκτρική ασφάλεια της υψηλής τάσης είναι ένας σημαντικός παράγοντας στον χειρισμό έκτακτης ανάγκης του συστήματος Hybrid Synergy Drive του RX 400h. Είναι σημαντικό να γίνουν αντιληπτές και κατανοητές οι διαδικασίες απενεργοποίησης και οι προειδοποιήσεις σε αυτό τον οδηγό.



Σχήμα 5.42: Χαρακτηριστικά κίνησης Lexus RX 400.

1. Σε ελαφρά επιτάχυνση σε χαμηλές ταχύτητες, το αυτοκίνητο κινείται από το ηλεκτρικό μοτέρ. Ο βενζινοκινητήρας είναι σβηστός.
2. Κατά τη διάρκεια της κανονικής οδήγησης το αυτοκίνητο κινείται κυρίως από τον βενζινοκινητήρα. Ο βενζινοκινητήρας χρησιμοποιείται επίσης και για την επαναφόρτιση της δέσμης των μπαταριών.
3. Κατά τη διάρκεια της πλήρους επιτάχυνσης, όπως σε ανάβαση σε λόφο, και ο βενζινοκινητήρας και το ηλεκτρικό μοτέρ κινούν το αυτοκίνητο.
4. Κατά τη διάρκεια της επιβράδυνσης, όπως κατά την πέδηση, το αυτοκίνητο αναγεννά την κινητική ενέργεια από τους τροχούς για να παράγει ηλεκτρισμό, ο οποίος επαναφορτίζει τη δέσμη των μπαταριών.
5. Ενώ το αυτοκίνητο είναι σταματημένο, ο βενζινοκινητήρας και το ηλεκτρικό μοτέρ είναι απενεργοποιημένοι, όμως το αυτοκίνητο παραμένει σε λειτουργία και σε ετοιμότητα.



Σχήμα 5.43: Διάταξη μπαταριών αυτοκινήτου.

## ΚΕΦΑΛΑΙΟ 6 - ΜΕΤΡΑ ΑΣΦΑΛΕΙΑΣ

### 6.1 Γενικά μέτρα ασφαλείας κατά την εκτέλεση εργασιών.

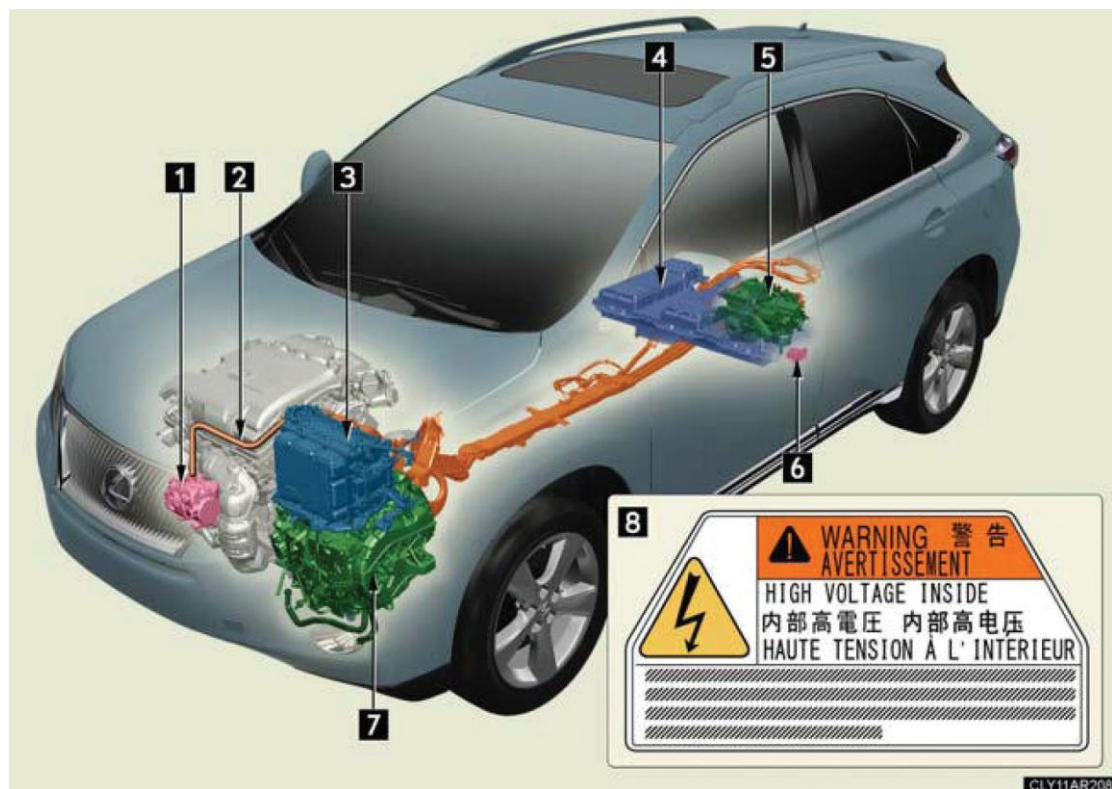
#### Επιπτώσεις του ηλεκτρικού ρεύματος\* στο ανθρώπινο σώμα

