



**ΑΝΟΙΚΤΟ
ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ
ΚΥΠΡΟΥ**

ΣΧΟΛΗ ΘΕΤΙΚΩΝ ΚΑΙ ΕΦΑΡΜΟΣΜΕΝΩΝ ΕΠΙΣΤΗΜΩΝ

Μεταπτυχιακό Πρόγραμμα

ΔΙΑΧΕΙΡΙΣΗ ΚΑΙ ΠΡΟΣΤΑΣΙΑ ΠΕΡΙΒΑΛΛΟΝΤΟΣ

ΔΙΑΤΡΙΒΗ ΕΠΙΠΕΔΟΥ ΜΑΣΤΕΡ

Ανάπτυξη μοντέλου και αντιρρυπαντικών τεχνολογιών για
μείωση Εκπομπών καυσαερίων σε κινητήρες οχημάτων

Φίλιππος Φιλίππου

Επιβλέπων Καθηγητής
Δρ. Αντώνης Ζορπάς

Μάιος 2015

Ανοικτό Πανεπιστήμιο Κύπρου
ΣΧΟΛΗ ΘΕΤΙΚΩΝ ΚΑΙ ΕΦΑΡΜΟΣΜΕΝΩΝ
ΕΠΙΣΤΗΜΩΝ
ΔΙΑΧΕΙΡΙΣΗ ΚΑΙ ΠΡΟΣΤΑΣΙΑ ΠΕΡΙΒΑΛΛΟΝΤΟΣ

Ανάπτυξη μοντέλου και αντιρρυπαντικών τεχνολογιών για μείωση
εκπομπών καυσαερίων σε κινητήρες οχημάτων

Φίλιππος Φιλίππου

Επιβλέπων Καθηγητής
Δρ. Αντώνης Ζορπάς

Μάιος 2015

ΠΕΡΙΕΧΟΜΕΝΑ

Περίληψη	5
Summary	8
Ευχαριστίες	10
Κεφάλαιο Πρώτο	11
Εισαγωγή.....	11
1.1 Ατμοσφαιρική Ρύπανση από τις μεταφορές	11
1.2 Ανάπτυξη Μοντέλου με χρήση Εναλλακτικών Καυσίμων και Αντιρρυπαντικών Τεχνολογιών	12
1.2.1 Ιδιότητες του υδρογόνου.....	15
1.2.2 Ιδιότητες υγραερίου (προπάνιο+βουτάνιο)	17
Κεφάλαιο Δεύτερο	20
Βιβλιογραφική Ανασκόπηση	20
2.1 Εκπομπές καυσαερίων	21
2.2 Ευρωπαϊκή Νομοθεσία	23
2.3 Κυπριακή νομοθεσία	26
2.4 Ευρωπαϊκά πρότυπα εκπομπών ρύπων	27
2.5 Κύκλοι οδήγησης	27
Κεφάλαιο Τρίτο	30
Μεθοδολογία.....	30
3.1 Λειτουργία και εγκατάσταση HHO Kit στο όχημα	33
3.2 Λειτουργία και εγκατάσταση υγροποιημένου LPG Kit στο όχημα	36
3.3 Λειτουργία και εγκατάσταση START-STOP	38
3.4 MOBILEYE	41
3.5 Λειτουργία τεχνολογίας Hybrid	44
3.6 Πειραματική διαδικασία	77
3.6.1 Βενζινοκίνητο Αυτοκίνητο τύπου SAAB 95	77
3.6.2 Πετρελαιοκίνητο Αυτοκίνητο JEEPCHEROKEE 2001.....	84
Κεφάλαιο Τέταρτο.....	92
Αποτελέσματα.....	92

Κεφάλαιο Πέμπτο.....	95
Συμπέρασμα	95
Βιβλιογραφία	102
Παραρτήματα	108
Ακρωνύμια	109
 Παράρτημα 2 Φωτογραφικό Υλικό	111

Περίληψη

Η υποβάθμιση του περιβάλλοντος ξεκίνησε από την προϊστορική εποχή και πήρε ανησυχητικές διαστάσεις μετά τη βιομηχανική επανάσταση, η οποία συνοδεύτηκε από αλματώδη ανάπτυξη της τεχνολογίας. Έχοντας ως στόχο οι άνθρωποι την εξέλιξη της κοινωνίας, οδηγήθηκαν στην υπερεκμετάλλευση και στην αλόγιστη χρήση των φυσικών πόρων, στη ρύπανση και στην υποβάθμιση και καταστροφή των συνθηκών υγιούς διαβίωσης και εξέλιξης του ανθρώπινου είδους στον πλανήτη Γη με αποτέλεσμα να γίνεται όλο και πιο επιτακτική η ανάγκη για εξασφάλιση της βιωσιμότητας του περιβάλλοντος.

Η περιβαλλοντική ευαισθησία, η συνειδητοποίηση της κλιματικής αλλαγής και η εξάντληση των ενεργειακών πόρων οδηγούν ολοένα και περισσότερο στην ανεύρεση εναλλακτικών πηγών ενέργειας, και κυρίως, ανανεώσιμους. Η μείωση εκπομπών καυσαερίων σε υφιστάμενους κινητήρες οχημάτων και γενικότερα από τις μεταφορές, είναι βασική πρόκληση στην πορεία προς τη βιώσιμη ανάπτυξη και αποτελεί διασφάλιση του δημοσίου και κοινωνικού συμφέροντος, καθώς και τη συμμόρφωση προς τους περιβαλλοντικούς κανονισμούς.

Η ραγδαία και συνεχώς αυξανόμενη εξάπλωση της χρήσης οχημάτων με κινητήρες εσωτερικής καύσης κατά τις τελευταίες δεκαετίες έχει συντελέσει σε μεγάλο βαθμό σε δύο ιδιαίτερα σημαντικά προβλήματα που απαιτούν οπωσδήποτε λύση. Στο πνεύμα των νέων δεδομένων και με βάση την Ευρωπαϊκή πολιτική σχετικά με τα πρότυπα επιδόσεων για τις εκπομπές από τα καινούργια επιβατικά αυτοκίνητα και της ολοκληρωμένης προσέγγισης της Κοινότητας για τη μείωση των εκπομπών CO₂ από ελαφρά οχήματα, έχει θεσπίσει αυστηρότερα όρια στις εκπομπές ρύπων σε ελαφρά οδικά οχήματα με την έναρξη ισχύος του προτύπου Euro 6.

Το πρότυπο Euro 6 εφαρμόστηκε από την 1η Σεπτεμβρίου 2014 και αφορά την έγκριση τύπου για εφαρμογή από την 1η Σεπτεμβρίου 2015 αναφορικά με την ταξινόμηση και την πώληση των νέων τύπων οχημάτων. Επομένως, οι κατασκευαστές οχημάτων, οδηγούνται στο σχεδιασμό και την κατασκευή ηλεκτρικών οχημάτων, ενώ τελευταία εντατικοποιούν τις προσπάθειές τους για μαζική παραγωγή και προώθηση των ηλεκτρικών οχημάτων. Με βάση όμως την οικονομική κρίση η δυνατότητα αγοράς νέου οχήματος που να καλύπτει το εν λόγω πρότυπο είναι δυσοίωνα για ένα μεσαίο νοικοκυριό. Επομένως εναλλακτικές τροποποιήσεις και τεχνολογίες στα υφιστάμενα οχήματα κυκλοφορίας δίνουν την λύση με μειωμένο κόστος εφαρμογής, μειωμένους ρύπους αλλά και μειωμένη κατανάλωση το οποίο γίνεται απόσβεση κατά μέσο όρο σε ένα χρόνο.

Ως εκ τούτου, σκοπός της παρούσας Μεταπτυχιακής διατριβής είναι η διερεύνηση κατά πόσο συνδυασμένες αντιρρυπαντικές τεχνολογίες και εναλλακτικά καύσιμα θα μπορούσαν να εφαρμοστούν σε κινητήρες οχημάτων βενζινοκίνητων και πετρελαιοκίνητων εκ των υστερώ με σκοπό την περεταίρω μείωση εκπομπών καυσαερίων αφενός καθώς και τη μείωση της κατανάλωσης καυσίμου αφετέρου.

Συγκεκριμένα διαχωρίζονται οι αντιρρυπαντικές τεχνολογίες και συνδυάζονται σε υφιστάμενους κινητήρες οχημάτων, όπου ήταν αυτό εφικτό, ανάλογα με το είδος καυσίμου που χρησιμοποιούνται σε βενζινοκίνητα και πετρελαιοκίνητα. Γίνεται εφαρμογή και επεξήγηση των τεχνολογιών σε δυο τύπους οχημάτων με χρήση διπλού καυσίμου και

μελετούνται πειραματικά οι εκπομπές καυσαερίων μετά από διαδρομή 100km εντός της πόλης της Λευκωσίας.

Στόχος αυτής της πειραματικής έρευνας, είναι να συνδυάσει την παραγωγή ΗΗΟ μέσα σε ένα προσαρμόσιμο περιβάλλον και να διοχετευτεί μέσα στο σύστημα τροφοδοσίας καυσίμου με τη ενισχυτική καύση και τη μείωση των εκπομπών καυσαερίων με τη απλή διαδικασία της χημικής ηλεκτρόλυσης και χωρίς την ανάγκη για επιπρόσθετες δεξαμενές αποθήκευσης στο αυτοκίνητο. Σε προέκταση αυτής της πειραματικής έρευνας διερευνείται και η διπλή λειτουργία καυσίμου σε τετρακύλινδρο υπερτροφοδοτούμενο κινητήρα (CI) και (SI) με έμμεσο ψεκάσμο υγραερίου σαν τριτογενή πηγή ενέργειας. Στο συγκεκριμένο πείραμα διερευνήθηκε η χρήση 40% του μίγματος του υγραερίου να αποτελείται από υδρογόνο (σε αναλογία 70:30) ως τριτογενές καύσιμο και με ρυθμό ροής του υδρογόνου 1.2 L/min και σε ανάμειξη με ντίζελ και βενζίνη. Περαιτέρω διερευνείται η εγκατάσταση συστημάτων stop/start και τηλεματικής Mobileye για διόρθωση της οδικής συμπεριφοράς του οδηγού η οποία συμβάλλει και αυτή στην μείωση των εκπομπών.

Παρατηρήθηκαν μειώσεις εκπομπών ρύπων με τη βοήθεια της τεχνολογίας Mobileye με στόχο τη μείωση από απότομες επιταχύνσεις, τη υπέρβαση της ιδανικής ταχύτητας, τη υπέρβαση του ρελαντί σε στάση καθώς επίσης και τη σταθερότητα του οχήματος στη γραμμή οδήγησης χωρίς παρεκκλίσεις αριστερά και δεξιά. Περαιτέρω και στα δύο οχήματα τοποθετήθηκε η τεχνολογία stop/start. Στη συνέχεια, εξάχθηκε αποτέλεσμα μέτρησης για εκπομπές και στα δύο οχήματα όπου συγκρίθηκαν οι μετρήσεις με τις μετρήσεις του κατασκευαστή. Περαιτέρω, συγκρίθηκε η τελική ανάπτυξη του μοντέλου στο βενζινοκίνητο με ένα υβριδικό όχημα PRIUS 2 με κινητήρα Atkinson όσον αφορά τις εκπομπές καυσαερίων CO₂.

Η μελλοντική εκτίμηση δείχνει ότι τα υβριδικά συστήματα θα είναι η πρώτη επιλογή του καταναλωτή έως και το 2020. Με τη μείωση της τιμής των μπαταριών η οποία θα πρέπει να συμβάλλει για αυτό σημαντικά και η Ε.Ε με επιχορηγήσεις αγοράς καινούργιων οχημάτων αυτού του τύπου, με τη μείωση της άδειας κυκλοφορίας τους, θα γίνει η πρώτη επιλογή αγοράς σε συνάρτηση με την ανοδική τιμή των υδρογονανθράκων. Επιπρόσθετα για τις μελλοντικές δυνατότητες της ηλεκτρικής κινητικότητας η Ε.Ε θα πρέπει να αποδεσμεύσει κονδύλια για τις απαιτήσεις των υποδομών που χρειάζεται σε κάθε τύπο οχήματος με μηδενικές εκπομπές ρύπων.

Από καθαρά τεχνικής άποψης η ηλεκτροδότηση / υβριδοποίηση του συστήματος παραγωγής και μετάδοσης της κίνησης είναι αποτελεσματικό μέτρο για τη μείωση της κατανάλωσης ενέργειας και των εκπομπών αερίων του θερμοκηπίου από τα οχήματα. Ωστόσο, η ηλεκτροδότηση σημαίνει και υψηλότερο κόστος επένδυσης των αυτοκινήτων. Η ηλεκτροδότηση τέτοιας κατηγορίας οχημάτων εξαρτάται από το κόστος των βασικών στοιχείων του, τις ειδικές οικονομικές και πολιτικές συνθήκες της χώρας, τη χώρα κατασκευής καθώς και τη τιμή του ηλεκτρικού ρεύματος ανά kWh.

Το κόστος, αγοράς ενός πλήρως ηλεκτρικού οχήματος είναι συμφέρον για απόσβεση όταν η τιμή της βενζίνης είναι ψηλότερη από 2€ λίτρο έτσι ώστε να μπορεί να ανταποκριθεί ο καταναλωτής.

Η γη διαθέτει ένα σύστημα με θαυμαστή ισορροπία και αρμονία που έχει διαταραχθεί από τον άνθρωπο και τις δραστηριότητές του. Από τη στιγμή που αυτός επικράτησε στο γήινο οικοσύστημα ως κυρίαρχο είδος και άρχισε να παρεμβαίνει σε αυτό διαταράσσοντας τη φυσική του ισορροπία με δραστηριότητες και έργα, άρχισαν να δημιουργούνται τα

προβλήματα. Άραγε η σημερινή γενιά θα μπορέσει να «προλάβει» να παραδώσει ένα βιώσιμο περιβάλλον χωρίς να θέτει σε κίνδυνο την ικανότητα των μελλοντικών γενεών να ικανοποιήσουν τις δικές τους ανάγκες...

Summary

Environmental degradation began in prehistoric times and took alarming proportions after the industrial revolution, which was accompanied by the rapid development of technology. Humans aiming at society evolution, led to overexploitation and wasteful use of natural resources, pollution and the degradation and destruction of healthy living conditions and evolution of the human species on planet Earth thus becomes more imperative to ensure environmental sustainability. The future of clean air and the depleted ozone by emissions is a huge threat for the future, and must now find solutions for the sustainability of our future generations.

The environmental sensitivity, awareness of climate change and depletion of energy resources increasingly leads to finding alternative energy sources, and especially renewables. Reducing emissions in existing motor vehicles and more generally the transport, is a key challenge in moving towards sustainable development and a safeguarding of the public and social interest, and compliance with environmental regulations.

The rapid and growing spread of cars with internal combustion engines in recent decades has contributed largely to two particularly important problems requiring solution anyway. In the spirit of the new data and based on European policy on performance standards for emissions from new passenger cars and the Community's integrated approach to reduce CO₂ emissions from light-duty vehicles, has introduced stricter limits on pollutant emissions from light road vehicles with the entry into force of the standard Euro 6.

The Euro 6 standard implemented by September 1, 2014 and the approval for implementation by September 1, 2015, regarding the registration and sale of new types of vehicles. Therefore, vehicle manufacturers led the design and manufacture of electric vehicles, while last intensify their efforts for mass production and promotion of electric vehicles. However, in light of the economic crisis possible new vehicle market that covers this standard is ominous for a median household. Therefore modifications and alternative technologies to existing traffic vehicles giving solution with reduced implementation costs, reduced emissions and reduced fuel consumption, which on average is depreciated over a year.

Therefore, the objective of this thesis is to investigate whether combined antipollution technologies and alternative fuels could be implemented in petrol cars and diesel engines retrospectively to further reduce emissions on the one hand and reduce fuel consumption on the other hand.

Specifically, antifouling technologies are separated and combined in existing motor vehicles, depending on the type of fuel used in gasoline and diesel. Implementation and explanation of the technologies in two vehicle types, using dual fuel is conducted and exhaust emissions are studied experimentally after a road trip of 100km in the city of Nicosia.

The aim of this experimental research is to combine the production of HHO in a customizable interface and channeled it into the fuel supply system with booster combustion and reduces exhaust emissions to the simple process of chemical electrolysis, without the need for additional storage tanks in the car. In extension of this experimental research the dual fuel operation in four-cylinder turbocharged engine (CI) and (SI) with indirect injection gas as tertiary source is also explored. In this experiment we investigated the use of 40% of the

mixture of gas composed of hydrogen (in a ratio of 70:30) as the tertiary fuel and hydrogen flow rate of 1.2 L / min and mixed with diesel fuel and gasoline. Further installation systems such as stop / start and telematics Mobile-eye correcting driving behavior of the driver is explored which also contribute to reducing emissions.

Decreased emissions were observed with the help of Mobile-Eye because of the sudden dropped accelerations, the control of exceeding the optimal speed, the excess idling stationary as well as the stability of the vehicle to the driving line without deviating left and right. Further in both vehicles technology was placed stop / start. The extracted measurement results shows of both vehicles were compared to the manufacturer's measurements. Finally a further comparison was conducted of the final development of the gasoline model with a hybrid vehicle PRIUS 2 in terms of CO2 emissions.

The future assessment shows that hybrid systems will be the first choice of consumers up to 2020. By reducing the price of the batteries which should contribute so significantly and the EU with new vehicle purchase grants of this type, the reduction of marketing authorization will become the first choice market in connection with the upward price of hydrocarbons. Additionally for the future potential of electric mobility, the EU should release funds for infrastructure requirements needed for each vehicle type with zero emissions.

From a purely technical perspective electrification / hybridization of the drive system is an effective measure to reduce energy consumption and greenhouse gas emissions from vehicles. However, the power supply means and a higher investment cost of the motor. The maximum degree of power depends on the cost of the basic elements and the specific economic and political conditions (country of manufacture). The cost of buying a full electric vehicle is advantageous for damping when gasoline prices are higher than 2 € per liter so as to consumers to respond.

The earth is a system that miraculous balance and harmony is disturbed by man and his activities. Once he prevailed on the earth ecosystem as a dominant species and began to intervene in this disrupting the natural balance of activities and projects, problems began to be created. The big question is, *will the current generation be able to "prevent" to provide a sustainable environment without compromising the ability of future generations to meet their own needs...*

Ευχαριστίες

Η παρούσα μεταπτυχιακή διατριβή εκπονήθηκε στα πλαίσια του Μεταπτυχιακού Προγράμματος Διαχείριση και Προστασία Περιβάλλοντος.

Ιδιαίτερες ευχαριστίες θα ήθελα να εκφράσω στον Μέντορα μου Δρ. Αντώνη Ζορπά, για τη συνολική του προσφορά κατά τη διάρκεια των μεταπτυχιακών μου σπουδών αλλά κυρίως για τη συνεχή παρακολούθηση, τις υποδείξεις και τη διόρθωση των κειμένων με σκοπό την ολοκλήρωσή της μεταπτυχιακής μου διατριβής.

Στο σημείο αυτό επιθυμώ να ευχαριστήσω όλους όσους συνέβαλαν στην πραγματοποίηση της μεταπτυχιακής μου διατριβής κυρίως την εταιρεία C4Cars και το Διευθυντή κύριο Ξενή Δημοσθένους για τη συμβολική προσφορά 2 κιτ υγρού ψεκασμού LPGVIALLE και 2 κιτ Mobileye, καθώς και για την πρακτική βοήθεια εγκατάστασης και διεξαγωγής του πειράματος.

Επίσης θα ήθελα να ευχαριστήσω θερμά τον κύριο Άριστο Ευαγγέλου After Sales Manager της εταιρείας DIGRANOYZOYNIANCYPRUSLTD, για τις πολύτιμες πληροφορίες που μου παρείχε για την υβριδική τεχνολογία και τα μελλοντικά ηλεκτρικά αυτοκίνητα.

Εγκάρδιες ευχαριστίες θα ήθελα να εκφράσω στη σύζυγό μου Σύλβια Μιχαήλ Φιλίππου και στον γλυκύτατο υιό μου Κυριάκο Φιλίππου για την αμέριστη υποστήριξη και υπομονή τους, σε όλη τη διάρκεια των μεταπτυχιακών μου σπουδών μέχρι την εκπόνηση της μεταπτυχιακής αυτής διατριβής.

Τελειώνοντας, ευχαριστώ τους γονείς μου, Κυριάκο Φιλίππου και Δέσποινα Φιλίππου, χωρίς τη συμπαράσταση των οποίων, ηθική και υλική, δεν θα τα είχα καταφέρει.

Κεφάλαιο Πρώτο

Εισαγωγή

«Βιώσιμη είναι η ανάπτυξη που ικανοποιεί τις ανάγκες της παρούσας γενιάς, χωρίς να θέτει σε κίνδυνο την ικανότητα των μελλοντικών γενεών να ικανοποιήσουν τις δικές τους ανάγκες»(ορισμός της Επιτροπής Brundtland, 1987).

Η μείωση εκπομπών καυσαερίων σε υφιστάμενους κινητήρες οχημάτων και γενικότερα από τις μεταφορές, είναι βασική πρόκληση στην πορεία προς τη βιώσιμη ανάπτυξη και αποτελεί διασφάλιση του δημοσίου και κοινωνικού συμφέροντος, καθώς και τη συμμόρφωση προς τους περιβαλλοντικούς κανονισμούς. Η αυξανόμενη ανάγκη για ενέργεια είναι η μεγαλύτερη πρόκληση για την επιβάρυνση της κλιματικής αλλαγής.(Heinz D.S 2008).Η ενέργεια είναι απαραίτητη για όλους τους τομείς της οικονομίας, συμπεριλαμβανομένης της βιομηχανίας, του εμπορίου, των μεταφορών, και της οικιακή χρήσης.

1.1 Ατμοσφαιρική Ρύπανση από τις μεταφορές

Η παγκόσμια χρήση της ενέργειας συνεχίζει να αυξάνεται με την οικονομική και πληθυσμιακή ανάπτυξη. Τα ορυκτά καύσιμα παρέχουν το μεγαλύτερο μέρος της σημερινής ενέργειας. Τη μεγαλύτερη συμβολή των αερίων του θερμοκηπίου είναι οι εκπομπές από μηχανές εσωτερικής καύσης. Συμβάλλουν στη ρύπανση του αέρα και αλλοιώνουν τα επίπεδα οξυγόνου για τον άνθρωπο. Το μέλλον του καθαρού αέρα και το εξαντλημένο όζον από τις εκπομπές είναι μια τεράστια απειλή για το μέλλον, και επιβάλλεται να βρούμε λύσεις τώρα για τη βιωσιμότητα των μελλοντικών γενεών μας (Michael P. Walsh, 1996).

Η εύρεση εναλλακτικών πηγών καυσίμων για τα αυτοκίνητα μπορεί να είναι μία από τις λύσεις για τον περιορισμό των εκπομπών, μειώνοντας τη συνεχιζόμενη υποβάθμιση της ατμόσφαιρας. Τα αυτοκίνητα συνεισφέρουν σε μεγάλο φορτίο ρύπων και οφείλεται κυρίως στη καύση βενζίνης και ντίζελ που χρησιμοποιούν. Αυτό το καύσιμο καίγεται αναποτελεσματικά και μολύνει μέσω της καύσης την ατμόσφαιρα. Μεταξύ των ρύπων που εκπέμπονται κατά τη διαδικασία της καύσης είναι το μονοξείδιο του άνθρακα, διοξείδιο του άνθρακα, οξείδια του αζώτου, άκαυστοι υδρογονάνθρακες, τα αιωρούμενα σωματίδια και η αιθαλομίχλη. Οι τοξικοί εκπεμπόμενοι ρύποι είναι ύποπτοι και προκαλούν καρκίνο και άλλα σοβαρά προβλήματα υγείας ή περιβαλλοντικά προβλήματα (EPA, 2009).

Το 2000 η Ευρωπαϊκή Επιτροπή εξέδωσε την Πράσινη Βίβλο για την Ενεργειακή Πολιτική. Δεδομένου ότι το 40% της ενέργειας καταναλώνεται στον τομέα των μεταφορών, ο οποίος ευθύνεται και για το 28% των εκπομπών CO₂. Η Πράσινη Βίβλος υπογραμμίζει την ανάγκη παρέμβασης στην πολιτική των μεταφορών, προκειμένου να μειωθεί η ενεργειακή κατανάλωση. Στο πλαίσιο αυτό, η Λευκή Βίβλος «Η Ευρωπαϊκή πολιτική μεταφορών με ορίζοντα το έτος 2020: η ώρα των επιλογών», σε συνδυασμό με την Πράσινη Βίβλο «Χάρτης πορείας για έναν Ενιαίο Ευρωπαϊκό Χώρο των Μεταφορών αποσκοπεί σε ένα ενεργειακά αποδοτικό σύστημα μεταφορών».

Η ραγδαία και συνεχώς αυξανόμενη εξάπλωση της χρήσης οχημάτων με κινητήρες εσωτερικής καύσης κατά τις τελευταίες δεκαετίες έχει συντελέσει σε μεγάλο βαθμό σε δύο ιδιαίτερα σημαντικά προβλήματα που απαιτούν οπωσδήποτε λύση. Το πρώτο από αυτά σχετίζεται με τις περιβαλλοντικές επιπτώσεις, σε τοπικό επίπεδο αλλά και σε ολόκληρο τον πλανήτη. Στα μεγάλα αστικά κέντρα παρατηρούνται πολύ υψηλές συγκεντρώσεις αερίων ρύπων. Οι ίδιοι ρύποι είναι αυτοί που σε παγκόσμιο επίπεδο συντελούν στο φαινόμενο του θερμοκηπίου και την κλιματική αλλαγή (Hari M.Orofski,2009).Το ενεργειακό πρόβλημα κάθε χρόνο ως αποτέλεσμα των ανθρωπογενών δραστηριοτήτων, δισεκατομμύρια τόνοι διοξειδίου του άνθρακα (CO₂) κυρίως από την καύση ορυκτών καυσίμων (πετρέλαιο, άνθρακας, φυσικό αέριο) καθώς και άλλων αερίων όπως το μεθάνιο και το υποξείδιο του αζώτου, απελευθερώνονται στην ατμόσφαιρα αλλάζοντας τη σύσταση των αερίων που παρέμενε σταθερή για δεκάδες χιλιάδες χρόνια. Η ανατροπή αυτή αναμένεται να αλλάξει δραστικά το κλίμα τις επρχόμενες δεκαετίες. Το διοξείδιο του άνθρακα θεωρείται υπεύθυνο για το 60% της υπερθέρμανσης της ατμόσφαιρας. Σε λιγότερο από δύο αιώνες η ανεξέλεγκτη ανθρώπινη δραστηριότητα αύξησε κατά 25% τη συνολική ποσότητα διοξειδίου του άνθρακα της ατμόσφαιρας.

1.2 Ανάπτυξη Μοντέλου με χρήση Εναλλακτικών Καυσίμων και Αντιρρυπαντικών Τεχνολογιών

Κάθε χρόνο επιβαρύνεται η ατμόσφαιρα με έξι δισεκατομμύρια τόνους διοξειδίου του άνθρακα. Έτσι υπολογίζεται ότι η μέση θερμοκρασία της γης θα ανέβει τα επόμενα 100 χρόνια από 2 έως και 6°C (Albert Gore, 2008).Το διοξείδιο του άνθρακα συμμετέχει στο συνολικό φαινόμενο του θερμοκηπίου κατά 60% περίπου και το μεθάνιο κατά 20%. Το διοξείδιο του άνθρακα ελευθερώνεται στην ατμόσφαιρα κυρίως από όλες τις καύσεις των ορυκτών καυσίμων ενώ το μεθάνιο προέρχεται από διάφορα οργανικά απόβλητα και την κτηνοτροφία και το υποξείδιο του αζώτου προέρχεται από τα αζωτούχα λιπάσματα. Περαιτέρω η οικοδομική βιομηχανία, οι δραστηριότητες θέρμανσης και ψύξης του εσωτερικού των σπιτιών μας, οι μεταφορές και η βιομηχανία είναι υπεύθυνες για την εκπομπή του διοξειδίου του άνθρακα. Είναι προφανές ότι όσο τα αέρια του θερμοκηπίου αυξάνονται, τόσο θα διαταράσσεται και το θερμικό ισοζύγιο του πλανήτη δηλαδή το κλίμα του. Η τελευταία δεκαετία ήταν η θερμότερη της χιλιετίας, ενώ ακραία καιρικά φαινόμενα σε πολλές χώρες έδειξαν τάση αύξησης της συχνότητας εμφάνισής τους (K. Richardson, 2005).

Από τα παραπάνω προκύπτει η άμεση ανάγκη απεξάρτησης από το πετρέλαιο και τον άνθρακα, όχι μόνο λόγω της συνεχιζόμενης αύξησης των τιμών τους, όσο και λόγω μείωσης των αποθεμάτων των ορυκτών κυρίως καυσίμων, αλλά και λόγω του κόστους που συνεπάγονται από τις εκπομπές του προερχομένου από το πετρέλαιο και τον άνθρακα, διοξειδίου του άνθρακα. Η προβλεπόμενη εξέλιξη των πραγμάτων, μέσα στα προσεχή έτη, δυστυχώς φαίνεται ότι θα εντείνει την ανάγκη απεξάρτησής μας από τα ορυκτά καύσιμα, γι' αυτό άλλωστε και οι ανανεώσιμες πηγές ενέργειας αποτελούν την εναλλακτική λύση στο ενεργειακό και περιβαλλοντικό πρόβλημα(D.Taylor, 2008).

Σύμφωνα με την BP τα «αποδεδειγμένα» αποθέματα αργού πετρελαίου ανά τον κόσμο, ανέρχονται σε 1.208 δις. βαρέλια. Από αυτά, το 61,5% των αποθεμάτων βρίσκεται στις χώρες της Μέσης Ανατολής. Τα παραπάνω αποθέματα επαρκούν για 40 χρόνια, αν η κατανάλωση συνεχιστεί με μέσους ρυθμούς όπως οι σημερινοί(δηλαδή 84-86 περίπου εκατ. βαρέλια ημερησίως). Παράλληλα, τα εκμεταλλεύσιμα αποθέματα για τα επόμενα χρόνια εκτιμούνται

σε 2.628 δις. βαρέλια, αρκετά για τα επόμενα 86 χρόνια. Το ερώτημα όμως είναι: Πόσα από αυτά είναι άμεσα ή τουλάχιστον σε σύντομο χρονικό διάστημα εκμεταλλεύσιμα; Οι τιμές των ορυκτών καυσίμων πρέπει να αντανακλούν την προσφορά και τη ζήτηση και να συνυπολογίζονται οι αρνητικές επιπτώσεις που δημιουργούν από τη καύση τους στο περιβάλλον. Η μείωση των φόρων στα καύσιμα αποτελεί αντικίνητρο για εξοικονόμηση ενέργειας, διαιωνίζει την εξάρτηση από το πετρέλαιο και προμηνύει μεγαλύτερες ενεργειακές κρίσεις στο μέλλον. Με κατάλληλες πολιτικές αποφάσεις της Ε.Ε και των χωρών, η τρέχουσα κρίση μπορεί να αποτελέσει αφετηρία για σημαντικές αλλαγές στη συμπεριφορά των καταναλωτών και παραγωγών που μπορούν να οδηγήσουν στη ενεργειακής μας ανεξάρτησης.

Η περιβαλλοντική ευαισθησία, η συνειδητοποίηση της κλιματικής αλλαγής και η εξάντληση των ενεργειακών πόρων οδηγούν ολοένα και περισσότερο στην ανεύρεση εναλλακτικών πηγών ενέργειας, και κυρίως, ανανεώσιμους. Μέσα στο πνεύμα των νέων δεδομένων και με βάση την Ευρωπαϊκή πολιτική (Κανονισμός (ΕΚ) αριθ. 443/2009) του Ευρωπαϊκού Κοινοβουλίου και του Συμβουλίου της 23ης Απριλίου 2009 σχετικά με τα πρότυπα επιδόσεων για τις εκπομπές από τα καινούργια επιβατικά αυτοκίνητα και της ολοκληρωμένης προσέγγισης της Κοινότητας για τη μείωση των εκπομπών CO₂ από ελαφρά οχήματα, έχει θεσπιστεί η νομοθεσία για αυστηρότερα όρια στις εκπομπές ρύπων σε ελαφρά οδικά οχήματα και κυρίως των σωματιδίων και οξειδίων του αζώτου, για όλα τα οχήματα με την έναρξη ισχύος του προτύπου Euro 6.

Το πρότυπο Euro 6 εφαρμόστηκε από την 1η Σεπτεμβρίου 2014 και αφορά την έγκριση τύπου οχημάτων και η για εφαρμογή του θα ισχύει από την 1η Σεπτεμβρίου 2015 αναφορικά με την ταξινόμηση και την πώληση των νέων τύπων οχημάτων. Επομένως, οι κατασκευαστές οχημάτων, οδηγούνται στο σχεδιασμό και την κατασκευή ηλεκτρικών οχημάτων, ενώ τα τελευταία χρόνια εντατικοποιούν τις προσπάθειές τους για μαζική παραγωγή και προώθηση των ηλεκτρικών οχημάτων. Με βάση όμως την οικονομική κρίση η δυνατότητα αγοράς νέου οχήματος που να καλύπτει το εν λόγω πρότυπο είναι δυσοίωνα για ένα μεσαίο νοικοκυριό. Επομένως εναλλακτικές τροποποιήσεις και τεχνολογίες στα υφιστάμενα οχήματα κυκλοφορίας δίνουν την λύση με μειωμένο κόστος εφαρμογής, μειωμένους ρύπους αλλά και μειωμένη κατανάλωση το οποίο γίνεται απόσβεση κατά μέσο όρο σε ένα χρόνο.

Το μερίδιο του πετρελαίου στην κατανάλωση ενέργειας από τον τομέα των μεταφορών ανέρχεται σε 98%. Είναι συνεπώς απαραίτητο να καταβληθούν προσπάθειες για διαφοροποίηση στο συγκεκριμένο τομέα με ενθάρρυνση της χρήσης εναλλακτικών καυσίμων (European Commission, 2001, 2003, 2011).

Τίθενται οι στόχοι για την αντικατάσταση 20% του πετρελαίου από εναλλακτικά καύσιμα έως το 2020. Αναφορικά με την ποσοστιαία συμμετοχή η οποία καθορίζεται ως: 2% υδρογόνο, 5-8% βιοκαύσιμα και 10% φυσικό αέριο για μείωση των εκπομπών κατά 20% κάτω από τα επίπεδα του 2008 έως και το 2030, και τουλάχιστον 60% κάτω από τα επίπεδα του 1990, υπογραμμίζοντας ότι ο περιορισμός της κινητικότητας δεν αποτελεί επιλογή. Στις 24 Ιανουαρίου 2013 η Ευρωπαϊκή Επιτροπή σε έγγραφο της με την ονομασία «Καθαρή Ενέργεια για τις Μεταφορές-Clean Power for Transport (CPT)», προϋποθέτει τη στρατηγική της ΕΕ στα εναλλακτικά καύσιμα και αναφέρεται σαν μακροπρόθεσμη αντικατάσταση του πετρελαίου σε όλο το φάσμα των μεταφορών. Παρέχει πλαίσιο καθοδήγησης της τεχνολογικής εξέλιξης στα εναλλακτικά καύσιμα και οδηγίες στα κράτη μέλη για ανάπτυξη των υποδομών σε εναλλακτικά καύσιμα.

Ως εκ τούτου, σκοπός της παρούσας Μεταπτυχιακής διατριβής είναι η διερεύνηση κατά πόσο συνδυασμένες αντιρρυπαντικές τεχνολογίες και εναλλακτικά καύσιμα θα μπορούσαν να

εφαρμοστούν σε κινητήρες οχημάτων βενζινοκίνητα και πετρελαιοκίνητα εκ των υστερώ (από Euro 2 μέχρι Euro 5 κινητήρες) με σκοπό την περαιτέρω μείωση εκπομπών καυσαερίων αφενός καθώς και τη μείωση της κατανάλωσης καυσίμου αφετέρου. Με στόχο να περιοριστούν όσο το δυνατόν περισσότερο οι αρνητικές επιπτώσεις των οδικών οχημάτων στο περιβάλλον και στην υγεία, και με βάση τον Κανονισμό (ΕΚ) αριθ.715/2007 του Ευρωπαϊκού Κοινοβουλίου και του Συμβουλίου της 20ής Ιουνίου 2007, η έρευνα καλύπτει το μεγαλύτερο δυνατό φάσμα εκπομπών ρύπων από υφιστάμενους κινητήρες σε οχήματα :διοξείδιο του άνθρακα (CO₂), μονοξείδιο του άνθρακα (CO), άκαυστοι υδρογονάνθρακες (HC), οξείδια του αζώτου (NO_x), σωματίδια (PM) και αιθαλομίχλη από εκπομπές υφιστάμενων κινητήρων σε οχήματα. Τα οχήματα αυτά περιλαμβάνουν, μεταξύ άλλων, τα επιβατηγά οχήματα, τα μικρά φορτηγά και τα εμπορικά οχήματα που προορίζονται για τη μεταφορά επιβατών ή εμπορευμάτων ή για ορισμένες ειδικές χρήσεις (όπου η μάζα αναφοράς τους δεν υπερβαίνει τα 2,610 kg) και διαθέτουν κινητήρες επιβαλλόμενης ανάφλεξης (κινητήρες βενζίνης), είτε κινητήρες ανάφλεξης με συμπίεση (κινητήρες ντίζελ).

Ειδικότερα η γενικότερη προσπάθεια είναι να αναπτυχθούν συνδυασμένες τεχνολογίες και εναλλακτικά καύσιμα σε υφιστάμενους κινητήρες.

Συγκεκριμένα θα διαχωριστούν οι αντιρρυπαντικές τεχνολογίες και θα συνδυαστούν σε υφιστάμενους κινητήρες οχημάτων, όπου είναι αυτό εφικτό, ανάλογα με το είδος καυσίμου που χρησιμοποιούν σε βενζινοκίνητα και πετρελαιοκίνητα. Θα γίνει εφαρμογή και επεξεργασία των τεχνολογιών σε δυο τύπους οχημάτων με χρήση διαφορετικού καυσίμου και θα μελετηθούν πειραματικά οι εκπομπές καυσαερίων μετά από διαδρομή 100km εντός της πόλης της Λευκωσίας.

Οι τεχνολογίες που θα εφαρμοστούν και θα μελετηθούν πειραματικά είναι το HHO Fuel Cell (HHOKIT)(alternative fuel), LPG υγροποιημένης μορφής (Vialle), stop/start, καθώς και τηλεματική (Mobileye). Το πειραματικό μέρος των μετρήσεων θα γίνει σε Live-Data σε πραγματικές συνθήκες οδήγησης των οχημάτων με χρήση κατάλληλων λογισμικών και διαγνωστικών συσκευών όπως Bosch KTS 650, OBD2 Data-recorder με Bluetooth το οποίο έχει τη δυνατότητα αποθήκευσης όλων των πληροφοριών του οχήματος μέσω της διαγνωστικής φύσας OBD2, Tablet Nexus via Bluetooth το οποίο θα υποστηρίζεται από λειτουργικό σύστημα Android, καθώς και φορητοί καυσαναλυτές (Kane). Κατά τη διάρκεια της κανονικής οδήγησης πέρα των 100 παραμέτρων θα αποθηκευτούν και θα επεξεργαστούν λαμβάνοντας όλα τα δεδομένα που κράτησε ο εγκέφαλος του κινητήρα κατά τη διάρκεια της οδήγησης, (π.χ. ροπή, φορτίο, διάρκεια ψεκασμού καυσίμου, κατανάλωση, δεδομένα από όλους τους αισθητήρες του κινητήρα σε οποιαδήποτε χρονική στιγμή).

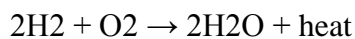
Στη συνέχεια θα επεξηγηθεί η υβριδική τεχνολογία σε οχήματα Hybrid και θα συγκριθούν τα υφιστάμενα μοντέλα (βενζινοκίνητο SAAB 95 2000cc, Euro3 και πετρελαιοκίνητο JEEP CHEROKEE 2500cc, Euro 2 με τα στάνταρ του κατασκευαστή. Περαιτέρω θα συγκριθεί το βενζινοκίνητο όχημα με hybrid prius 2 στη ίδια διαδρομή των 100km ταυτόχρονα εντός πόλης. Πέρα τούτο θα εκτιμηθεί η κατάσταση και θα εξαχθούν αποτελέσματα σε περίπτωση που οι υφιστάμενες τεχνολογίες εγκατασταθούν σε όλα τα οχήματα από Euro 2- Euro 5 κινητήρες, τα οποία είναι στην κυκλοφορία και αναλογικά πόση μείωση εκπομπών ρύπων θα επιτευχθεί.