Ένταση ρεύματος	Αντίδραση
1mA	Αμυδρό μυρμήγκιασμα
5mA	Ενοχλητικό αλλά όχι επώδυνο αίσθημα, ανεκτό από τους περισσότερους ανθρώπους. Τραυματισμοί όμως είναι δυνατόν να προκληθούν από έντονες ακούσιες κινήσεις.
6-25mA (γυναίκες) ** 9-30mA (άνδρες)	Επώδυνο αίσθημα. Χάσιμο του μυϊκού ελέγχου. Είναι δυνατόν να προκληθεί ακούσια μυϊκή σύσπαση, με αποτέλεσμα να μην μπορούν να αφήσουν αντικείμενα που πιθανόν κρατούν.
50-150mA	Ιδιαίτερα επώδυνο αίσθημα, αναπνευστική ανακοπή, εντονότερες μυϊκές συσπάσεις. Οι προσαγωγοί μύες συσπώνται, ενώ οι απαγωγοί εκτείνονται βίαια. Πιθανότητα θανάτου.
1-4, 3A	Κοιλιακή μαρμαρυγή (διαταράσσεται η καρδιακή λειτουργία). Μυϊκές συσπάσεις, καταστροφή νευρών. Πιθανός θάνατος.
10A	Η καρδιά σταματά, σοβαρά εγκαύματα. Θάνατος σχεδόν βέβαιος.

\*Οι επιπτώσεις αναφέρονται σε τάσεις μικρότερες των 600V. Υψηλότερες τάσεις επιφέρουν επιπλέον σοβαρά εγκαύματα.  
\*\*Οφείλεται σε διαφορές στο μυϊκό και λιπώδη ιστό μεταξύ ανδρών και γυναικών.

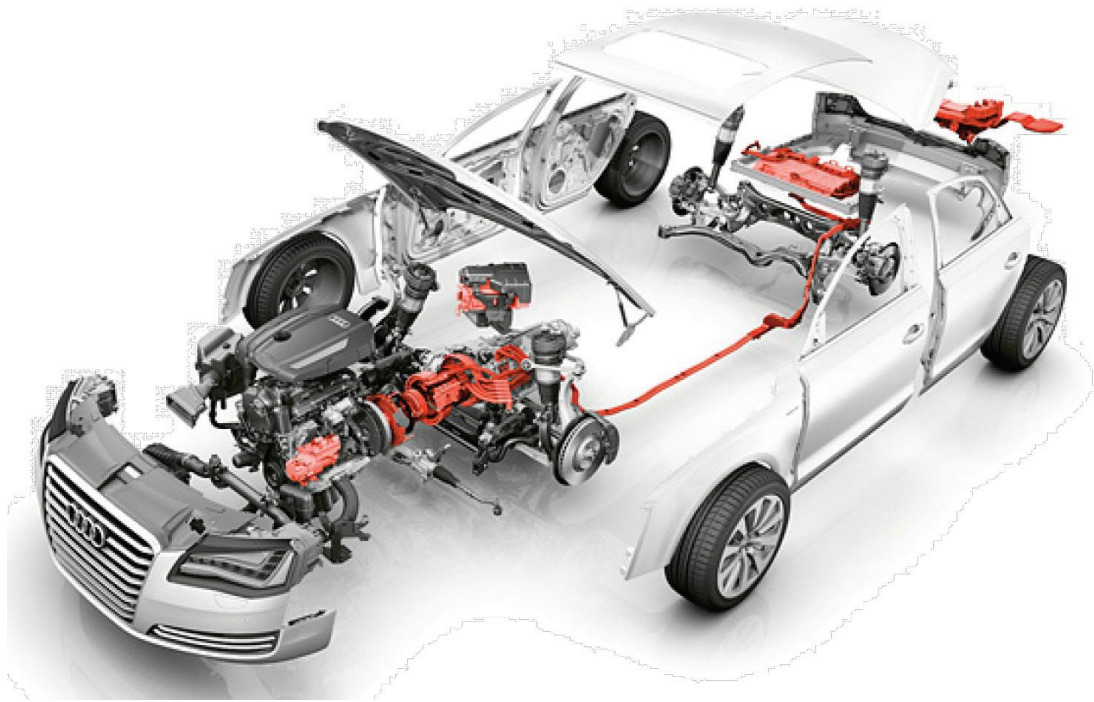
Τα υβριδικά οχήματα λειτουργούν κάτω από υψηλές τάσεις ρεύματος και άρα ιδιαίτερα επικίνδυνες για τους τεχνίτες. Εκτός από τη συμβατική μπαταρία 12 V μολύβδου-οξέος που τροφοδοτεί τα βοηθητικά ηλεκτρικά συστήματα του αυτοκινήτου, τα περισσότερα υβριδικά οχήματα χρησιμοποιούν μπαταρίες υψηλής τάσης. Οι περισσότερες από αυτές τις συστοιχίες μπαταριών HV (High Voltage) αποτελούνται από μια σειρά μικρότερων μπαταριών που είναι συνδεδεμένες μεταξύ τους και μπορούν να αναπτύξουν μια υψηλότερη και άρα θανατηφόρα ποσότητα τάσης. Είναι πολύ σημαντικό λοιπόν ο τεχνίτης να γνωρίζει και να εφαρμόζει τα απαιτούμενα γενικά και ειδικά μέτρα ασφαλείας. Τα υβριδικά οχήματα λειτουργούν κάτω από υψηλές τάσεις ρεύματος, ιδιαίτερα επικίνδυνες για τους τεχνίτες. Εκτός από τη συμβατική μπαταρία 12 V μολύβδου-οξέος που τροφοδοτεί τα βοηθητικά ηλεκτρικά συστήματα του αυτοκινήτου, τα περισσότερα υβριδικά οχήματα χρησιμοποιούν μπαταρίες υψηλής τάσης. Οι περισσότερες από αυτές τις συστοιχίες μπαταριών HV (High Voltage) αποτελούνται από μια σειρά μικρότερων μπαταριών, οι οποίες είναι συνδεδεμένες μεταξύ τους και μπορούν να αναπτύξουν υψηλότερη

ποσότητα τάσης. Οι υψηλές τάσεις μπορεί κάποιες φορές να προκαλέσουν επιπλέον βλάβες. Είναι πιθανόν να προκαλέσουν βίαιες μυϊκές συσπάσεις, απώλεια της ισορροπίας και πτώση, με αποτέλεσμα τον σοβαρό τραυματισμό ακόμα και τον θάνατο. Οι υψηλές τάσεις μπορεί επίσης να προκαλέσουν σοβαρά εγκαύματα. Το ρεύμα που διαπερνά το ανθρώπινο σώμα, σε τάση 600 V, μπορεί να φτάνει τα 4 A, προκαλώντας την καταστροφή εσωτερικών οργάνων, όπως, π.χ., της καρδιάς, και κατά συνέπεια τον θάνατο. Για την εφαρμογή των ειδικών μέτρων ασφαλείας απαιτείται βασική τεχνική εκπαίδευση και ειδική εκπαίδευση ασφαλείας για υβριδικά οχήματα, πριν από την ενασχόληση με το αυτοκίνητο. Ειδικά κιτ ασφαλείας παρέχονται από τους κατασκευαστές για εργασίες σε υβριδικά αυτοκίνητα. Από τους τεχνίτες απαιτείται, κατά τη διάρκεια των εργασιών, να χρησιμοποιούν το κιτ ασφαλείας και να γνωρίζουν και όλα τα άλλα βοηθητικά αντικείμενα που απαιτούνται, όπως είναι οι σωστοί πυροσβεστήρες (CO ) καθώς και τη χρήση τους. Τα μέτρα ασφαλείας ανά κατασκευαστή αφορούν τις ειδικές πληροφορίες που είναι σχετικές με το σύστημα υψηλής τάσης του κάθε οχήματος.



Σχήμα 6,1 Ιδιαίτερη προσοχή πρέπει να δίνει ο τεχνίτης στις σημάνσεις του κατασκευαστή.

Η θέση των διαφόρων εξαρτημάτων, ο χρωματισμός και η σήμανσή τους, οι ασφάλειες και οι διακόπτες απενεργοποίησης των κυκλωμάτων υψηλής τάσης ανήκουν στα ειδικά μέτρα ασφαλείας ανά κατασκευαστή. Το σημαντικό είναι ότι σε όλα τα υβριδικά οχήματα υπάρχει γενικός διακόπτης υψηλής τάσης προσβάσιμος μόνο από τον εξειδικευμένο τεχνίτη.