Επίσης με βάση τη βιβλιογραφία θα επεξηγηθούν μελλοντικές τεχνολογίες σε οχήματα όπως παραγωγή, τροφοδοσίας και αποθήκευσης υδρογόνου, καθώς και πλήρως ηλεκτρικών οχημάτων τα οποία θα τροφοδοτούνται από εξωτερικές πηγές ενέργειας παραγόμενες από ανανεώσιμες πηγές ενέργειας με απώτερο σκοπό τις μηδενικές εκπομπές καυσαερίων στις μεταφορές.

1.2.1 Ιδιότητες του υδρογόνου

Όπως συμβαίνει με τα μόρια των περισσοτέρων αερίων, το μόριο του αερίου υδρογόνου είναι διατομικό. Υπό ίδιες συνθήκες πίεσης και θερμοκρασίας, το υδρογόνο σαν αέριο είναι πολύ ελαφρύτερο από τον ατμοσφαιρικό αέρα. Για τον λόγο αυτό και σε συνδυασμό με την πολύ μικρή μάζα του μορίου του, το υδρογόνο διαφεύγει πολύ εύκολα από το πεδίο έλξης της γης και έτσι βρίσκεται σε πολύ μικρές συγκεντρώσεις στην ατμόσφαιρα. Με εξαίρεση το αέριο He, το αέριο υδρογόνο έχει το χαμηλότερο σημείο βρασμού (20 βαθμοί °K σε P = 1atm) και το χαμηλότερο σημείο πήξεως (14 βαθμοί °K στην ίδια πίεση) από όλα τα υπόλοιπα αέρια. Όταν η θερμοκρασία του αερίου υδρογόνου κατεβεί κάτω από τους 20,268 βαθμούς °K σε κανονικές συνθήκες πίεσης (δηλαδή σε P = 1atm), αυτό αρχίζει να υγροποιείται, περνώντας σταδιακά από την αέρια στην υγρή φάση. Το υγρό υδρογόνο σε μικρές ποσότητες είναι άχρωμο, αλλά όταν μελετάται σε λεπτά δείγματα παίρνει ένα ανοιχτό μπλε. Με συνεχή μείωση της θερμοκρασίας του σε Κ.Σ. πίεσης (P= 1atm), το υγρό υδρογόνο τελικά στερεοποιείται στους 14,025 βαθμούς °K. Το στερεό υδρογόνο σαν υλικό, είναι κι αυτό άχρωμο όπως και το υγρό υδρογόνο. Κατά τη κβαντομηχανική προσέγγιση του μορίου του υδρογόνου τα πρωτόνια των δύο ατόμων του, περιβάλλονται από ένα ηλεκτρονικό νέφος 2 ηλεκτρονίων. Η πυκνότητα του ηλεκτρονικού αυτού νέφους είναι αυξημένη στον χώρο μεταξύ των πρωτονίων των ατόμων του, έτσι ώστε το κάθε ένα από τα άτομα του μορίου του να «θωρακίζεται» από το ομόσημο φορτίο του απέναντι ατόμου του.

Το γεγονός ότι το υδρογόνο σε ελεύθερη αέρια κατάσταση δεν αντιδρά συνήθως με άλλα στοιχεία ή χημικές ενώσεις, οφείλεται κυρίως στην σταθερότητα του χημικού δεσμού μεταξύ των ατόμων του μορίου του, ο οποίος είναι τόσο σταθερός, ώστε να μην επιτρέπει στα μόρια αυτού να διασπαστούν και να αντιδράσουν σαν μεμονωμένα άτομα. Από την άλλη μεριά, όταν το μοριακό υδρογόνο θερμαίνεται πάνω από φλόγα, αντιδρά σε συνθήκες περιβάλλοντος βίαια με το οξυγόνο του ατμοσφαιρικού αέρα και δίνει σαν παράγωγα νερό και θερμότητα σύμφωνα με την παρακάτω αντίδραση:



Από την αντίδραση αυτή, η οποία αποτελεί μία αντίδραση οξειδωσης του υδρογόνου με το ατμοσφαιρικό οξυγόνο, παράγεται, ταυτόχρονα νερό και θερμότητα (εξώθερμη αντίδραση). Η θερμότητα αυτή ισούται περίπου με 285.83kJ / mol παραγόμενου H₂O. Οι δεσμοί που σχηματίζουν τα άτομα μέσα στο μόριο του υδρογόνου είναι ομοιοπολικής φύσης και χαρακτηρίζονται, από μεγάλη σταθερότητα. Το ίδιο, όσον αφορά την ομοιοπολική τους φύση, ισχύει και για τους δεσμούς που σχηματίζονται μεταξύ των ατόμων του υδρογόνου και μεταξύ των ατόμων άλλων στοιχείων μέσα στις διάφορες χημικές ενώσεις.

Εκτός από την μηδενική του περιεκτικότητα σε άνθρακα, ένα εξίσου σημαντικό χαρακτηριστικό που παρουσιάζει το υδρογόνο σαν καύσιμο, είναι ότι μπορεί να προσφέρει πολύ μεγαλύτερα ποσά ενέργειας από τα αντίστοιχα ποσά των διαφόρων ορυκτών καυσίμων, τα οποία είναι ικανά να τροφοδοτήσουν τις περισσότερες από τις καθημερινές ανάγκες του ανθρώπου, ξεκινώντας από την ηλεκτροδότηση των σπιτιών και των πόλεων του, την κίνηση των μεταφορικών του μέσων και την ικανοποίηση των μικρότερων καθημερινών του αναγκών (π.χ. οικιακές εργασίες, θέρμανση χώρων κ.τ.λ.).

Μια δεύτερη κατηγορία, θερμοχημικών κυρίως, διατάξεων παραγωγής ενέργειας από το υδρογόνο, αποτελούν οι μηχανές εσωτερικής καύσης αυτού (MEK υδρογόνου), οι οποίες, όσον αφορά την κατασκευή τους, δεν παρουσιάζουν κάποια ιδιαίτερη διαφοροποίηση από τις συμβατικές μηχανές εσωτερικής καύσης των ορυκτών καυσίμων. Όπως και στις κυψέλες καυσίμου, στις MEK υδρογόνου η πρωταρχική μορφή ενέργειας που παράγεται από αυτές

είναι είτε ο ηλεκτρισμός είτε η θερμότητα, οι οποίες στη συνέχεια μετατρέπονται σε άλλες δευτερεύουσες μορφές ενέργειας ανάλογα με τις ανάγκες του χρήστη. Το υδρογόνο μπορεί να βοηθήσει σημαντικά στις ενεργειακές ανάγκες της ανθρωπότητας στο μέλλον, μιας και οι δυνατότητες που υπάρχουν από αυτό για την μαζική παραγωγή ενέργειας είναι πολύ μεγάλες και μάλιστα μέσο ανανεώσιμου τρόπου.

Το υδρογόνο παρουσιάζει την μεγαλύτερη ενεργειακή πυκνότητα ανά μονάδα βάρους του (33.3 kWh/kg) σε σχέση με αυτή των υπολοίπων (ορυκτών ή μη) ενεργειακών καυσίμων που χρησιμοποιούνται σήμερα. Από την άλλη μεριά όμως, παρουσιάζει και την μικρότερη ενεργειακή πυκνότητα ανά μονάδα όγκου του (0.53 kWh/l) σε σχέση με αυτά, γεγονός που οφείλεται στην εξαιρετικά μικρή του αέρια πυκνότητα υπό συνθήκες περιβάλλοντος

Σε σχέση με οποιοδήποτε συμβατικό καύσιμο, το υδρογόνο παρουσιάζει την μεγαλύτερη ικανότητα παραγωγής ενέργειας ανά μονάδα βάρους του, η οποία ισούται περίπου με 120.7 kJ/kg. Η ενέργεια αυτή, είναι τρεις φορές μεγαλύτερη περίπου από την ενέργεια 1 kg συμβατικής βενζίνης.

Κατά την καύση του (ή κατά την ηλεκτρόλυσή του μέσα σε κυψέλες καυσίμου), το υδρογόνο παράγει ελάχιστους ρύπους, οι οποίοι είναι πολύ λιγότεροι από αυτούς που παράγονται κατά την καύση των ορυκτών καυσίμων. Όσο περισσότερο «καθαρή» είναι η ποσότητα του υδρογόνου που καίγεται με το οξυγόνο, τόσο λιγότεροι ρύποι εκλύονται κατά την καύση αυτή. Παρουσία του «καθαρού οξυγόνου», η καύση του «καθαρού υδρογόνου» παράγει μόνο νερό και θερμότητα, ενώ όταν το συμμετέχον οξυγόνο αντιδρά σαν «ατμοσφαιρικό» παράγονται και ορισμένα οξειδία του αζώτου (λόγω της παρουσίας του αζώτου στον ατμοσφαιρικό αέρα). Οι ποσότητες όμως αυτές είναι πολύ μικρές για να επηρεάσουν σημαντικά την ατμόσφαιρα της γης, ακόμα και για μαζικής κλίμακας κατανάλωση του υδρογόνου.

Το υδρογόνο είναι το ίδιο ακίνδυνο, από πλευράς αερίων ανάφλεξης, σε σχέση με τα υπόλοιπα συμβατικά ορυκτά καύσιμα που χρησιμοποιούνται σήμερα (π.χ. βενζίνη, πετρέλαιο, φυσικό αέριο κ.τ.λ.). Μάλιστα, κατά την απουσία ατμοσφαιρικού αέρα και υπό συνθήκες συνθήκες περιβάλλοντος ($T = 20\text{ }^{\circ}\text{C}$ και $P = 1\text{ atm}$), το υδρογόνο είναι λιγότερο εύφλεκτο από τα καύσιμα, έχοντας για θερμοκρασία αυτανάφλεξής του, τους 585°C με αντίστοιχη θερμοκρασία αυτανάφλεξης της βενζίνης, απουσία ατμοσφαιρικού αέρα τους $230\text{ }^{\circ}\text{C}$ - $480\text{ }^{\circ}\text{C}$.

Η παραγωγή του υδρογόνου γίνεται μέσω της ηλεκτρόλυσης. Το νερό κατά τη διαδικασία της ηλεκτρόλυσης διασπάται στα δύο στοιχεία που το αποτελούν, δηλαδή το υδρογόνο και το οξυγόνο. Η ηλεκτρόλυση του νερού, προς παραγωγή υδρογόνου, πραγματοποιείται μέσα σε ειδικές διατάξεις. Το βασικό πλεονέκτημα που προκύπτει κατά την ηλεκτρόλυση του νερού προς παραγωγή υδρογόνου, είναι ότι το υδρογόνο που παράγεται χαρακτηρίζεται από ιδιαίτερα υψηλές τιμές «καθαρότητας» και επομένως δύναται να χρησιμοποιηθεί απευθείας σε κυψέλες καυσίμου υδρογόνου, χωρίς περαιτέρω επεξεργασία.

Κατά την ηλεκτρόλυσή του νερού, μέσα σε μία ηλεκτρολυτική διάταξη, προς παραγωγή υδρογόνου, αυτό οξειδώνεται αρχικά στην άνοδο της διάταξης σε μοριακό οξυγόνο και σε θετικά ιόντα υδρογόνου (ή πρωτόνια υδρογόνου, H^+). Στη συνέχεια, τα πρωτόνια υδρογόνου που έχουν προκύψει, διέρχονται διαμέσου του νερού, που βρίσκεται μέσα στην ηλεκτρολυτική διάταξη, προς την κάθοδο αυτής και εκεί ανάγονται σε μοριακό υδρογόνο. Στην πράξη όμως, η ηλεκτρική τάση που συνήθως εφαρμόζεται γι' αυτόν το σκοπό είναι μεταξύ 1,55 V έως 1,65V αναλόγως. Η αυξημένη αυτή τιμή της, οφείλεται κυρίως στις διάφορες απώλειες που υφίσταται το ηλεκτρικό ρεύμα όπως απώλειες θερμότητας και ηλεκτρομαγνητικά πεδία όταν διοχετεύεται μέσα στις ηλεκτρολυτικές διατάξεις.

Παρατηρούμε λοιπόν, ότι από ενεργειακής τουλάχιστον σκοπιάς, η παραγωγή του υδρογόνου μέσω της ηλεκτρόλυσης του νερού παρουσιάζει σημαντικό πλεονέκτημα έναντι της παραγωγής του από τα διάφορα ορυκτά καύσιμα των οποίων η απόδοση παραγωγής τους δεν υπερβαίνει συνήθως το 60%)(P. C. Souers,1986)

1.2.2 Ιδιότητες υγραερίου (προπάνιο+βουτάνιο)

Το προπάνιο είναι οργανική ένωση, που περιέχει άνθρακα και υδρογόνο, με χημικό τύπο C_3H_8 , ο οποίος αναπτύσσεται συχνά στο συντακτικό τύπο $CH_3CH_2CH_3$. Ειδικότερα, είναι αλκάνιο με 3 άτομα άνθρακα ανά μόριο. Το χημικό καθαρό προπάνιο σε θερμοκρασία $25^\circ C$ και υπό πίεση $1 atm$, είναι αέριο, αλλά επειδή η κρίσιμη θερμοκρασία του είναι $96,672^\circ C$, δηλαδή μεγαλύτερη από τη συνηθισμένη θερμοκρασία, μεταφέρεται και χρησιμοποιείται υγροποιημένο με συμπίεση, σε ειδικές φιάλες. Είναι ένα παραπροϊόν του φυσικού αερίου (ως 5%) και της διύλισης του αργού πετρελαίου. Χρησιμοποιείται συχνά ως καύσιμο για κινητήρες εσωτερικής καύσης, σε κεντρικές θερμάνσεις κ.λπ. Το προπάνιο είναι ένα από τα συστατικά του υγραερίου, που μπορεί να περιέχει επίσης βουτάνιο, μεθυλοπροπάνιο, προπένιο, βουτένια και βουταδιένια. Αν το υγραέριο περιέχει πολύ προπένιο δεν είναι κατάλληλο για καύσιμο στα οχήματα. Συνήθως χρησιμοποιείται η ένδειξη «HD-5» για να πιστοποιήσει ότι το υγραέριο έχει μέγιστη συγκέντρωση προπενίου 5%.

Το μόριό του αποτελείται από άτομα άνθρακα δύο πρωτοταγή και ένα δευτεροταγή καθώς και οκτώ άτομα υδρογόνου. Δομικά, το κάθε ακραίο άτομο άνθρακα βρίσκεται στο κέντρο ενός τετραέδρου και τα τρία άτομα υδρογόνου καθώς και το έτερο άτομο άνθρακα στις κορυφές του. Για το κεντρικό άτομο άνθρακα, η διαφορά είναι ότι είναι συνδεδεμένο με δύο άτομα υδρογόνου και δύο άτομα άνθρακα. Οι δεσμοί C-H και C-C που σχηματίζονται είναι ελαφρά πολωμένοι (~3%) ομοιοπολικού τύπου.

Το προπάνιο παράγεται ως παραπροϊόν τριών (3) πετροχημικών διεργασιών:

1. Επεξεργασία φυσικού αερίου, που περιέχει ως 5% προπάνιο. Η διεργασία προβλέπει την αφαίρεση από το φυσικό αέριο βουτανίου, προπανίου και μεγάλων ποσοτήτων αιθανίου, για ξεχωριστή χρήση, αλλά και για να αποφευχθεί τυχόν συμπίκνωση τέτοιων αερίων (δυσκολεύοντας έτσι τη ροή των υπολοίπων), στους αγωγούς φυσικού αερίου.
2. Διύλιση αργού πετρελαίου, στο κλάσμα των υγραερίων.
3. Πυρόλυση βαρύτερων κλασμάτων πετρελαίου, ορυκτελαίων και ανακυκλωμένων πολυμερών, με κύριο προϊόν το αιθέριο.

Οξειδωση με οξυγόνο-Καύση

Αντιδρά με οξυγόνο και καίγεται παράγοντας γαλαζωπή φλόγα υψηλής θερμοκρασίας.



($600^\circ C$)

Αν και η αντίδραση είναι μια έντονα εξώθερμη δεν συμβαίνει σε μέτριες θερμοκρασίες, γιατί για την έναρξή της πρέπει να υπερπηδηθεί πρώτα το εμπόδιο της διάσπασης των δεσμών C-C, των δεσμών C-H καθώς και των δεσμών O-O του O_2 .

Αντίθετα από το φυσικό αέριο, το προπάνιο είναι βαρύτερο από τον ατμοσφαιρικό αέρα, για την ακρίβεια είναι περίπου 1,5 φορά πυκνότερο). Όταν, λοιπόν, απελευθερώνεται στην ατμόσφαιρα, βυθίζεται και συσσωρεύεται κοντά στο έδαφος. Το υγρό προπάνιο εξαερώνεται υπό τη συνήθη ατμοσφαιρική πίεση και παρουσιάζεται λευκό, υπό την επίδραση της υγρασίας του αέρα.

Αν καεί σε τέλεια καύση, παράγει περίπου 50 MJ/kg ή 91 MJ/m³.

Στην πράξη όμως, εξαιτίας προσμίξεων και ατελειών στις συσκευές καύσης παράγεται κατά μέσο όρο 46,44 MJ/kg. Στην περίπτωση αυτή, η στοιχειομετρική εξίσωση της αντίδρασης είναι μερική καύση προσεγγίζοντας την ακόλουθη:



Η καύση του προπανίου είναι πολύ καθαρότερη και περίσσεια οικολογική από αυτήν της βενζίνης ή του πετρελαίου, αλλά όχι και από αυτήν του φυσικού αερίου. Η παρουσία των δεσμών C-C, και επιπλέον των διπλών δεσμών προπενίου και βουτενίου σε προσμίξεις και σε εμπορικές συσκευασίες, συχνά παράγουν και διάφορα άλλα οργανικά παράγωγα εκτός από το διοξείδιο του άνθρακα και τους υδρατμούς, που προβλέπονται για την τέλεια καύση του. Γι' αυτό άλλωστε η φλόγα της καύσης προπανίου είναι συνήθως και πιο ορατή απ' όσο προβάλλεται για την τέλεια καύση.

Οι εκπομπές αερίων του φαινομένου του θερμοκηπίου για το προπάνιο είναι 1,55 kg CO₂/GJ θερμικής ενέργειας.

Τα χαρακτηριστικά του υγραερίου LPG είναι αέριο σε ατμοσφαιρικές συνθήκες με σημείο βρασμού του Προπανίου στους -42°C και του Βουτανίου στους -0,5°C. Η αλλαγή του αερίου LPG προκαλείται από τη μείωση της θερμοκρασίας ή την αύξηση της πίεσης. Έχει διαφορετική σύνθεση ανάλογα με τον καιρό (καλοκαιρινά/χειμερινά μείγματα καθώς ο όγκος αυξάνεται έως και 250 φορές κατά την εξάτμιση. Είναι άοσμο αλλά προστίθεται άρωμα Μερκαπτάνης σε μικρή αναλογία για να είναι εύκολη η ανίχνευση του σε τυχόν διαρροές. Το υγραέριο LPG είναι 2X φορές βαρύτερο από τον αέρα. Η Πυκνότητα του LPG (kg/dm³) εξαρτάται από τη θερμοκρασία και της σύνθεσης του. Με μια αύξηση της θερμοκρασίας σε ίδια ποσότητα διαστέλλεται για να πληρώσει ένα μεγαλύτερο όγκο καθώς η πυκνότητα του μειώνεται. Η θερμαντική ικανότητα του σε ποιότητας καύσης μέσα στο θάλαμο καύσης, είναι ομογενές δηλ. το καύσιμο μίγμα προκαλεί πλήρη καύση στον κινητήρα. Είναι προφανές ότι τα δύο αέρια LPG και αέρας αναμειγνύονται πολύ πιο εύκολα με διάχυση του ενός μέσα στο άλλο, παρά όταν έχουμε καύσιμο μίγμα βενζίνης, ή πετρελαίου-αέρα, γιατί τότε πρέπει πρώτα να εξαερωθεί η βενζίνη ή το πετρέλαιο και μετά οι ατμοί τους να αναμειχθούν με τον αέρα για να γίνει το καύσιμο μίγμα, το οποίο σε κάθε περίπτωση δεν θα είναι τόσο ομογενές όσο με το LPG. Η αντίσταση στην προανάφλεξη παρατηρείται να είναι μεγαλύτερη του προπανίου/βουτανίου έναντι της αυτανάφλεξης σε σχέση με την βενζίνη ή το πετρέλαιο. Προκαλείται από εξαιρετικά υψηλές θερμοκρασίες. Η ταξινόμηση έναντι της προανάφλεξης δίνεται ως ο αριθμός των οκτανίων (K.A. Subramanian, 2013).

ΠΡΟΔΙΑΓΡΑΦΕΣ Αμόλυβδη 95 RON	
Πυκνότητα στους 15 βαθμούς Κελσίου, kg/m ³	720-775
Αριθμός Οκτανίου RON, ελαχ.	95
Αριθμός Οκτανίου MON, ελαχ.	85
Θείο, μεγ. Mg/kg	150
Μόλυβδος, μεγ.g/l	0,005
Διάβρωση χάλκινου ελάσματος	Κλάση 1
Αντοχή στην οξειδωση, ελαχ.,Λεπτά	360
Απόσταγμα στους 150 βαθμούς Κελσίου, % v/v	Ελάχ. 75
Τελικό σημείο απόσταξης, βαθμοί Κελσίου	Μέγ. 210
Χρώμα	Φυσικό
Περιεκτικότητα σε οξυγόνο,μεγ.% m/m	2,7
Ολεφίνες, μεγ. % v/v	18,0
Αρωματικές ενώσεις, μεγ. % v/v	42,0
Βενζόλιο, μεγ. % v/v	1,0
Αιθέρες με πέντε ή περισσότερα άτομα άνθρακα ανα μόριο μεγ. % v/v	15
Μεθανόλη μεγ. % v/v	3
Αιθανόλη μεγ. % v/v	5
Περιεκτικότητα ειδικού προσθέτου σε κάλιο, mg/kg	+

Προδιαγραφές Αμόλυβδης 95 RON (Richard Van Basshuysen, 1993)

ΠΡΟΔΙΑΓΡΑΦΕΣ Πετρέλαιο Κίνησης	
Πυκνότητα στους 15 βαθμούς Κελσίου, kg/m ³	820-845
Θείο, mg/kg, μεγ.	10
Σημείο ανάφλεξης, βαθμοί Κελσίου, ελαχ.	55
Νερό, mg/kg, μεγ.	200
Νερό και υπόστημα % v/v, μεγ.	-
Ανθρακούχο υπόλειμμα, % (σε υπόλειμμα απόσταξης 10%)	m/m,μεγ. 0,3
Τέφρα, % m/m,μεγ.	0,01
Διάβρωση χάλκινου ελάσματος	Κλάση 1
Αντοχή στην οξειδωση,g/m ³ ,μεγ.	25
Χρώμα	Φυσικό

Προδιαγραφές πετρελαίου κίνησης (Richard Van Basshuysen, 1993)

	MJ/L	MJ/Kg	Kg/L
Βενζίνη	32	43,5	73
Diesel	36	42,5	83
Propane	23	46,5	51
Butane	26,6	45,5	58

(Richard Van Basshuysen, 1993)

Κεφάλαιο Δεύτερο

Βιβλιογραφική Ανασκόπηση

Τα συμβατικά αυτοκίνητα με κινητήρες εσωτερικής καύσης (ICE) είναι μια από τις σημαντικότερες πηγές ατμοσφαιρικών ρύπων, όπως το διοξείδιο του άνθρακα (CO₂), οξείδια του αζώτου (NO_x), αιθάλη, και τα λεπτά σωματίδια (PM_{2,5} Σωματίδια με αεροδυναμική διάμετρο < 2,5mm) (Hausberger, 2010). Μερικοί από τους ρύπους προκαλούν σοβαρές επιπτώσεις στην υγεία, συμπεριλαμβανομένης και της πρόωρης θνησιμότητας (Dockery et al., 1993, Pope et al., 2004, WHO, 2005 and Brook et al., 2010). Ο Παγκόσμιος Οργανισμός Υγείας (World Health Organization WHO) κρίνει επί του παρόντος ότι η μάζα των σωματιδίων PM_{2,5} είναι ο πλέον σημαντικός δείκτης για την εκτίμηση των επιπτώσεων της ατμοσφαιρικής ρύπανσης στην ανθρώπινη υγεία (HEI, 2013).

Στις αστικές περιοχές, η συμβολή των συμβατικών μεταφορών σε συγκεντρώσεις PM_{2,5} είναι σχετικά μεγάλες (Keuken et al., 2013). Οι άμεσες εκπομπές των αυτοκινήτων ICE έχουν επιπτώσεις στη δημόσια υγεία, καθώς και στις καλλιέργειες, τα κτίρια και το φυσικό περιβάλλον. Από περιβαλλοντική άποψη, η αντικατάσταση των ICE οχημάτων με ηλεκτρικά οχήματα (EV) είναι επωφελείς για το κλίμα, λόγω της μείωσης των εκπομπών αερίων του θερμοκηπίου, ιδίως του CO₂ (Thiel et al., 2010 και VanVliet et al., 2011). Αναμφίβολα, οι τροποποιήσεις σε μηχανές ανάφλεξης με σπινθήρα καθώς και σε μηχανές συμπίεσης, έχουν διαφοροποιηθεί λόγω της πίεσης από τα πρότυπα εκπομπών ρύπων όπου γίνονται όλο και αυστηρότερες και από τις απαιτήσεις της οικονομίας καυσίμου όπου γίνονται όλο και πιο απαιτητικές για το καταναλωτή.

Οι κανονισμοί αυτοί έχουν επίσης επηρεάσει την κάθε φάση εξέλιξης της τεχνολογίας του LPG διαδοχικά από την 1η έως 5η γενιά. Η αύξηση σε έμφαση το υγραέριο ως ένα καθαρό, σχετικά χαμηλού κόστους και άφθονο σαν πηγή ενέργειας, ενθαρρύνει την αναζήτηση για τη βέλτιστη προσέγγιση ως προς τη βιώσιμη διαχείριση των καυσίμων (Renewable and Sustainable Energy Reviews, 2014).

Όσον αφορά το υδροξύ αέριο (HHO) σε διάφορες πειραματικές διαδικασίες από αρκετούς ερευνητές παρήχθη με τη διαδικασία της ηλεκτρόλυσης και με διάφορους ηλεκτρολύτες KOH, NaOH, NaCl, σε ένα στεγανό αντιδραστήρα γεννήτριας υδρογόνου. Το υδροξύ χρησιμοποιήθηκε ως συμπληρωματικό καύσιμο σε ένα τετρακύλινδρο, τετράχρονο, με ανάφλεξη (CI) κινητήρα, χωρίς καμία τροποποίηση και χωρίς την ανάγκη για τις δεξαμενές αποθήκευσης. Ερευνήθηκαν αποτελέσματα ως προς τις εκπομπές καυσαερίων καθώς και τα χαρακτηριστικά απόδοσης του κινητήρα. Έχουν αποδείξει ότι με προσθήκη ηλεκτρονικής μονάδας (HECU) και με κατάλληλο προγραμματισμό με στόχο τη μείωση ή τη αύξηση παραγωγής και ταχύτητας ροής του HHO ρυθμιζόταν κατάλληλα με την κατάλληλη ένταση του ρεύματος κατά τη διάρκεια της ηλεκτρόλυσης (International Journal of Hydrogen Energy, 2010). Οι πιο σημαντικές εκπομπές της ατμοσφαιρικής ρύπανσης αφορούν το διοξείδιο του άνθρακα (CO₂), το οποίο δεν είναι τοξικό αέριο αλλά με την υπερβολική συγκέντρωση στην ατμόσφαιρα συμβάλλει στο φαινόμενο του θερμοκηπίου. Σε παγκόσμια κλίμακα οι εκπομπές CO₂ από 14.520.000 τόνοι (1971) διπλασιάστηκαν σε, περίπου, 30.000.000 τόνους το 2000 και από τότε υπάρχει αλματώδης αύξηση λόγω της μεγάλης ζήτησης στην παραγωγή

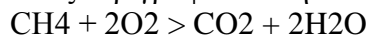
ενέργειας από αναπτυσσόμενες χώρες (Κίνα, Ινδία, κλπ), (Atmospheric Pollution 1989). Πολυάριθμες έρευνες δείχνουν ότι τα αέρια του θερμοκηπίου παίζουν σημαντικό ρόλο στα οικοσυστήματα και στους κυριότερους κύκλους θρεπτικών υλικών και στοιχείων (Environment, 2001)

2.1 Εκπομπές καυσαερίων

Τα προϊόντα της καύσης των μηχανών εσωτερικής καύσης περιέχουν διάφορα συστατικά που θεωρούνται επικίνδυνα για την ανθρώπινη υγεία, συμπεριλαμβανομένων των εκπομπών CO, εκπομπών CO₂, άκαυστους υδρογονάνθρακες και τα οξείδια του αζώτου (NO_x). Η συγκέντρωση των αερίων εκπομπών στα καυσαέρια του κινητήρα είναι συνήθως μετρήσιμα σε μέρη ανά εκατομμύριο (ppm) ή επί τοις εκατό (%) κατ'όγκο.

Διοξείδιο του άνθρακα (CO₂)

Το διοξείδιο του άνθρακα παράγεται πάντοτε όταν γίνεται καύση υδρογονανθράκων. Αν και το αέριο αυτό δεν είναι τοξικό, είναι εμμέσως βλαβερό για την ατμόσφαιρα διότι επηρεάζει τη φυσική ισορροπία του ισοζυγίου εισερχόμενης-εξερχόμενης Η/Μ ακτινοβολίας, οδηγώντας στο περιώνυμο «φαινόμενο του θερμοκηπίου», δηλαδή στην άνοδο της θερμοκρασίας του πλανήτη και σε διάφορες απρόβλεπτες κλιματολογικές μεταβολές. Η καύση όλου του άνθρακα που περιέχεται στα καύσιμα, όπως το μεθάνιο (φυσικό αέριο), τα αποστάγματα του πετρελαίου (βενζίνη, diesel, κηροζίνη, προπάνιο), αλλά και του άνθρακα και του ξύλου, παράγει διοξείδιο του άνθρακα και στις περισσότερες περιπτώσεις και νερό όπως περιγράφεται στην πιο κάτω χημική αντίδραση:



Μονοξείδιο του άνθρακα (CO)

Το μονοξείδιο του άνθρακα (CO) παράγεται από την ατελή καύση υλικών που περιέχουν άνθρακα αλλά και από ορισμένες βιολογικές και βιομηχανικές διεργασίες. Κύρια πηγή του όμως είναι τα βενζινοκίνητα αυτοκίνητα (70% των εκπομπών CO). Το CO είναι ένα άχρωμο, άοσμο, άγευστο αέριο με ιδιαίτερα τοξικές ιδιότητες για τον άνθρωπο. Η εισπνοή αέρα με μικρή ογκομετρική συγκέντρωση (0,3%) του CO σε κλειστό χώρο μπορεί να προκαλέσει το θάνατο σε ένα σύντομο χρονικό διάστημα. Το CO προκύπτει από την ατελή καύση των καυσίμων υδρογονανθράκων. Μια από τις κύριες πηγές παραγωγής CO σε κινητήρες ανάφλεξης με σπινθήρα(βενζινοκινητήρες) είναι η ατελής καύση του πλούσιου μίγματος καυσίμου που υπάρχει στο ρελαντί, στη μέγιστη ισχύ, σε συνθήκες όπως η ψυχρή εκκίνηση, προθέρμανση, και επιτάχυνση. Η άνιση κατανομή των καυσίμων, η κακή κατάσταση του συστήματος ανάφλεξης ή ψεκασμού προκαλούν αργές χημικές αντιδράσεις και συμβάλλουν επίσης στην αύξηση της παραγωγής CO.

Άκαυστοι υδρογονάνθρακες (HC)

Όταν άκαυστοι υδρογονάνθρακες συνδυάζονται με NO_x στην παρουσία του ηλιακού φωτός, το όζον και τα φωτοχημικά οξειδωτικά επηρεάζουν αρνητικά την υγεία του ανθρώπου. Ορισμένοι άκαυστοι HC θεωρούνται καρκινογόνοι. Η κύρια αιτία των άκαυστων HC σε

κινητήρες ανάφλεξης με σπινθήρα είναι η ατελής καύση του φορτίου μείγματος καυσίμου-αέρα, με αποτέλεσμα μέρος από τη διαδικασία της καύσης και του άνθρακα να παραμένει στα τοιχώματα του θαλάμου καύσης, και στο ρετάρισμα του κινητήρα.

Οξείδια του αζώτου (NOx)

Τα Οξείδια του αζώτου, το νιτρικό οξείδιο (NO) σχηματίζονται από το συνδυασμό του αζώτου και οξυγόνου που υπάρχει στον αέρα εισαγωγής κάτω από τις συνθήκες υψηλής θερμοκρασίας που προκύπτει από την διαδικασία της καύσης. Καθώς η θερμοκρασία του αερίου πέφτει κατά τη διάρκεια κίνησης του εμβόλου στο BTC του κυλίνδρου, έχουμε αποτέλεσμα τη χαμηλή θερμοκρασία των υπολειμμάτων (NO) τα οποία εκπέμπονται στα προϊόντα εξάτμισης. Υπό την παρουσία επιπλέον οξυγόνου στον αέρα, ορισμένοι NO μετατρέπονται σε διοξείδιο του αζώτου (NO₂), ενός τοξικού αερίου. Το NO και NO₂ σε συνδυασμό αναφέρονται ως τα οξείδια του αζώτου ή NO_x. Η παραγωγή NO_x επιδεινώνεται υπό συνθήκες που αυξάνουν την θερμοκρασία καύσης. Σε κινητήρες SI οι σημαντικότερες μεταβλητές που επηρεάζουν την παραγωγή NO_x είναι η αναλογία αέρα / καυσίμου, ο χρονισμός ανάφλεξης, η θερμοκρασία εισαγωγής αέρα, και το ποσό των υπολειμματικών προϊόντων της καύσης που παραμένουν στον κύλινδρο μετά την εξάτμιση.

Καπνός

Προέρχεται κυρίως από τους πετρελαιοκινητήρες (diesel). Λόγω της συνήθους ορατής χροιάς των καυσαερίων του κινητήρα Diesel στα πιο μεγάλα φορτία εξαιτίας των σωματιδιακών εκπομπών, στην πράξη γίνεται διάκριση του λεγόμενου Καπνού (smoke) των εκπεμπόμενων καυσαερίων στις εξής τρεις κατηγορίες, ανάλογα με την απόχρωση του:

- Λευκός Καπνός, που παράγεται από τη ομίχλη υγρών ακαύστων σωματιδίων καυσίμου και εμφανίζεται κατά την εκκίνηση εν ψυχρώ.
- Κυανός Καπνός, που παράγεται από τη ομίχλη υγρών ακαύστων σωματιδίων λιπαντικού ελαίου και εμφανίζεται όταν υπάρχει πρόβλημα με την λίπανση (π.χ. φθαρμένα ή κολλημένα ελατήρια εμβόλου)
- Μελανός Καπνός ή Καπνός "Τύπου Αιθάλης", που παράγεται βασικώς από λεπτά σωματίδια στερεού άκαυστου άνθρακα (ανθρακώδες υλικό), δηλαδή την αιθάλη, η οποία δημιουργείται από την πυρόλυση του καυσίμου τοπικώς σε ζώνες με σχετική ανεπάρκεια οξυγόνου. Εμφανίζεται κυρίως όταν ο κινητήρας βρίσκεται σε περιοχές υψηλών φορτίων (π.χ. >85% του μεγίστου).

Μόλυβδος (Pb)

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

Διοξείδιο του θείου (SO₂)

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

Παράμετροι σχεδιασμού και λειτουργίας που έχουν υλοποιηθεί ή τροποποιηθεί για μείωση των εκπομπών περιλαμβάνουν τη συμπίεση, μείωση αναλογίας καυσίμου-αέρα, αυξημένη θερμοκρασία του ψυκτικού μέσου, τροποποίηση του σχήματος και της μορφής του θαλάμου καύσης για την ελαχιστοποίηση της αναλογίας επιφάνειας ως προς το όγκο διαμετρήματος, καταλληλότερος ισορροπημένος σχεδιασμός πολλαπλής για καλύτερη κατανομή φορτίου, τελειοποιημένος ψεκασμός καυσίμου πολλαπλών σημείων, χρήση της επανακυκλοφορίας καυσαερίων για τη μείωση των NO_x και τη μείωση των θερμοκρασιών καύσης, θετικός εξαερισμός του στροφαλοθαλάμου για τη μείωση των HC, και αυξημένη περιεκτικότητα σε αρωματικά στη βενζίνη (Michael P. Walsh, 1996).

2.2 Ευρωπαϊκή Νομοθεσία

Στην ανακοίνωσή της «Ευρώπη 2020: Στρατηγική για έξυπνη, βιώσιμη και χωρίς αποκλεισμούς ανάπτυξη» η Επιτροπή αποσκοπεί στην ενίσχυση της ανταγωνιστικότητας και της ασφάλειας του ενεργειακού εφοδιασμού με την αποτελεσματικότερη χρήση πόρων και ενέργειας.

Στη Λευκή Βίβλο της Επιτροπής «Χάρτης πορείας για έναν Ενιαίο Ευρωπαϊκό Χώρο Μεταφορών για ένα ανταγωνιστικό και ενεργειακά αποδοτικό σύστημα μεταφορών» έγινε έκκληση για τη μείωση της εξάρτησης των μεταφορών από το πετρέλαιο. Τούτο πρέπει να γίνει μέσα από ένα φάσμα πολιτικών πρωτοβουλιών, συμπεριλαμβανομένης της ανάπτυξης μιας βιώσιμης στρατηγικής για τα εναλλακτικά καύσιμα, καθώς και των κατάλληλων υποδομών. Η Λευκή Βίβλος της Επιτροπής πρότεινε επίσης τη μείωση κατά 60% των εκπομπών αερίων θερμοκηπίου (GHG) από τις μεταφορές έως το 2050 σε σύγκριση με τα επίπεδα του 1990.

Η οδηγία 2009/28/EK του Ευρωπαϊκού Κοινοβουλίου και του Συμβουλίου, της 23ης Απριλίου 2009, σχετικά με την προώθηση της χρήσης ενέργειας από ανανεώσιμες πηγές και την τροποποίηση και τη συνακόλουθη κατάργηση των οδηγιών 2001/77/EK και 2003/30/EK έθεσε τον στόχο του 10% ως μερίδιο της αγοράς για τις ανανεώσιμες πηγές ενέργειας στα καύσιμα για κίνηση.

Με βάση τη διαβούλευση των ενδιαφερομένων μερών και των εθνικών εμπειρογνομόνων, η ηλεκτρική ενέργεια, το υδρογόνο, τα βιοκαύσιμα, το φυσικό αέριο και το υγραέριο (LPG) αναγνωρίστηκαν στην παρούσα φάση ως τα κύρια εναλλακτικά καύσιμα με δυνατότητες για μακροπρόθεσμη υποκατάσταση του πετρελαίου, μεταξύ άλλων, υπό το πρίσμα της πιθανής ταυτόχρονης και συνδυασμένης χρήσης τους μέσω π.χ. τεχνολογικών συστημάτων διπλής πρόωσης καυσίμων με άλλες μορφές παραγωγής όπως π.χ. η οξειδοαναγωγή.

Τα συνθετικά καύσιμα, τα οποία υποκαθιστούν το ντίζελ και τη βενζίνη ως καύσιμα θα μπορούν να παραχθούν από διάφορες πρώτες ύλες, μετατρέποντας τη βιομάζα, το φυσικό αέριο, τον άνθρακα ή τα πλαστικά απορρίμματα σε υγρά καύσιμα, μεθάνιο και διμεθυλαιθέρας (DME). Τα συνθετικά παραφινικά καύσιμα ντίζελ, όπως τα υδρογονοεπεξεργασμένα φυτικά έλαια (HVO), τα ντίζελ Fischer-Tropsch κ.λπ., είναι εναλλάξιμα και μπορούν είτε να αναμιχθούν με ορυκτά καύσιμα ντίζελ σε πολύ μεγάλη αναλογία ανάμιξης είτε να χρησιμοποιηθούν από μόνα τους σε όλα τα υπάρχοντα ή μελλοντικά οχήματα ντίζελ. Επομένως, αυτά τα καύσιμα μπορούν να διανεμηθούν, να αποθηκευτούν και να χρησιμοποιηθούν με τις υπάρχουσες υποδομές. Τα συνθετικά καύσιμα που υποκαθιστούν τη βενζίνη, όπως η μεθανόλη και άλλες αλκοόλες, μπορούν να αναμιχθούν με τη βενζίνη και μπορούν να χρησιμοποιηθούν από τεχνικής απόψεως με τη σημερινή τεχνολογία του αυτοκινήτου με μικρές προσαρμογές. Τα συνθετικά και παραφινικά καύσιμα έχουν τη δυνατότητα να ελαττώσουν τη χρήση των πηγών πετρελαίου στον ενεργειακό εφοδιασμό στο τομέα των μεταφορών.