**Σχήμα 6,2 Στην πορτοκαλί καλωδίωση υπάρχει υψηλή τάση.**

## **ΚΕΦΑΛΑΙΟ 7 - ΕΛΕΓΧΟΣ, ΣΥΝΤΗΡΗΣΗ ΚΑΙ ΕΠΙΣΚΕΥΗ ΥΒΡΙΔΙΚΩΝ ΟΧΗΜΑΤΩΝ**

Οι προδιαγραφές επισκευής και συντήρησης ενός υβριδικού οχήματος ακολουθούν τις οδηγίες επισκευής και συντήρησης ενός συμβατικού οχήματος με ιδιαίτερη προσοχή στις υβριδικές τεχνολογίες που φέρει το όχημα. Θα πρέπει γενικά να τηρούνται οι οδηγίες σχετικά με την ενδυμασία, την προστασία του αυτοκινήτου, την ασφαλή εργασία, την προετοιμασία εργαλείων και οργάνων μέτρησης, την ανύψωση και υποστήριξη του αυτοκινήτου, τον ηλεκτρονικό έλεγχο των συστημάτων και τον χειρισμό των ηλεκτρονικών εξαρτημάτων. Η συντήρηση του βενζινοκινητήρα είναι ίδια με αυτήν ενός μη υβριδικού αυτοκινήτου. Τα υβριδικά αυτοκίνητα έχουν ως πρόσθετη απαίτηση την αντικατάσταση του ψυκτικού για τη μονάδα ελέγχου ισχύος και ηλεκτροκινητήρα-γεννήτριας. Δεν υπάρχει περιοδική συντήρηση του συστήματος HV. Οι απαιτήσεις περιοδικής συντήρησης ακολουθούν τα συμβατικά προγράμματα χιλιομέτρων και ετών. Περιλαμβάνουν όλους τους συνήθεις ελέγχους, επιθεωρήσεις και αντικαταστάσεις που εφαρμόζονται σε όλα τα βενζινοκίνητα ή πετρελαιοκίνητα οχήματα. Σχετικά με τη διάγνωση στα περισσότερα συστήματα ισχύουν οι συμφωνημένες τυποποιήσεις των κατασκευαστών σύμφωνα με διεθνή πρότυπα. Ως προς τη διάγνωση βλαβών, ισχύουν τα συστήματα OBD-II ή EOBD. Τα υβριδικά οχήματα, ανάλογα με το σύστημά τους, χρησιμοποιούν το σύστημα υψηλής τάσης για την εκκίνηση του βενζινοκινητήρα. Εάν η μπαταρία 12 V είναι αποφορτισμένη, το σύστημα υψηλής τάσης δε λειτουργεί, οπότε μπορεί να υπάρχει ανάγκη εκκίνησης με βοηθητική μπαταρία. Σε μια τέτοια περίπτωση θα πρέπει να τηρούνται οι ειδικές τεχνικές οδηγίες του κατασκευαστή, εφόσον υπάρχουν.

## **ΚΕΦΑΛΑΙΟ 8 - ΣΥΣΚΕΥΕΣ ΕΛΕΓΧΟΥ, ΣΥΝΤΗΡΗΣΗΣ, ΕΠΙΣΚΕΥΗΣ ΚΑΙ ΔΙΑΓΝΩΣΗΣ ΒΛΑΒΩΝ ΥΒΡΙΔΙΚΩΝ ΟΧΗΜΑΤΩΝ**

Η συντήρηση των υβριδικών οχημάτων προϋποθέτει την εκπαιδευτική αλλά και την τεχνολογική προσαρμογή των συνεργείων. Η τεχνολογική προσαρμογή αφορά κυρίως τον εξοπλισμό στον οποίο περιλαμβάνονται: τα εργαλεία συντήρησης και επισκευής υβριδικών οχημάτων, οι συσκευές ηλεκτρικών ελέγχων οχήματος και οι συσκευές ελέγχου και διάγνωσης βλαβών οχήματος. Τα εργαλεία που απαιτούνται για εργασίες σε υβριδικά οχήματα είναι τόσο γενικά, όσο και ειδικά (special tools). Τα ειδικά εργαλεία απαιτούνται όταν εκτελούνται ορισμένες εργασίες σε συγκεκριμένα συστήματα και εξαρτήματα, αφορούν συγκεκριμένη μάρκα και μοντέλο οχήματος και προδιαγράφονται από τον κατασκευαστή του κάθε οχήματος. Οι συσκευές ηλεκτρικών ελέγχων οχήματος είναι αυτές που χρησιμοποιούνται για τον ηλεκτρικό και τον ηλεκτρονικό έλεγχο των εξαρτημάτων και των συστημάτων ενός υβριδικού οχήματος. Πολλοί κατασκευαστές προτείνουν και παρέχουν δικές τους συσκευές έλεγχου, οι οποίες κάνουν συγκεκριμένους και τυποποιημένους από τον κατασκευαστή ελέγχους, όπως η αυτόματη μέτρηση της τάσης της υβριδικής μπαταρίας, και αποτυπώνουν στην οθόνη της συσκευής τα αποτελέσματα. Οι περισσότερες από αυτές τις συσκευές μπορούν να αντικατασταθούν με ένα καλής ποιότητας ψηφιακό βολτόμετρο υψηλής τάσης.

Οι συσκευές διάγνωσης βλαβών, καταγραφής και μηδενισμού των κωδικών βλάβης ανήκουν στην κατηγορία των συσκευών έλεγχου και διάγνωσης βλαβών οχήματος. Ο μηχανικός μπορεί να επικοινωνήσει με το αυτοκίνητο συνδέοντας το διαγνωστικό εργαλείο με το φινι μεταφοράς δεδομένων DLC του αυτοκινήτου και να συλλέξει τις πληροφορίες που χρειάζεται για τη διάγνωση.