Το υγροποιημένο πετρελαϊκό αέριο-υγραέριο (LPG) είναι εναλλακτικό καύσιμο, υποπροϊόν της επεξεργασίας του φυσικού αερίου και της διύλισης του πετρελαίου, με μικρότερο αποτύπωμα άνθρακα και σημαντικά μειωμένες εκπομπές ρύπων σε σχέση με τα συμβατικά καύσιμα. Το βιολογικό LPG, που παράγεται από διάφορες πηγές βιομάζας, αναμένεται να κάνει την εμφάνισή του ως βιώσιμη τεχνολογία μακροπρόθεσμα. Το LPG μπορεί να χρησιμοποιηθεί στις οδικές μεταφορές (αυτοκίνητα και φορτηγά) για κάθε είδους απόσταση. Οι υποδομές του LPG έχουν αναπτυχθεί σχετικά ικανοποιητικά, με σημαντικό ήδη αριθμό σταθμών ανεφοδιασμού στην ΕΕ (περίπου 29.000), αν και η κατανομή αυτών των σταθμών είναι άνιση, με χαμηλό βαθμό διείσδυσης σε ορισμένες χώρες.

Στην έκθεση της ομάδας υψηλού επιπέδου CARS 21 της 6ης Ιουνίου 2012 αναφέρεται ότι η έλλειψη μιας εναρμονισμένης υποδομής, σε επίπεδο Ένωσης, για εναλλακτικά καύσιμα εμποδίζει την εισαγωγή στην αγορά οχημάτων που χρησιμοποιούν εναλλακτικά καύσιμα και καθυστερεί την επέλευση των περιβαλλοντικών οφελών τους. Στην ανακοίνωση της Επιτροπής σχετικά με το σχέδιο δράσης CARS 2020 για την αυτοκινητοβιομηχανία στην Ευρώπη, επαναλαμβάνονται οι κύριες συστάσεις της έκθεσης της ομάδας υψηλού επιπέδου CARS 21 και παρουσιάζεται το σχέδιο δράσης που βασίζεται σε αυτές. Η παρούσα οδηγία σχετικά με τις υποδομές για εναλλακτικά καύσιμα αποτελεί μία από τις βασικές δράσεις που έχουν εξαγγελθεί από την Επιτροπή.

Η παρούσα οδηγία δεν έχει στόχο να δημιουργήσει πρόσθετη οικονομική επιβάρυνση για τα κράτη μέλη ή τις περιφερειακές και τοπικές αρχές. Τα κράτη μέλη θα μπορούν να εφαρμόσουν την παρούσα οδηγία κάνοντας χρήση ενός ευρέος φάσματος κανονιστικών και μη κανονιστικών κινήτρων και μέτρων, σε στενή συνεργασία με φορείς του ιδιωτικού τομέα, οι οποίοι θα πρέπει να διαδραματίσουν βασικό ρόλο στην υποστήριξη της ανάπτυξης των εναλλακτικών υποδομών καυσίμων.

Σύμφωνα με τον κανονισμό (ΕΕ) αριθ. 1316/2013 του Ευρωπαϊκού Κοινοβουλίου και του Συμβουλίου, της 11ης Δεκεμβρίου 2013, για τη σύσταση της διευκόλυνσης «Συνδέοντας την Ευρώπη», την τροποποίηση του κανονισμού (ΕΕ) αριθ. 913/2010 και την κατάργηση των κανονισμών (ΕΚ) αριθ. 680/2007 και (ΕΚ) αριθ. 67/2010, η ανάπτυξη νέων τεχνολογιών καινοτομίας, ιδίως σε ότι αφορά τη μείωση των ανθρακικών εκπομπών στις μεταφορές, είναι επιλέξιμη για χρηματοδοτική ενίσχυση από την Ένωση. Ο εν λόγω κανονισμός καθιστά επίσης δυνατή την παροχή πρόσθετης χρηματοδότησης για τις δράσεις που αξιοποιούν τις συνέργειες μεταξύ τουλάχιστον δύο από τους τομείς που καλύπτει ο κανονισμός (μεταφορές, ενέργεια και τηλεπικοινωνίες).

Το πρόγραμμα-πλαίσιο «Ορίζοντας 2020» θα παρέχει επίσης υποστήριξη για την έρευνα και την καινοτομία όσον αφορά τα οχήματα που κινούνται με εναλλακτικά καύσιμα και τις σχετικές υποδομές, ιδίως μέσω της Κοινωνικής πρόκλησης «Έξυπνες, οικολογικές και ολοκληρωμένες μεταφορές». Η συγκεκριμένη αυτή σαν πηγή χρηματοδότησης θα πρέπει επίσης να συμβάλει στην ανάπτυξη εναλλακτικών υποδομών καυσίμων και θα πρέπει να ληφθεί πλήρως υπόψη ως μια επιπλέον ευκαιρία για να εξασφαλιστεί στη αγορά βιώσιμη κινητικότητα σε όλη την Ένωση.

Οι κατευθυντήριες γραμμές του Διευρωπαϊκού Δικτύου Μεταφορών αναγνωρίζει ότι τα εναλλακτικά καύσιμα υποκαθιστούν, τουλάχιστον εν μέρει, πηγές ορυκτού πετρελαίου στον ενεργειακό εφοδιασμό των μεταφορών, συμβάλλουν στην αφαίρεση του άνθρακα και ενισχύουν στην περιβαλλοντική αποδοτικότητα του μεταφορικού τομέα. Βάσει των αναθεωρημένων κατευθυντήριων γραμμών του Διευρωπαϊκού Δικτύου Μεταφορών (ΔΕΔ-Μ), σε ότι αφορά τις νέες τεχνολογίες και την καινοτομία, το ΔΕΔ-Μ οφείλει να διευκολύνει την αφαίρεση του άνθρακα από όλους τους τρόπους μεταφοράς με την τόνωση της ενεργειακής τους απόδοσης καθώς και την εισαγωγή εναλλακτικών προωθητικών συστημάτων καθώς και την παροχή αντίστοιχων υποδομών.

Τα βιοκαύσιμα, όπως ορίζονται στην οδηγία 2009/28/ΕΚ είναι σήμερα ο σημαντικότερος τύπος εναλλακτικών καυσίμων, χρησιμοποιούμενα σε ποσοστό 4,7% στις μεταφορές στην ΕΕ. Μπορούν επίσης να συμβάλουν σε σημαντική μείωση των συνολικών εκπομπών CO₂, εάν η παραγωγή τους γίνεται με βιώσιμο τρόπο. Μπορούν να παρέχουν καθαρή ενέργεια σε όλους τους τρόπους μεταφοράς.

Η ηλεκτρική ενέργεια από την άλλη έχει τη δυνατότητα να αυξήσει την ενεργειακή απόδοση των οδικών οχημάτων και να συμβάλει στη μείωση του CO₂ στις μεταφορές. Αποτελεί πηγή ενέργειας απαραίτητη για την ανάπτυξη ηλεκτρικών οχημάτων, συμπεριλαμβανομένων των οχημάτων της κατηγορίας L, τα οποία μπορούν να συμβάλουν στη βελτίωση της ποιότητας του αέρα και τη μείωση του θορύβου σε αστικούς/προαστιακούς οικισμούς ειδικότερα σε πυκνοκατοικημένες περιοχές.

Η ηλεκτρική ενέργεια και το υδρογόνο είναι ιδιαίτερα ελκυστικές πηγές ενέργειας για τη χρήση ηλεκτρικών οχημάτων με στοιχεία καυσίμου και οχημάτων κατηγορίας L σε αστικούς/προαστιακούς οικισμούς και άλλες πυκνοκατοικημένες περιοχές, καθώς τα οχήματα αυτά μπορούν να συμβάλουν στη βελτίωση της ποιότητας του αέρα και τη μείωση του θορύβου. Η ηλεκτροκίνηση είναι σημαντικός παράγοντας για την επίτευξη των φιλόδοξων κλιματικών και ενεργειακών στόχων της Ευρωπαϊκής Ένωσης για το 2020. Όντως, η οδηγία 2009/28/ΕΚ για τις ανανεώσιμες πηγές ενέργειας, την οποία μετέφεραν τα κράτη μέλη στη νομοθεσία τους με έναρξη τις 5 Δεκεμβρίου 2010, θέτει υποχρεωτικούς στόχους σε όλα τα κράτη μέλη για το μερίδιο της ενέργειας από ανανεώσιμες πηγές με σκοπό να επιτευχθεί ο στόχος της ΕΕ, δηλαδή το 2020 ένα ποσοστό της τάξεως του 20% τουλάχιστον που αφορά την ενέργεια θα πρέπει να υποστηρίζεται από ανανεώσιμες πηγές και ένα 10% της ενέργειας από ανανεώσιμες όσον αφορά τον τομέα των μεταφορών.

Η πρόσβαση των προμηθευτών σε ηλεκτρική ενέργεια της ΕΕ και αφορά τα σημεία επαναφόρτισης δεν πρέπει να θίγει τις παρεκκλίσεις δυνάμει του άρθρου 44 της οδηγίας 2009/72/ΕΚ.

Η Επιτροπή έδωσε το 2010 εντολή (M468) στους Ευρωπαϊκούς Οργανισμούς Τυποποίησης (ΕΣΟ) να δημοσιεύσουν νέα πρότυπα ή να επανεξετάσουν όσα υπάρχουν με σκοπό να εξασφαλιστεί η λειτουργικότητα και η δυνατότητα διασύνδεσης μεταξύ σημείου παροχής ηλεκτρικής ενέργειας και φόρτισης ηλεκτρικών οχημάτων. Η Cen/Cenelec συνέστησε επιτροπή η οποία δημοσίευσε έκθεση της, τον Οκτώβριο του 2011 περί του θέματος.

Τα υδρογονοκίνητα μηχανοκίνητα οχήματα, καθώς και τα υδρογονοκίνητα οχήματα της κατηγορίας L, έχουν προς το παρόν πολύ χαμηλά ποσοστά διείσδυσης στην αγορά, αλλά η δημιουργία επαρκούς υποδομής ανεφοδιασμού με υδρογόνο είναι απαραίτητη για να επιτραπεί η ανάπτυξη υδρογονοκίνητων μηχανοκίνητων οχημάτων σε μεγαλύτερη κλίμακα.

Το υγροποιημένο φυσικό αέριο (LNG) είναι ένα ελκυστικό εναλλακτικό καύσιμο το οποίο πληροί τις απαιτήσεις μείωσης της περιεκτικότητας των καυσίμων σε θείο στις περιοχές ελέγχου των εκπομπών θείου, όπως προβλέπεται στην οδηγία 2012/33/ΕΕ του Ευρωπαϊκού Κοινοβουλίου και του Συμβουλίου, της 21^{ης} Νοεμβρίου 2012 και την τροποποίηση της οδηγίας 1999/32/ΕΚ σχετικά με την περιεκτικότητα των καυσίμων σε θείο.

Το υγροποιημένο φυσικό αέριο, συμπεριλαμβανομένου του υγροποιημένου βιομεθανίου, ενδέχεται επίσης να προσφέρει αποδοτική οικονομική τεχνολογία προκειμένου τα βαρέα επαγγελματικά οχήματα να τηρούν τα αυστηρότερα όρια εκπομπής ρύπων των προτύπων Euro VI.

Για να διασφαλιστεί η παροχή εναλλακτικών καυσίμων για τις μεταφορές και στην ποιότητα που απαιτείται για τη χρήση κινητήρων σημερινής και μελλοντικής τεχνολογίας θα πρέπει να διασφαλιστεί το υψηλό επίπεδο περιβαλλοντικών επιδόσεων όσον αφορά τις εκπομπές CO₂ και άλλων ρύπων, η Επιτροπή είναι υπόχρεα να παρακολουθεί τη διάθεσή τους στην αγορά. Προς το σκοπό αυτό, η Επιτροπή πρέπει να προτείνει, εφόσον χρειαστεί, τα απαραίτητα νομικά μέτρα για να εξασφαλίσει ένα εναρμονισμένο υψηλό επίπεδο ποιότητας καυσίμων σε όλη την Ένωση.

Έως τις 31 Δεκεμβρίου 2018, η Επιτροπή, εφόσον το κρίνει σκόπιμο, εγκρίνει σχέδιο δράσης για την υλοποίηση της πρότασης «Καθαρή ενέργεια για τις μεταφορές» (COM (2013) 0017), ώστε να επιτύχει την ευρύτερη δυνατή χρήση των εναλλακτικών καυσίμων στις μεταφορές, διασφαλίζοντας παράλληλα τεχνολογική ουδετερότητα στην προώθηση της βιώσιμη ηλεκτρικής κινητικότητας σε ολόκληρη την Ένωση. Για τον σκοπό αυτόν μπορεί να λάβει υπόψη της επιμέρους ανάγκες της αγοράς και τις εξελίξεις στα κράτη μέλη (Patrick Muller 2014).

2.3 Κυπριακή νομοθεσία

Με βάση τις Κ.Δ.Π. 184/2012 Περί της Ενεργειακής Απόδοσης κατά τη τελική χρήση και τις ενεργειακές υπηρεσίες (Ενεργειακοί Ελεγκτές) Κανονισμοί του 2012, οι οποίοι εκδόθηκαν από το υπουργικό συμβούλιο δυνάμει του άρθρου 9 αναφέρεται ότι ο πιστοποιημένος ενεργειακός επιθεωρητής από το Ίδρυμα Ενέργειας θα έχει τις γνώσεις και την επαγγελματική εμπειρία να διενεργεί ενεργειακούς ελέγχους σε στόλους οχημάτων και να υποδεικνύει τεχνολογικές λύσεις και τρόπους οι οποίοι είναι εφικτοί στα οχήματα προκειμένου να μειωθούν εκ νέου οι εκπομπές CO₂, η ενεργειακή τους κατανάλωση, η ειδική κατανάλωση τους στα καύσιμα και τέλος η μείωση του ενεργειακού τους ισοζυγίου. Ο νόμος θα εφαρμοστεί για μεγάλους στόλους οχημάτων, μεγάλες εταιρείες από τη 1^η Σεπτεμβρίου του 2015.

Με βάση το περί τεχνιτών οχημάτων νόμο του 2006 με διάταγμα του ο Υπουργός Συγκοινωνιών και έργων στις 30 Ιανουαρίου 2015 εξάγγειλε τη έναρξη προγραμμάτων εκπαίδευσης περί υγραεριοκίνησης με στόχο οι τεχνίτες οχημάτων να αποκτήσουν τις γνώσεις και τις δεξιότητες μετά από επιτυχή παρακολούθηση προγραμμάτων διάρκειας 100 ωρών (βασική εκπαίδευση) και 16 ωρών από αντιπροσωπείες-εισαγωγείς (ειδική εκπαίδευση) μέχρι της έναρξης ισχύος του νόμου περί υγραεριοκίνησης οχημάτων και εγκατάστασης διπλής πρόωσης οχημάτων με εναλλακτικά καύσιμα από τη 1^η Ιανουαρίου 2016.

2.4 Ευρωπαϊκά πρότυπα εκπομπών ρύπων

Τα Ευρωπαϊκά πρότυπα εκπομπών ρύπων από μηχανοκίνητα οχήματα είναι ένα σύνολο από απαιτήσεις, οι οποίες καθορίζουν τα αποδεκτά όρια των εκπεμπόμενων ρύπων των νέων οχημάτων που πωλούνται στην Ευρωπαϊκή Ένωση. Τα πρότυπα καθορίζονται σε μια σειρά από οδηγίες της Ευρωπαϊκής Ένωσης οι οποίες κατευθύνονται στην σταδιακή επιβολή όλο και πιο αυστηρών προδιαγραφών. Εκπομπές NO_x, HC, CO και μικροσωματιδίων ρυθμίζονται σε διαφορετικά πρότυπα, ανάλογα με τον τύπο του οχήματος ενώ ο έλεγχος της συμμόρφωσης με τις προδιαγραφές γίνεται με τυποποιημένους «Κύκλους Πόλης» και «Εκτός Πόλης» τους οποίους έχει υιοθετήσει η Ευρωπαϊκή Ένωση ως σημείο αναφοράς. Οχήματα που δεν τηρούν τις προδιαγραφές δεν μπορούν να ταξινομηθούν στα κράτη μέλη της Ε. Ε. ενώ τα νέα πρότυπα δεν ισχύουν για οχήματα που βρίσκονται ήδη στη κυκλοφορία.

2.5 Κύκλοι οδήγησης

Ένας κύκλος οδήγησης είναι μια σειρά δεδομένων που αντιπροσωπεύουν την ταχύτητα ενός οχήματος σε σχέση με τον χρόνο. Οι κύκλοι οδήγησης δημιουργούνται από διαφορετικές χώρες και οργανισμούς για την αξιολόγηση της απόδοσης των οχημάτων με διάφορους τρόπους, όπως για παράδειγμα για τη κατανάλωση των καυσίμων και τις εκπομπές ρύπων. Η ταξινόμηση των κύκλων οδήγησης χωρίζονται σε δύο κύριες κατηγορίες ανάλογα με την χρήση που προορίζονται. Η πρώτη κατηγορία περιλαμβάνει τους κύκλους που χρησιμοποιούνται για την έγκριση τύπου των οχημάτων (Legislative). Τέτοιοι κύκλοι χρησιμοποιούνται στην Ευρώπη (Ευρωπαϊκός κύκλος οδήγησης, EDC), στην Αμερική (FTP-75, Unified LA-92) και στην Ιαπωνία (Japan 10-15 mode). Η δεύτερη κατηγορία περιλαμβάνει κύκλους οδήγησης που εκπονούνται περισσότερο για ερευνητικό σκοπό. Χρησιμοποιούνται δεδομένα από πραγματικές συνθήκες κίνησης και για το λόγο αυτό ονομάζονται και «Real World». Η χρήση τους περιλαμβάνει τον υπολογισμό εκπομπών ρύπων και κατανάλωσης καυσίμου. Οι κύκλοι οδήγησης αυτού του είδους αναπτύσσονται από ιδρύματα όπως είναι το ινστιτούτο μεταφορών INRETS της Γαλλίας, ή πανεπιστημιακά ιδρύματα και κατασκευάζονται με βάση τις σταθερές επιταχύνσεις, τη ταχύτητα κίνησης και τις επιβραδύνσεις των οχημάτων και ονομάζονται «modal». Τέτοιοι κύκλοι είναι συνήθως που χρησιμοποιούνται για την έγκριση τύπου (SAE International, 2014)

Πίνακας 2.1 Πρότυπα εκπομπών Ε.Ε. για ελαφρά φορτηγά με κινητήρες diesel, g/km

Stage Date	Date	CO (g/km)	HC (g/km)	HC + NO _x (g/km)	NO _x (g/km)	PM (g/km)
<i>Compression ignition (diesel)</i>						
N1, Class I <1305 kg	Euro 1	1994.10	2.72	-	0.97	0.14
	Euro 2, IDI	1998.01	1.00	-	0.70	0.08
	Euro 2, DI	1998.01a	1.00	-	0.90	0.10
	Euro 3	2000.01	0.64	-	0.56	0.05
	Euro 4	2005.01	0.50	-	0.30	0.025
	Euro 5	2009.09b	0.50	-	0.23	0.005e

Stage Date	Date	CO (g/km)	HC (g/km)	HC + NOx (g/km)	NOx (g/km)	PM (g/km)	
N1,Class II <1305- 1760 kg	Euro 6	2014.09	0.50	-	0.17	0.08	0.005e
	Euro 1	1994.10	5.17	-	1.40	-	0.19
	Euro 2, IDI	1998.01	1.25	-	1.0	-	0.12
	Euro 2, DI	1998.01a	1.25	-	1.3	-	0.14
	Euro 3	2001.01	0.80	-	0.72	0.65	0.07
	Euro 4	2006.01	0.63	-	0.39	0.33	0.04
	Euro 5	2010.09c	0.63	-	0.295	0.235	0.005e
	Euro 6	2015.09	0.63	-	0.195	0.105	0.005e
N1,Class III >1760 kg	Euro 1	1994.10	6.90	-	1.70	-	0.25
	Euro 2, IDI	1998.01	1.5	-	1.20	-	0.17
	Euro 2, DI	1998.01a	1.5	-	1.60	-	0.20
	Euro 3	2001.01	0.95	-	0.86	0.78	0.10
	Euro 4	2006.01	0.74	-	0.46	0.39	0.06
	Euro 5	2010.09c	0.74	-	0.350	0.280	0.005e
	Euro 6	2015.09	0.74	-	0.215	0.125	0.005e

t -For Euro 1/2 the Category N1 reference mass classes were Class I < 1250 kg, Class II 1250-1700 kg, Class III > 1700 kg.

t- Proposed

a - until 1999.09.30 (after that date DI engines must meet the IDI limits)

b - applicable only to vehicles using DI engines

c - 2012.01 for all models

e – proposed to be changed to 0.003 g/km using the PMP measurement procedure

Πίνακας 2.2 Πρότυπα εκπομπών Ε.Ε. για επιβατικά βενζινοκίνητα οχήματα (Κατηγορία M1*), g/km

Stage Date	Date	CO (g/km)	HC (g/km)	HC + Nox (g/km)	Nox (g/km)	PM (g/km)
Petrol (Gasoline)						
Euro 1f	1992.07	2.72 (3.16)	-	0.97(1.13)	-	-
Euro 2	1996.01	2.2	-	0.5	-	-

Stage Date	Date	CO (g/km)	HC (g/km)	HC + Nox (g/km)	Nox (g/km)	PM (g/km)
Euro 3	2000.01	2.3	0.2	-	0.15	-
Euro 4	2005.01	1.0	0.1	-	0.08	-
Euro 5	2009.09b	1.0	0.1c	-	0.06	0.005d,e
Euro 6	2014.09	1.0	0.1c	-	0.06	0.005d,e

t Values in brackets are conformity of production (COP) limits

* At the Euro 1..4 stages, passenger vehicles > 2,500 kg were type approved as Category N1 vehicles

b – 2010.09 for vehicles > 2,500 kg

c – and NMHC = 0.068 g/km

d – applicable only to vehicles using DI engines

e – proposed to be changed to 0.003 g/km using the PMP measurement procedure

(Faruk Mustovic,2011)

Μεθοδολογία

Ο σκοπός αυτής της πειραματικής έρευνας, είναι να συνδυάσει τη παραγωγή HHO μέσα σε ένα προσαρμόσιμο περιβάλλον του κινητήρα και να διοχετευτεί μέσα στο σύστημα τροφοδοσίας καυσίμου τη ενισχυτική καύση και τη μείωση των εκπομπών καυσαερίων με τη απλή διαδικασία της χημικής ηλεκτρόλυσης και χωρίς την ανάγκη για επιπρόσθετες δεξαμενές αποθήκευσης στο αυτοκίνητο. Το HHO τροφοδοτείται στην πολλαπλή εισαγωγή των κινητήρων έμμεσου ψεκασμού (CI) και (SI) με τη βοήθεια μιας μονάδα HECU η οποία ρυθμίζει τη ροή του υδρογόνου σε διάφορα φορτία. Σε προέκταση αυτής της πειραματική έρευνας θα διερευνηθεί και η διπλή λειτουργία καυσίμου σε τετρακύλινδρο υπερτροφοδοτούμενο κινητήρα (CI) και (SI) με έμμεσο ψεκασμό υγραερίου σαν τριτογενή πηγή ενέργειας. Στο συγκεκριμένο πείραμα διερευνήθηκε η χρήση 40% του μίγματος του υγραερίου να αποτελείται από υδρογόνο (σε αναλογία 70:30) ως τριτογενές καύσιμο και με ρυθμό ροής του υδρογόνου 1.2 L/min σε ανάμειξη με ντίζελ και βενζίνης. Περαιτέρω θα διερευνηθεί η εγκατάσταση συστημάτων stop/start και τηλεματικής Mobileye για διόρθωση της οδικής συμπεριφοράς του οδηγού η οποία συμβάλλει και αυτή στην μείωση των εκπομπών.

Διερευνούνται τα αποτελέσματά της θερμικής απόδοσης του κινητήρα, σε εκπομπές καυσαερίων, σε άκαυστους υδρογονάνθρακες (HC), σε διοξείδιο του άνθρακα CO₂, σε μονοξείδιο του άνθρακα (CO), σε οξειδία του αζώτου (NOX) σε αιθαλομίχλη-καπνού καθώς και η ειδική κατανάλωση καυσίμου (SFC). Το πείραμα διεξάχθηκε εντός της Λευκωσίας μεταξύ των ωρών 8.00π.μ-11.00π.μ και διανύθηκαν 100km με το σύστημα κλιματισμού ενεργοποιημένο. Χρησιμοποιήθηκε εξωτερικό OBD2 Data-recorder με Bluetooth το οποίο έχει τη δυνατότητα αποθήκευσης όλων των πληροφοριών του οχήματος μέσω της διαγνωστικής φύσας OBD2 και σύνδεσης με Tablet Nexus via Bluetooth υποστηριζόμενο με λειτουργικό σύστημα Android. Κατά τη διάρκεια κανονικής οδήγησης πέρα των 100 παραμέτρων αποθηκεύτηκαν πλήρως, λαμβάνοντας όλα τα δεδομένα που κράτησε ο εγκέφαλος του κινητήρα κατά τη διάρκεια της οδήγησης (π.χ. ροπή, φορτίο, διάρκεια ψεκασμού καυσίμου, κατανάλωση, δεδομένα από όλους τους αισθητήρες του κινητήρα σε οποιαδήποτε χρονική στιγμή).

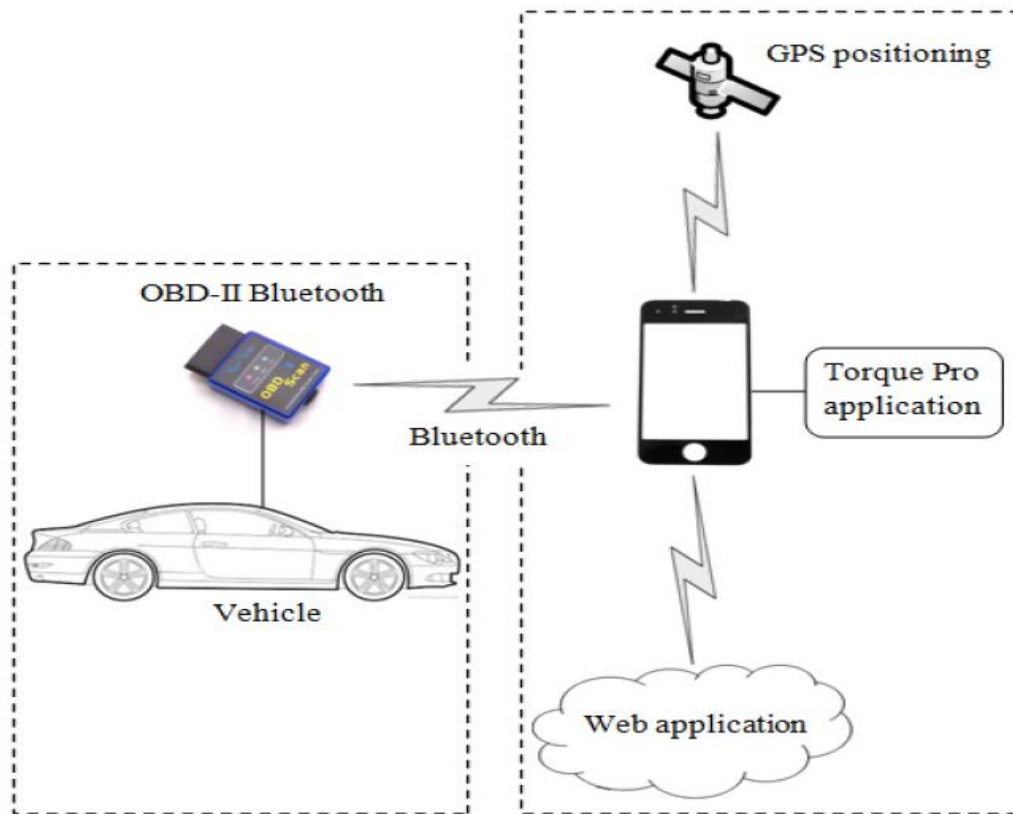


Το OBD2 Data-recorder με Bluetooth έχει τη δυνατότητα σύνδεσης με άλλες ηλεκτρονικές συσκευές οι οποίες διαθέτουν Bluetooth και μεταφέρει όλα τα δεδομένα απευθείας στην άλλη συσκευή για επεξεργασία. Το λογισμικό του OBD2 Data-recorder είναι δηλ. απόλυτα συμβατό με την ηλεκτρονική μονάδα του κινητήρα του οχήματος και με δυνατότητα αποθήκευσης και προώθησης αυτών των δεδομένων σε άλλες συσκευές οι οποίες είναι συμβατές για περαιτέρω επεξεργασία ειδικά σε λογισμικά Android-OS. Σε αυτή τη πειραματική διεργασία αγοράστηκε και εγκαταστάθηκε στο Tablet το TORQUE PRO & CAR από το GooglePlay το οποίο είναι ένα λογισμικό διαγνωστικό σαρωτικό εργαλείο που χρησιμοποιεί εξωτερικό προσαρμογέα Bluetooth OBD2 για να συνδεθεί με το OBD2 διαχείρισης κινητήρα χρησιμοποιώντας το παγκόσμιο σύστημα εντοπισμού θέσης.

Περιλαμβάνει:

- Εκπομπές CO₂(Μέσο όρο gr/100Km ή Τρέχουσες στιγμιαίες τιμές)
- Εκπομπές CO (Μέσο όρο gr/100Km ή Τρέχουσες στιγμιαίες τιμές)
- Εκπομπές HC (Μέσο όρο gr/100Km ή Τρέχουσες στιγμιαίες τιμές)
- Εκπομπές NOX (Μέσο όρο gr/100Km ή Τρέχουσες στιγμιαίες τιμές)
- Αιθαλομίχλης (Μέσο όρο gr/100Km ή Τρέχουσες στιγμιαίες τιμές)
- Αιωρούμενα σωματίδια ppm (Μέσο όρο gr/100Km ή Τρέχουσες στιγμιαίες τιμές)
- 0 - 100 χλμ / ώρα
- Ταχύτητα οδήγησης/Στροφές
- Ροπή/Αποδοτικότητα κινητήρα/Φορτίο/Διάρκεια, Ποσότητα Ψεκασμού
- Περιεκτικότητα O₂ στη καύση
- A/F Ratio (Μέσο όρο ή Τρέχουσα στιγμιαία τιμή)
- Τιμές από όλους τους αισθητήρες του κινητήρα (Μέσο όρο ή Τρέχουσες στιγμιαίες τιμές)
- Κατανάλωση καυσίμων (Μέσο όρο ή Τρέχουσα κατανάλωση)
- Turbo Boost
- Γραφήματα κινητήρα
- GPS παρακολούθησης σε πραγματικό χρόνο με ικανότητα ανεβάσματος στο διαδίκτυο

Σύγχρονες τεχνολογίες πληροφοριών και επικοινωνιών στοχεύει στην παροχή υψηλών ποιότητας λύσεων και παρέχουν πληροφορίες για την κατάσταση των Οχημάτων κατά την οδήγηση , καθώς και επεξεργασία και ανάλυση των δεδομένων μετά την οδήγηση. Με τις λειτουργίες του λογισμικού OBD2 της διαγνωστικής συσκευής και του διαγνωστικού λογισμικού πακέτου TORQUE PRO & CAR επιτυγχάνεται η εσωτερική επικοινωνία και η ανταλλαγή ροής των πληροφοριών σχετικά με την κατάσταση του οχήματος / οδήγηση. Το όχημα είναι εξοπλισμένο με Bluetooth OBD2 μέσω της εξωτερικής διαγνωστικής συσκευής η οποία η σύνδεση της στη ECU του κινητήρα και η σύνδεση με το Tablet προσαρμόζεται ανάλογα με τις ανάγκες και τις παραμέτρους τις οποίες θέλουμε να συλλεγούν.

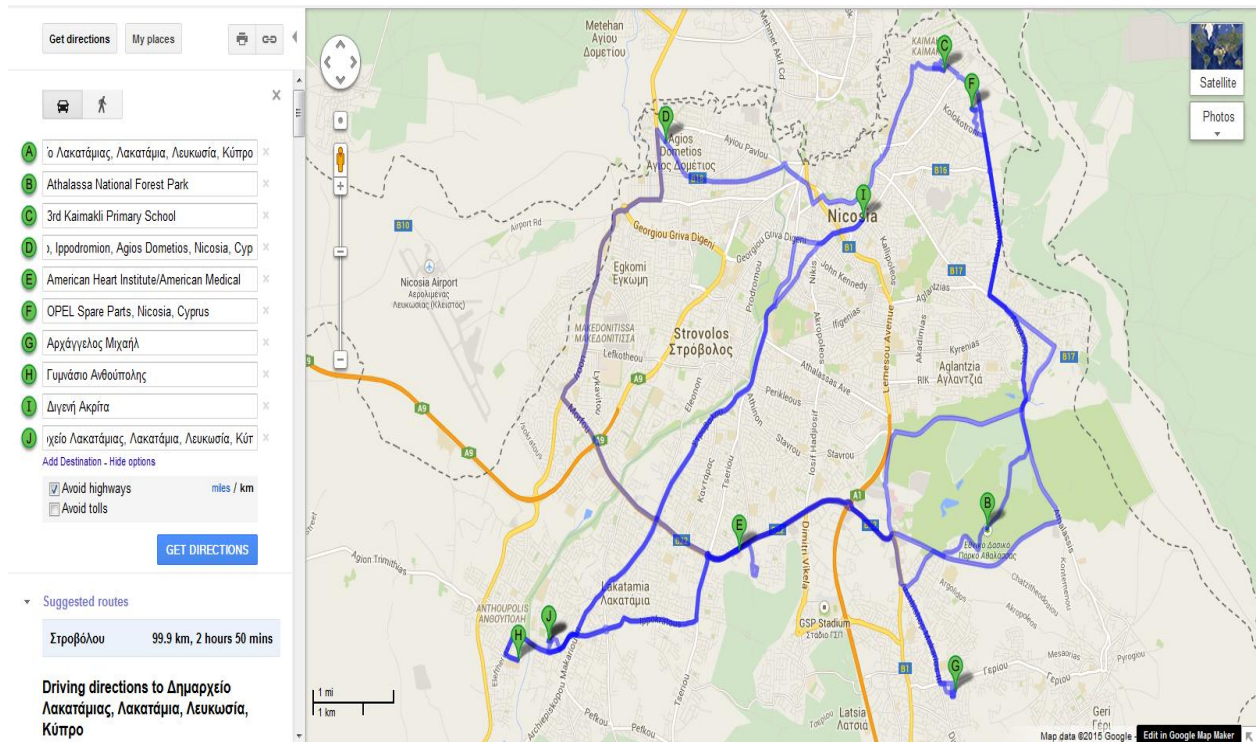


Για τις στιγμιαίες εκπομπές ρύπων χρησιμοποιήθηκε ηλεκτρονικός φορητός καυσαναλυτής ΚΑΝΕ πέντε αερίων (Auto 5-1) για επαλήθευση δεδομένων.



Καυσαναλυτής ΚΑΝΕ (Auto 5-1)

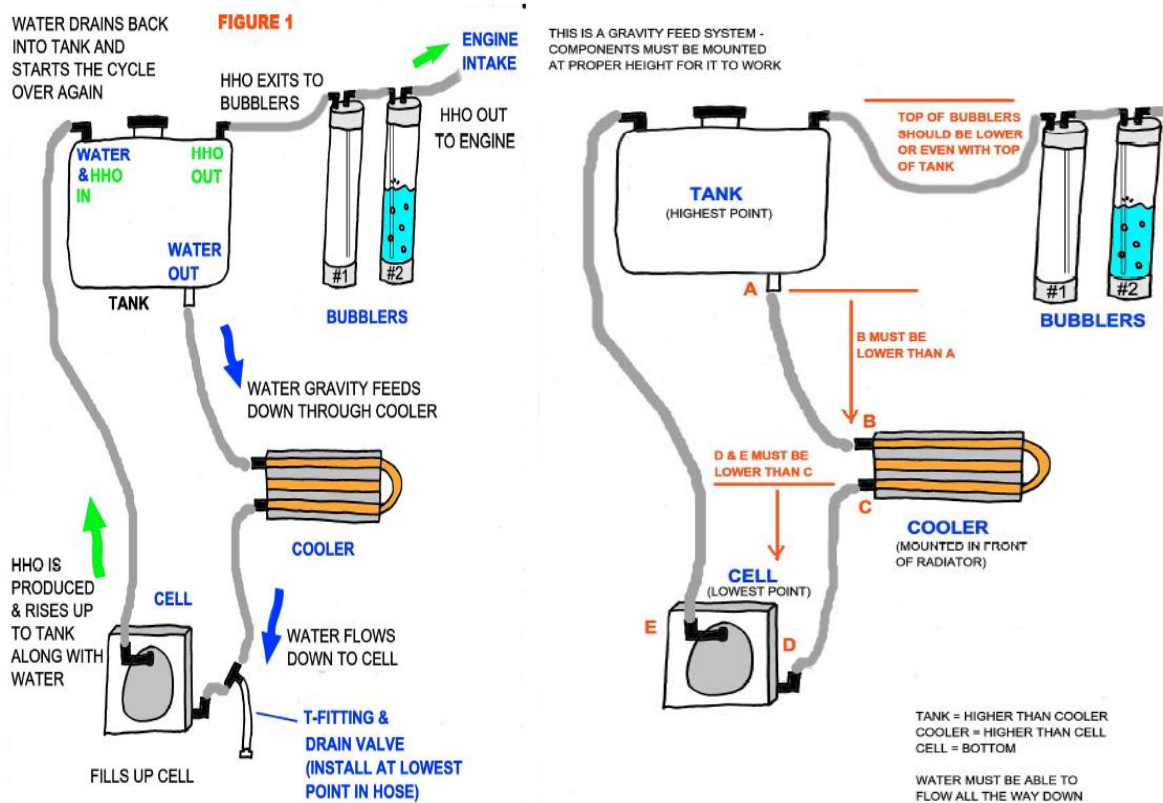
Η διαδρομή 100kmεντός Λευκωσίας

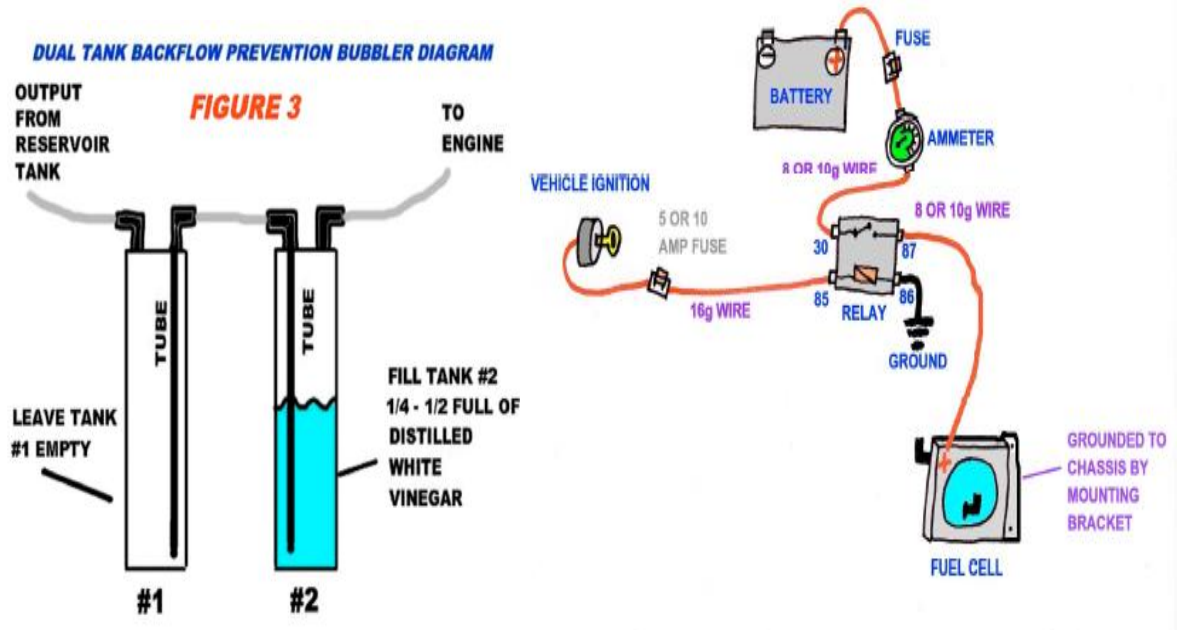


3.1 Λειτουργία και εγκατάσταση ΗΗΟ Kit στο όχημα

Στην παρούσα πειραματική μελέτη, το υδροξύ αερίου (ΗΗΟ), παράγεται από τη διαδικασία της ηλεκτρόλυσης και τη παρουσία διαφόρων ηλεκτρολυτών (ΚΟΗ, ΝαΟΗ, ΝαСΙ) σε διαφορετικές αναλογίες και με τη βοήθεια αντιδραστήρα, τη γεννήτρια υδρογόνου και τη παρουσία ηλεκτρικού ρεύματος από τη μπαταρία του οχήματος με αποτέλεσμα να χρησιμοποιείται ως συμπληρωματικό καύσιμο σε ένα τετράχρονο, τετρακύλινδρο, κινητήρα άμεσου ψεκασμού CI και σε ένα SI χωρίς καμία τροποποίηση. Η παραγωγή ΗΗΟ αρχικά διοχετεύεται σε ένα κλειστό δοχείο με αποσταγμένο νερό (1/3 του όγκου του δοχείου) προτού αποσταλεί στην πολλαπλή εισαγωγής. Οι αισθητήρες που βρίσκονται στο δοχείο χρησιμοποιούνται για συγκέντρωση πληροφοριών όπως τη υπερβολική αύξηση της θερμοκρασίας του νερού ή της πίεσης του αερίου. Η μονόδρομη διαδρομή από η βαλβίδα(solenoïd valve) χρησιμοποιείται για να αποτρέψει την αύξηση της πίεσης του αερίου στο δοχείο πάνω από 1 bar. Το ΗΗΟ χρησιμοποιείται ως συμπλήρωμα καυσίμου για τη βενζίνη, διαθέτει καφέ χρώμα με τα διαχωρισμένα στοιχεία του υδρογόνου και του οξυγόνου που δημιουργούνται από τη διαδικασία της ηλεκτρόλυσης του νερού. Το υδρογόνο και το οξυγόνο δεν αποτελούνται σε μοριακή μορφή O₂ και H₂ αλλά βρίσκονται σε μονο-ατομική κατάσταση (ένα μόνο άτομο ανά μόριο). Στην κατάσταση αυτή, η οποία είναι μια ασταθής κατάσταση του ατμού H₂O, προκαλείται περισσότερη ενέργεια σε σύγκριση με τη καύση του υδρογόνου. Το αποσταγμένο νερό συγκρούεται με το καύσιμο αέριο για να επανενωθεί. Το νερό γίνεται ο πυρήνας και το καύσιμο αέριο τείνει να γίνει το κέλυφος του νερού (λόγω της διαφοράς πυκνότητας). Εν συνεχεία κατά τη διάρκεια της διαδρομής συμπίεσως του εμβόλου, (TDC) η πίεση και η θερμότητα, αυξάνεται. Μετά την ανάφλεξη, η θερμοκρασία στο κύλινδρο αυξάνεται δραματικά και έχει σαν αποτέλεσμα το νερό ταχέως να χωρίζεται σε υδρογόνο και οξυγόνο και λόγω της αναζωπυρώσεως που εμφανίζεται δίδει αυξημένη

απόδοση στην καύση, (Ali Can Yilmaz, et al., 2010). Λόγω της ταυτόχρονης παραγωγής και της κατανάλωσης του υδρογόνου, δεν είναι απαραίτητη η αποθήκευση και με αυτό τον τρόπο οδηγεί σε ασφαλή λειτουργία του HHO. Η ηλεκτρονική μονάδα ελέγχου του υδροξυ (HECU) έχει σχεδιαστεί και κατασκευαστεί για να μειώνει τη ταχύτητα ροής HHO με την μείωση της τάσης ανάλογα, αυτόματα από τον προγραμματισμό του καταγραφέα δεδομένων, έτσι έχει τη δυνατότητα να αντισταθμίζει τα μειονεκτήματα του HHO. Η ροή και το ποσοστό του αερίου HHO μετρήθηκε με τη χρήση διάφορων αναλογιών KOH, NaOH, NaCl, που δρούσαν ως καταλύτες. Από τα αποτελέσματα ο ηλεκτρολύτης NaOH έχει καθοριστεί ως το πλέον κατάλληλο από τους καταλύτες. Παρατηρήθηκε ότι, εάν η γραμμομοριακότητα του κατά βάρος στο διάλυμα ξεπερνούσε το 1% κατά τη συνολική μάζα, το ηλεκτρικό ρεύμα που παρέχεται από την μπαταρία αυξάνεται δραματικά λόγω της μείωσης της ηλεκτρικής αντίστασης (Noriko Hikosaka Behling, 2013).