## ΚΕΦΑΛΑΙΟ 9 - ΣΥΝΤΜΗΣΕΙΣ, ΤΕΧΝΙΚΗ ΟΡΟΛΟΓΙΑ ΥΒΡΙΔΙΚΩΝ ΟΧΗΜΑΤΩΝ

### **9.1 Γενική εισαγωγική περιγραφή**

Στο κεφάλαιο αυτό γίνεται αναφορά στις συντμήσεις και στους όρους της αγγλικής τεχνικής ορολογίας που χρησιμοποιούνται στα τεχνικά εγχειρίδια των υβριδικών οχημάτων. Οι συντμήσεις αυτές, που είναι στο σύνολό τους τυποποιημένες κατά SAE και αποδεκτές οι περισσότερες από το σύνολο των κατασκευαστών, επαναλαμβάνονται πολλές φορές στα εγχειρίδια των κατασκευαστών ή στις οδηγίες χρήσης του οχήματος.

**ABS – Anti-lock Braking System** Το σύστημα ABS επιτρέπει στους τροχούς ενός οχήματος να διατηρούν επαφή με το οδόστρωμα ανάλογα με το φρενάρισμα του οδηγού, εμποδίζοντάς τους από το να μπλοκάρουν και να προκληθεί ανεξέλεγκτη ολίσθηση.

**AC – Alternative Current** Εναλλασσόμενο ρεύμα.

**A – Ampere** Το Αμπέρ είναι μονάδα μέτρησης συνεχούς ηλεκτρικού ρεύματος (DC).

**Auto Stop** Σύστημα που σβήνει αυτόματα τον κινητήρα χρησιμοποιώντας τη λειτουργία σταματήματος στο ρελαντί. Στο ταμπλό θα ανάψει η ένδειξη AUTO STOP.

**Battery Cell** Στοιχείο μπαταρίας.

**Battery Module** Μονάδα μπαταρίας.

**Battery Pack** Συστοιχία μπαταρίας.

**Battery State Of Charge/State Of Charge (SOC)** Κατάσταση φόρτισης μπαταρίας.

**BEV – Battery Electric Vehicle** Ηλεκτρικό όχημα μπαταρίας.

**Biodiesel** Βιοντίζελ.

**Bioethanol** Βιοαιθανόλη.

**Bluetooth** Το Bluetooth είναι μια ασύρματη τεχνολογία standard για ανταλλαγή δεδομένων σε μικρές αποστάσεις (χρησιμοποιώντας κοντά μήκη ραδιοκυμάτων πάντως από 2,4-2.485 GHz) από σταθερές και φορητές συσκευές.

**Catalytic Converter** Καταλυτικοί μετατροπείς.

**Charge/Charging** Φόρτιση.

**Charge rate** Ρυθμός φόρτισης.

Charger Φορτιστής.

CO – Carbon Oxide Μονοξείδιο του άνθρακα. CO<sub>2</sub> – Carbon Dioxide Διοξείδιο του άνθρακα.

Controller Ελεγκτής

Current Ρεύμα

Cut-off Voltage Τάση αποκοπής.

CVT – Continuously Variable Transmission Συνεχώς μεταβαλλόμενο κιβώτιο ταχυτήτων.

DC-DC Inverter/Converter Ένας DC-DC inverter είναι ένα ηλεκτρονικό κύκλωμα που μετατρέπει μία πηγή συνεχούς ρεύματος (DC) σε ένα άλλο επίπεδο τάσης.

Direct injection (DI) Άμεσος ψεκασμός.

Direct Current Motor – DC motor Μοτέρ συνεχούς ρεύματος – Μοτέρ DC.

DIS – Distributorless Ignition System Σύστημα ανάφλεξης χωρίς διανομέα.

Discharge Εκφόρτιση.

Discharge Rate Ρυθμός εκφόρτισης.

DLC – Data Link Connector Φίσα μεταφοράς δεδομένων.

DOHC – Double Overhead Camshaft Σύστημα με δύο επικεφαλής εκκεντροφόρους.

DTC – Diagnostic Trouble Code Διαγνωστικός κωδικός βλάβης.

ECB – Electronically Controlled Brake Ηλεκτρονικά ελεγχόμενο σύστημα πέδησης. -

Economy Mode Οικονομική λειτουργία ή οικονομικός τρόπος οδήγησης.

ECU – Electronic Control Unit Ηλεκτρονική μονάδα ελέγχου (εγκέφαλος).

ECVT – Electronically-controlled Continuously Variable Transmission Ηλεκτρονικά συνεχώς μεταβαλλόμενη μετάδοση κίνησης.

EFI – Electronic Fuel Injection

EGR – Exhaust Gas Recirculation Επανακυκλοφορία καυσαερίων.