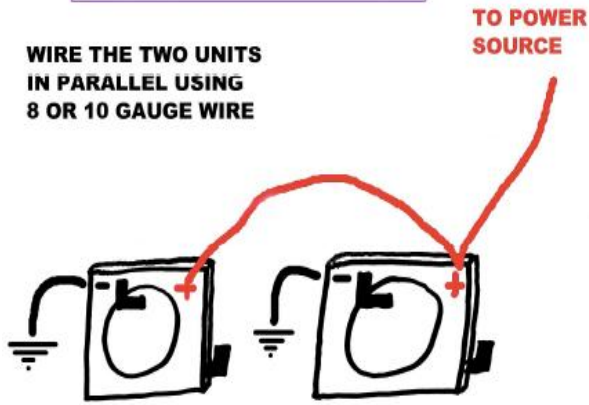




DUAL CELL WIRING SETUP

RECOMMENDED SETTING FOR DUAL SETUP IS 35 AMPS - PRODUCING OVER 2.5 LPM HHO

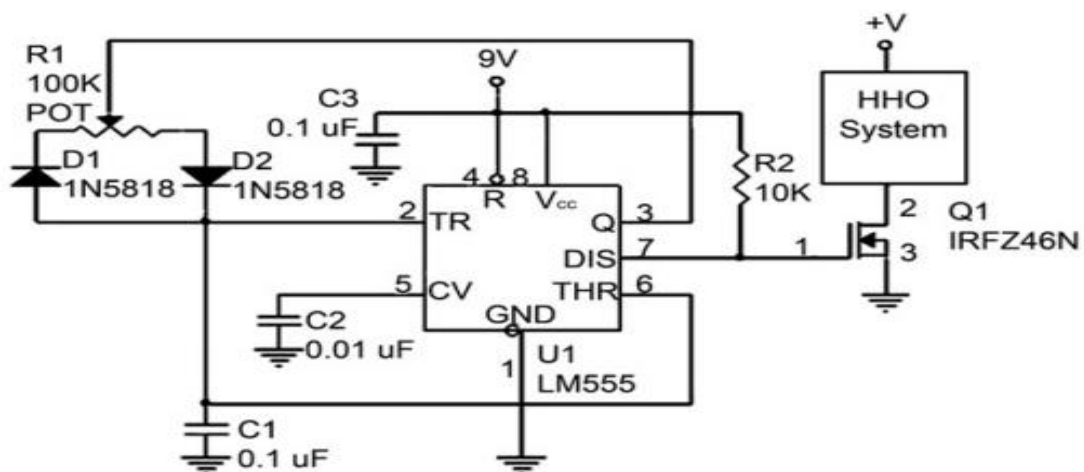
WIRE THE TWO UNITS IN PARALLEL USING 8 OR 10 GAUGE WIRE



HHOKit: AlternativeFuel

Το δοχείο(Tank) περιέχει διάλυμα αποσταγμένου νερού και ηλεκτρολύτη. Αυτό το διάλυμα με βαρύτητα τροφοδοτεί το κάτω μέρος του ψύκτη και γεμίζει την κυψέλη καυσίμου στο κάτω μέρος. Το αέριο υδρογόνο παράγεται στην κυψέλη καυσίμου μόλις εφαρμοστεί τάση. Το αέριο υδρογόνο συσσωρεύεται μετά στο πάνω μέρος του(Tank) και διαχωρίζεται από το διάλυμα. Το υδρογόνο ανεβαίνει στην κορυφή του ρεζερβουάρ(Tank) και εξέρχεται στα δύο συγκοινωνούντα δοχεία, το ένα είναι κενό και το άλλο περιέχει αποσταγμένο νερό και άσπρο ξύδι, με αναλογία 50% το καθένα. Σκοπός των δοχείων αυτών είναι η συγκράτηση της υπολειπόμενης υγρασίας η οποία παραμένει στο αέριο μετά την ηλεκτρόλυση, αλλά και την αποφυγή της οπίσθιας καύσης(backfire). Στη συνέχεια με την έξοδο του υδρογόνου από το δοχείο 2 τροφοδοτείται στη εισαγωγή μαζί με τον εισερχόμενο αέρα.

Η ηλεκτρονική μονάδα ελέγχου έχει σχεδιαστεί και κατασκευαστεί για να μειώνει τη ταχύτητα ροής ΗΗΟ με τη μείωση της τάσης του ρεύματος και αντίθετα. Στα Πειράματα απεικονίζεται τάση περίπου 9V και ρεύμα περίπου 5.9 A σαν οι κατάλληλες τιμές και συνθήκες για ταχύτητα του κινητήρα στο ρελαντί 900 rpm, καθώς και με κατάλληλο προγραμματισμό. Η HECU σχεδιάστηκε σύμφωνα με τις αρχές λειτουργίας διαμόρφωσης ευρέως παλμού (PWM). Το κύκλωμα με βάση το χρονοδιακόπτη μοντέλο 555 χρησιμοποιεί τη μέθοδο της μεταγωγής της ισχύος σε μία συσκευή και τη απενεργοποίηση της σε μία δεδομένη συχνότητα και χρονική στιγμή με τη βοήθεια των τρανζίστορ (Metal Oxide Semiconductor Field Effect), (MOSFET). Το τρανζίστορ IRFZ46NMOSFET χρησιμοποιήθηκε λόγω του ψηλού ηλεκτρικού ρεύματος (50A) καθώς και τη υψηλή ικανότητα ενεργοποίησης.



Τρανζίστορ IRFZ46NMOSFET

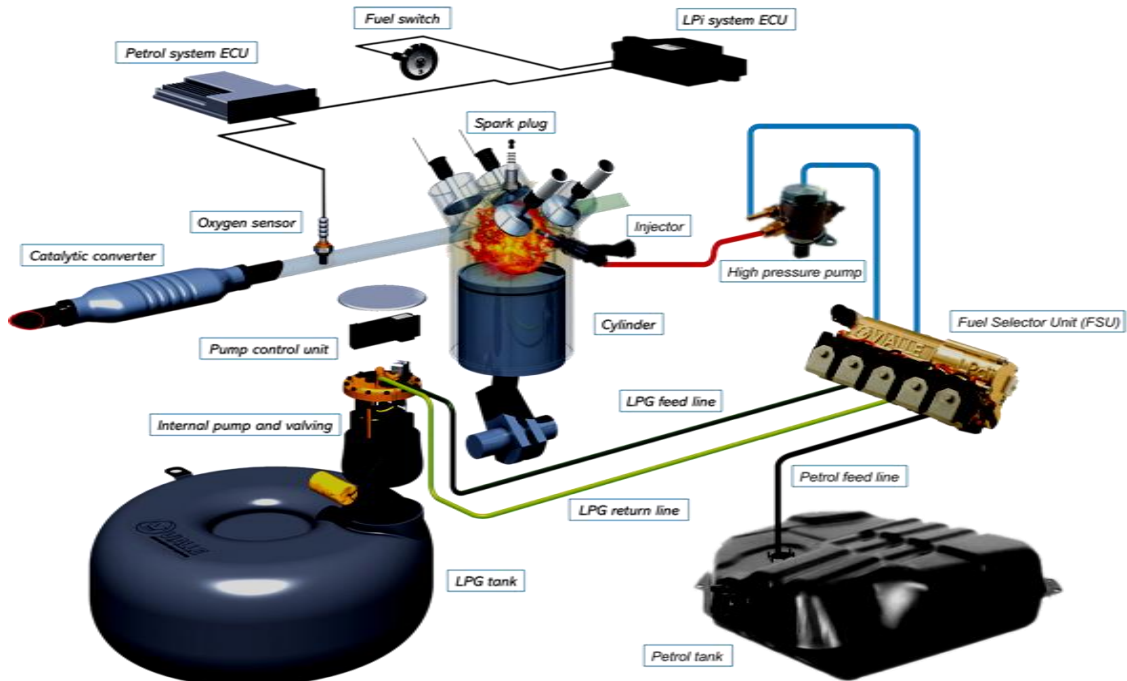
Τα ηλεκτρόδια είναι κατασκευασμένα από ανοξείδωτο χάλυβα και χρησιμοποιήθηκαν λόγω της υψηλής τους αντοχή στη διάβρωση. Πολύμετρο χρησιμοποιήθηκε για μέτρηση της τάσης εξόδου του ρεύματος, ο μετρητής ροής για μέτρηση της ταχύτητα ροής του αερίου υδροξυ. Καυσαναλυτής αερίου 5 στοιχείων χρησιμοποιήθηκε για την παρακολούθηση των εκπομπών καυσαερίων, καθώς και διαγνωστικά λογισμικά εργαλεία για τη μέτρηση της % φορτίου και της ροπής του κινητήρα.

3.2 Λειτουργία και εγκατάσταση υγροποιημένου LPG Kit στο όχημα

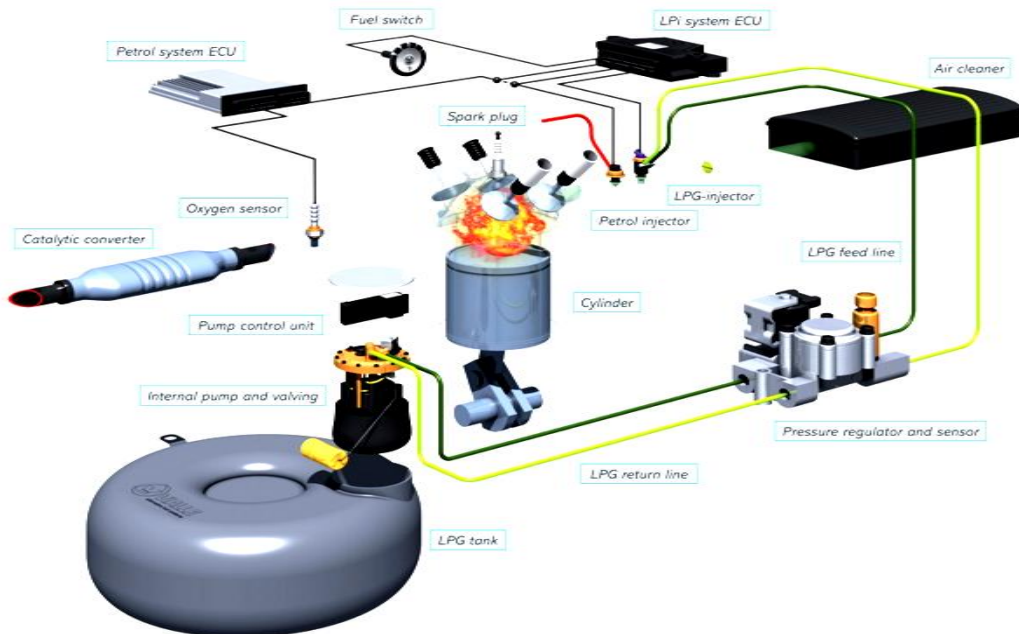
Η σύσταση του LPG αποτελείται από Υδρογονάνθρακες HC, προπάνιο C₃H₈ + Βουτάνιο C₄H₁₀ με διαφορετικές προσμίξεις το καλοκαίρι και διαφορετικές το χειμώνα καθώς και μικρές ποσότητες από ολεφίνες, πεντάνιο και αιθάνιο.

Το σύστημα ψεκασμού υγρού LPG ψεκάζει Υγρό LPG (Liquefied Petroleum Gas) στην πολλαπλή εισαγωγή του κινητήρα με την ίδιο τρόπο που το κάνει το σύστημα υγρής βενζίνης. Το υγρό LPG ψεκάζεται σειριακά στην πολλαπλή εισαγωγή, σε κάθε μπεκ στοχεύοντας στην πίσω πλευρά της βαλβίδας εισαγωγής με τον τρόπο που το κάνουν τα καλύτερα συστήματα ψεκασμού βενζίνης. Το σύστημα υγρού ψεκασμού προσφέρει οφέλη στο χρήστη και ξεπερνά την απόδοση των συστημάτων ψεκασμού αερίου LPG. Οι διαφορές μεταξύ των συστημάτων ψεκασμού υγρού και αερίου LPG είναι ότι το σύστημα του υγρού ψεκασμού, ψεκάζει το LPG στην πολλαπλή εισαγωγή ως υγρό. Όταν το υγρό εισέρχεται στην πολλαπλή εισαγωγή

εξατμίζεται. Το φαινόμενο της εξατμησης ψύχει «δραματικά» το εισερχόμενο ρεύμα αέρος για να προσφέρει πιο πυκνή πλήρωση αέρα και καυσίμου όταν εισέρχεται στο θάλαμο καύσης (παρόμοια με τα αυτοκίνητα με intercooler ή τα υπερτροφοδοτούμενα αυτοκίνητα). Εξαιτίας λοιπόν του «ογκομετρικού φαινομένου» αλλάζει η φυσική του κατάσταση και το υγρό μετατρέπεται σε αέριο στην πολλαπλή εισαγωγή, «ψύχοντας» έτσι τον εισερχόμενο αέρα και αυξάνοντας την πυκνότητα της πλήρωσης του καυσίμου.



LPI Vialle System



LPG Kit in petrol engine (Vialle)

Το σύστημα αποτελείται από το ρεζερβουάρ LPG το οποίο έχει ενσωματωμένη αντλία υψηλής πίεσης τον διακλαδωτήρα ο οποίος προσαρμόζεται στην εισαγωγή και από

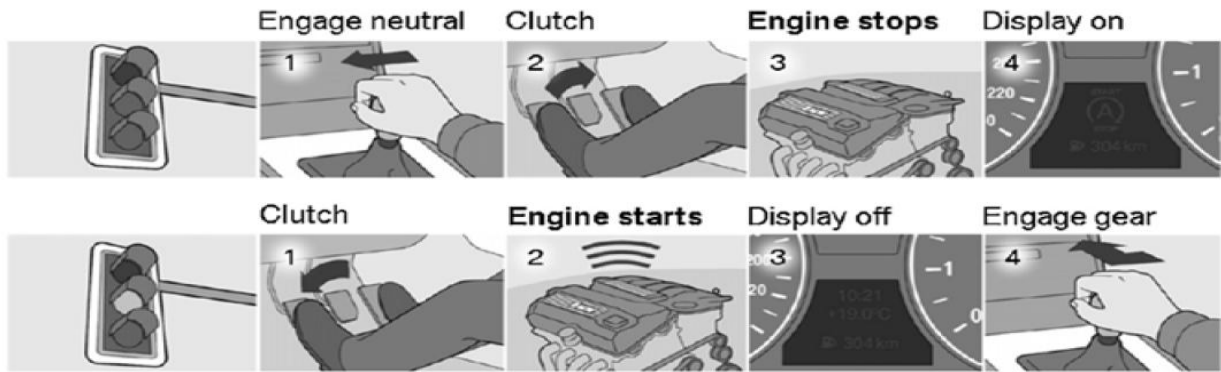
εκείτροφοδοτείται στην υψηλή πίεση αντλίας και από εκεί στα μπέκ. Η ηλεκτρονική μονάδα του LPG επικοινωνεί με την ηλεκτρονική μονάδα του κινητήρα όπου διαμέσου του αισθητήρα οξυγόνου δέχεται τις παραμέτρους εισόδου κατόπιν τελικής ρύθμισης μέσω του λογισμικού της Vialle ρυθμίζοντας το μείγμα ως προς τη σωστή αναλογία. Οι στροφές, το φορτίο του κινητήρα ο αισθητήρας απόλυτου κενού στην εισαγωγή είναι οι παράμετροι κυρίως που λαμβάνονται υπόψη για το σωστό ισοζύγιο της αναλογίας. (Καπετανάκης Γ., 2003)

Στους υπερτροφοδοτούμενους πετρελαιοκινητήρες δεν εφαρμόζεται η συμβατική τεχνική εξάτμισης του LPG εξ' αιτίας του κινδύνου της προανάφλεξης καθώς και της δυσκολίας ελέγχου των απότομων μεταβολών του φορτίου. Η τεχνολογία ανάμειξης με αέριο LPG (Vialle LPi) χρησιμοποιεί ψεκασμό LPG σε υγρή μορφή μετά από το υπερσυμπιεστή για να αποφευχθούν οι κίνδυνοι και οι ανεπάρκειες της συμβατικής τεχνολογίας εξάτμισης. Επιπρόσθετα αξιοποιείται με το πλεονέκτημα της ενθαλπίας της εξάτμισης για την ενίσχυση της ψύξης του ιντερκούλερ, (Ζαχμάνογλου Θ., 2011).

3.3 Λειτουργία και εγκατάσταση START-STOP

Πολλά συμβατικά οχήματα, ή οχήματα με μη υβριδικούς κινητήρες, είναι εξοπλισμένα με το σύστημα SS. Επειδή η προσθήκη της τεχνολογίας SS σε ένα όχημα είναι η χαμηλότερη μορφή υβριδισμού αυτά τα οχήματα κατατάσσονται στα πολύ μικρά υβρίδια. Οι εταιρείες που διαθέτουν συστήματα SS για τα οχήματα τους σήμερα είναι μεγάλοι κολοσσοί αυτοκινητοβιομηχανιών όπως Audi, BMW, Ford, GM, Honda, Kia, η Mercedes-Benz, Porsche και άλλοι.

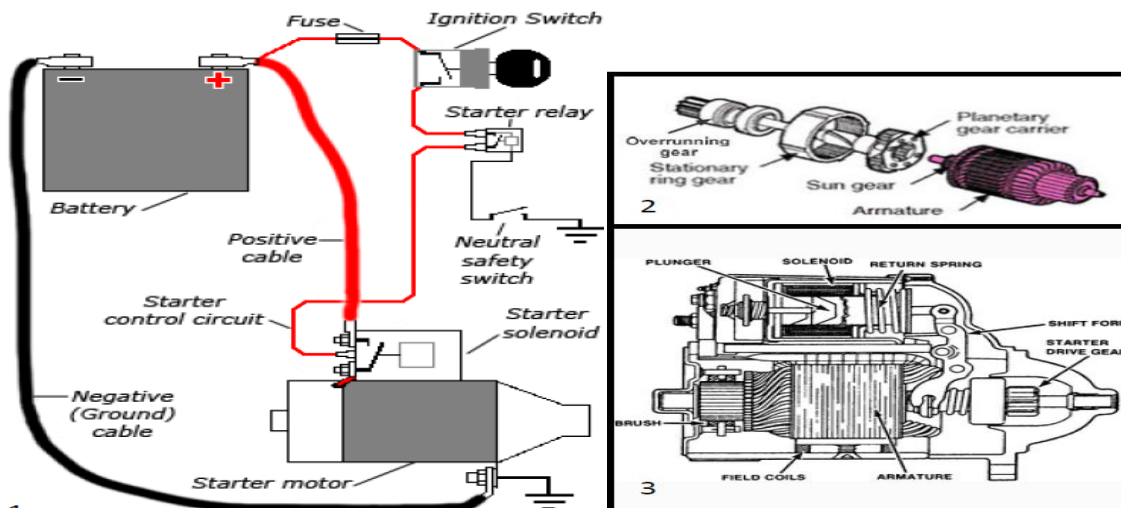
Το μόνο πρόσθετο κόστος προέρχεται από την προσθήκη μίας αναβαθμισμένης μίζας μαζί με μια ηλεκτρική υδραυλική αντλία για να διατηρηθεί η εσωτερική πίεση του αυτόματου κιβωτίου ταχυτήτων. Η ηλεκτρονική μονάδα ρυθμίζει και καθορίζει ανάλογα με το φορτίο του κινητήρα πότε η λειτουργία SS είναι σκόπιμη να χρησιμοποιηθεί. Το ηλεκτρικό σύστημα του συστήματος χρησιμοποιεί μπαταρία, 12V με οξείδιο του μολύβδου, η οποία έχει γίνει το πρότυπο της αυτοκινητοβιομηχανίας για τα οχήματα με μικρά συστήματα SS (CAERC, Tsinghua University 2013). Για την προστασία της μπαταρίας από την προχωρημένη γήρανση του υλικού, πιστοποιείται από αυστηρούς ελέγχους όσον αφορά τη αποδοχή της καθώς και το ποσό της ενέργειας που η μπαταρία μπορεί να δεχθεί κατά τη διάρκεια της πέδησης. Το 3^{ης} γενεάς σύστημα SS χρησιμοποιεί το σύστημα με λειτουργία AutoStart-stop (ASS) και της αναγεννητικής πέδησης. Αυτό το σύστημα χρησιμοποιεί την παραδοσιακή μπαταρία 12V. Το ηλεκτρικό σύστημα διαχειρίζεται τη κατάσταση φόρτισης της μπαταρίας (μερικώς BSOC) προκειμένου να διατηρηθεί η μπαταρία στα σωστά όρια φόρτισης. Το ευρέως BSOC είναι περίπου 79-85%. Τα μόνο πρόσθετο υποσυγκρότημα για το σύστημα SS είναι ένας αισθητήρας της μπαταρίας ο οποίος δείχνει τη κατάσταση φόρτισης της και λογισμικό διαχείρισης ισχύος (controller) που ελέγχει τη διαδικασία και τη σωστή λήψη απόφασης για το SS και την αναγεννητική πέδηση. Το σύστημα αυτό λειτουργεί με χειροκίνητο κιβώτιο ταχυτήτων. Η εκκίνηση του κινητήρα και ο τερματισμός ελέγχεται από τον οδηγό με εμπλοκή και απεμπλοκή του συμπλέκτη, (Qinghuadaxue, 2013).



SS Bmw



SS Chevy Malibu



Electrical Scheme of SS

Εκκινητής SS

Το κύριο συστατικό σε οποιοδήποτε σύστημα start / stop είναι ο εκκινητής . Αυτό μπορεί να είναι ένας συμβατικός εκκινητής ή μια ενισχυμένη αναβαθμισμένη μίζα. Αυτό το σύστημα

εκκινητή τοποθετείται παραπλεύρως του σφονδύλου για τη επιτυχή εκκίνηση και είναι γενικά μικρότερη από 5 kW. Παρέχει μικρότερη βελτίωση σε FE(Fuel Economy) σε σύγκριση με τις μεγαλύτερες BAS λόγω της μικρότερης αναγεννητικής ικανότητας πέδησης αλλά με δυνατότητα εκ των υστέρω εγκατάστασης σε πολλά συμβατικά οχήματα.

Από τη άλλη ένα ισχυρό σύστημα SS απαιτεί συνήθως μια BSA . Η BSA είναι γνωστή με πολλά ονόματα, συμπεριλαμβανομένων BAS ενσωματωμένη γεννήτρια μίζα (ISG) ή μίζα γεννήτρια

(BSG) . Η BSA μεταδίδει ισχύ στον κινητήρα μέσω του βοηθητικού συστήματος σπαιοειδή ιμάντα

Προσθέτοντας ένα BSA συχνά απαιτεί τη χρήση ενός αμφίδρομου συστήματος τάνυσης του ιμάντα για να εξασφαλίζεται ότι η τάση του ιμάντα είναι αρκετή για την εκκίνηση του κινητήρα και της αναγεννητικής πέδησης. Η ισχύς για ένα BSA κυμαίνεται από 5 -20 kW ανάλογα με τη αναλογία της αναγεννητικής πέδησης λαμβάνοντας υπόψη το συνολικό κόστος του υβριδισμού στο όχημα.

Μια δευτερεύουσα πηγή ενέργειας είναι απαραίτητη για SS για να επανεκκίνηση τον κινητήρα η οποία παρέχει ισχύ στο όχημα και στα βοηθητικά φορτία του όταν είναι σε λειτουργία και ο κινητήρας είναι σβηστός . Κατά τη διάρκεια της διακοπής, αν κάποια στιγμή τα βοηθητικά φορτία αυξηθούν πολύ η BSOC δίνει εντολή για να επανεκκίνηση ο κινητήρας , έτσι ώστε ο εναλλάκτης να μπορεί να επαναφορτίσει την μπαταρία και να τροφοδοτήσει με ηλεκτρικό ρεύμα τα βοηθητικά φορτία .Το SS μπορεί να επηρεάσει αρνητικά τη διάρκεια ζωής της μπαταρίας . Αυτό καθιστά την επιλογή του ηλεκτρικού συστήματος να είναι κατάλληλο και σωστά επιλεγμένο για την επιτυχή λειτουργία του SS . Εξαρτήματα SS στο ηλεκτρικό σύστημα μπορεί να περιλαμβάνει διάφορους συνδυασμούς των μπαταριών όπως πυκνωτές , ρυθμιστές, αισθητήρες , ελεγκτές , DC / AC μετατροπέων , DC / DC μετατροπέων και ρυθμιστές μπαταρίας. Το πρότυπο 12V μπαταρίας AGM (με οξείδιο του μολύβδου) ,πυκνωτές και DC / DC μετατροπέων είναι κατάλληλο για εφαρμογές όπου ένας SS διαθέτει μια συμβατική μίζα.. Για μεγαλύτερο BSA είναι απαραίτητο να χρησιμοποιείτε μια NiMH μπαταρία υψηλής τάσης ή ιόντων λιθίου καθώς και ένα μετατροπέα DC / AC .Το ηλεκτρικό σύστημα ψηλής και χαμηλής τάσης ελέγχεται κατάλληλα , ώστε να επιταχύνετε το μέγιστο όφελος από την αναγεννητική πέδηση καθώς και στη υποβοήθηση της εκκίνησης του οχήματος. Το SS και οι αναγεννητικές λειτουργίες πέδησης προκαλούν διαφορετικές αυξομειώσεις στην μπαταρία και ως εκ τούτου , χρίζει στενή ρύθμιση και παρακολούθηση η μπαταρία από το BSOC. Με αυτό τον τρόπο επιτυγχάνεται η μακροζωία της μπαταρίας προκειμένου να διατηρηθεί η διάρκεια ζωής της, σε αποδεκτά κατασκευαστικά όρια και στη αποτροπή της προχωρημένης γήρανση της . Ένας τρόπος για να επιβραδύνεται η διαδικασία γήρανσης της 12V μπαταρίας (οξείδιο του μολύβδου)είναι να παρέχεται περιοδικά στην μπαταρία εξωτερική ανανέωση με υποβοήθηση αργού συστήματος φόρτισης . Αυτό αποτρέπει τη θείωση της μπαταρίας που οδηγεί τελικά στην αποτυχία της. Για συστήματα SS και σε συνδυασμούς οδικών συμπεριφορών το σύστημα περιλαμβάνει διάφορους συνδυασμούς των ακόλουθων υποσυγκροτημάτων: μετάδοση ισχύος της υδραυλικής αντλίας , αντλία του υδραυλικού τιμονιού , την ενισχυτική αντλία φρένων, και τα υποσυγκροτήματα κίνησης του συμπλέκτη . Αισθητήρες μπορούν να χρησιμοποιηθούν για να βεβαιωθεί το σύστημα του σερβόφρενου ότι παραμένει σε ένα αποδεκτό επίπεδο ή προς τον έλεγχο της γωνίας διεύθυνσης, του συστήματος διεύθυνσης . Εάν το κενό δεν είναι αποδεκτό στο σερβόφρενο και ο οδηγός προσπαθεί να κατευθύνει το όχημα ενώ το όχημα είναι ακινητοποιημένο ο ελεγκτής (controller) του SS, επανεκκινεί τον κινητήρα (Tom Denton,2014).

Η τεχνολογία «stop / start» είναι μια λύση εύκολη και χαμηλού κόστους, κατά την οποία η μηχανή εσωτερικής καύσης αυτόματα απενεργοποιείται όταν το αυτοκίνητο έχει σταματήσει και επανενεκινεί μετά από απαίτηση του οδηγού ή όταν χρειάζεται. Έτσι, μηδενίζει την κατανάλωση καυσίμου κατά τη διάρκεια του ρελαντί, όπως στην περίπτωση πολλαπλών στάσεων, στα φανάρια τα οποία αποτελούν μέχρι και το 10 % της συνολικής κατανάλωσης (Rueger, 2008).

Η επίδραση του συστήματος S/S σχετικά με την οικονομία του καυσίμου και τις εκπομπές έχει μελετηθεί κυρίως στις τεχνολογίες για τα υβριδικά οχήματα.

Ο ερευνητής Henein μελέτησε την επίδραση του συστήματος όσον αφορά τη κατανάλωση καυσίμου, τους άκαυστους υδρογονάνθρακες HC, τις εκπομπές NOx σε πετρελαιοκινητήρες άμεσου ψεκασμού. Απέδειξε ότι το σβήσιμο του κινητήρα μειώνει την κατανάλωση καυσίμου, ακόμη και αν κάποια ενέργεια καταναλώνεται κατά τη διάρκεια της στάσης και της εκκίνησης του κινητήρα. Επίσης, απέδειξε ότι ο χρόνος τερματισμού του κινητήρα είχε σημαντική επίδραση και μείωση στις εκπομπές NOx. Ο ερευνητής Bishop et al πραγματοποίησε δοκιμές για να καθορίσει τη βελτίωση της οικονομίας καυσίμου ενός συστήματος S/S, όπου παρατήρησε μείωση 5,3 % στην κατανάλωση καυσίμου στον Ευρωπαϊκό κύκλο δοκιμών πόλης EDC. Ο Yu et al διεξήγαγε πείραμα σε βενζινοκινητήρα με βοήθεια δυναμόμετρου και απόδειξε ότι οι άκαυστοι HC είχαν υψηλότερες εκπομπές όταν ο κινητήρας εκκινούσε μέχρι τη κανονική θερμοκρασία λειτουργίας του κινητήρα.

Προκειμένου να εκτιμηθούν τα οφέλη του συστήματος S/S, οι δοκιμές πρέπει να διεξάγονται σε συνθήκες πραγματικής κυκλοφορίας με αναλυτές εκπομπών και με διαγνωστικά εργαλεία. Τα φορητά συστήματα μέτρησης εκπομπών (PEMS) χρησιμοποιούνται και βασίζονται σε στιγμιαία μέτρηση των διαφορετικών συγκεντρώσεων των ρύπων και της ροής των καυσαερίων. Με μεταγενέστερη επεξεργασία των αποτελεσμάτων με ειδικά λογισμικά, καθορίζονται οι στιγμιαίες εκπομπές μάζας του κάθε ρύπου % καθώς και η κατανάλωση καυσίμου από το όχημα.

Όταν έχουμε μετρήσεις για στιγμιαίες εκπομπές και κατανάλωση καυσίμου και μέσες τιμές οι οποίες εξάγονται σε συνθήκες κυκλοφορίας εντός πόλης, ο βαθμός καταλληλότητας του δρόμου παίζει σημαντικό ρόλο. Παρατηρείται μείωση της κατανάλωσης σε αναβαθμισμένους κατάλληλους δρόμους, το οποίο αποτέλεσμα δεν θα μπορεί να αντισταθμιστεί από τη άλλη σε υποβαθμισμένους δρόμους. Είναι μια σημαντική παράμετρος που πρέπει να καταγράφεται. Επίσης, η μέση ταχύτητα είναι μια μεταβλητή που επηρεάζει σημαντικά την κατανάλωση καυσίμου.

Για να εξηγηθούν τα αποτελέσματα για την οικονομία καυσίμου και τις εκπομπές ρύπων η στιγμιαία ισχύς στους τροχούς της τελικής μετάδοσης, η στιγμιαία ροπή (με βάση την ελκτική δύναμη σε κάθε στιγμή) είναι ακόμη μια σημαντική παράμετρος, όπως και η συνολική κατάσταση συντήρησης και απόδοση του οχήματος. Θα μπορούσε να υπολογιστεί από τα στοιχεία των προδιαγραφών του οχήματος, την ταχύτητα του οχήματος, της επιτάχυνσης καθώς και τη εμπρόσθια ταχύτητα του ανέμου.

3.4 MOBILEYE

Από την ίδρυσή της το 1999, η εταιρεία Mobileye έχει αναπτύξει τον τρόπο της τεχνολογίας οράσεως με κάμερες οι οποίες εγκαθίστανται εκ των υστέρων σε οχήματα και βελτιώνουν τη συμπεριφορά οδήγησης του οδηγού από τη μια καθώς βελτιώνουν σημαντικά τη εξοικονόμηση καυσίμου, τη ασφαλή οδήγηση αφετέρου και μειώνουν σημαντικά τις

εκπομπές. Παγκόσμιας εμβέλειας κατασκευαστές οχημάτων έχουν σχεδιάσει οχήματα σε παραγωγή με ενσωματωμένο το εν λόγω σύστημα. Βασικό επίτευγμα του Mobileye ήταν η συνειδητοποίηση ότι όλες οι επιθυμητές λειτουργίες και εξωτερικοί παράμετροι θα μπορούσαν να αξιολογηθούν μόνο από μια κάμερα. Πρωτοπορεί σε μια νέα πορεία στην τεχνολογία μηχανικής οράσεως στα οχήματα. Όταν όλοι οι άλλοι προμηθευτές της αυτοκινητοβιομηχανίας επικεντρώθηκαν στη ανάπτυξη της στερεοσκοπικής όρασης ή σε εναλλακτικές τεχνολογίες, όπως το ραντάρ, το επαναστατικό άλμα στην αγορά και στη τεχνολογία προήλθε από τα προηγμένα συστήματα υποβοήθησης οδηγού (ADAS). Επίσης η ανάπτυξη της οικογένειας EyeQ όρασης με επεξεργαστές και με ευρύ φάσμα αλγορίθμων για συστήματα υποβοήθησης του οδηγού με κάμερα για τη ενεργητική ασφάλεια του οχήματος είναι πλέον γεγονός.

Ανίχνευση οχημάτων

Λειτουργώντας σε μια κάμερα το Mobileye και οι αλγόριθμοι Ανίχνευσης Οχημάτων (VD) αναγνωρίζουν όλα τα μηχανοκίνητα οχήματα, όπως αυτοκίνητα, μοτοσικλέτες και φορτηγά, σε συνθήκες ημέρας και νύχτας ως αυτόνομο σύστημα όρασης. Πέρα τούτου αναπτύχθηκε και δοκιμάστηκε σε πολλές δεκάδες χιλιάδες ώρες οδήγησης εγκατεστημένο σε οχήματα από όλο τον κόσμο με ακρίβεια εστίασης και υπολογισμού της απόστασης από προπορευόμενο όχημα. Επίσης η ανίχνευση οχημάτων σε μεγάλη απόσταση υπολογίζεται με τις παραμέτρους της ταχύτητας του διερχόμενου οχήματος συγκριτικά με τον χρόνο. Η ανίχνευση οχημάτων και το λογισμικό εφαρμόστηκε στη Volvo από το 2007 και προέβλεπε παρακολούθηση και προειδοποίηση προπορευόμενων οχημάτων με ενεργοποίηση της αυτόματης πέδησης. Ο επεξεργαστή EyeQ με εικονολήπτη ανάλυσης VGA εντοπίζει οχήματα έως και 70 μέτρα.

Το σύστημα VD2 ανίχνευσης οχημάτων, βασίζεται στον επεξεργαστή EyeQ2 και ανιχνεύει στόχους μέχρι 100 μέτρα και περισσότερη ανάλυση VGA της εικονοληψίας. Το σύστημα εντοπίζει επίσης τα οχήματα τα οποία προπορεύονται και είναι ακινητοποιημένα ειδικά σε φώτα τροχαίας και ενεργοποιεί αυτόματα τη πέδηση έκτακτης ανάγκης. Η μελλοντική χρήση αποσκοπεί σε ανάπτυξη απεικόνισης υψηλής ανάλυσης (μέχρι πέρα 1Mpixels) και θα αναγνωρίζει στόχους μέχρι και 200 μέτρα. Αυτό θα επιτρέψει την περαιτέρω βελτίωση όλων των λειτουργιών (Gereon Meyer, 2014).

Lane Detection (Απόκλιση από τη πορεία οδήγησης)

Ο αλγόριθμος ανίχνευσης λωρίδας κυκλοφορίας (LDA), ανιχνεύει τα όρια οδήγησης, τη λωρίδα πορείας και υπολογίζει τη γεωμετρία της λωρίδας σε τρισδιάστατη πραγματικότητα με συντεταγμένες ανάλογες με το όχημα. Το LDA υποστηρίζει διάφορες εφαρμογές όπως:

- (1) Προειδοποίηση αλλαγής λωρίδας
- (2) Υποβοήθησης Διατήρησης Λωρίδας - όταν το όχημα προσανατολίζεται εκτός από τη λωρίδα κυκλοφορίας εφαρμόζει ροπή διεύθυνσης στο όχημα έτσι ώστε να αποτρέψει το όχημα να εκτροχιαστεί στην απέναντι λωρίδα.
- (3) Κεντράρισμα στη λωρίδα - ελέγχει συνεχώς το τιμόνι για να κρατήσει το όχημα στο κέντρο της λωρίδας. Η εφαρμογή αυτή είναι ένα κρίσιμο συστατικό σε αυτόνομα συστήματα οδήγησης. Ανίχνευση οχημάτων, με σωστή και ακριβή εκτίμησης της θέσης του οχήματος.

Το LDA ανιχνεύει τα όρια λωρίδων διαφόρων τύπων και χρώματος καθώς επίσης ανιχνεύει προστατευτικά κιγκλιδώματα και κράσπεδα. Επιπλέον, εντοπίζει λευκό, κίτρινο, μπλε και σημάνσεις λωρίδων κυκλοφορίας. Στις περιοχές των κατασκευών, όπου υπάρχουν πολλαπλές

ενδείξεις με επικάλυψη, το σύστημα επιλέγει τις πιο σημαντικές για αποφυγή ατυχημάτων και τις ταξινομεί ανά σπουδαιότητα όπως π.χ. κίτρινες σημάσεις λωρίδων.

Traffic Sign Recognition

Η λειτουργία Traffic Sign Recognition (TSR) είναι μια λειτουργία υποστήριξης του οδηγού, το οποίο μπορεί να χρησιμοποιηθεί για να ενημερώσει και να προειδοποιήσει τον οδηγό ότι πλησιάζει σε φώτα τροχαίας. Παραδείγματα τέτοιων ρυθμίσεων είναι το «όριο ταχύτητας» ή «απαγόρευση στο προσπέρασμα». Το σύστημα μπορεί να βοηθήσει τον οδηγό να διατηρεί νόμιμη ταχύτητα, να τηρεί τις τοπικές οδηγίες κυκλοφορίας, ή τους αστικούς περιορισμούς καθώς και να αναγνωρίζει πεζούς. Το σύστημα αναγνωρίζει και ερμηνεύει τα διάφορα σήματα κυκλοφορίας, στην λωρίδα κυκλοφορίας του με τεχνολογία LED.

Το σύστημα χρησιμοποιεί κάμερα για την αναγνώριση αντικειμένων και συγκρίνει τα δεδομένα, με αυτά που προέρχονται από ψηφιακούς χάρτες του συστήματος πλοήγησης και κυκλοφορίας. Αυτό προσφέρει επιπλέον ευρωστία του συστήματος, ιδιαίτερα σε περιπτώσεις όπου το οπτικό σύστημα δεν μπορεί να παρέχει τις απαιτούμενες πληροφορίες, όπως την είσοδο σε αστικές περιοχές που δεν επισημαίνονται με πινακίδες κυκλοφορίας.

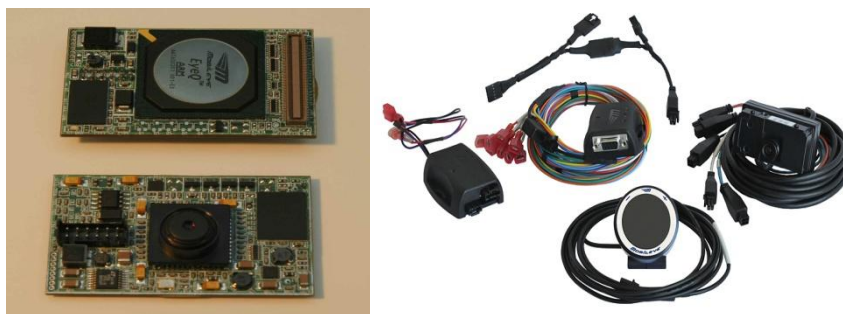
Το TSR του Mobileye είναι διαθέσιμη από το 2008 για την BMW σειρά 7 μαζί με το σύστημα σύντηξης δορυφορικής πλοήγησης.

Ανίχνευση πεζών

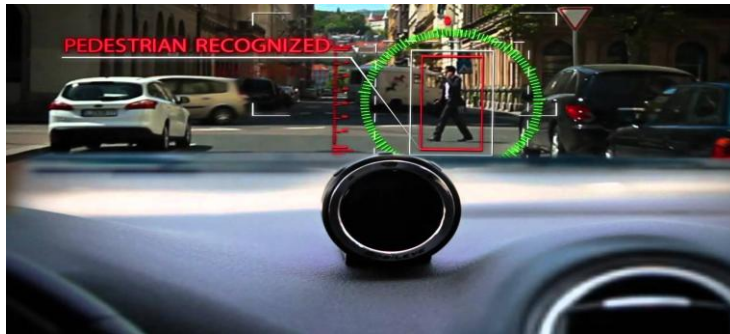
Οι πεζοί είναι οι πιο ευάλωτοι χρήστες του οδικού δικτύου, ενώ επίσης είναι και το πιο δύσκολο να παρατηρηθούν τόσο σε ημέρα και νύκτα. Πεζοί στη διαδρομή του οχήματος βρίσκονται σε κίνδυνο να πληγούν με αποτέλεσμα σοβαρούς τραυματισμούς, τόσο στους ίδιους τόσο και για τους επιβάτες του οχήματος.

Η τεχνολογία ανίχνευσης πεζών του Mobileye σε συστήματα EyeQ2 είναι σήμερα το μόνο σύστημα ανίχνευσης πεζών σε οχήματα με κάμερα σε παγκόσμιο επίπεδο. Η μοναδική προσέγγιση του Mobileye για την ανίχνευση πεζών έγκειται στη χρήση της μονοφθάλμικης κάμερας, με χρήση προηγμένων προτύπων αναγνώρισης και ταξινομητών με επεξεργασία εικόνας και ανάλυσης οπτικών ροής. Τόσο σε στάση όσο και σε κίνηση οι πεζοί μπορούν να ανιχνευθούν από 30m απόσταση με τη χρήση απεικόνισης και ανάλυσης της VGA.

Το σύστημα ανίχνευσης πεζών το 2009 είχε ένα ευρύ φάσμα 360deg αναγνώρισης προειδοποιώντας του χειριστή του οχήματος μέσω ήχου ή με οπτικές προειδοποιήσεις (Jaeseok Kim, 2014).



Mobileye kit (Ce4Cars)



Mobileye Pedestrian Recognized (Ce4Cars)

3.5 Λειτουργία τεχνολογίας Hybrid

Υβριδικά Τύποι:

Ήπιος Τύπος

Αυτό δεν είναι στην πραγματικότητα ένα υβριδικό, δεδομένου ότι η πρόωση του και η αύξηση της ισχύς του δεν παρέχεται από έναν ηλεκτρικό κινητήρα. Το σύστημα είναι απλώς μία παραδοσιακή μηχανή με μια μεγάλη μίζα και μπαταρία δίνοντάς τη δυνατότητα στο όχημα να αποθηκεύει ηλεκτρική ενέργεια διαθέτοντας το σύστημα stop/start.

Διαθέσιμο τύπος: Chevy Silverado

Βοηθητικό(ΙΜΑ-Integrated Motor Assist)

Αυτό το είδος του υβριδικού μοντέλου συνδέει άμεσα τον ηλεκτροκινητήρα απευθείας με τον κινητήρα. Ο σχεδιασμός επιτρέπει κάποια πρόωση του οχήματος η οποία παρέχεται μέσω της χρήσης της ηλεκτρικής ενέργειας. Ωστόσο, οι στροφές του ηλεκτροκινητήρα όσο και του κινητήρα είναι πάντοτε οι ίδιες λόγω της απευθείας σύνδεσης τους. Αυτό περιορίζει τις δυνατότητες περαιτέρω ισχύος και φόρτισης. Η συγκεκριμένη ηλεκτρική στρατηγική αναφέρεται και ως «παθητικό σύστημα πρόωσης» (Allen Fuhs,2009).

Διαθέσιμος τύπος: Honda Civic&Accord, Saturn Vue

Πλήρως

Αυτό το είδος των υβριδικών έχει ένα πρόσθετο ηλεκτρικό κινητήρα, καθώς και ένα διανομέα ενέργειας. Το πλήρως υβριδικό έχει την ικανότητα για κίνηση του οχήματος με τη χρήση αποκλειστικά με έναν ηλεκτροκινητήρα χωρίς να λειτουργεί ο κινητήρας καθόλου. Μόνο το «πλήρως» υβριδικό μπορεί να δημιουργεί και να καταναλώνει ηλεκτρική ενέργεια ταυτόχρονα, με τον τρόπο το οποίο διαθέτει για επαναφόρτιση της μπαταρίας (Allen Fuhs,2009).

Διαθέσιμος τύπος: Toyota Prius και Camry&Highlander, ηLexus RX400h, ηFord Escape

Πλήρως Υβριδικό – Εντός Πόλη Λειτουργία

Το πλήρως υβριδικό έχει την ικανότητα να κινεί το όχημα μέσω της ηλεκτρικής ενέργειας σε συνθήκες πόλης. Υπάρχει δυνατότητα οδήγησης μέχρι 42 MPH χωρίς τον κινητήρα σε κίνηση ακόμη και με το A / C σε λειτουργία. Έτσι, αν το όχημα είναι σε μεγάλο διάστημα σε στάση(τροχαία φανάρια) και αργή οδήγηση όπως μια καθημερινή μετακίνηση σε εθνικές οδούς με μεγάλη τροχεία κίνηση, αυτό το είδος του σχεδιασμού προσφέρει άριστη απόδοση σε αντίθεση με οποιοδήποτε άλλο είδος υβριδικών, με μηδενικές εκπομπές ρύπων.

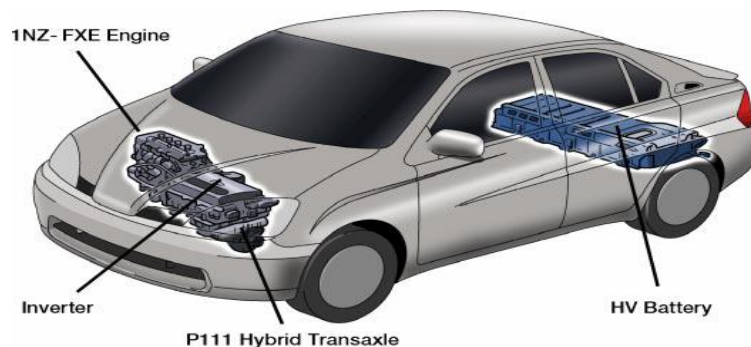
Πλήρως Υβριδικό – Εκτός Πόλης Λειτουργία

Η πεποίθηση ότι ο ηλεκτροκινητήρας δεν χρησιμοποιείται σε πολύ υψηλές ταχύτητες είναι αρκετά ανακριβής. Κατά την οδήγηση εκτός πόλης το ιδανικό αξιοσημείωτο αποτέλεσμα, είναι ακόμη καλύτερο και από την πόλη. Ο τρόπος λειτουργίας του μπορεί να διατηρηθεί για πολλές ώρες με λιγότερες στάσεις και μεγαλύτερες ταχύτητες. Το σύστημα εκμεταλλεύεται και τους δύο ηλεκτροκινητήρες, έναν για την παραγωγή και την αναγέννηση της ηλεκτρικής ενέργειας και το άλλο για την παροχή της προώθησης. Έτσι η μπαταρία δεν εξαντλείται. Η παροχή ηλεκτρικού ρεύματος είναι πάντα διαθέσιμη.

Είναι μια λανθασμένη αντίληψη ότι η ηλεκτρική ενέργεια προέρχεται κυρίως από την αναγεννητική πέδηση. Στην πραγματικότητα, τα φρένα συνεισφέρουν μόνο ένα πολύ μικρό ποσό σε σύγκριση με αυτό που δημιουργεί ο ηλεκτροκινητήρας. Σε σταθερές στροφές του κινητήρα η ροή του ηλεκτρικού ρεύματος συνεχίζει να ρέει και να φορτίζει τις μπαταρίες.

Τα περισσότερα «πλήρης» υβριδικά χρησιμοποιούν έναν κύκλο καύσης Atkinson-Miller, αντί Otto. Η διαφορά είναι σημαντική. Χρησιμοποιείται λιγότερο καύσιμο με μικρότερη ισχύ διαθέσιμη. Ωστόσο, ο υβριδικός σχεδιασμός περιλαμβάνει τον ηλεκτρικό κινητήρα για να συνεισφέρει τη επιπρόσθετη δύναμη. Δεύτερον, η συνεισφορά ισχύος από τον ηλεκτρικό κινητήρα είναι δραματικά πιο γρήγορη για πολύ μικρά χρονικά διαστήματα. Κατά την οδήγηση, κατά μήκος εθνικής οδού, για παράδειγμα με ένα Prius μπορείτε να παρατηρήσετε στο Multi-Display τη ροή της αλλαγής της ηλεκτρικής ενέργειας 10 έως 20 φορές ανά λεπτό. Έτσι, ακόμη και η παραμικρή κλίση του δρόμου μπορεί να αξιοποιηθεί, με ευκαιρίες αποδοτικότητας (Sant S. Virmani,1994).

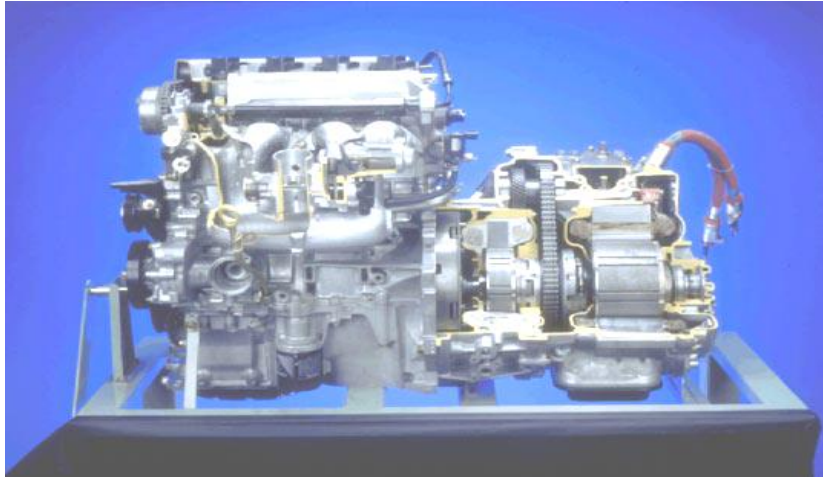
Τέλος, η αρνητική επίδραση των εκπομπών από τη επιτάχυνση μειώνεται σημαντικά από το υβριδικό σύστημα, αφού ο ηλεκτροκινητήρας είναι πολύ πιο αποδοτικός υπό συνθήκες υψηλής ζήτησης-φορτίου από τον κινητήρα. Αυτό το χαρακτηριστικό επιτυγχάνεται πλήρως, ειδικά κατά τη συγχώνευση των δύο πηγών ενέργειας (James J.,2004).



Hybrid System Components (Toyota Cyprus)

Τα κύρια υποσυστήματα του υβριδικού συστήματος είναι:

- IC Κινητήρας
- Κινητήρας Γεννήτρια 1 (MG1)
- Κινητήρας Γεννήτρια 2 (MG2)
- Πλανητικό ζεύγη γρاناζιών
- Μετατροπέας ρεύματος
- Μπαταρία HV
- HV Εγκέφαλος Μπαταριών



Κινητήρας και υποσυγκροτήματα του οχήματος Prius (Toyota Cyprus)

MG1

Η ηλεκτρογεννήτρια MG1 λειτουργεί ως κύριο στοιχείο ελέγχου για το διαχωρισμό του πλανητικού συστήματος. Επαναφορτίζει την μπαταρία HV και επίσης παρέχει ηλεκτρική ενέργεια για τη λειτουργία του ηλεκτροκινητήρα (MG2). Ελέγχει αποτελεσματικά τη συνεχή μεταβαλλόμενη λειτουργία μετάδοσης του κιβώτιου ταχυτήτων και λειτουργεί ως μίζα του κινητήρα.



Ηλεκτρογεννήτρια MG1

MG2

Η ηλεκτρογεννήτρια MG2 χρησιμοποιείται ως η κινητήρια δύναμη στις χαμηλές στροφές και η συμπληρωματική δύναμη ισχύς σε υψηλές ταχύτητες. Παρέχει υποβοήθηση ισχύος στην έξοδο του κινητήρα όποτε χρειάζεται περεταίρω ώθηση ο κινητήρας. Επίσης, λειτουργεί ως γεννήτρια κατά τη διάρκεια της αναγεννητικής πέδησης.



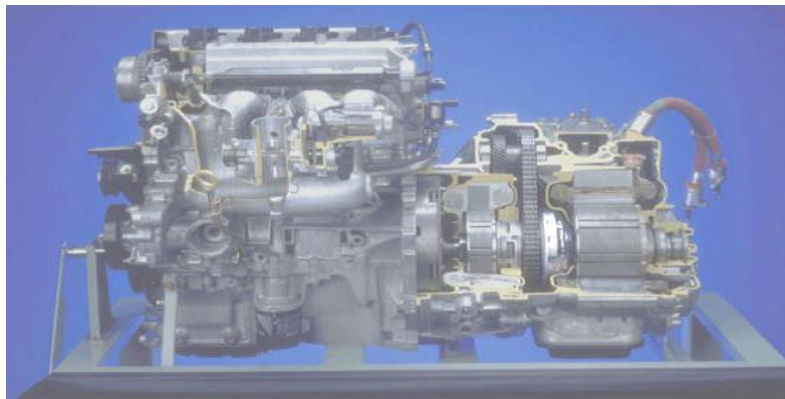
Ηλεκτρογεννήτρια MG2

Πλανητικό σύστημα –μειωτήρας

Το πλανητικό σύστημα -μειωτήρας είναι ένα μηχανικό σύστημα διαχωρισμού ισχύος. Η MG1 συνδέεται στο γρανάζι εισόδου του πλανητικού και η MG2 συνδέεται με το γρανάζι δακτυλίου του κινητήρα στον άξονα εξόδου. Χρησιμοποιείται για να συνδυάσει τη παροχή ισχύος από τον κινητήρα στη MG2 καθώς και για τη ανάκτηση ενέργειας από την μπαταρία HV.

Ο μετατροπέας ελέγχει το ηλεκτρικό ρεύμα που ρέει μεταξύ της MG1, MG2 και της μπαταρίας HV. Ο μετατροπέας μετατρέπει υψηλής τάσης DC σε εναλλασσόμενο ρεύμα της μπαταρίας και επανορθώνει σε υψηλή τάση AC τη τάση από τη MG1 και MG2 με σκοπό να επαναφορτιστεί ξανά η μπαταρία σε υψηλή τάση δηλ. μια αμφίδρομη διπλή λειτουργία.

Η μπαταρία αποθηκεύει ισχύ η οποία ανακτάται από τη MG2 κατά τη διάρκεια της αναγεννητικής πέδησης και αποθηκεύει ενέργεια που παράγεται από τη MG1 . Η μπαταρία τροφοδοτεί τον ηλεκτρικό κινητήρα κατά την εκκίνηση ή όταν πρόσθετη ισχύ απαιτείται.



Το πλανητικό σύστημα –μειωτήρας

Λειτουργίες ελέγχου του Υβριδικού Συστήματος

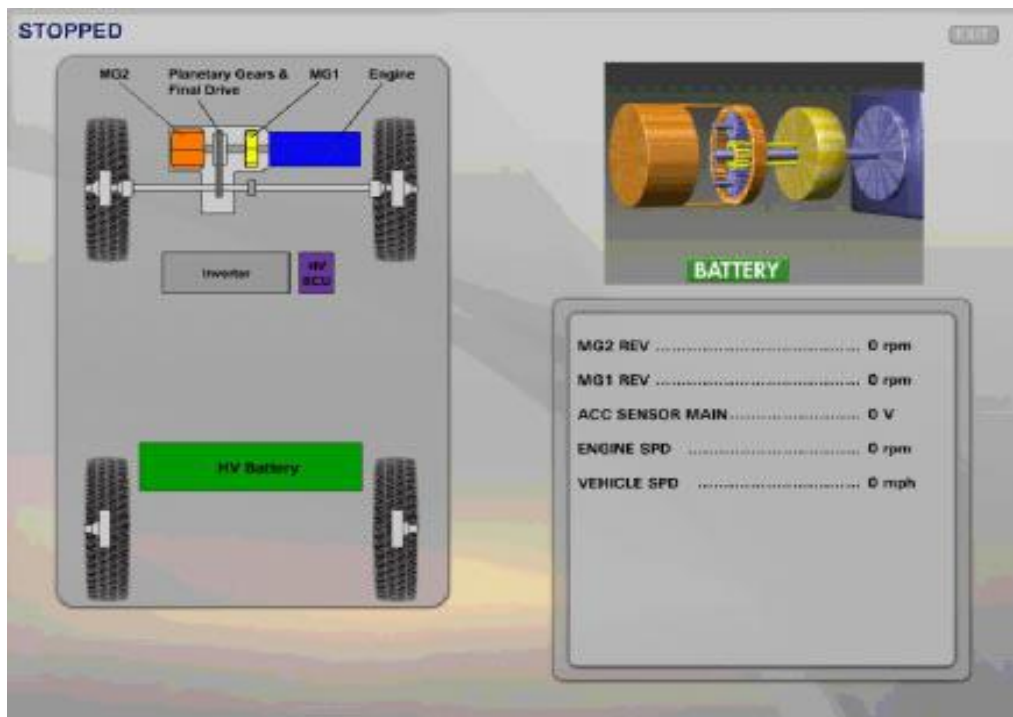
Κατά την εκκίνηση και σε διαδρομή με χαμηλές ταχύτητες η MG2 παρέχει πρωτογενή κινητήρια δύναμη . Ο κινητήρας μπορεί να ξεκινήσει αμέσως , εάν η ισχύς της μπαταρίας HV και η κατάσταση φόρτισης της είναι χαμηλή (SOC). Καθώς αυξάνεται η ταχύτητα πάνω από 15 έως 20 mph ο κινητήρας θα ξεκινήσει . Κατά την οδήγηση υπό κανονικές συνθήκες , η ενέργεια του κινητήρα διαιρείται σε δύο διαδρομές. Ένα τμήμα κινεί τους κινητήριους τροχούς και ένα τμήμα οδηγείται στη MG1 για παραγωγή ηλεκτρικής ενέργειας . Το HVECUCU ελέγχει την αναλογία διανομής ενέργειας για μέγιστη αποτελεσματικότητα. Σε περίπτωση πλήρως επιτάχυνσης , η ενέργεια που παράγεται από τον κινητήρα και τη MG1

συμπληρώνονται με ισχύ από την μπαταρία HV . Η ροπή του κινητήρα σε συνδυασμό με τη ροπή της MG2 προσφέρει την ισχύ που απαιτείται για την επιτάχυνση του οχήματος .Κατά τη διάρκεια της επιβράδυνσης ή της πέδησης , στους κινητήριους τροχούς η MG2 ενεργεί ως γεννήτρια για την αναγεννητική ανάκτηση ενέργειας. Η ανάκτηση ενέργειας από τη πέδηση αποθηκεύεται στη συστοιχία μπαταριών HV(Gaztanaka Η., 2006).

Το υβριδικό σύστημα χρησιμοποιεί διάφορους τρόπους για να επιτευχθεί η πιο αποτελεσματική λειτουργία σε συνδυασμό με όλες τις οδικές συμπεριφορές. Τα παρακάτω γραφήματα επανεξετάζουν κάθε ένα από αυτούς τους τρόπους:

Stop

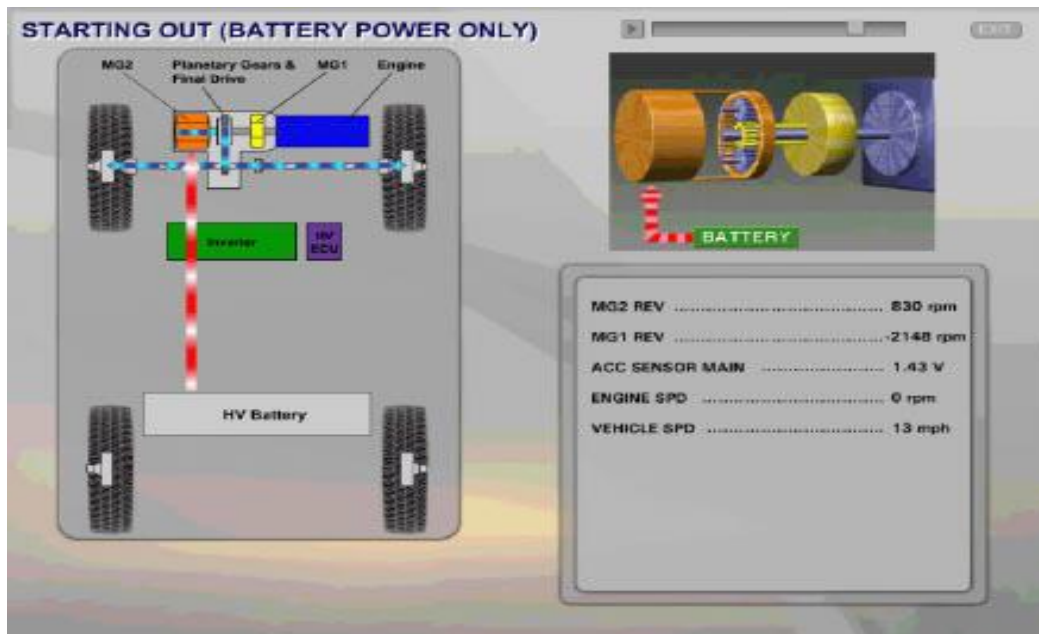
Αν το όχημα είναι πλήρως φορτισμένο και δεν κινείται , ο κινητήρας είναι σταματημένος. Ο κινητήρας θα ξεκινήσει αυτόματα, εάν οι ανάγκες της μπαταρίας HV έχουν ελαττωθεί και χρειάζεται φόρτιση . Επίσης αν έχει επιλεγεί Max. A/Co κινητήρας θα λειτουργεί συνεχώς λόγω του ηλεκτρικού συμπιεστή.



Stop mode hybrid

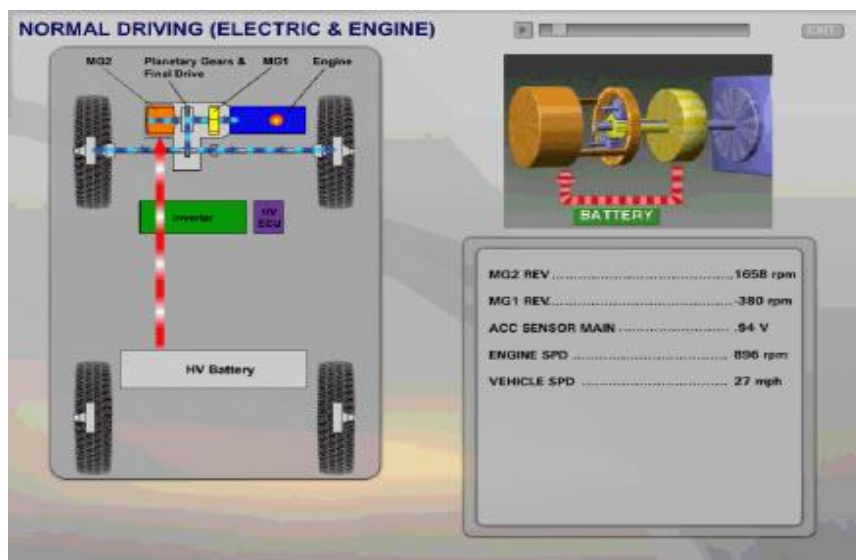
Start

Όταν ξεκινά υπό λιγιστό φορτίο και ελαφρύ γκάζι , μόνο η MG2 λειτουργεί για παροχή ενέργειας . Ο κινητήρας δεν λειτουργεί και το όχημα κινείται με ηλεκτρική ενέργεια μόνο . Η MG1 περιστρέφεται προς τα πίσω και στο ρελαντί χωρίς την παραγωγή ηλεκτρικής ενέργειας.



Start mode hybrid

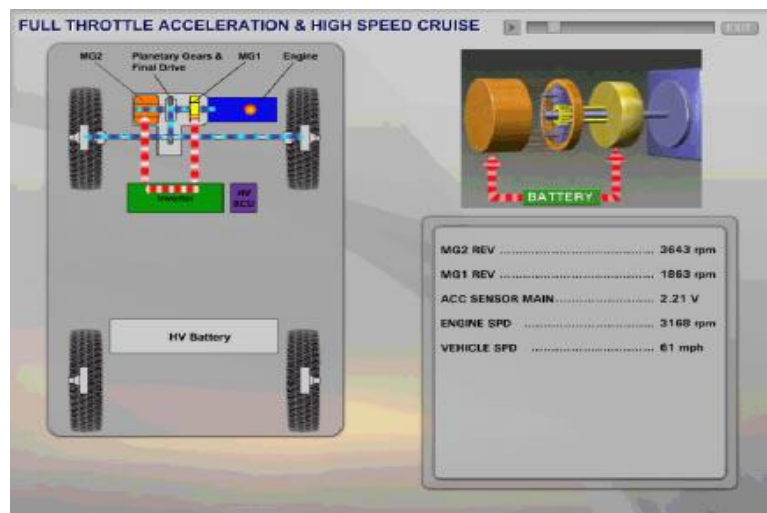
Κατά την κανονική οδήγηση με χαμηλή ταχύτητα (15 έως 40 μίλια/ώρα), ο κινητήρας λειτουργεί και παρέχει ισχύ . Η MG2 γυρίζει και περιστρέφεται στην ίδια συχνότητα με τον κινητήρα και παρέχει ηλεκτρική υποβοήθηση. Η MG1 περιστρέφεται στην ίδια συχνότητα και στην ίδια κατεύθυνση με τον κινητήρα και παρέχει ηλεκτρική ενέργεια για τη MG2.



Normal mode driving

Για μέγιστη επιτάχυνση ή ταχύτητα (πάνω από 100 μίλια/ώρα) η ηλεκτρική ισχύς ρεύματος από τη MG2 συμπληρώνει την ισχύ του κινητήρα . Η μπαταρία HV παρέχει ηλεκτρική

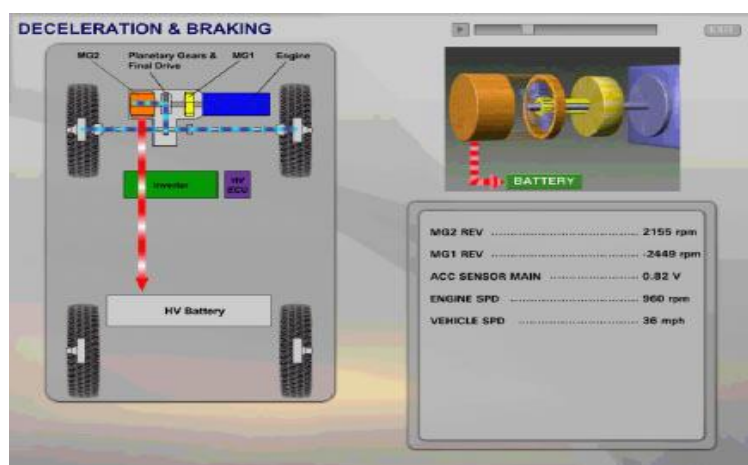
ενέργεια στη MG2 .Η MG1 λαμβάνει επίσης ηλεκτρική ενέργεια από τη μπαταρία HV και περιστρέφεται τώρα προς την αντίθετη κατεύθυνση για να δημιουργήσει επιπρόσθετη ισχύ και μέγιστη ταχύτητα.



Acceleration mode hybrid

Μόλις ο οδηγός αφήσει το πεντάλ του γκαζιού , η MG2 γίνεται γεννήτρια. Η MG2 είναι συνδεδεμένη με τους κινητήριους τροχούς και παράγει ηλεκτρική ενέργεια για την επαναφόρτιση της μπαταρίας HV . Αυτή η διαδικασία ονομάζεται αναγεννητική πέδηση. Καθώς επιβραδύνει το όχημα, ο κινητήρας σταματάει να λειτουργεί και η MG1 περιστρέφεται αντίστροφα για να διατηρηθεί η σχέση μετάδοσης .Όταν το πεντάλ του φρένου απενεργοποιηθεί, περισσότερη αρχική δύναμη διοχετεύεται μέσω της πέδησης και καλύπτει τη δύναμη που απαιτείται για να μετατρέψει τη MG2 ως γεννήτρια. Τα υδραυλικά φρένα με σύστημα υποβοήθησης παρέχουν περισσότερη ενέργεια πέδησης , όπως το όχημα επιβραδύνεται.

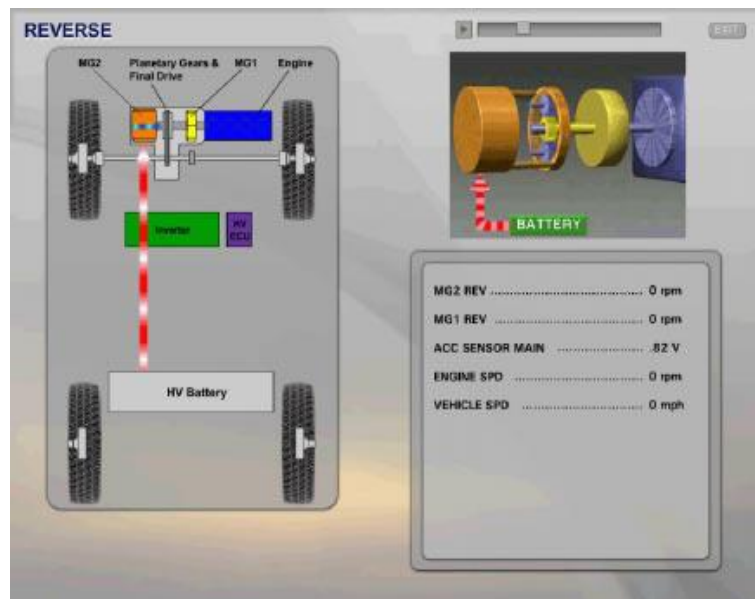
Όταν το όχημα επιβραδύνεται , η κινητική ενέργεια από τους τροχούς ανακτάται και μετατρέπεται σε ηλεκτρική ενέργεια η οποία χρησιμοποιείται για επαναφόρτιση της μπαταρίας HV μέσω της MG2 .



Braking mode hybrid

Όταν το όχημα κινείται όπισθεν ,η MG2 γυρίζει αντίστροφα ως ηλεκτρικός κινητήρας .Η MG1 λειτουργεί σε κατεύθυνση περιστροφής προς τα εμπρός και στο ρελαντί χωρίς να

παράγει ηλεκτρική ενέργεια .Η MG2 περιστρέφεται αντίστροφα προς τα πίσω και το όχημα μετακινείται όπισθεν. Ο κινητήρας δεν λειτουργεί.

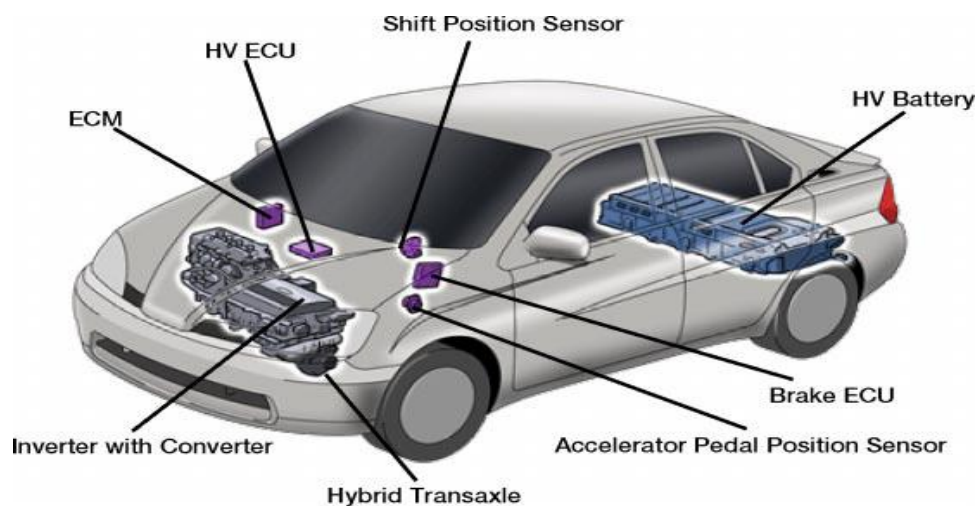


Reverse mode hybrid

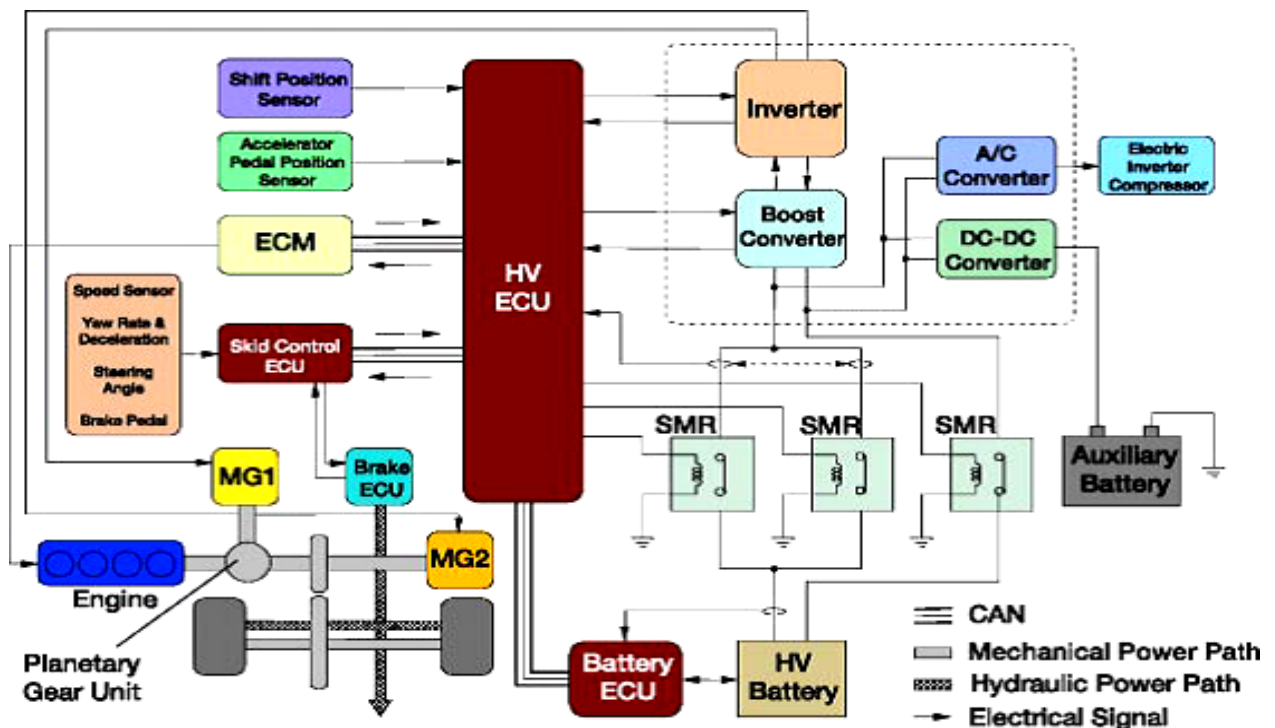
Υβριδική Λειτουργία Συστήματος Toyota

Το υβριδικό σύστημα της Toyota έχει δύο πηγές κίνησης : το βενζινοκινητήρα και τον ηλεκτροκινητήρα . Το υβριδικό σύστημα ελέγχου επιλέγει τον καλύτερο συνδυασμό των δύο αυτών πηγών ενέργειας ανάλογα με την οδικές συνθήκες .

- Το '01 -'03 Prius χρησιμοποιεί THS (Toyota Hybrid System) .
- Το '04 και αργότερα Prius χρησιμοποιεί THS - II , το οποίο μεταφέρει πάνω από τις ίδιες βασικές έννοιες όπως το προηγούμενο μοντέλο , αλλά διαθέτει βελτιώσεις στην MG1, MG2 , στην μπαταρία και στον κινητήρα.