Electric Drive System Σύστημα ηλεκτρικής κίνησης. - Electric Drivetrain (including electric drive system) Ηλεκτρικό σύστημα παραγωγής και μετάδοσης κίνησης (περιλαμβάνει το ηλεκτρικό σύστημα κίνησης).

EPA Οργανισμός Περιβαλλοντικής Προστασίας.

EPS – Electric Power Steering Το σύστημα EPS αντικαθιστά τον μάντα, την αντλία και το υδραυλικό κύκλωμα ενός πα- ραδοσιακού υδραυλικού τιμονιού με ένα απλό ηλεκτρικό μοτέρ χωρίς ψήκτρες

E-Shift Ηλεκτρονικά ελεγχόμενη αλλαγή ταχυτήτων.

E-TRC Ηλεκτρικός έλεγχος πρόσφυσης.

Ethanol Αιθανόλη.

EV – Electric Vehicle Ηλεκτρικό όχημα.

EV Mode Λειτουργία EV. Ένας διακόπτης λειτουργίας EV σάς επιτρέπει να κινήσετε το όχημα με την ηλεκτρική λειτουργία έως και με 55 km/h για αύξηση της ταχύτητας και της απόδοσης.

Extended Range Electric Vehicle Ηλεκτρικό όχημα εκτεταμένης χιλιομετρικής κάλυψης.

Fuel Cell Κυψέλη καυσίμου.

FCV – Fuel Cell Vehicle Όχημα με κυψέλη καυσίμου.

Fuel Consumption Κατανάλωση καυσίμου.

Fuel Economy Οικονομία καυσίμου.

Full HEV Πλήρες υβριδικό ηλεκτρικό όχημα.

H<sub>2</sub> – Hydrogen Υδρογόνο.

HC – Hydrocarbons Υδρογονάνθρακες.

HEV – Hybrid electric vehicle Υβριδικό ηλεκτρικό όχημα.

HV – High Voltage Υψηλή Τάση.

HV Technician Τεχνίτης υψηλής τάσης

Hybrid Car Engine Κινητήρας υβριδικού οχήματος.

Hybrid Electric Vehicle (HEV) – Parallel Configuration Υβριδικό ηλεκτρικό όχημα (HEV) –

Hybrid Electric Vehicle (HEV) – Series Configuration Υβριδικό ηλεκτρικό όχημα (HEV) – Σε σειρά διάταξη

Hybrid Synergy Drive Το υβριδικό σύστημα παραγωγής και μετάδοσης επόμενης γενιάς της Toyota, το οποίο βελτιώνει το Toyota Hybrid System στο αρχικό Prius.

Hybrid Transmission Υβριδικό κιβώτιο.

Hybrid vehicle Υβριδικό όχημα. Ο ΟΗΕ ορίζει: «Ένα όχημα με δύο τουλάχιστον διαφορετικούς μετατροπείς ενέργειας και δύο τουλάχιστον διαφορετικά συστήματα αποθήκευσης ενέργειας (στο όχημα) με σκοπό την πρόωση του οχήματος».

Hydrogen Fuel Cell Κυψέλη καυσίμου υδρογόνου.

IC – Integrated Circuit Ολοκληρωμένο τυπωμένο κύκλωμα.

ICE – Internal Combustion Engine Κινητήρας εσωτερικής καύσης.

IGBT – Insulated Gate Bipolar Transistor Διπολικό τρανζίστορ μονωμένης πύλης.

IMA – Integrated Motor Assist (HONDA) Ή ενσωματωμένη υποβοήθηση με μοτέρ (Integrated Motor Assist – IMA) είναι μια τεχνο- λογία των υβριδικών αυτοκινήτων της Honda, που λανσαρίστηκε το 1999 στο μοντέλο Insight.

Induction Motor Κινητήρας επαγωγής.

Inductive Charging Επαγωγική φόρτιση:

Infrastructure Υποδομή:

Inverter (Honda) – Μετατροπέας Ο μετατροπέας βρίσκεται μέσα στην IPU.

IPU – Intelligent Power Unit Έξυπνη μονάδα ισχύος.

i-SDI – intelligent Dual & Sequential Ignition (HONDA) Ήλεκτρονικά ελεγχόμενο σύστημα δίδυμης και διαδοχικής ανάφλεξης (HONDA).

ISO – International Organization for Standardization Συντομογραφία του International Organization for Standardization. Σημειώστε ότι το ISO δεν είναι συντομογραφία, αντίθετα το όνομα προέρχεται από την ελληνική λέξη iso, που σημαίνει ίσο. Το ISO ιδρύθηκε το 1946 και είναι ένας διεθνής οργανισμός που περιλαμβάνει τα εθνικά πρότυπα για περισσότερες από εβδομήντα πέντε χώρες.

ISOFIX Το ISOFIX είναι ένα σύστημα που χρησιμοποιείται για την ασφάλιση των παιδικών καθισμάτων και βρίσκεται πίσω από το μαξιλάρι του πίσω καθίσματος.