Θέσεις υποσυγκροτημάτων Toyota hybrid



Hybrid Control System Diagram

Το υβριδικό σύστημα περιλαμβάνει:

- Hybrid Gearbox. Υβριδικό κιβώτιο ταχυτήτων , που αποτελείται από τη MG1 , MG2 και το μειωτήρα πλανητικού συστήματος.
- Engine-κινητήρα 1NZ - FXE
- Inverter. Αποτελείται από ένα μετατροπέα, ένα μετατροπέα ώθησης ,ένα μετατροπέα DC/DC, και ένα μετατροπέα A / C
- HVECUCU , Ο εγκέφαλος της μπαταρίας ο οποίος συγκεντρώνει όλες τις πληροφορίες από τους αισθητήρες τις υπολογίζει και τις αξιολογεί για τη σωστή λειτουργία και τον πλήρη έλεγχο του υβριδικού συστήματος
- Shift position sensor.Ο αισθητήρας μετατόπισης θέσης ταχυτήτων του αυτόματου κιβωτίου ταχυτήτων
- Accelerator Pedal Position Sensor.Ο αισθητήρας θέσης πεντάλ γκαζιού , ο οποίος μετατρέπει τη γωνιακή επιτάχυνση σε ηλεκτρικό σήμα για τη πληροφόρηση της HVECUCU
- Skid control ECU. Ο εγκέφαλος ο οποίος ελέγχει την αναγεννητική πέδηση
- ECM. Εγκέφαλος κινητήρα
- Battery ECU. Ο Εγκέφαλος της Μπαταρίας ο οποίος παρακολουθεί την κατάσταση φόρτισης της υψηλής τάσης της μπαταρία και τον έλεγχο λειτουργίας του ανεμιστήρα ψύξης της μπαταρίας
- Το κομβίο απενεργοποίησης του κυκλώματος
- Το Σύστημα κυρίως ρελέ που συνδέει και αποσυνδέει το κύκλωμα υψηλής τάσης
- Η Βοηθητική μπαταρία , η οποία αποθηκεύει 12VDC για τον έλεγχο του οχήματος και τα βοηθητικά Συστήματα(Xiaolai He, M.S.E.E,2006).

Hybrid Transaxle

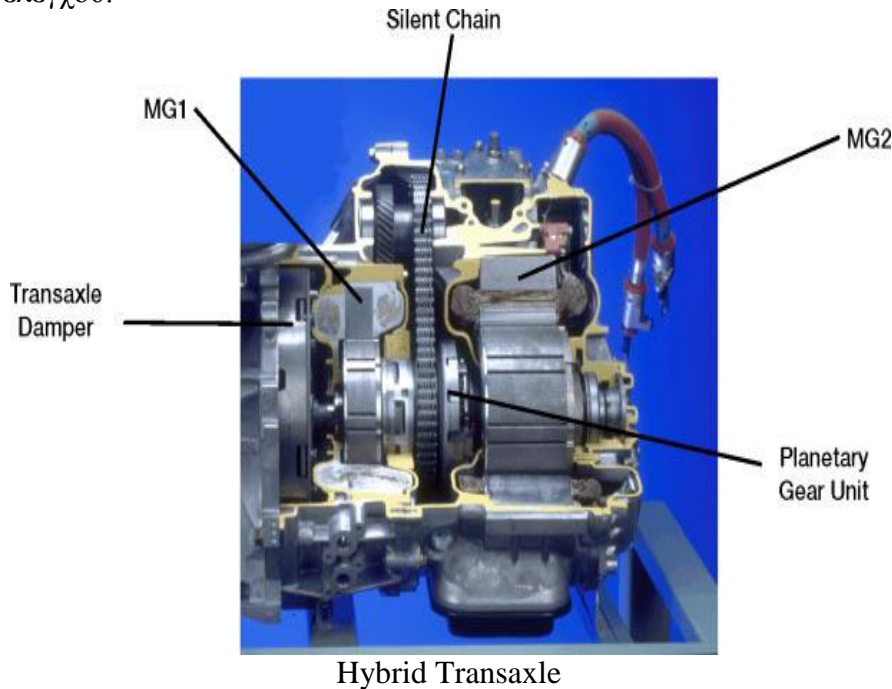
Το υβριδικό κιβώτιο ταχυτήτων περιλαμβάνει:

- Το ηλεκτροκινητήρα 1 (MG1) που παράγει ηλεκτρική ενέργεια.

- Το ηλεκτροκινητήρα 2 (MG2) που οδηγεί το όχημα.
- Ένα πλανητικό μειωτήρα γραναζιών που παρέχει αναλογίες συνεχώς μεταβαλλόμενης μετάδοσης των γραναζιών και χρησιμεύει και ως συγκρότημα διαχωρισμού ισχύος.

Το `01 - `03 Prius χρησιμοποιεί το P111 μοντέλο υβριδικό κιβώτιο ταχυτήτων.

Το `04 και αργότερα Prius χρησιμοποιεί το P112 υβριδικό ταχυτήτων . Το P112 βασίζεται στο P111 , αλλά προσφέρει ένα υψηλότερο εύρος στροφών, σχήματος Vμόνιμων δρομέων και μαγνητών μέσα στο ρότορα του MG2 , και ένα πρωτότυπο σχεδιασμένο διαμορφωτή για το σύστημα ελέγχου.

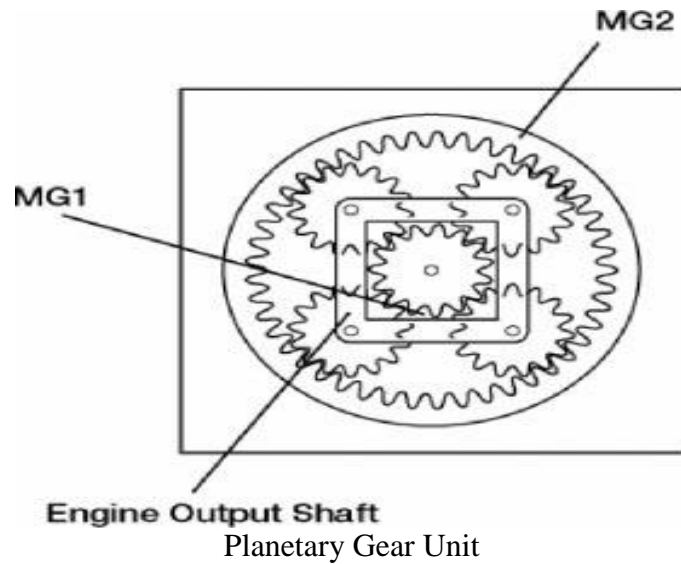


Η MG1 επαναφορτίζει την μπαταρία HV και παρέχει ηλεκτρική ισχύ για την περιστροφή της MG2. Επιπλέον , ρυθμίζοντας την ποσότητα της ηλεκτρικής ενέργειας που παράγεται μεταβάλλοντας έτσι την εσωτερική αντίσταση και της στροφές της MG1 του, η MG1 ελέγχει αποτελεσματικά τη συνεχή μεταβαλλόμενη σχέση μετάδοσης του κιβωτίου ταχυτήτων. Η MG1 χρησιμεύει επίσης ως μίζα του κινητήρα.

Η MG2 με ισχυρά χαρακτηριστικά ροπής βοηθά να επιτύχει άριστη δυναμική απόδοση, συμπεριλαμβανομένων της εκκίνησης της επιτάχυνσης, καθώς και κατά τη διάρκεια της αναγεννητικής πέδησης. Η MG2 μετατρέπει την κινητική ενέργεια σε ηλεκτρική ενέργεια, η οποία αποθηκεύεται στη μπαταρία HV.

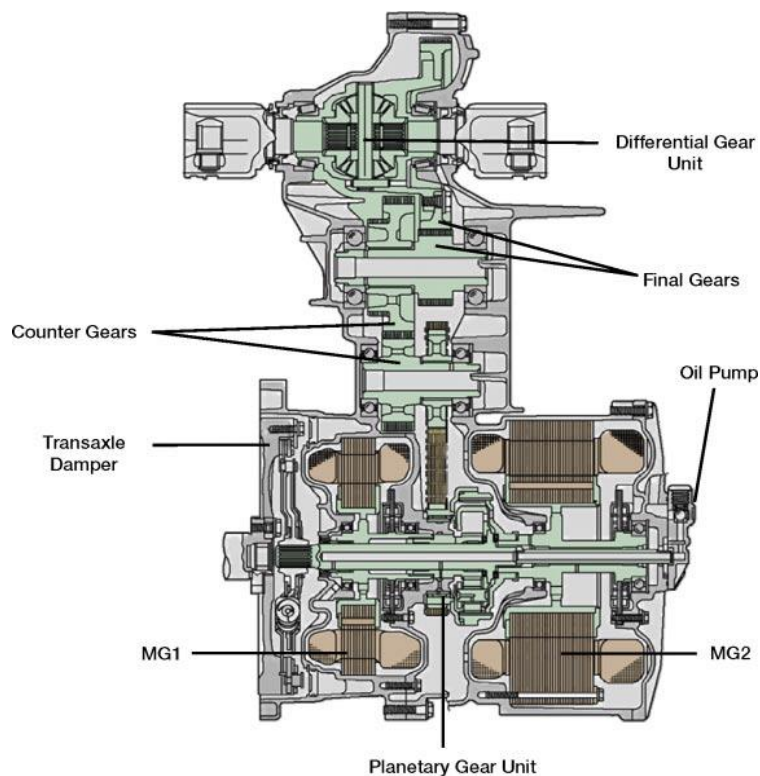
Planetary Gear Unit

Το πλανητικό συγκρότημα του μειωτήρα χρησιμοποιείται σαν διαχωριστής ισχύος . Το εσωτερικό γρανάζι είναι συνδεδεμένο με τη MG1 και ο οδοντωτός δακτύλιος συνδέεται με τη MG2. Ο πλανητικός φορέας είναι συνδεδεμένος με τον άξονα εξόδου του κινητήρα. Η κινητήρια δύναμη μεταδίδεται από τον κινητήριο οδοντωτό τροχό της αλυσίδας στη μονάδα μείωσης.



Μονάδα μείωσης

Τα τελικά γρανάζια του μειωτήρα μειώνουν τη απόσταση μεταξύ του κεντρικού άξονα, του κινητήρα και του διαφορικό άξονα, καταλήγοντας σε ένα πιο συμπαγές σύστημα μετάδοσης της κίνησης.



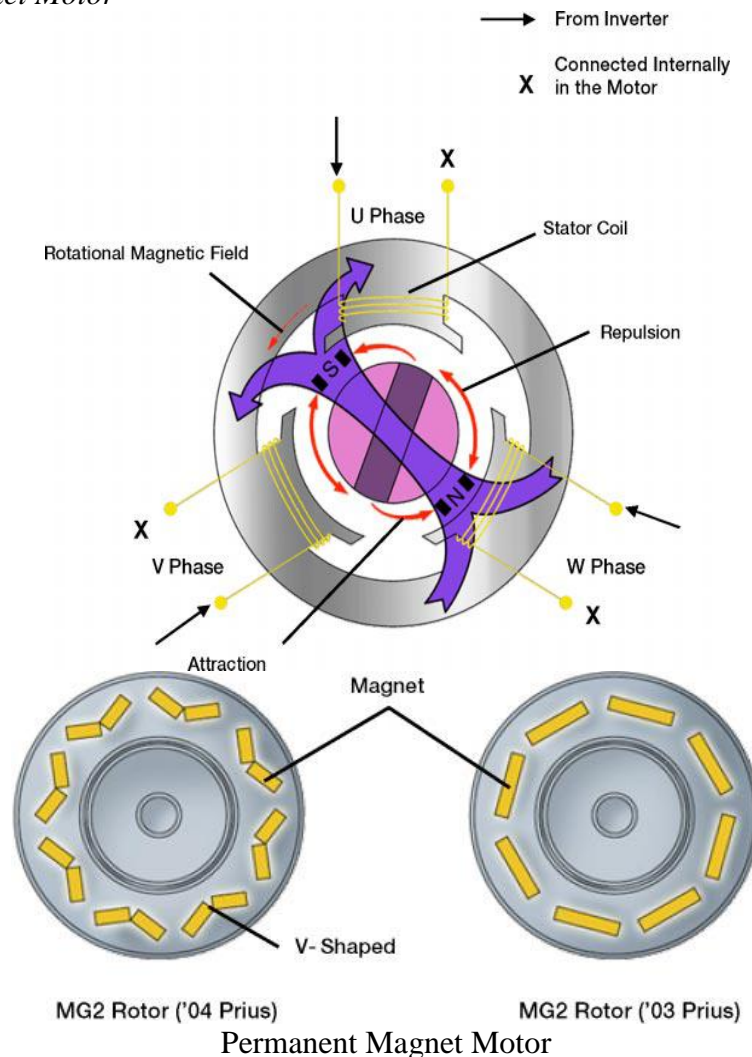
Planetary Gear Unit

Όταν το εναλλασσόμενο τριφασικό ρεύμα διέρχεται διαμέσου των περιελίξεων του πηνίου του στάτη, ένα περιστρεφόμενο μαγνητικό πεδίο δημιουργείται. Όταν η περιστροφή του μαγνητικού αυτού πεδίου είναι σωστά χρονικά σε σχέση με τον ρότορα, το μαγνητικό πεδίο έλκει τους μόνιμους μαγνήτες που στεγάζονται στο εσωτερικό του ρότορα σε έναν κύκλο,

προκαλώντας το στροφέιο να περιστραφεί δημιουργώντας ροπή στο κινητήρα. Η παραγόμενη ροπή είναι ανάλογη προς την ποσότητα του ρεύματος που διέρχεται μέσω των πηνίων του στάτη και η ταχύτητα περιστροφής ελέγχεται από τη συχνότητα του εναλλασσόμενου ρεύματος των τριών φάσεων.

Ένα υψηλό επίπεδο της ροπής μπορεί να παραχθεί αποτελεσματικά σε όλες τις ταχύτητες με τον κατάλληλο έλεγχο του περιστρεφόμενου μαγνητικού πεδίου και τις γωνίες των μαγνητών του ρότορα.

Permanent Magnet Motor



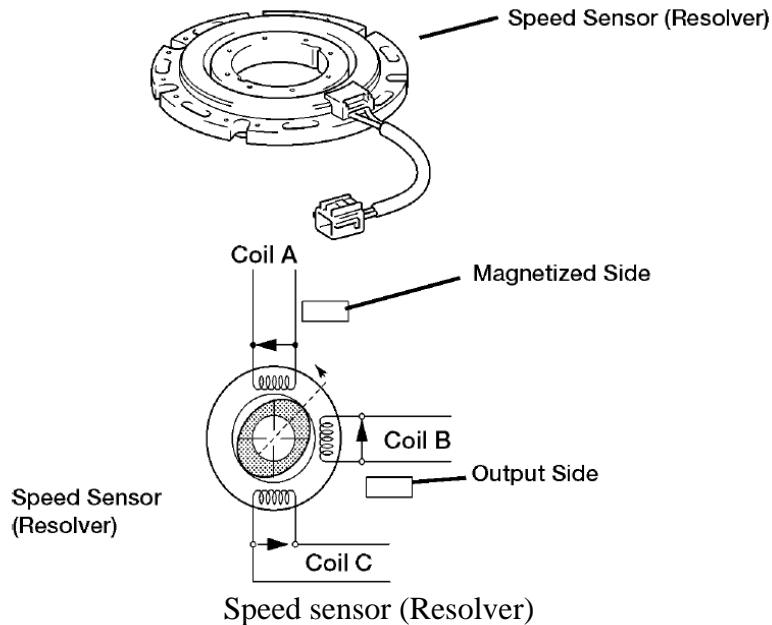
Ο αισθητήρας θέσης ανιχνεύει με ακρίβεια τη θέση του μαγνητικού πόλου, η οποία είναι απαραίτητη για τον έλεγχο της MG1 και MG2.

Η κίνηση του στάτη περιλαμβάνεται μέσα από τρία πηνία. Δεδομένου ότι ο δρομέας είναι ωοειδής, το διάκενο μεταξύ του στάτη και του δρομέα μεταβάλλεται με την περιστροφή του ρότορα. Επιπλέον, ο εγκέφαλος HV χρησιμοποιεί αισθητήρα για τον ποσοστιαίο υπολογισμό της μετατόπισης της θέσεως εντός προκαθορισμένου χρόνου διαστήματος.

Αισθητήρας ταχύτητας (Αναλυτής θέσεως)

Τα πηνία εξόδου B και C είναι τμηματικά στις 90 μοίρες. Επειδή το στροφέιο είναι οβάλ, η απόσταση του διακένου μεταξύ του στάτη και του ρότορα ποικίλει ανάλογα με τη

περιστροφή του ρότορα. Η θέση του αισθητήρα ρότορα σε σχέση με το εναλλασσόμενο ρεύμα που παράγεται από τα πηνία B και C και τη διαφορά μεταξύ αυτών των εξόδων, προσδιορίζει τη απόλυτη ακριβή θέση.



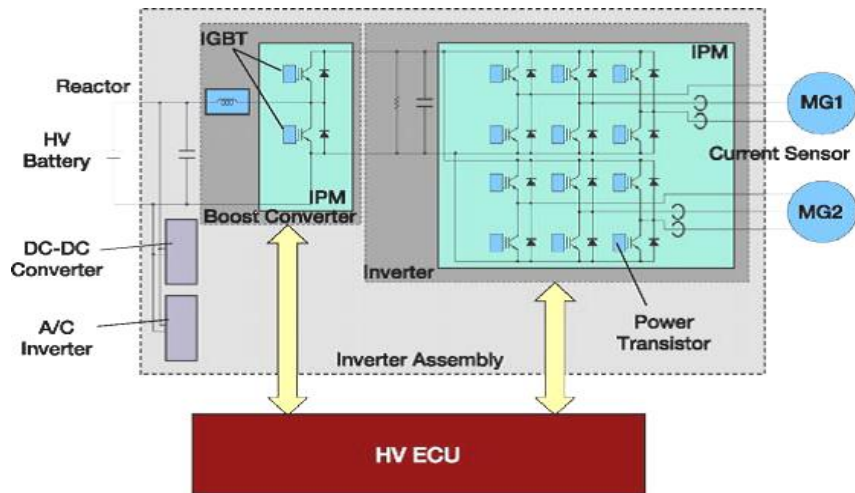
Μετατροπέας ρεύματος

Ο μετατροπέας αλλάζει τη υψηλής τάση συνεχούς ρεύματος από την μπαταρία HV σε τριφασικό εναλλασσόμενο ρεύμα για τη MG1 και MG2 . Επιπλέον , ο μετατροπέας μεταδίδει πληροφορίες που απαιτούνται για τον έλεγχο του ρεύματος, όπως η ένταση εξόδου ή τάση , στο HVECUC και αυτός με τη σειρά του ελέγχει την ενεργοποίηση των τρανζίστορ ισχύος. Ο μετατροπέας , MG1 , και MG2 , ψύχεται από ένα ειδικό ψυγείο και σύστημα ψύξης που είναι ξεχωριστό από το σύστημα ψύξης του κινητήρα . Το HVECUC ελέγχει την ηλεκτρική αντλία νερού για το σύστημα αυτό .



Converter

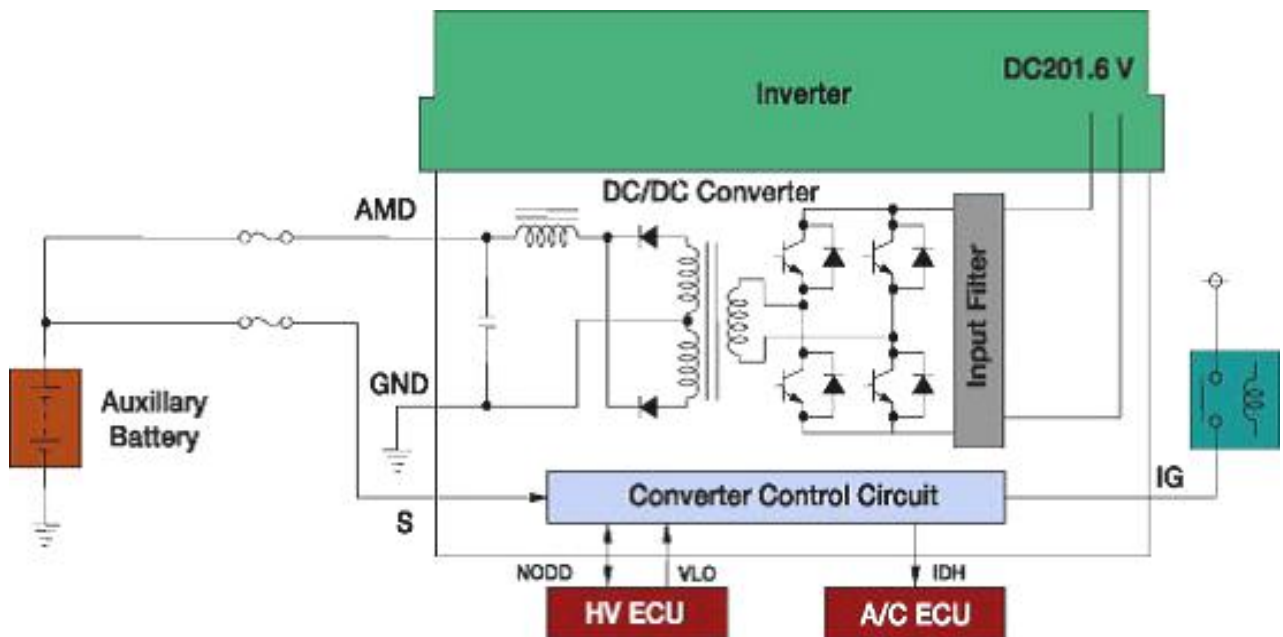
Ο μετατροπέας ώθησης ενισχύει την ονομαστική τάση στα 201.6VDC που είναι η έξοδος από την μπαταρία HV με τη μέγιστη τάση των 500VDC . Για την ενίσχυση της τάσης , ο μετατροπέας χρησιμοποιεί μια ολοκληρωμένη Μονάδα Ισχύος με ενσωματωμένο το IGBT(Insulated Gate Bipolar Transistor) για την ενεργοποίηση του ελέγχου , καθώς και ένα αντιδραστήρα (reactor) για να αποθηκεύει την ενέργεια.



Converter

Για το βοηθητικό εξοπλισμό του οχήματος (όπως φώτα , σύστημα ήχου , κλιματισμό, ανεμιστήρα ψύξης , ECU , κλπ) τροφοδοτείται από την μπαταρία 12VDC .Στο '01 -'03 Prius , η τάση της γεννήτριας THS είναι 273.6VDC . Ένας μετατροπέας μετατρέπει την τάση από 273.6VDC σε 12VDC για την επαναφόρτιση της βοηθητικής μπαταρίας. Το '04 Prius , η γεννήτρια THS - II εξάγει ονομαστική τάση του 201.6VDC . Ο μετατροπέας μετατρέπει την τάση από 201.6VDC σε 12VDC

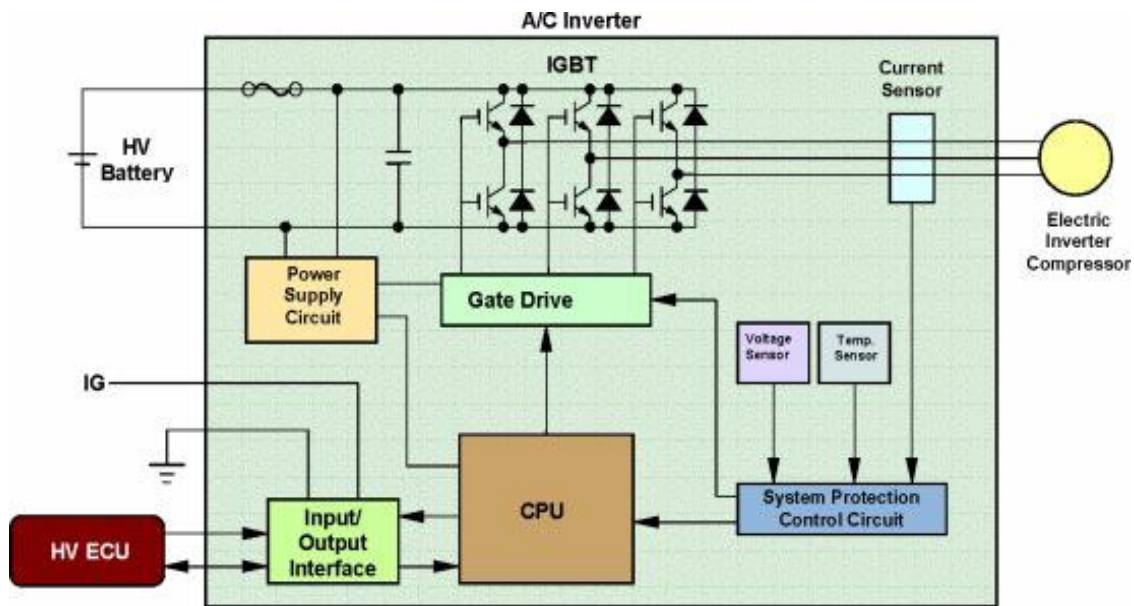
DC/DC Converter System Diagram



DC/DC Converter System Diagram

Το συγκρότημα του μετατροπέα περιλαμβάνει ακόμη ένα ξεχωριστό μετατροπέα για το σύστημα κλιματισμού ο οποίος αλλάζει την ονομαστική τάση της μπαταρίας HV του 201.6VDC σε 201.6VAC για την τροφοδοσία του ηλεκτρικού συμπιεστή του συστήματος κλιματισμού.

A/C Inverter



A/C Inverter

Ένα ειδικό σύστημα ψύξης χρησιμοποιεί μια αντλία νερού για την ψύξη του μετατροπέα, MG1 και MG2. Είναι ξεχωριστό από το σύστημα ψύξης του κινητήρα. Αυτό το σύστημα ψύξης ενεργοποιείται όταν η παροχή ρεύματος ενεργοποιείται από το IG (Kirk T. Van Gelder, 2014).

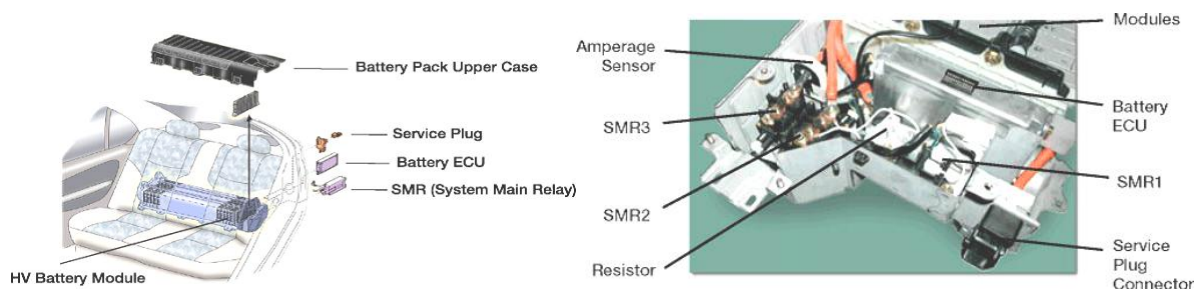
Ηλεκτρονική μονάδα ελέγχου μπαταρίας

Ο έλεγχος του MG1, MG2, του κινητήρα με βάση τη ζήτηση ροπής και τη αναγεννητική πέδηση ελέγχεται από την ηλεκτρονική μονάδα ελέγχου της μπαταρίας αφού παίρνει τα δεδομένα φόρτισης από το (SOC). Οι παράγοντες αυτοί καθορίζονται από όλους τους αισθητήρες εισόδου και τις υπόλοιπες ηλεκτρονικές μονάδες.

- Το HVECU παρακολουθεί το SOC της μπαταρίας HV και τη θερμοκρασία της μπαταρίας HV, MG1 και MG2.
- Για να εξασφαλιστεί η αξιόπιστη απενεργοποίηση του κυκλώματος και η προστασία των κυκλωμάτων του οχήματος από υψηλής τάση, η HVECU χρησιμοποιεί τρία ρελέ και βρίσκεται στο Σύστημα Κύριος ρελέ με σκοπό της σύνδεσης και αποσύνδεσης του κυκλώματος υψηλής τάσης
- Εάν το HVECU ανιχνεύει δυσλειτουργία στο υβριδικό σύστημα, θα ελέγχει το σύστημα με βάση τα δεδομένα που είναι αποθηκευμένα στη μνήμη του (James J. Licari, 2004).

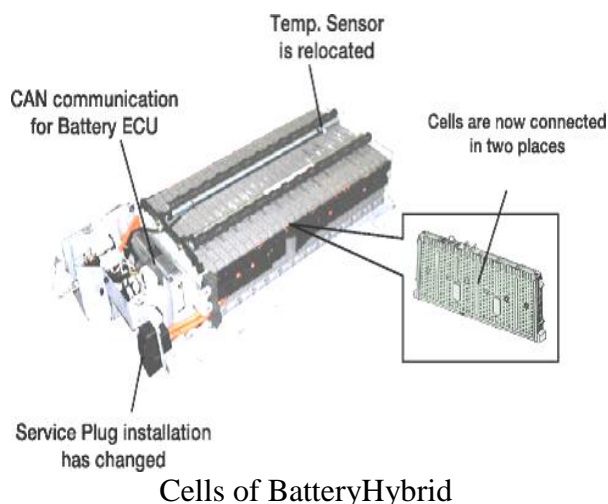
Μπαταρία υψηλής τάσης

Η τεχνολογία νικελίου-υδριδίου μετάλλου (Ni-MH) μπαταριών, αναπτύχθηκε για το υβριδικό σύστημα και παρέχει υψηλή πυκνότητα ισχύος και άριστη μακροζωία. Το υβριδικό σύστημα ελέγχει τους ρυθμούς φόρτισης και αποφόρτισης για να κρατήσει την μπαταρία HV σε σταθερή κατάσταση φόρτισης (SOC).



HV Battery Module Battery ECU

Η μπαταρία HV περιέχει έξι μονάδες υδριδίου 1.2V νικελίου-μετάλλου , που είναι συνδεδεμένες σε σειρά για να σχηματίσουν μία μονάδα .Στο '01 -03 Prius , οι 38 μονάδες χωρίζονται σε δύο τμήματα και συνδέονται σε σειρά. Έτσι , η μπαταρία HV περιέχει συνολικά 228 μονάδες και έχει ονομαστική τάση του 273.6V .Στο '04 Prius οι 28 μονάδες είναι συνδεδεμένες για ονομαστική τάση του 201.6V.Οι πλάκες ηλεκτροδίων της μπαταρίας HV αποτελούνται από πορώδη νικέλιο και αλουμίνιο του υδριδίου (Z. Ogumi,2010).



Cells of BatteryHybrid

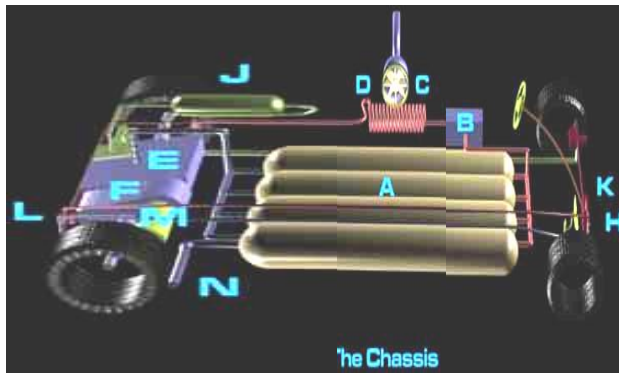
Η HVECU της μπαταρία παρέχει τις ακόλουθες λειτουργίες :

- Σύμφωνα με τα αποτελέσματα της φόρτισης / αποφόρτισης και της έντασης διοχετεύει πληροφορίες στηHVECU έτσι ώστε η SOC να μπορεί να διατηρεί ένα μέσο επίπεδο φόρτισης τουλάχιστο.
- Σύμφωνα με το απαιτούμενο ποσό της θερμότητας που παράγεται κατά τη διάρκεια της φόρτισης και αποφόρτισης , ρυθμίζεται μέσω του ανεμιστήρα ψύξης για να διατηρηθεί η θερμοκρασία της μπαταρίας HV .
- Παρακολουθεί τη θερμοκρασία και την τάση της μπαταρίας και αν ανιχνευτεί κάποια δυσλειτουργία , περιορίζει ή σταματά τη φόρτιση ή τη εκκένωση της για την προστασία της μπαταρίας HV (Szumanowski,2013).

Τεχνολογία Πεπιεσμένου αέρα σε μηχανές εσωτερικής καύσης

Ένας πνευματικός κινητήρας είναι ένας τύπος κινητήρα που κάνει μηχανικό έργο με την επέκταση πεπιεσμένου αέρα. Πνευματικοί κινητήρες γενικά μετατρέπουν την ενέργεια συμπιεσμένου αέρα σε μηχανική μέσω γραμμικής ή περιστροφικής κίνηση. Γραμμική κίνηση μπορεί να προέλθει είτε από τη παλινδρόμηση εμβόλου, είτε από περιστροφική κίνηση η οποία προέρχεται από στροβιλοκινητήρα τύπου περυγίων (rotary engine). Η τεχνολογία είναι πολύ παρόμοια με το σύστημα εσωτερικής καύσης ενός συμβατικού

κινητήρα. Το μυστικό του κινητήρα έγκειται στον τρόπο με τον οποίο μετατρέπει αποτελεσματικά την ενέργεια που αποθηκεύεται στις δεξαμενές του συμπιεσμένου αέρα. Για να συμπιέσει τον αέρα σε υψηλές πιέσεις, πρέπει να χρησιμοποιηθεί μια σταδιακή διαδικασία, συμπιέζοντας τον αέρα στην πρώτη φάση 50 bars, στη συνέχεια σε 150 bars και τέλος σε τριακόσια και ούτω καθεξής. Ο πεπιεσμένος αέρας των 300 bars αποθηκεύεται στις δεξαμενές οι οποίες αποτελούνται από ανθρακονήματα A. Δια μέσου της κύριας γραμμής ο αέρας απελευθερώνεται μέσω πρώτα σε ένα εναλλάκτη B όπου το πρώτο στάδιο αποσυμπίεσης πραγματοποιείται. Ο κρύος αέρας διέρχεται μέσω ενός εναλλάκτη θερμότητας C, η οποία προσθέτει θερμική ενέργεια στον αέρα και από εκεί διοχετεύεται στον κινητήρα E.



Air car Chassis



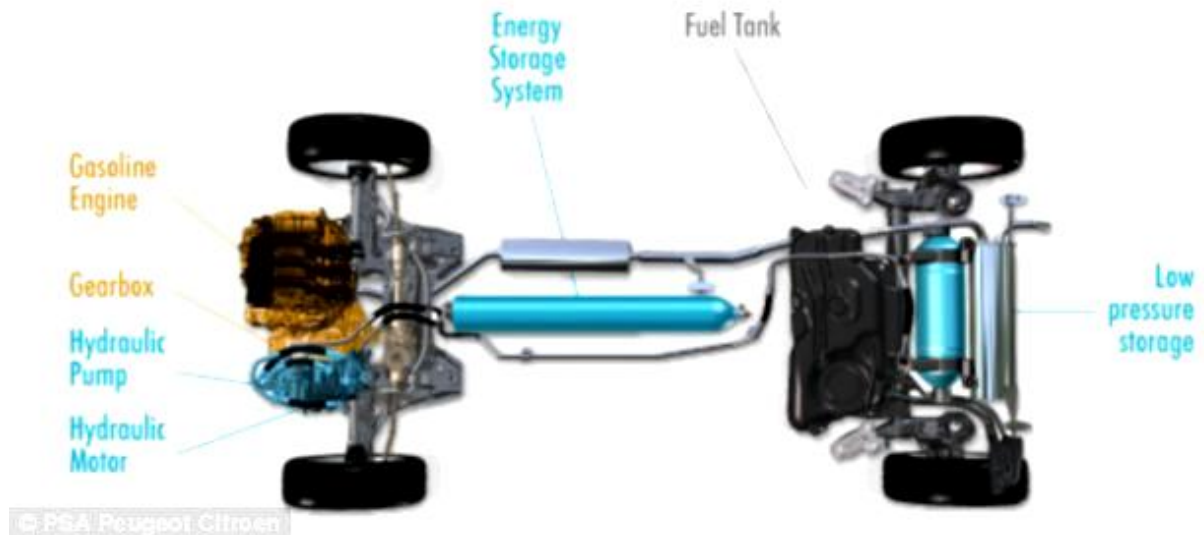
Air Compressed via Cylinder

Λίγο πριν ανοίξει η βαλβίδα για τον κύλινδρο εκτόνωσης το διάφραγμα το οποίο συνδέει τους θαλάμους συμπίεσης και εκτόνωσης προκαλεί τη ξαφνική διαφορά πίεσης και θερμοκρασίας μεταξύ των δύο θαλάμων. Δημιουργείται με αυτό το τρόπο κύματα πίεσης στο θάλαμο εκτόνωσης, προκαλώντας έτσι την κίνηση εμβόλου στον κύλινδρο εκτόνωσης και τη τροφοδοσία του κινητήρα. Οι δεξαμενές για την αποθήκευση του συμπιεσμένου αέρα βρίσκονται κάτω από το όχημα και είναι κατασκευασμένες από ενισχυμένες ίνες άνθρακα και θερμοπλαστικό περίβλημα. Η κάθε δεξαμενή μπορεί να διοχετεύσει 3180 ft³ αέρα σε μία πίεση μέχρι και 4300 psi όταν συνδέεται με ειδικό σταθμό συμπίεσης και τροφοδοσίας από τριφασικό ρεύμα πόλεως. Η εφαρμογή αυτού του τύπου για τις δεξαμενές των 300 λίτρων στα 300 bars έχει αποτέλεσμα έργου 52,1 MJ (Carsten Baumgarten,2006).

Η έμμεση χρήση της ενέργειας που χρησιμοποιείται για τη συμπίεση του αέρα και κάθε μετατροπή της ενέργειας μεταξύ των μορφών οδηγεί σε απώλεια. Για τα αυτοκίνητα πεπιεσμένου αέρα, η ενέργεια χάνεται όταν η ηλεκτρική ενέργεια μετατρέπεται σε πεπιεσμένο αέρα. Όταν ο αέρας διαστέλλεται στη μηχανή, ψύχει δραματικά τον κύλινδρο θα πρέπει να θερμαίνεται σε θερμοκρασία περιβάλλοντος χρησιμοποιώντας έναν εναλλάκτη θερμότητας. Η θέρμανση είναι απαραίτητη για να ληφθεί ένα σημαντικό κλάσμα της θεωρητικής παραγωγής ενέργειας. Κατά τον ανεφοδιασμό του πεπιεσμένου αέρα στις δεξαμενές χρησιμοποιώντας εξωτερικό τριφασικό συμπιεστή μπορεί να διαρκέσει έως και 4 ώρες λόγω των υψηλών θερμοκρασιών που αναπτύσσονται. Οι δοκιμές έχουν αποδείξει την περιορισμένη ικανότητα αποθήκευσης των δεξαμενών, παραταύτα ένα αυτοκίνητο που κινείται αποκλειστικά με πεπιεσμένο αέρα είναι σε θέση να ανάπτυξη αυτονομία 140 χιλιομέτρων εντός πόλης με ταχύτητες 80 χλμ/ώρα και ταχύτητες 110χλμ / ώρα σε αυτοκινητόδρομους με μηδενικές εκπομπές καυσαερίων.

Με βάση τη προαναφερθείσα τεχνολογία η Peugeot αποκαλύπτει σχέδια για υβριδικά οχήματα πεπιεσμένου αέρα για το επόμενο έτος. Η Peugeot Citroen εφευρίσκει την

συνδυασμένη τεχνολογία για το αυτοκίνητο του αέρα και είναι έτοιμη για την αγορά το 2016 με σύστημα κινητήρα «Hybrid Air» το οποίο λειτουργεί με βενζίνη και αέρα , αντί της ηλεκτρικής ενέργειας. Η εταιρεία προβλέπει « Υβριδικό όχημα αέρα » για να επιτύχει 117 μίλια ανά γαλόνι. Βασισμένο σε ένα μοντέλο Peugeot 208 , συνδυάζει ένα κανονικό κινητήρα με ένα ριζοσπαστικό νέο σύστημα που λειτουργεί με πεπιεσμένο αέρα .Η εταιρεία υποστηρίζει ότι το αυτοκίνητο θα μπορούσε να μειώσει τη κατανάλωση βενζίνης μέχρι και 80 % όταν οδηγείται σε πόλεις.



Layout Peugeot Citroen air technology assist

Το σύστημα λειτουργεί με κανονική μηχανή εσωτερικής καύσης και ένα ειδικό υδραυλικό σύστημα με προσαρμοσμένο κιβώτιο ταχυτήτων καθώς και δεξαμενές αποθήκευσης αέρα οι οποίες αποθηκεύουν και απελευθερώνουν τη ενέργεια .Αυτό παρέχει τη δυνατότητα του οχήματος να λειτουργεί με βενζίνη ή αέρα , ή ένα συνδυασμό των δύο.

Η ισχύς του αέρα θα μπορούσε να χρησιμοποιηθεί αποκλειστικά για χρήση στην πόλη και ενεργοποιείται αυτόματα κάτω από 43 μίλια/ώρα και διαθέτει αυτονομία χρήσης μέχρι και 80% του χρόνου οδήγησης στην πόλη.



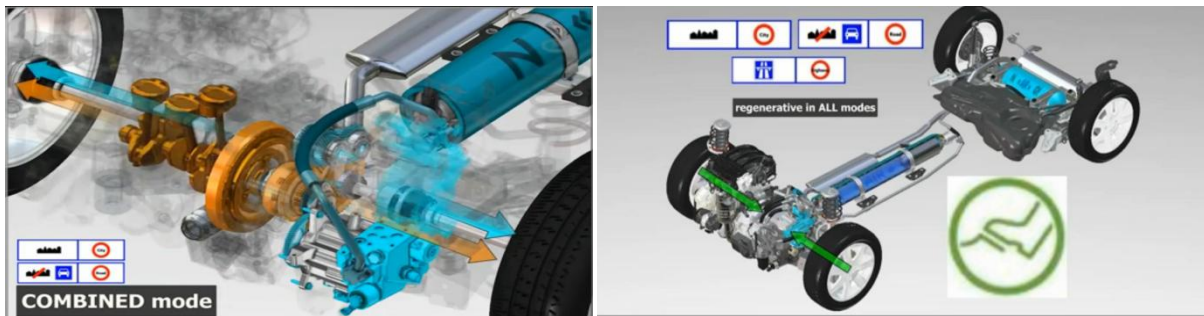
Compressed Air Cylinder position

Το σύστημα συμπίεσης του αέρα μπορεί να χρησιμοποιήσει εκ νέου το σύνολο της ενέργειας που συνήθως χάνεται κατά τη επιβράδυνση και το απότομα φρενάρισμα . Ο κινητήρας και η

αντλία βρίσκονται στο χώρο του κινητήρα , τροφοδοτείται από μία δεξαμενή συμπιεσμένου αέρα κάτω από το αυτοκίνητο. Το επαναστατικό νέου τύπου υβριδικό όχημα αέρα είναι το πρώτο που συνδυάζει βενζίνη με πεπιεσμένο αέρα και αποδεδειγμένα από τα τυποποιημένα υβριδικά καθώς και από το μεγάλο όγκο των μπαταριών. Τα συγκεκριμένα αυτοκίνητα τα οποία είναι εφοδιασμένα με Hybrid Air θα είναι περίπου £1.000 στερλίνες φθηνότερα από τα τρέχουσα υβριδικά μοντέλα .

Το επαναστατικό σύστημα θα είναι σε θέση να εγκατασταθεί σε οποιοδήποτε κανονικό οικογενειακό αυτοκίνητο χωρίς να αλλοιώνει το εξωτερικό σχήμα ή το μέγεθος ή τη μείωση του χώρου αποσκευών.

Το όχημα είναι εφοδιασμένο με ένα εξελιγμένο εγκέφαλο που εξασφαλίζει τη αναπλήρωση του αέρα αυτόματα .Ο αέρας συμπιέζεται και αποσυμπιέζεται σε όλες τις οδικές καταστάσεις του οχήματος κατά τη διάρκεια της επιβράδυνσης ή της επιτάχυνσης(XiaoYong Wang,2009).



Combined Mode Vehicle Driving

Regenerative in all Mode Driving



Zero Emission Vehicle Mode Driving

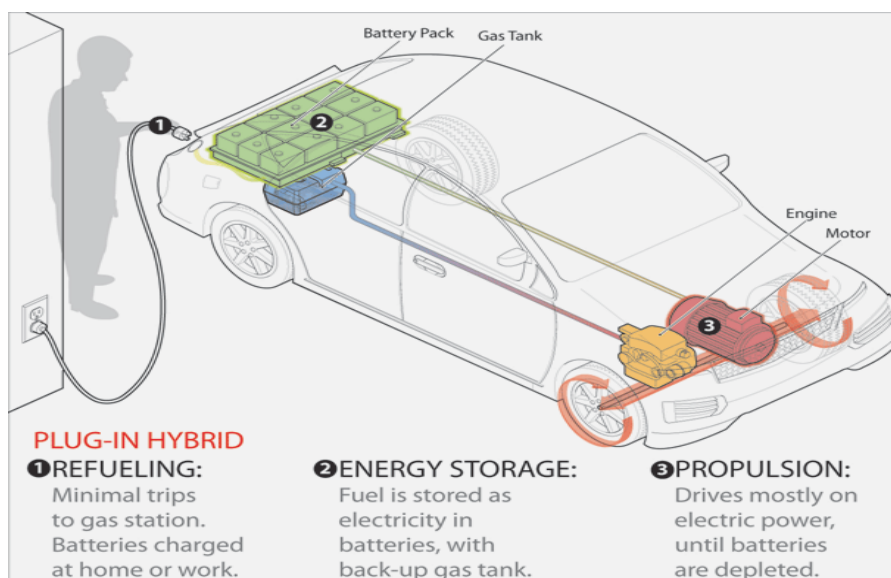
Plug-in Hybrid

Ένα plug-in υβριδικό αυτοκίνητο είναι παρόμοιο με ένα συμβατικό υβριδικό και τα δυο οχήματα χρησιμοποιούν ένα κινητήρα βενζίνης καθώς και έναν ηλεκτρικό κινητήρα. Ωστόσο, ένα υβριδικό plug-in χρησιμοποιεί μεγαλύτερες συσκευασίες μπαταριών που μπορούν να φορτιστούν μέσω του δικτύου πόλης με κοινή φόρτιση 120V ή 220 βολτ οικιακής πρίζας. Τα Plug-in υβριδικά οχήματα μπορούν να οδηγούνται για μεγάλες αποστάσεις με ταχύτητα μέχρι 60 μίλια/ώρα χωρίς τη χρήση βενζίνης. Το Plug-in υβριδικό παρέχει περισσότερα οφέλη από ένα ηλεκτρικό αυτοκίνητο, διατηρώντας την ίδια αυτονομία με ένα συμβατικό όχημα καταργώντας το λεγόμενο «άγχος της αυτονομίας». Ένα υβριδικό αυτοκίνητο, ανάλογα με το μοντέλο, επιτυγχάνει περίπου το διπλάσιο της οικονομίας καυσίμου από ένα συμβατικό αυτοκίνητο του ίδιου μεγέθους και χωρητικότητας και επομένως και μείωση των εκπομπών ρύπων κατά το ήμισυ.

Η ηλεκτρική μπαταρία του οχήματος (EVB) ή συσσωρευτή προώθησης είναι μια επαναφορτιζόμενη μπαταρία που χρησιμοποιούνται για την πρόωση των ηλεκτρικών οχημάτων. (BEVs). Οι μπαταρίες ηλεκτρικών οχημάτων διαφέρουν από τον τρόπο

λειτουργίας τους ειδικά όταν έχουν σχεδιαστεί για να δίνουν δύναμη πάνω από παρατεταμένες χρονικές περιόδους με υψηλή χωρητικότητα αμπερ-ωρών. Οι μπαταρίες για ηλεκτρικά οχήματα που χαρακτηρίζονται από σχετικά υψηλή αναλογία της ισχύος προς το βάρος καθώς και στην αναλογία βάρους και ενεργειακής πυκνότητας είναι μικρότερες και ελαφρύτερες προς τη μείωση του βάρους του οχήματος και προς βελτιώσεις των επιδόσεων του. Οι επαναφορτιζόμενες μπαταρίες που χρησιμοποιούνται σε ηλεκτρικά οχήματα είναι κατασκευασμένες είτε από υπεροξείδιο του μολύβδου, είτε από νικελοκαδμίου είτε από ιόντων λιθίου. Το ποσό της ηλεκτρικής ενέργειας (π.χ. ηλεκτρικό φορτίο) που αποθηκεύεται σε μπαταρίες μετριέται σε αμπερ ώρες ή σε Coulomb, και η συνολική ενέργεια μετριέται σε watt ώρες. (Albert R. Landgrebe, 1993).

Οι επαναφορτιζόμενες μπαταρίες είναι συνήθως το πιο ακριβό υποσυσκρότημα του BEVs, και είναι περίπου το μισό της λιανικής πώλησης του κόστους του αυτοκινήτου. Το κόστος της κατασκευής της μπαταρίας είναι αρκετά υψηλό, λόγω των αυξημένων αποδόσεων τους (James Larminie, 2013).



Τεχνολογία plug-in hybrid

Τεχνολογία e-tron

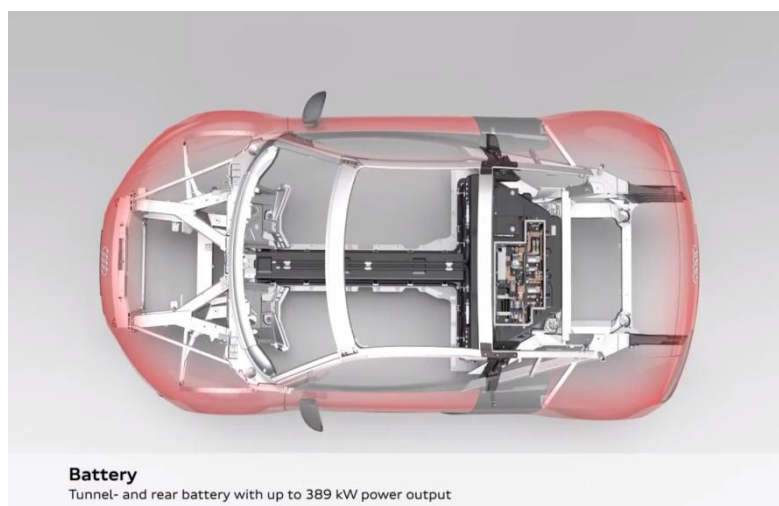
Μετά την ανάπτυξη 10 πρωτότυπων οχημάτων για σκοπούς έρευνας και ανάπτυξης, το Μάρτιο του 2014 η Audi αποφάσισε να αναθεώρηση την απόφαση της και ανακοίνωσε ότι θα κατασκευάσει το R8 e-tron. Η αυτοκινητοβιομηχανία εξήγησε ότι το τελευταίο έργο τεχνολογικής ανάπτυξης οδήγησε στην αυξημένη αυτονομία του οχήματος από 215 χιλιόμετρα (134 μίλια) σε περίπου 450 χιλιόμετρα (280 μίλια). Η νέα Audi R8 e-tron ζυγίζει μόλις 1.780 κιλά (3,924.23 lb) και η δομή του αμαξώματος, συμπεριλαμβανομένων των πλευρικών τμημάτων, ζυγίζει μόλις 199 κιλά βάζοντας τον πήχη πολύ ψηλά όσο αφορά την ανθεκτικότητα και βαρύτητα των υλικών κατασκευής του. Η Audi παρουσιάζει ένα νέο στάδιο στην ανάπτυξη των εξαιρετικά ελαφριών τεχνολογιών της κατασκευής του multi-material Space Frame, στις οποίες μεγάλα τμήματα είναι κατασκευασμένα από ενισχυμένα πολυμερή ανθρακονήματα. (Carbon-fiber-reinforce dpolymer), (Qiyuan Peng., 2009).

Τα συστατικά CFRP αποτελούν το 77% του οχήματος και το 23% τα υπόλοιπα μεταλλικά τμήματα του οχήματος συμπληρώνοντας το βάρος του αμαξώματος. Η εμπρός δομή του R8 e-tron έχει ένα κλασικό σχεδιασμό αλουμινίου με κυρίαρχο το υλικό στο επιβάτη. Η υποστήριξη του κορμού ενσωματώνει ενισχυμένες κυματοειδές δομές οι οποίες σε περίπτωση συντριβής μπορεί να απορροφήσουν πέντε φορές περισσότερη ενέργεια από μια δομή πλέγματος αλουμινίου. Σε ορισμένες ζώνες του εμπρόσθιου καλύμματος υπάρχουν επτά στρώματα από ίνες άνθρακα σε σχήμα πλέγματος ψάθα το ένα πάνω από το άλλο. Μία κεντρική βιδωτή σύνδεση σε 40 σημεία, λειτουργεί ως υποστηρικτικό στοιχείο που υπερδιπλασιάζει την ακαμψία του multi-material Space Frame.



Body frame R8 with CFRP

Η μπαταρία ιόντων-λιθίου είναι μια αντανάκλαση της εμπειρίας και της ανάπτυξης της Audi και έχει σχεδιαστεί να είναι έτσι ώστε να δέχεται φόρτιση από το δίκτυο της πόλης. Η μπαταρία ενσωματώνει 530 πρισματικά επίπεδα κύτταρων. Λαμβάνοντας το σχήμα ενός T, η μπαταρία ανέρχεται σε διαστάσεις 235X135X71(cm), συμπεριλαμβανομένου και της μονάδας ελέγχου των μπαταριών καλυπτόμενο με δύο ορόφους από μονάδες κυψελών το ένα πάνω στο άλλο καταλήγοντας στο οπίσθιο άκρο με τέσσερις ορόφους.



Layout of Battery and tunnel position of R8

Οι πλάκες 12 χιλιοστών πάχους είναι κατασκευασμένες από υψηλής αντοχής κράματα αλουμινίου οι οποίες διαχωρίζουν τα δάπεδα, ενώ σχηματίζουν παράλληλα υποστηρικτική

δομή στη μπαταρίας. Το ψυκτικό κυκλοφορεί μέσα από στενούς διαύλους με συνολικό μήκος αρκετών εκατοντάδων μέτρων. Ένας υδραυλικός διανομέας ο οποίος ελέγχεται από ηλεκτρονική μονάδα διατηρεί ακριβή τη ομαλή ροή του υγρού προς όλες τις κυψέλες εξίσου.

Το σύστημα διαχείρισης της μπαταρίας τοποθετείται μαζί με τους διακόπτες υψηλής τάσης και τις ασφάλειες ρεύματος στο πλαίσιο ηλεκτρικά. Η διαχείριση της μπαταρίας περιλαμβάνει την παρακολούθηση της ασφάλειας του συστήματος των μπαταριών και, αν χρειαστεί, λαμβάνει τα κατάλληλα μέτρα για την αποφυγή κινδύνου καθώς επίσης καθορίζει την κατάσταση φόρτισης και την απόδοση της μπαταρίας ΗV μεταδίδοντας τις πληροφορίες στους ελεγκτές κίνησης των ηλεκτρικών κινητήρων. Το σύστημα διαχείρισης της μπαταρίας, για παράδειγμα στο εσωτερικό της μπαταρίας υπολογίζει ηλεκτρονικά, τις τάσεις των κυψελών και των θερμοκρασιών. Εάν το επίπεδο φόρτισης της μπαταρίας μειωθεί προς το κατώτατο όριο του 15% SOC (κατάσταση φόρτισης), ο ελεγκτής μειώνει αντίστοιχα το ποσό της ηλεκτρικής ενέργειας που μπορεί να ληφθεί από την μπαταρία. Επιπλέον, η λειτουργία και η ασφάλεια του ηλεκτρικού δικτύου υψηλής τάσης παρακολουθείται μόνιμα έτσι ώστε σε περίπτωση ατυχήματος, η μπαταρία να απενεργοποιηθεί (SAE, 2013).

Υπάρχουν δύο διαθέσιμες επιλογές για τη φόρτιση της μπαταρίας: Μια πλήρης φόρτιση με 230-volt εναλλασσόμενο ρεύμα από το δίκτυο πόλης και διαρκεί περίπου δώδεκα ώρες. Πέρα τούτου φόρτιση με συνεχές ρεύμα μειώνει τον χρόνο επαναφόρτισης που απαιτείται λιγότερο από μία ώρα, ανάλογα με το συνδεδεμένο φορτίο. Ο οδηγός μπορεί να ελέγχει και να παρακολουθεί ένα ευρύ φάσμα λειτουργιών και πληροφοριών από απόσταση με smart-phone app, συμπεριλαμβανομένης της κατάστασης φόρτισης καθώς και το εσωτερικό θέρμανσης των μπαταριών. Αυτή είναι μια προσαρμοσμένη υπηρεσία από την Audiconnect, η οποία χρησιμοποιείται ήδη σε μοντέλα όπως το A3 Sportback e-tron.

Η μπαταρία επαναφορτίζεται επίσης και κατά τη διάρκεια της οδήγησης μέσω της ανάκτησης ενέργειας κατά τις φάσεις της επιβράδυνσης. Ο οδηγός επιλέγει το βαθμό της ανάκτησης ενέργειας σε τρία στάδια από κομβία στο τιμόνι. Το ποσοστό αυτό είναι ιδιαίτερα υψηλό όταν φρενάρει περίπου σε 0,3G. Ο ηλεκτρονικός έλεγχος πρόσφυσης στους επιμέρους τροχούς (eASR) διατηρεί εξαιρετική σταθερότητα κατά το φρενάρισμα, και παρέχει τέλεια πρόσφυση κατά την επιτάχυνση.

Οι δύο ηλεκτροκινητήρες στον πίσω άξονα του AudiR8 e-tron δίνουν στη τελική μετάδοση κίνησης, ηλεκτρικά. Η κατανομή ροπής, η στοχευόμενη πέδηση και επιτάχυνση στους ανεξάρτητους τροχούς κατανέμεται εξίσου ανάλογα με τη ζήτηση. Χάρη στη ανεξάρτητη ενεργοποίηση των ηλεκτρικών κινητήρων αυτή η λειτουργία είναι εξαιρετικά μεταβλητή και γρήγορη με υψηλές επιδόσεις με ταυτόχρονο φρενάρισμα στον ένα τροχό, ενώ τροφοδοτεί το άλλο με υψηλή ροπή με μικρές απώλειες ενέργειας.

Με συνολικά 280 kW και 820 Nm οι ηλεκτροκινητήρες δίνουν στο AudiR8 e-tron εντυπωσιακές επιδόσεις. Σαν καταπέλτης το 0 έως 100 km / h (62,14 μίλια/ώρα) ολοκληρώνεται σε 4,2 δευτερόλεπτα, ενώ η τελική ταχύτητα περιορίζεται στα 200 km / h (124,27 μίλια/ώρα). Στον κύκλο δοκιμών αυτονομίας καυσίμου, η φόρτιση της μπαταρίας είναι επαρκής για την οδήγηση πάνω από 215 χιλιόμετρα (133,59 μίλια).

Οι ηλεκτροκινητήρες επιτυγχάνουν πάνω από 95% απόδοση σε ένα ευρύ φάσμα έως 12.500 στροφές ανά λεπτό και το καθιστούν ικανό να αναπτύξει ταχύτητα πάνω από 250 χλμ / ώρα (155,34 μίλι/ώρα) με μηδενικές εκπομπές ρύπων. Οι αυξημένες θερμοκρασίες του στάτορα και των πλανητικών γραναζιών ελέγχονται ηλεκτρονικά και περιορίζονται από το σύστημα ψύξης υποβοηθούμενο με τη επιπρόσθετη εξωτερική ροή του αέρα.

Κάθε ηλεκτροκινητήρας τροφοδοτείται ξεχωριστά με ηλεκτρονική ισχύ και με πλήρη ελεγχόμενη θερμοκρασία. Οι μετατροπείς παλμού μετατρέπουν την τάση συνεχούς ρεύματος της μπαταρίας σε εναλλασσόμενο ρεύμα τάσης. Η έννοια του ελέγχου της μετάδοσης

πληροίτα υψηλότερα δυνατά πρότυπα ασφάλειας καθώς οι ελεγκτές των ηλεκτρονικών και ισχύος επικοινωνούν μεταξύ τους με τους ελεγκτές κίνησης(Jack Etjavec,2013).

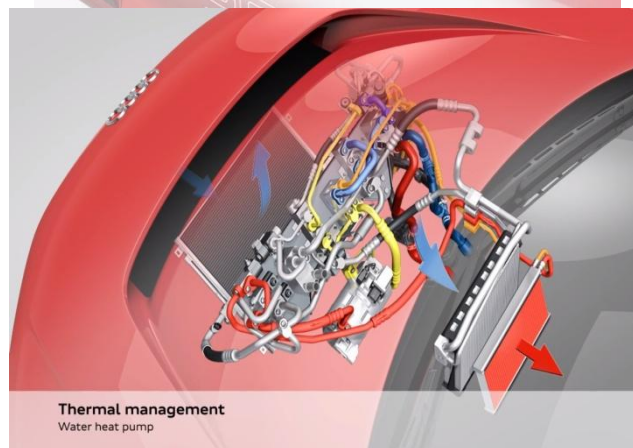
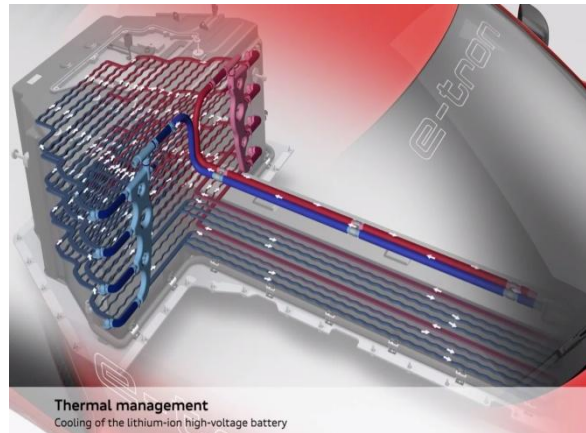


Drive system of two permanent magnet of R8

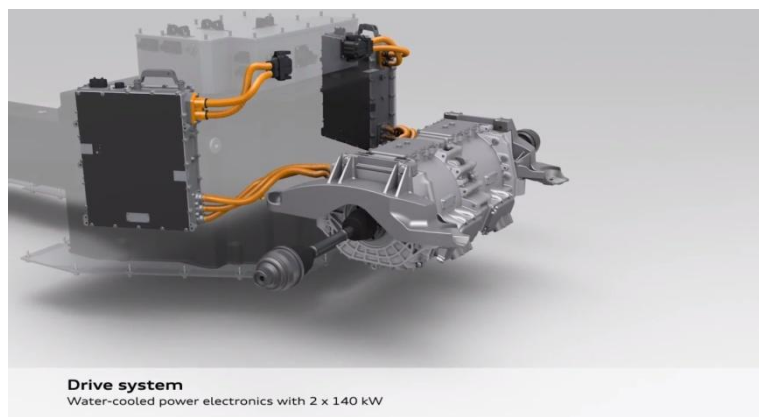
Το ηλεκτροκίνητο σπορ αυτοκίνητο υψηλών επιδόσεων δεν χρειάζεται εισαγωγή αέρα. Οι πλευρικοί είσοδοι, αεραγωγοί, του μπροστινού μέρους καθιστούν επαρκή τη ροή του αέρα παράλληλα με την είσοδο του αέρα στο κάτω μέρος της μάσκας και αυξάνεται έτσι η αεροδυναμική του οχήματος μειώνοντας τις τριβές αλλά συγχρόνως προσφέρει και σταθερότητα.

Η Audi έχει πραγματοποιήσει μια υψηλή απόδοση λύσης όσον αφορά τη θερμική διαχείριση του R8 e-tron προς όφελος των μελλοντικών μοντέλων παραγωγής. Το εξαιρετικά πολύπλοκο σύστημα θερμικής διαχείρισης διατηρεί όλα τα σημαντικά στοιχεία μετάδοσης της κίνησης, τη φόρτιση της μπαταρία, τους ηλεκτρικούς κινητήρες, τις εκπομπές καθώς και τα ηλεκτρονικά ισχύος στο ιδανικό επίπεδο θερμοκρασίας. Η θερμότητα που αντλεί από τις εκπομπές χρησιμοποιείται για τη ρύθμιση του εσωτερικού του κλίματος. Η αποδοτική χρήση της ηλεκτρικής ενέργειας αυξάνεται με τέτοιο τρόπο έως και 20%

Η αντλία θερμότητας βασίζεται στην αρχή του κλασικού ψυκτικού κυκλώματος. Ως νέο στοιχείο, ενσωματώνει ψύκτες (στοιχεία τα οποία χειρίζονται την ανταλλαγή θερμότητας μεταξύ δύο υγρών), το μπροστινό συμπυκνωτή/εξατμιστή, τις ηλεκτρικές βαλβίδες εκτόνωσης και ένα πρόσθετο ελεγκτή θερμοκρασίας στη μονάδα κλιματισμού. Ο εγκέφαλος του συστήματος ελέγχει πλήρως τη θερμοκρασία που αναπτύσσεται διαχειρίζοντας τα υποσυγκροτήματα ανάλογα με την κατάσταση, επιλέγοντας χαρτογραφημένες 43 παραλλαγές. Η αντλία θερμότητας στο R8 e-tron, λειτουργεί και ανεξάρτητα, θερμαίνοντας το εσωτερικό πιο γρήγορα από ό, τι ένα συμβατικό σύστημα θέρμανσης ή κλιματισμού. Με μια ηλεκτρική ισχύ 1 kW, μπορεί να τροφοδοτήσει μέχρι και 3 kW απόδοση στη θέρμανση.

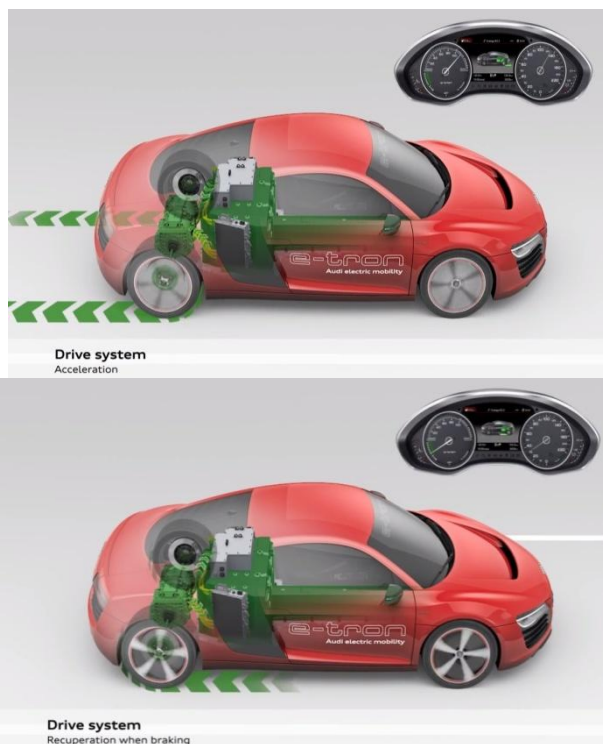


Thermal Management of R8



Water-cooled power electronics of R8

Όταν το σύστημα λειτουργεί ως αντλία θερμότητας, αντλεί θερμότητα από τον αέρα του περιβάλλοντος. Η θερμότητα μεταφέρεται στο κύκλωμα ψυκτικού μέσω του εμπρόσθιου συμπυκνωτή, το οποίο στην περίπτωση αυτή λειτουργεί και ως εξατμιστής. Σε χαμηλές εξωτερικές θερμοκρασίες, η αντλία θερμότητας κάνει χρήση της απορριπτόμενης θερμότητας από τους ηλεκτροκινητήρες και από τις μπαταρίες υψηλής τάσης μέσω ειδικών εξατμιστών, ψύχοντας ταυτόχρονα τα συγκροτήματα. (Exhaust recovery energy). Ο ελεγκτής θέρμανσης θερμαίνει συνήθως το εσωτερικό μεταφέροντας την θερμική ενέργεια που είναι αποθηκευμένη στο ψυκτικό σαν φρέσκος αέρας υποβοηθούμενο από ηλεκτρικό βοηθητικό σύστημα θέρμανσης για μέγιστη ταχύτητα θέρμανσης (National Research Council U.S., 2010).

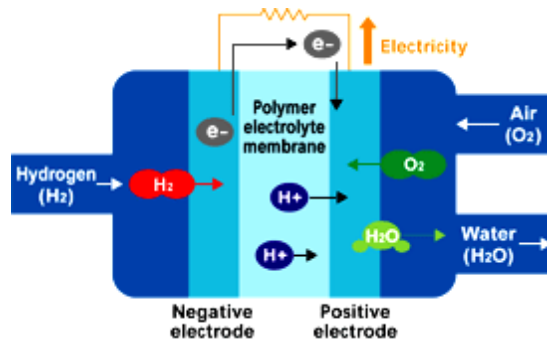


Drive system acceleration and recuperation when braking R8



DrivesystemoperationofR8

Καθώς τα HEV κερδίζουν έδαφος, η τεχνολογία των κυψελών καυσίμου (fuel cells) στα οχήματα αρχίζει να αποκτά ενδιαφέρον. Οι κυψέλες καυσίμου με υδρογόνο χρησιμοποιούνται εδώ και καιρό για την παραγωγή ηλεκτρικής ενέργειας σε διαστημικές εφαρμογές και ως βοηθητικές μονάδες παραγωγής ενέργειας σε περίπτωση αιχμής. Οι κυψέλες καυσίμου παράγουν ηλεκτρική ενέργεια μέσω χημικής αντίδρασης μεταξύ υδρογόνου και οξυγόνου χωρίς να παράγουν βλαβερές εκπομπές. Ουσιαστικά, οι κυψέλες καυσίμου είναι ηλεκτροχημικές συσκευές που μετατρέπουν τη χημική ενέργεια μιας αντίδρασης απευθείας σε ηλεκτρική. Η βασική φυσική δομή μιας κυψέλης καυσίμου αποτελείται από μια λεπτή μεμβράνη ηλεκτρολύτη που έρχεται σε επαφή με μια πορώδη άνοδο από τη μια πλευρά και μια πορώδη κάθοδο από την άλλη (Ayhan Demirbas,2012).

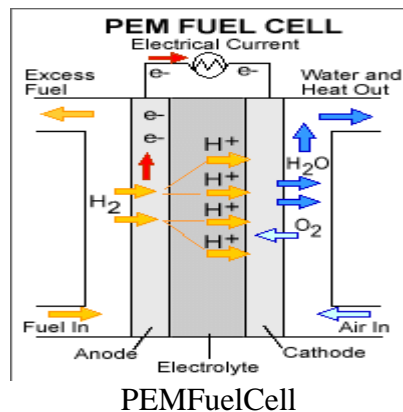


Σχηματική αναπαράσταση λειτουργίας μιας κυψέλης καυσίμου

Οι κυψέλες καυσίμου κατατάσσονται κυρίως από το είδος του ηλεκτρολύτη που χρησιμοποιούν. Αυτή η ταξινόμηση καθορίζει το είδος του ανάλογα από τις ηλεκτροχημικές αντιδράσεις που λαμβάνουν χώρα στις κυψέλες, το είδος των καταλυτών που απαιτούνται καθώς και το εύρος της θερμοκρασίας στο οποίο λειτουργεί η κυψέλη. Αυτά τα χαρακτηριστικά, με τη σειρά τους, επηρεάζουν τις εφαρμογές για τις οποίες οι κυψέλες είναι κατάλληλες. Υπάρχουν διάφοροι τύποι κυψελών καυσίμου επί του παρόντος, κάποιες υπό ανάπτυξη, η κάθε μια με τα δικά της πλεονεκτήματα, περιορισμούς, και τις δυνητικές τις εφαρμογές όπως :

- Πολυμερές μεμβράνη ηλεκτρολυτών (PEM)
- Άμεση κυψέλες καυσίμου μεθανόλης
- Αλκαλικές κυψέλες καυσίμου
- Κυψέλες καυσίμου φωσφορικού οξέος
- Κυψέλες καυσίμου τήγματος ανθρακικών
- Κυψέλες καυσίμου στερεών οξειδίων
- Αναστρέψιμη κυψέλες καυσίμου

Κυψέλες καυσίμου με πολυμερή μεμβράνες



Μια κυψέλη καυσίμου PEM αποτελείται από μια πολυμερή μεμβράνη και με τη βοήθεια ηλεκτρολύτη δημιουργείται μεταξύ μιας ανόδου με αρνητικό φορτισμένο ηλεκτρόδιο και μίας καθόδου με θετικά φορτισμένο ηλεκτρόδιο, το ηλεκτρικό ρεύμα. Οι διαδικασίες παραγωγής ηλεκτρικού ρεύματος στην κυψέλη καυσίμου είναι οι εξής:

- Καύσιμο υδρογόνο διοχετεύεται μέσω των πλακών ροής του πεδίου προς την άνοδο στη μία πλευρά της κυψέλης καυσίμου, ενώ το οξυγόνο από τον αέρα διοχετεύεται προς την άλλη πλευρά των κυττάρων της καθόδου.
- Κατά την άνοδο, ο καταλύτης λευκόχρυσου διασπά το υδρογόνο και το χωρίζει σε θετικά ιόντα υδρογόνου, τα πρωτόνια καθώς και αρνητικά φορτισμένα ηλεκτρόνια.

- Η πολυμερή μεμβράνη ηλεκτρολυτών(PEM), επιτρέπει μόνο τα θετικά φορτισμένα ιόντα να περάσουν μέσα από αυτό από την κάθοδο. Τα αρνητικά φορτισμένα ηλεκτρόνια πρέπει να ταξιδέψουν διαμέσου ενός εξωτερικού κυκλώματος της καθόδου, δημιουργώντας ηλεκτρικό ρεύμα.
- Στην κάθοδο, τα ηλεκτρόνια και τα θετικά φορτισμένα ιόντα υδρογόνου συνδυάζονται με το οξυγόνο για να σχηματίσουν νερό, το οποίο ρέει εκτός της μεμβράνης(James Larminie,2009).

Ο σχεδιασμός των συστημάτων κυψελών καυσίμου είναι πολύπλοκος , χωρίς κινούμενα μέρη, και ποικίλει σημαντικά, ανάλογα με τον τύπο κυψελών καυσίμου και από την εφαρμογή. Ωστόσο, διάφορα βασικά μέρη βρίσκονται σε πολλά συστήματα κυψελών καυσίμου:

- Η συστοιχία κυψελών καυσίμου
- Επεξεργαστής καυσίμου
- Ρυθμιστές ισχύος
- Αεροσυμπιεστές
- Υγραντήρες

Συστοιχία κυψελών καυσίμου

Η συστοιχία κυψελών καυσίμου είναι το κεντρικό-βασικό στοιχείο ενός συστήματος ισχύος κυψελών καυσίμου . Παράγει ηλεκτρική ενέργεια με τη μορφή συνεχούς ρεύματος DC από ηλεκτροχημικές αντιδράσεις που λαμβάνουν χώρα στην κυψέλη καυσίμου . Μια ενιαία κυψέλη καυσίμου παράγει λιγότερο από 1 V, η οποία είναι ανεπαρκής για τις περισσότερες εφαρμογές . Ως εκ τούτου , οι μεμονωμένες κυψέλες καυσίμου συνήθως συνδυάζονται σε μία σειρά από στοιβάδες κυψελών καυσίμου . Μια τυπική συστοιχία κυψελών καυσίμου μπορεί να αποτελείται από εκατοντάδες κυψελών καυσίμου. Η ποσότητα της ισχύος που παράγεται από μία κυψέλη καυσίμου εξαρτάται από διάφορους παράγοντες , όπως ο τύπος κυψέλης καυσίμου , το μέγεθος των κυττάρων , τη θερμοκρασία στην οποία λειτουργεί , καθώς και η πίεση των αερίων(Suddhasatwa Basu,2010).

Επεξεργαστής καυσίμου

Ο επεξεργαστής καυσίμου μετατρέπει το καύσιμο σε άλλη μορφή χρησιμοποιώντας τη κυψέλη καυσίμου. Εάν το υδρογόνο τροφοδοτείται στο σύστημα, μπορεί να μην απαιτείται ένας επεξεργαστής, ή μπορεί να χρειάζεται μόνο να απομακρύνει τις ακαθαρσίες από το αέριο υδρογόνο. Εάν το σύστημα τροφοδοτείται με συμβατικό καύσιμο, όπως μεθανόλη, βενζίνη, ντίζελ ή αεριοποιημένος άνθρακας, ένας αναμορφωτής χρησιμοποιείται για τη μετατροπή των υδρογονανθράκων σε μίγμα υδρογόνου και διοξειδίου του άνθρακα δημιουργώντας τις ενώσεις του «ανασηματισμού». Η αναμόρφωση των αερίων αποστέλλεται στη συνέχεια σε έναν άλλο αντιδραστήρα για την απομάκρυνση των ακαθαρσιών, όπως οξείδια του άνθρακα ή ενώσεις θείου, πριν αποσταλεί στη συστοιχία κυψελών καυσίμου. Αυτή η διαδικασία αποτρέπει ακαθαρσίες μέσα στο αέριο με τη βοήθεια των καταλυτών, σε αντίθετη περίπτωση μειώνει τη προσδόκιμη αποδοτικότητα και διάρκεια ζωής των κυψελών καυσίμου.

Μερικές κυψέλες οι οποίες λειτουργούν, με ανθρακικό ή στερεά οξείδια λειτουργούν σε θερμοκρασίες αρκετά υψηλές ώστε το καύσιμο να μπορεί να μεταρρυθμιστεί στις ίδιες τις κυψέλες. Αυτή η διαδικασία ονομάζεται εσωτερική μεταρρύθμιση. Οι κυψέλες καυσίμου που χρησιμοποιούν την εσωτερική μεταρρύθμιση πρέπει να αφαιρούν τις ακαθαρσίες από το καύσιμο πριν φτάσουν στις κυψέλες καυσίμου. Τόσο οι εσωτερικές όσο και οι εξωτερικές

μεταρρυθμίσεις απελευθερώνουν διοξειδίου του άνθρακα, το οποίο είναι λιγότερο από εκείνο στους κινητήρες εσωτερικής καύσης(L.J.M.J. Blomen, 1993).

Ρυθμιστές ισχύος

Οι μετατροπείς ισχύος βελτιώνουν τη προσαρμογή του ηλεκτρικού ρεύματος από την κυψέλη καυσίμου έτσι ώστε να ταιριάζει στις ηλεκτρικές ανάγκες της εφαρμογής, είτε πρόκειται για ένα απλό ηλεκτρικό κινητήρα ή ένα σύμπλεγμα καταναλωτών που χρησιμοποιούν ηλεκτρικό ρεύμα. Οι κυψέλες καυσίμου παράγουν ηλεκτρική ενέργεια με τη μορφή του DC. Σε ένα κύκλωμα συνεχούς ρεύματος, η ροή ηλεκτρονίων είναι προς μία μόνο κατεύθυνση ενώ η ηλεκτρική ενέργεια με τη μορφή εναλλασσόμενου ρεύματος AC ρέει και προς τις δύο κατευθύνσεις με εναλλασσόμενους κύκλους. Τόσο το εναλλασσόμενο όσο και το συνεχές ρεύμα, θα πρέπει να ρυθμίζονται σωστά όπως και η ισχύς για έλεγχο του ρεύματος σε αμπέρ, τάση, συχνότητα και άλλα χαρακτηριστικά του ηλεκτρικού ρεύματος, έτσι ώστε να καλύψει τις ανάγκες της εφαρμογής (Livint G., et al, 2011).

Αεροσυμπιεστές

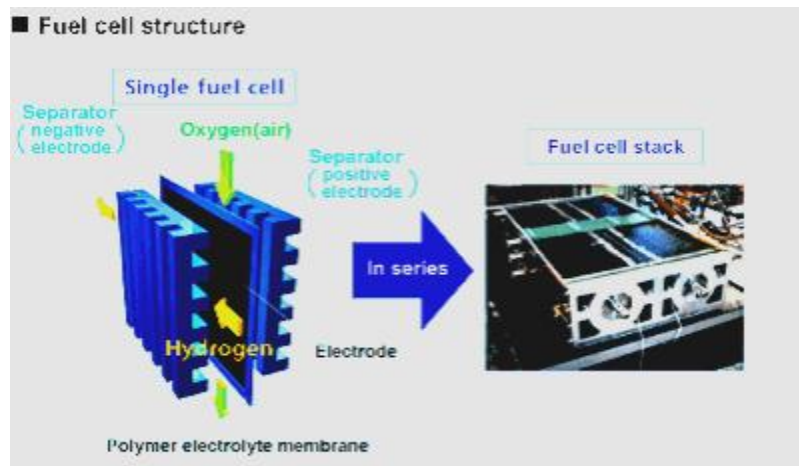
Η απόδοση κυψελών καυσίμου αυξάνεται καθώς η πίεση των αντιδρώντων αερίων αυξάνεται. Ως εκ τούτου, πολλά συστήματα κυψελών καυσίμου περιλαμβάνουν ένα συμπιεστή αέρα, ο οποίος αυξάνει την πίεση του αέρα στην εισαγωγή 2 έως 4 φορές από την ατμοσφαιρική πίεση. Για τις εφαρμογές στα οχήματα, οι αεροσυμπιεστές πρέπει να έχουν απόδοση με ισχύ εξόδου τουλάχιστον 75%. Σε μερικές περιπτώσεις, ένας διαστολέας περιλαμβάνεται ενδιάμεσα για την ανάκτηση της ενέργειας των καυσαερίων (Institution of Mechanical Engineers, 2003).