Kilowatt-hour (kWh) Κιλοβατώρα. Χίλιες (1.000) βατώρες (Wh) ενέργειας, που ισοδυναμούν επίσης με 1.341 ίππους -ώρες (ή 1,35962 CV•h).

LCD – Liquid Crystal Display Οθόνη εμφάνισης πληροφοριών (έγχρωμη ή μονόχρωμη) με τεχνολογία υγρών κρυστάλλων.

LEV – Low Emissions Vehicle Όχημα χαμηλών εκπομπών καυσαερίων.

Lithium ion (Li-ion) Χημεία ιόντων λιθίου.

Maintenance-free Battery Μπαταρία χωρίς ανάγκη συντήρησης.

Mild HEV Ήπιο όχημα HEV

«Mini hybrids» Mini υβριδικό όχημα.

Motor, Electric Machine, Generator Μοτέρ, ηλεκτρική μηχανή, γεννήτρια.

Multiplex Multiplex είναι ο συνδυασμός πολλών σημάτων σε ένα μονό κύκλωμα μετάδοσης ή σε ένα κανάλι.

M/G Μίλια ανά γαλόνι.

Nickel Cadmium (Ni-Cd) Μπαταρία νικελίου-καδμίου.

Nickel-metal Hydride (NiMH)

Μπαταρίες νικελίου-υδριδίου μετάλλου.

Nominal Capacity Ονομαστική χωρητικότητα

Nominal Voltage Ονομαστική τάση: Η χαρακτηριστική τάση λειτουργίας ή ονομαστική τάση ενός στοιχείου, μπαταρίας ή συσκευής σύνδεσης.

Normal Charging Κανονική φόρτιση.

NOx – Nitrogen oxides Οξείδια του αζώτου

Overcharge Υπερφόρτιση.

Parallel battery pack Παράλληλη συστοιχία μπαταριών.

Parallel HEV Παράλληλο HEV.

Particulate Matter (PM) Σωματίδια.

PCU – Power Control unit Ηλεκτρονική μονάδα ελέγχου ισχύος.

Peak Power (in kW) Ισχύς αιχμής.

PHEV – Plug-in Hybrid Electric Vehicle

Plug-in υβριδικό ηλεκτρικό όχημα.

Plug-in Hybrid Plug-in υβριδικό όχημα.

Power Ισχύς.

Power Split Device Μηχανισμός διαίρεσης ή κατανομής ισχύος σε υβριδικά συστήματα μετάδοσης κίνησης με αυτόματο κιβώτιο τύπου CVT.

Range Αυτονομία.

Regenerative Braking Αναγεννητική πέδηση.

SAE – Society of Automotive Engineers SAE είναι η συντομογραφία του «Society of Automotive Engineers

Self-discharge

Αυτο-εκφόρτιση. Η απώλεια χρήσιμου ηλεκτρισμού που είχε προηγουμένως αποθηκευτεί σε ένα στοιχείο μπαταρίας εξαιτίας μιας εσωτερικής χημικής δράσης (τοπική δράση).

Series hybrids HEV

Σειριακό υβριδικό όχημα. Ένα σειριακό υβριδικό όχημα είναι ένα HEV στο οποίο μόνο η ηλεκτρική μηχανή μπορεί να παρέχει την τελική ισχύ πρόωσης.

Series-Parallel Hybrids

Σειριακά-Παράλληλα υβριδικά οχήματα.

Smart Charging Έξυπνη φόρτιση.

SO<sub>x</sub> – Sulfur Oxides Οξείδια του θείου

SRS – Supplemental Restraint System Συμπληρωματικό σύστημα συγκράτησης. Αφορά τους αερόσακους που φέρει ένα αυτοκίνητο.

Start – Stop Εκκίνηση – Σταμάτημα. Το χαμηλότερο επίπεδο εξηλεκτρισμού της παραγωγής κίνησης, που περιλαμβάνει μια ελαφρώς μεγαλύτερη (περισσότερα kW) ηλεκτρική μηχανή και μπαταρία για την εκκίνηση μόνο, παρέχοντας ικανότητα απενεργοποίησης του κινητήρα όταν το αυτοκίνητο είναι σταματημένο και εξοικονόμησης καυσίμου, που θα είχε καταναλωθεί στη λειτουργία του κινητήρα στο ρελαντί.

Start – Stop + Regeneration (and electric launch) Εκκίνηση, Σταμάτημα και Αναγέννηση (και ηλεκτρική εκκίνηση)

Stop & Go Σύστημα των υβριδικών οχημάτων της Toyota/Lexus που όταν το όχημα χρειάζεται να σταματήσει σε φανάρι ή στην κυκλοφορία, ο βενζινοκινητήρας παύει αυτομάτως να λειτουργεί για την εξοικονόμηση πολύτιμης ενέργειας, μειώνοντας επομένως την κατανάλωση καυσίμου.

Strong Hybrids Ισχυρά υβριδικά οχήματα.

SULEV – Super Ultra Low Emissions Vehicle Όχημα με εξαιρετικά χαμηλές εκπομπές καυσαερίων.

SUV – Sport Utility Vehicle Όρος που αναφέρεται σε αυτοκίνητα αναψυχής και σε off road οχήματα.

THS – Toyota Hybrid System Υβριδικό σύστημα Toyota.

VDIM – Vehicle Dynamics Integrated Management Σύστημα ολοκληρωμένου δυναμικού ελέγχου του οχήματος.

Vehicles with stop-start systems Αυτοκίνητα με συστήματα σταματήματος-εκκίνησης.

VIN – Vehicle Identification Number Αριθμός ταυτότητας αυτοκινήτου – Αριθμός πλαισίου.

Volt Μια μονάδα διαφοράς δυναμικού ή ηλεκτρεγερτικής δύναμης στις μονάδες του Διεθνούς Συστήματος, ίση με τη διαφορά δυναμικού μεταξύ δύο σημείων για την οποία ένα C (Coulomb) ηλεκτρισμού θα παράγει έργο 1 J (Joule) όταν κινείται από το ένα σημείο στο άλλο. Η μονάδα volt συμβολίζεται με το V.

Voltage efficiency Αποδοτικότητα τάσης.

VSC+ – Vehicle Stability Control Δυναμικό σύστημα ελέγχου ευστάθειας.

VTEC – Variable Valve Timing and Lift Electronic Control (HONDA) Μεταβλητός χρονισμός βαλβίδων και ηλεκτρονικός έλεγχος ανύψωσης.

VVT-I Variable Valve Timing with intelligence Το σύστημα VVT είναι ένα σύστημα δύο σταδίων, ελεγχόμενο υδραυλικά από το σύστημα φάσης του εκκεντροφόρου.

Watt-hours per kilometer Βατώρες ανά χιλιόμετρο (Wh/km)

ZEV – Zero Emission Vehicle Όχημα μηδενικών ρύπων.

## ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ

### Άρθρα

1. 2010 Honda insight - Honda
2. Τεχνολογία έλεγχου και διαγνώσεων - ΟΕΔΒ
3. Honda\_Ecological\_Drive\_Assist\_System\_-HONDA
4. Μπαταρίες: Για συνεχή τάση (DC) στο αυτοκίνητό σας Άρθρο από Φ 1036 –Φ
5. «Καθαρά» Καύσιμα & Οχήματα – ΚΑΠΕ CRES
6. Toyota HS 2 analysis – Toyota
7. Commercial Hybrid Vehicles from Japan by Automotive Engineering International
8. High Performance Hybrids by Automotive Engineering International
9. Hybrid Gasoline Electric Vehicle Development by John m.German
10. Automotive electrics – Automotive electronics BOSCH
11. Rxh\_driving\_performance\_guide – Lexus
12. Modern electric, Hybrid Electric and Fuel Cell Vehicles by Mehrdad Ehsani
13. Τεχνολογία Αυτοκινήτου, Πορεία πέρα από το 2000, εκδόσεις ΙΔΕΕΑ
14. Εργαστήριο Συστημάτων Ελέγχου και Αυτοματισμών - ΟΕΔΒ
15. Προκλήσεις & προοπτικές για τη διάδοση των υβριδικών αυτοκινήτων, Μ. Τσοσκούνογλου, Δ. Αγραφιώτης
16. Ηλεκτρονική εγκυκλοπαίδεια αυτοκινήτου ΜΕΚ - εκδόσεις ΙΔΕΕΑ  
1037- Φ 1038 Εφημερίδα Συνεργείο του αυτοκινήτου
17. Automotive HandBook BOSCH

### Διαδίκτυο - Ιστοσελίδες

1. <http://en.wikipedia.org>
2. <http://www.hybridcars.com>
3. <http://www.toyota.gr>



4. <http://www.lexus.gr>
5. <http://www.tosynergeio.gr/>
6. <http://auto.howstuffworks.com>
7. <http://www.nissanusa.com>
8. <http://www.toyota.com>
9. <http://world.honda.com>
10. <http://www.batteryuniversity.com>

#### *Τεχνικά εγχειρίδια κατασκευαστών*

1. Τεχνικά εγχειρίδια κατασκευαστών BMW
2. Τεχνικά εγχειρίδια κατασκευαστών Ford
3. Τεχνικά εγχειρίδια κατασκευαστών Honda
4. Τεχνικά εγχειρίδια κατασκευαστών Lexus
5. Τεχνικά εγχειρίδια κατασκευαστών Toyota
6. Τεχνικά εγχειρίδια κατασκευαστών Nissan
7. Τεχνικά εγχειρίδια κατασκευαστών Volvo
8. Τεχνικά εγχειρίδια κατασκευαστών GM