Υγραντήρες

Η πολυμερής μεμβράνη του ηλεκτρολύτη στην κυψέλη καυσίμου δεν λειτουργεί σωστά όταν είναι ξηρή. Γι αυτό περιλαμβάνεται ένας υγραντήρας για τον εισερχόμενο αέρα. Οι υγραντήρες συνήθως αποτελούνται από μια λεπτή μεμβράνη, η οποία μπορεί να κατασκευάζεται από το ίδιο το υλικό όπως και η PEM. Με τη ροή ξηρού αέρα στην είσοδο της μίας πλευράς του υγραντήρα και του αέρα στα υγρά καυσαέρια από την άλλη, το νερό που παράγεται από την κυψέλη καυσίμου μπορεί να ανακυκλωθεί για να κρατήσει το PEM καλά ενυδατωμένο(Ryan Huizing, 2008).

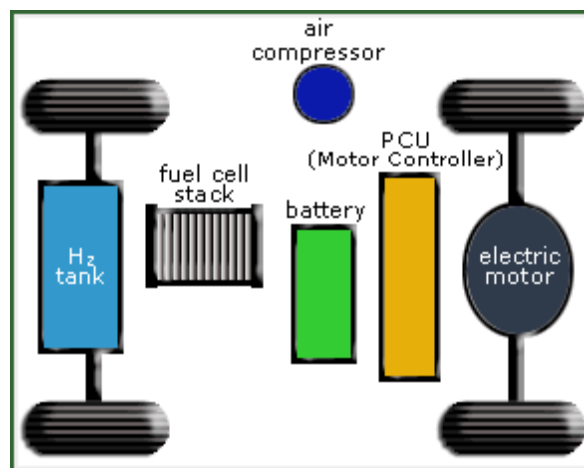
Σε μια συνήθη κυψέλη καυσίμου τα καύσιμα αέρια μορφής (π.χ. υδρογόνο) τροφοδοτούνται συνεχώς προς την άνοδο στο αρνητικό ηλεκτρόδιο καθώς ένα οξειδωτικό (π.χ. οξυγόνο) τροφοδοτείται προς την κάθοδο με θετικό ηλεκτρόδιο. Οι ηλεκτροχημικές αντιδράσεις λαμβάνουν χώρα στα ηλεκτρόδια για την παραγωγή ηλεκτρικού ρεύματος. Μια κυψέλη καυσίμου, αν και έχει στοιχεία και χαρακτηριστικά παρόμοια με αυτά μιας μπαταρίας, διαφέρει με αυτήν αρκετά. Η μπαταρία είναι μονάδα αποθήκευσης ενέργειας. Η μέγιστη διαθέσιμη ενέργεια καθορίζεται από την ποσότητα της χημικής ενέργειας που είναι αποθηκευμένη στην μπαταρία. Η μπαταρία θα σταματήσει να παράγει ηλεκτρική ενέργεια όταν η χημική της ενέργεια καταναλωθεί, δηλαδή όταν αυτή αποφορτιστεί. Για την επαναφόρτιση της, πρέπει να τροφοδοτήσουμε τη μπαταρία με ενέργεια από μια εξωτερική πηγή. Από την άλλη, η κυψέλη καυσίμου είναι μια συσκευή μετατροπής ενέργειας που θεωρητικά έχει τη δυνατότητα να παράγει ηλεκτρική ενέργεια όσο το καύσιμο και το οξειδωτικό παρέχονται στα ηλεκτρόδια (Andrew Dicks,2003). Στην πραγματικότητα όμως, η χημική διάβρωση και η δυσλειτουργία των υλικών περιορίζει πρακτικά τη λειτουργική διάρκεια των κυψελών καυσίμου. Το αέριο υδρογόνο είναι το καύσιμο για τις περισσότερες εφαρμογές, εξαιτίας της υψηλής του αντιδραστικότητας, της δυνατότητας να παράγεται από

υδρογονάνθρακες και της υψηλής του ενεργειακής πυκνότητας όταν αποθηκεύεται σε κρυγονική μορφή, π.χ. σε περιβάλλον διαστήματος. Παρομοίως, το οξυγόνο είναι το πιο κοινό οξειδωτικό αφού είναι ευρέως διαθέσιμο στην ατμόσφαιρα και εύκολα αποθηκεύεται.



Fuel cell structure

Στα υβριδικά οχήματα κυψελών καυσίμου (FCVs), το υδρογόνο αποθηκεύεται σε δεξαμενές καυσίμου που βρίσκονται επί του οχήματος και η ηλεκτρική ενέργεια που παράγεται από την κυψέλη καυσίμου τροφοδοτεί μια μπαταρία που ενεργοποιεί τον ηλεκτροκινητήρα και με τη σειρά του δίνει κίνηση στους τροχούς. Όσο λοιπόν είναι γεμάτη η δεξαμενή με το υδρογόνο, η αντίδραση οξυγόνου-υδρογόνου εξακολουθεί να υφίσταται στην κυψέλη, οπότε η μπαταρία θα φορτίζεται και το όχημα θα κινείται. Τα FCVs μπορεί να είναι δυο φορές πιο αποδοτικά από τα αντίστοιχα συμβατικού τύπου οχήματα. Μπορούν επίσης να εξοπλιστούν με άλλες σύγχρονες τεχνολογίες για αύξηση της απόδοσης, όπως συστήματα ανάκτησης, συστήματα ισχύος κατά το φρενάρισμα, όπου «αιχμαλωτίζουν» την ενέργεια που χάνεται κατά το φρενάρισμα και την αποθηκεύουν σε μια σειρά μεγάλων διαστάσεων μπαταρία, ανάλογα με τις ανάγκες.



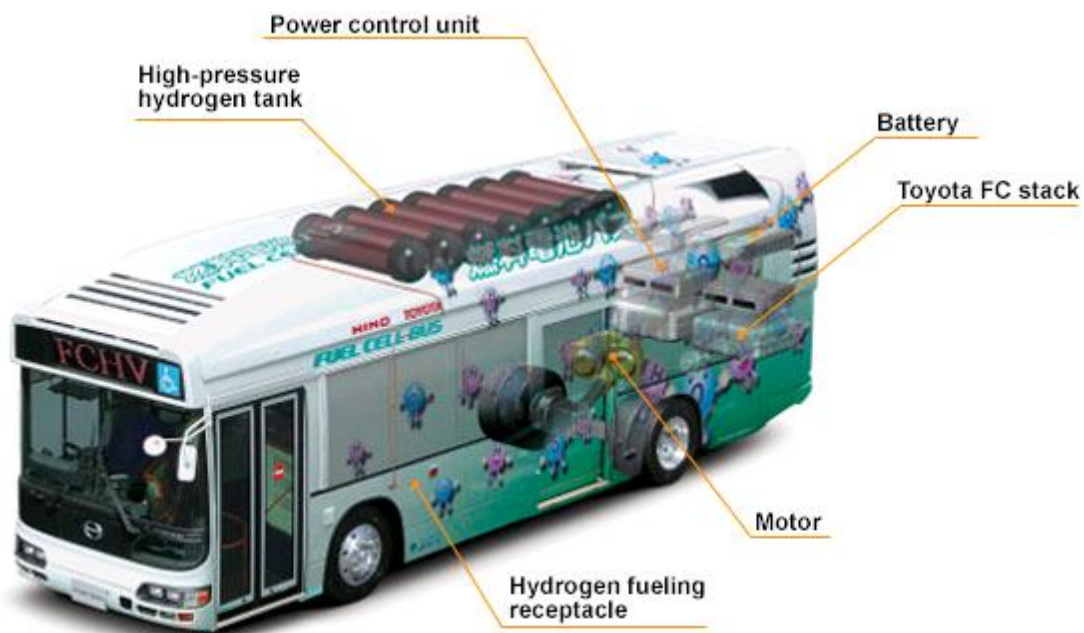
Layout of FCV

Τα FCVs μπορούν να τροφοδοτούνται με αέριο υδρογόνο που αποθηκεύεται απευθείας στο όχημα μέσα σε δεξαμενές ή παράγεται από ένα δευτερεύον καύσιμο, όπως η μεθανόλη, η αιθανόλη ή το φυσικό αέριο τα οποία εμπεριέχουν οξυγόνο. Αυτά τα δευτερεύοντα καύσιμα μετατρέπονται σε αέριο υδρογόνο από έναν αναμορφωτή καυσίμου (reformer) που είναι επί του οχήματος. Τα FCVs που τροφοδοτούνται αμέσως με υδρογόνο δεν εκπέμπουν ρύπους -

μόνο υδρατμό και θερμότητα, ενώ αυτά που κάνουν χρήση δευτερευόντων αερίων, με τη βοήθεια ενός αναμορφωτή καυσίμου (reformer) παράγουν μικρότερες ποσότητες αέριων ρύπων. Όπως και με τα άλλα ηλεκτρικά αυτοκίνητα, τα οχήματα κυψελών καυσίμου είναι αθόρυβα, κινούνται ομαλά, είναι ευχάριστα στην οδήγηση και έχουν την ίδια απόδοση όπως και τα συμβατικά. Τα λεωφορεία κυψελών καυσίμου ήδη λειτουργούν σε αρκετές πόλεις της Αμερικής. Τα πλεονεκτήματα των κυψελών καυσίμου είναι πέρα από μια απλή προσφορά λύσης σε περιβαλλοντικά και ενεργειακά ζητήματα. Επειδή οι κυψέλες καυσίμου παράγουν λίγη θερμότητα, λειτουργούν αθόρυβα χωρίς δονήσεις και μεταδίδουν την ενέργεια τους σε μορφή ηλεκτρισμού, μπορούν να τοποθετηθούν οπουδήποτε σε ένα όχημα. Η ισχύς δεν χρειάζεται να μεταδοθεί μηχανικά από κινητήρα στους τροχούς, οπότε οι σχεδιαστές μηχανικοί έχουν μεγαλύτερη ευχέρεια στη μελέτη κατασκευής του οχήματος κερδίζοντας, χώρο. Αναιρώντας τους συμβατικούς σχεδιαστικούς περιορισμούς, οι κυψέλες καυσίμου δίνουν τη δυνατότητα για νέες ιδέες στον σχεδιασμό των αυτοκινήτων(Thomas E Drennen,2007). Το Toyota Fine-X που παρουσιάστηκε στην 39η έκθεση στο Τόκιο είναι παράδειγμα αυτού του είδους της επαναστατικής υψηλής αποδοτικής δημιουργίας. Χρησιμοποιώντας μια συμβατική κυψέλη καυσίμου κάτω από το δάπεδο του αυτοκινήτου και τέσσερις ηλεκτροκινητήρες στους τροχούς, το Fine-X προσφέρει τεράστια άνεση στην εσωτερική καμπίνα παρά το μικρό του μέγεθος.



Toyota Fine-X



Λεωφορείο με κυψέλες καυσίμου

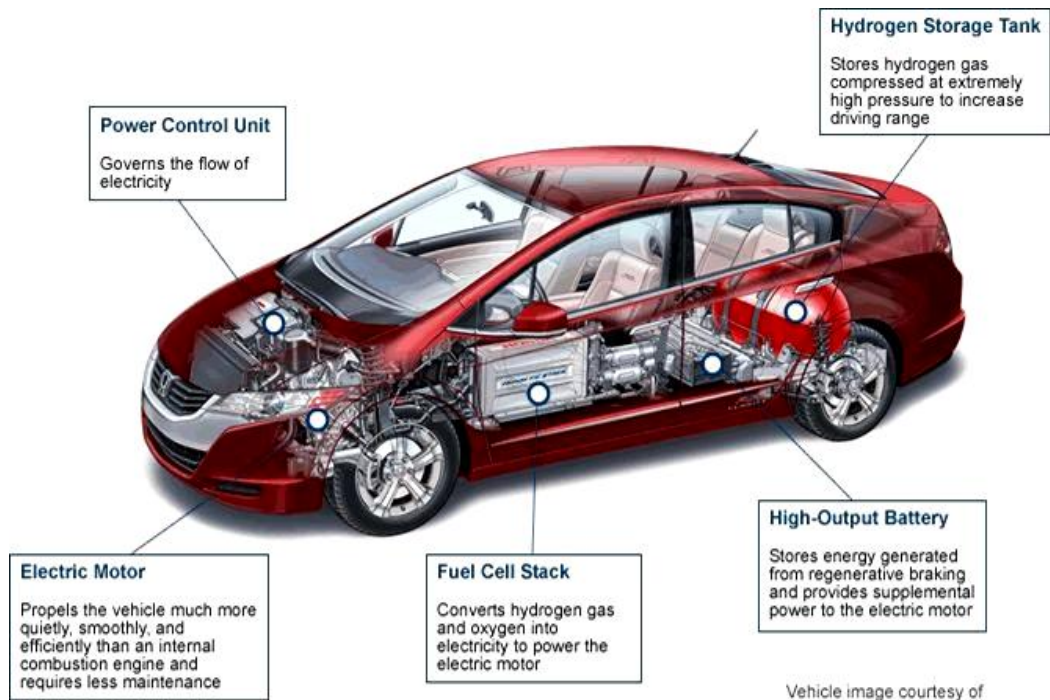


Εικονικός σταθμός ενός FCV

Το τετρακίνητο FCX Concept της Honda από τη άλλη, αποτελεί την τελευταία και πλέον εξελίξιμη έκδοση της μακράς σειράς οχημάτων των πειραματικών «κυψελωτών». Η FCX αποτελεί φορέα για όλες εκείνες τις καινοτόμες τεχνολογίες που ανακοινώθηκαν από τη Honda τους τελευταίους μήνες. Για παράδειγμα, στην κυψέλη του, έχει ενσωματωθεί η τεχνολογία εκείνη που παρέχει δυνατότητα λειτουργίας του σε θερμοκρασίες κάτω από το μηδέν και συγκεκριμένα έως και $-20\text{ }^{\circ}\text{C}$, ενώ αξίζει να σημειωθεί ότι παρά το γεγονός ότι οι εξωτερικές της διαστάσεις είναι αρκετά μικρές, είναι ταυτόχρονα και η ισχυρότερη της ιστορίας των FCX, αποδίδοντας 100 kW . Για να καταφέρει η Honda να λειτουργεί την κυψέλη στους $-20\text{ }^{\circ}\text{C}$ άλλαξε τη συνήθη - μέχρι τότε - οριζόντια ροή υδρογόνου και αέρα, στο εσωτερικό της κυψέλης, αντικαθιστώντας τη με μια κατακόρυφη. Τα δυο συνεργαζόμενα αέρια κινούνται, έτσι, με κατεύθυνση από την κορυφή της κυψέλης προς τον πυθμένα της, με αποτέλεσμα να απομακρύνει λόγω της βαρύτητας, το παραγόμενο νερό από τα στοιχεία της κυψέλης, συσσωρεύοντας το στον πυθμένα, και από εκεί να απορρέει προς το εξωτερικό. Αντίθετα, στις συμβατικές κυψέλες οριζόντιας ροής, η παραμονή του νερού στις επιφάνειες των στοιχείων οδηγεί σε παγοποίηση και αδρανοποίηση της κυψέλης. Με αυτά τα 100 kW , η κυψέλη υδρογόνου τροφοδοτεί τρεις κινητήρες: έναν κεντρικό των 80 kW για τους εμπρόσθιους τροχούς στους οποίους και μεταδίδει την κίνηση του μέσω συστήματος υποπολλαπλασιασμού και αρθρωτών ημιαξονίων και δυο μικρούς των 25 kW - «τύπου in-hub/εσωτερικού ρότορα» τοποθετημένους στα «έκκεντρα» των εσωτερικών των πίσω τροχών(Gijs Mom,2013).

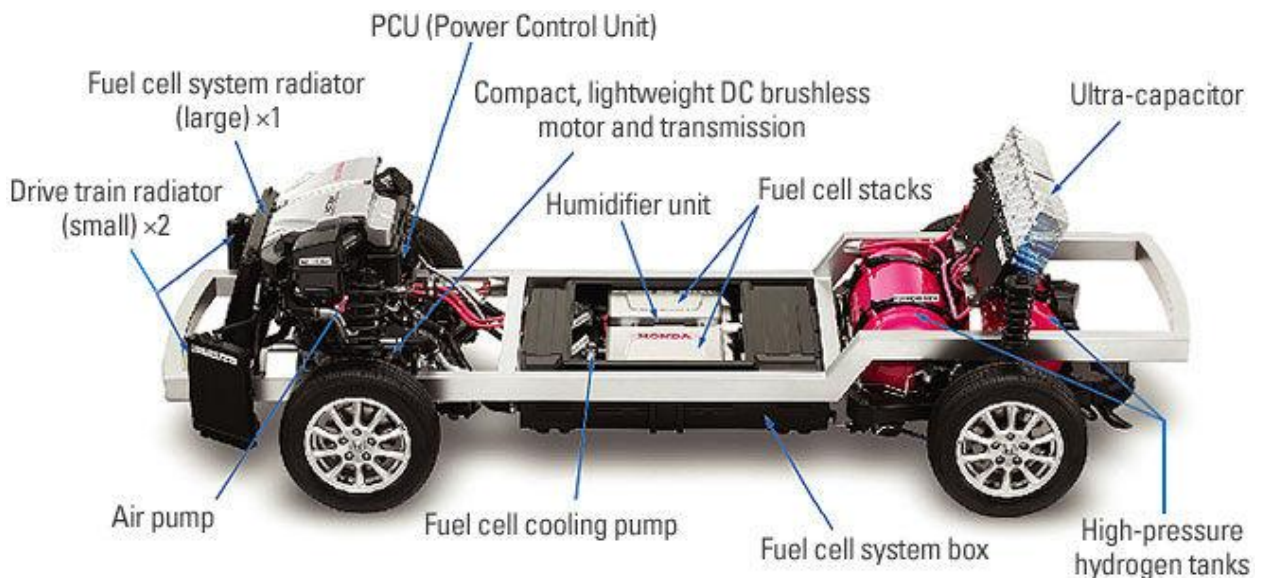


«in-hub ηλεκτροκινητήρας» των πίσω τροχών, ισχύος 25 kW ο καθένας



Vehicle image courtesy of American Honda Motor Co., Inc.

Το τετρακίνητο FCX Concept της Honda



Chassis of Honda FCX Concept

Υβριδικά Υδραυλικά Οχήματα

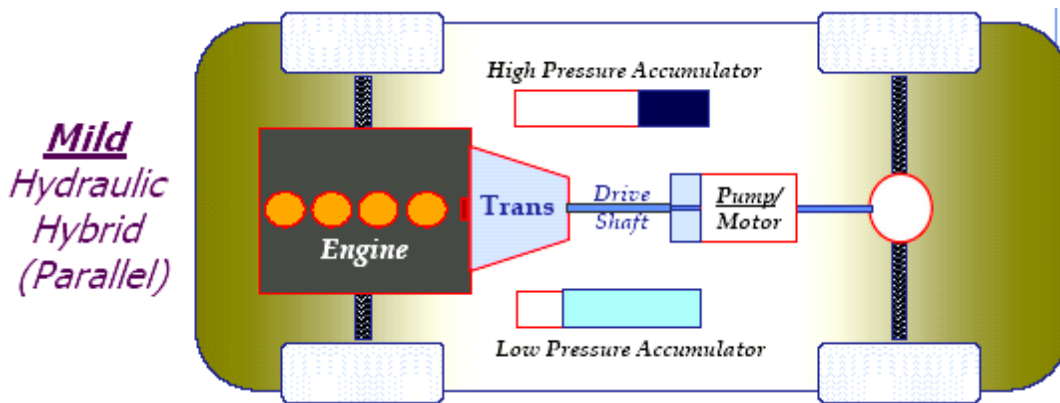
Ένα υδραυλικό υβριδικό όχημα χρησιμοποιεί υδραυλικά και μηχανικά στοιχεία αντί για ηλεκτρικά. Μια αντλία μεταβλητής μετατόπισης αντικαθιστά τον κινητήρα/γεννήτρια και ένας υδραυλικός συσσωρευτής αποθηκεύει ενέργεια στη μορφή υψηλού συμπιεσμένου αερίου αζώτου και αντικαθιστά τις μπαταρίες. Ο υδραυλικός συσσωρευτής, ο οποίος είναι υποχρεωτικά μία δεξαμενή πίεσης είναι φθηνότερη και μεγαλύτερης διάρκειας από τις μπαταρίες. Η υδραυλική υβριδική τεχνολογία αναπτύχθηκε από την εταιρεία Volvo Flygmotor και χρησιμοποιήθηκε πειραματικά σε λεωφορεία από τις αρχές του 1980 και παραμένει ακόμα μια ενεργή περιοχή ερευνητικά. Η αρχική σύλληψη της ιδέας είχε να κάνει με έναν τεράστιο σφόνδυλο ο οποίος ήταν συνδεδεμένος σε ένα υδροστατικό κιβώτιο, αλλά

αργότερα μετατράπηκε σε απλούστερο σύστημα κάνοντας χρήση του υδραυλικού συσσωρευτή συνδεδεμένου με υδραυλική αντλία. Αυτό το σύστημα αναπτύχθηκε επίσης από την εταιρία Eaton αλλά και από άλλες εταιρείες κατασκευής βαρέου τύπου οχημάτων όπως λεωφορεία, φορτηγά και στρατιωτικά οχήματα. Ένα παράδειγμα είναι το Ford F-350 Mighty Tonka το οποίο έκανε την εμφάνιση του το 2002. Το σύστημα αυτό στο συγκεκριμένο φορτηγό έδινε τη δυνατότητα επιπρόσθετης επιτάχυνσης σε ταχύτητες αυτοκινητόδρομου με μειωμένη κατανάλωση και ρύπους.

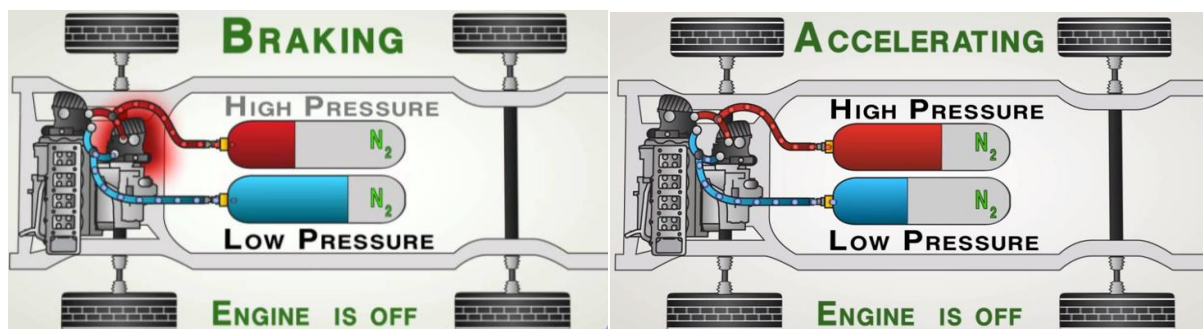


Ford F-350 Mighty Tonka

Ένα από τα ισχύοντα υδραυλικά συστήματα σε υβριδικά οχήματα είναι το λεγόμενο Υδραυλικό Βοηθητικό Σύστημα Προώθησης (Hydraulic Launch Assist) της εταιρίας Eaton. Το υδραυλικό αυτό σύστημα χρησιμοποιεί σύστημα ανάκτησης ισχύος κατά το φρενάρισμα. Σε αντίθεση με τα άλλα ηλεκτρικά αυτοκίνητα, τα οποία χρησιμοποιούν σύστημα ανάκτησης ισχύος για την παραγωγή ηλεκτρικής ενέργειας την οποία την αποθηκεύουν σε μπαταρίες για χρήση μεταγενέστερα από τον ηλεκτροκινητήρα, το υδραυλικό υβριδικό σύστημα ανακτά την ενέργεια στη μορφή πεπιεσμένου υδραυλικού ρευστού. Το HLA σύστημα κάνει χρήση ενός αναστρέψιμου κινητήρα/αντλίας που είναι συνδεδεμένος στον άξονα μετάδοσης κίνησης μέσω ενός συμπλέκτη και δυο συσσωρευτών. Όταν ο οδηγός πατάει το φρένο, η αντλία/κινητήρας ωθεί το υδραυλικό ρευστό από έναν χαμηλής πίεσης συσσωρευτή σε έναν υψηλής πίεσης συσσωρευτή, αυξάνοντας την πίεση του αερίου αζώτου στα 5000 psi. Κατά τη διάρκεια της επιτάχυνσης, το HLA σύστημα αλλάζει από τη λειτουργία της αντλίας στη λειτουργία του κινητήρα. Το αέριο άζωτο ωθεί το υδραυλικό ρευστό πίσω στον συσσωρευτή χαμηλής πίεσης και ο κινητήρας εφαρμόζει ροπή στον άξονα μετάδοσης κίνησης διαμέσου του συμπλέκτη. Το υδραυλικό υβριδικό όχημα χρησιμοποιεί την υδραυλική ενέργεια για την επιτάχυνση προώθησης, κάτι το οποίο οδηγεί σε σημαντική μείωση της κατανάλωσης καυσίμου και σε βελτιωμένη επιτάχυνση χάρη στη μεγάλη ισχύ των υδραυλικών συστημάτων (Myer Kutz, 2008).



Το Υδραυλικό Βοηθητικό Σύστημα Προώθησης σε υδραυλικό υβριδικό όχημα



Hydraulic Hybrid Breaking Mode Hydraulic Hybrid Accelerating Mode

3.6 Πειραματική διαδικασία

3.6.1 Βενζινοκίνητο Αυτοκίνητο τύπου SAAB 95

Ανάφλεξη με σπινθήρα (SI) Engine

Engine specifications: SAAB 95

Engine and Drive Train

- Transmission Type - MANUAL
- No. of Gears - 5 SPEED
- Engine
- Cc - 1985
- No. Of Valves - 16
- No. Of Cylinders - 4
- Cylinder Layout - IN-LINE
- Cylinder Bore (mm) - 90
- Cylinder Stroke (mm) - 78
- Power 150 HP/5500 RPM
- Torque 240 Nm/1800 RPM
- Camshaft Type - DOHC
- Fuel Delivery - TURBO INJECTION
- Catalytic Converter - Yes

- Engine Layout - FRONT TRANSVERSE
- CompressionRatio - 8.8:1
- Fuel Petrol
- Emissions: Standard Euro Emissions - EURO 3
- CO2-218 g/km
- CO - 0.4 g/km
- HC - 0.04 g/km
- NOx - 0.01 g/km
- Noise LeveldB(A) – 72

Performance Specifications:

Top Speed : 133.6 mph or 215 km/h

Acceleration 0-62 Mph (0-100 kph) 9.8 S

Fuel consumption specifications : City18.1 mpg US or 13 L/100Km

Highway34.1 mpg US or6.9 L/100Km

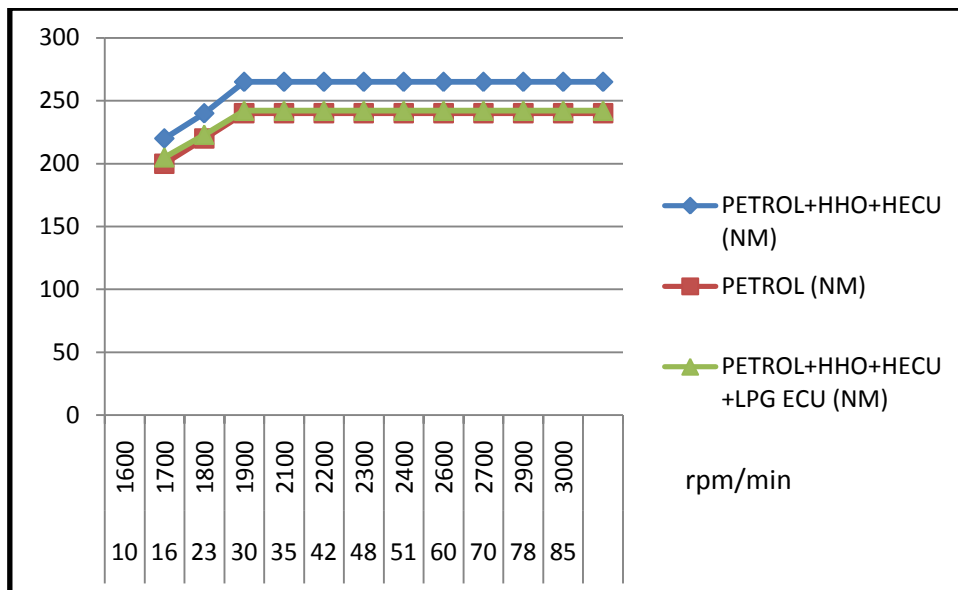
Combined25.6 mpg US or9.2 L/100Km

Transmission specifications: Drive TypeFront Wheel Drive

Gearbox: Manual, 5 Speed

Πίνακας 3.1 Αποτελέσματα Ροπής κινητήρα:

RPM (RPM/MIN)	PETROL+HHO+HECU (NM)	PETROL (NM)	PETROL+HHO+HECU +LPG ECU (NM)	U-KM/HR
1600	220	200	205	10
1700	240	220	223	16
1800	265	240	242	23
1900	265	240	242	30
2100	265	240	242	35
2200	265	240	242	42
2300	265	240	242	48
2400	265	240	242	51
2600	265	240	242	60
2700	265	240	242	70
2900	265	240	242	78
3000	265	240	242	85

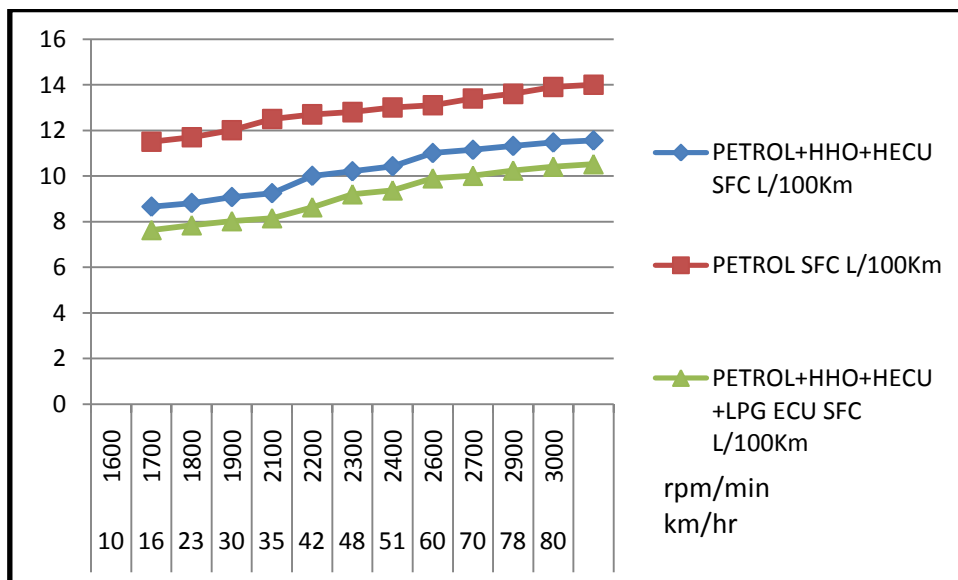


Διάγραμμα 3.1 Αποτελέσματα Ροπής κινητήρα

Η ροπή του κινητήρα αυξήθηκε ένας μέσο όρο 9% με τη χρήση του συστήματος HHO+HECU σε σύγκριση με την απλή λειτουργία βενζίνης. Αυτό σημαίνει ότι παρατηρήθηκε και μια αύξηση στην ισχύ του κινητήρα. Η αύξηση της δύναμης οφειλόταν στην συγκέντρωση οξυγόνου HHO και στην καλύτερη ανάμιξη του HHO με τον αέρα καυσίμου (A/F Ratio) δίνοντας ενίσχυση στην καύση. Επίσης, η υψηλή ταχύτητα και η ομοιόμορφη στρωτή φλόγα του HHO σύμβαιε στην μικρότερη περίοδο της καύσης με μικρότερες απώλειες κατά τη διάρκεια της καύσης, πολύ πιο κοντά στο ιδανικό σταθερό αναλογικό όγκο της καύσης και ως αποτέλεσμα την αυξημένη θερμική απόδοση του κινητήρα. Τα αποτελέσματα δείχνουν ότι η προσθήκη του HHO μεγαλώνει σημαντικά την εύφλεκτη περιοχή και επεκτείνει το όριο αναφλεξιμότητας σε χαμηλότερες αναλογίες λόγω της ισοδυναμίας της αναλογίας του μείγματος, ειδικά στις χαμηλές στροφές. Το HHO έχει χαμηλή ενέργεια ανάφλεξης και γρήγορη ταχύτητα καύσης, ενώ το μείγμα HHO-βενζίνης μπορεί να αναφλεγεί πιο εύκολα καθώς καίγεται γρηγορότερα από την καθαρή βενζίνη. Με αυτό τον τρόπο το μείγμα βελτιώνει τις ροπές του κινητήρα στις χαμηλές ταχύτητες. Στις μέγιστες στροφές και σταθερά πάνω από 1800 r.p.m η ροπή παραμένει η ίδια σύμφωνα με το κατασκευαστή. Σε αντίθετη περίπτωση η ροπή μειώθηκε σε επίπεδα του κατασκευαστή κατά τη προσθήκη του LPG δια το λόγο ότι το υγραέριο έχει πιο χαμηλή ενεργειακή περιεκτικότητα από τη βενζίνη και σταθεροποιήθηκε και πάλι πάνω από τις 1800 r.p.m . Το χαμηλό όριο αναλογίας μείγματος και όγκου του HHO επιτρέπει τη σταθερή καύση σε πολύ φτωχό μείγμα. Επίσης, λόγω της ελάχιστης ενέργειας ανάφλεξης το HHO έχει φθίνουσα συνάρτηση του λόγου ισοδυναμίας, με αποτέλεσμα μερικές φορές η προανάφλεξη να είναι αναπόφευκτη. Η ηλεκτρονικές μονάδες HECU+LPG ECU ειδικά στις χαμηλές ταχύτητες με σωστό προγραμματισμό απότρεψετη προανάφλεξη σε όλες τις στροφές και σε όλη τη χαρτογράφηση του φορτίου του κινητήρα(ρυθμός ροής του υδρογόνου 2,2 L/Min).

Πίνακας 3.2 Αποτελέσματα της Ειδικής κατανάλωσης καυσίμου SFC:

RPM (RPM/MIN)	PETROL+HHO+ HECU SFC L/100Km	PETROL SFC L/100Km	PETROL+HHO+ HECU +LPG ECU SFC L/100Km	U-KM/HR
1600	8.66	11.5	7.63	10
1700	8.82	11.7	7.84	16
1800	9.08	12.0	8.02	23
1900	9.25	12.5	8.15	30
2100	10.01	12.7	8.63	35
2200	10.21	12.8	9.20	42
2300	10.43	13	9.37	48
2400	11.01	13.1	9.90	51
2600	11.15	13.4	10.01	60
2700	11.32	13.6	10.24	70
2900	11.47	13.9	10.41	78
3000	11.56	14	10.52	80



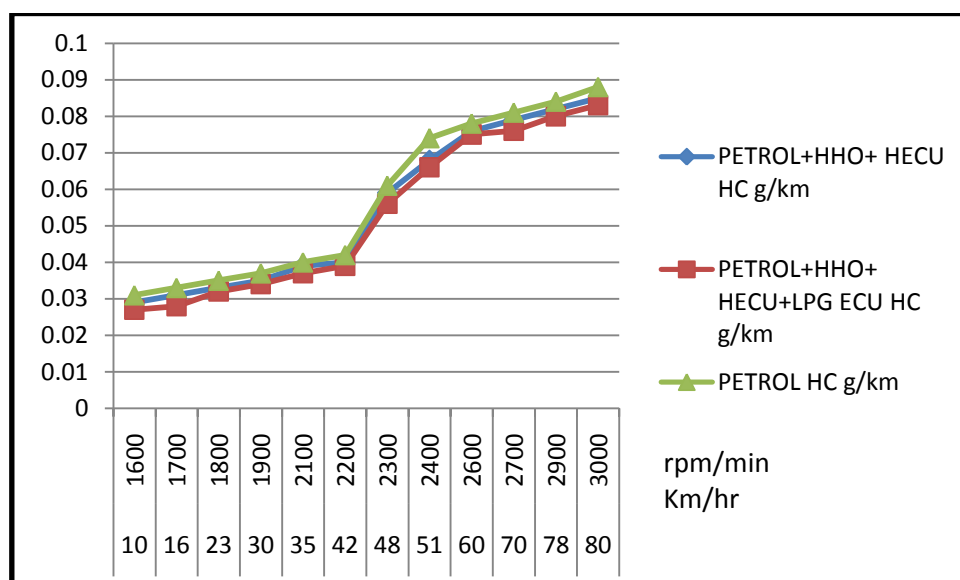
Διάγραμμα 3.2 Ειδική κατανάλωση καυσίμου (SFC)

Ένα μέσο όρο επιτυγχάνεται κέρδος 20% όσον αφορά τη ειδική κατανάλωση καυσίμου SFC με τη χρήση του συστήματος HHO+HECU. Όσον αφορά τη θερμική απόδοση του κινητήρα η οποία συμβολίζει την αποδοτικότητα του κινητήρα η_{th} καθώς και τις οικονομικές επιδόσεις διαφάνηκε να είναι υψηλότερες. Η βελτίωση στην αποδοτικότητα του κινητήρα εμπλουτισμένο με HHO+LPG στον SI κινητήρα ήταν εμφανής στη χαμηλή απόλυτη πίεσης της πολλαπλής MAP. Η περαιτέρω μείωση της SFC σε 29% οφειλόταν στην ομοιομορφη ανάμιξη του HHO+LPG με αέρα και στη υψηλή ικανότητα διάχυσης του HHO, με το δείκτη οξυγόνου του αερίου HHO+LPG να υποβοηθά τη βενζίνη κατά τη διάρκεια της διαδικασίας της καύσης με στόχο τη καλύτερη καύση. Αυτό μπορεί να αποδοθεί στο ότι, σε υψηλές ταχύτητες, η βενζίνη είναι δύσκολο να καεί εντελώς σε φτωχό μείγμα λόγω του αυξημένου υπολειμματικού κλάσματος του αερίου και την κακή ανάμιξη. Αφού το HHO αποκτά υψηλή ταχύτητα καύσης και μεγάλη ευφλεκτότητα, η προσθήκη του υδρογόνου υποβοήθησε τη

βενζίνη να καεί ταχύτερα και πληρέστερα σε όλο το φάσμα των στροφών του κινητήρα. Ωστόσο, σε χαμηλές ταχύτητες και σε μέγιστο όριο ευφλεκτότητας το ΗΗΟ είχε θετική επίδραση στην απόδοση της καύσης λόγω της απαίτησης του μείγματος να βρίσκεται σε στοιχειομετρική αναλογία 14.7-1. Παρεμβαίνοντας όμως με την ηλεκτρονική μονάδα ΗΕCυ και τη LPG+ECυ το μείγμα προσαρμόστηκε τέλεια εξασφαλίζοντας τη κατάλληλη αναλογία των παραμέτρων με ρυθμός ροής του υδρογόνου 2,2 L/Min.

Πίνακας 3.3 Αποτελέσματα των Άκαυστων Υδρογονανθράκων (HC):

RPM (RPM/MIN)	PETROL+HHO+ HECυ HCg/km	PETROL+HHO+ HECυ +LPGECυ HCg/km	PETROL HCg/km	U-KM/HR
1600	0.029	0.027	0.031	10
1700	0.031	0.028	0.033	16
1800	0.033	0.032	0.035	23
1900	0.035	0.034	0.037	30
2100	0.039	0.037	0.04	35
2200	0.04	0.039	0.042	42
2300	0.059	0.056	0.061	48
2400	0.068	0.066	0.074	51
2600	0.076	0.075	0.078	60
2700	0.079	0.076	0.081	70
2900	0.082	0.08	0.084	78
3000	0.085	0.083	0.088	80



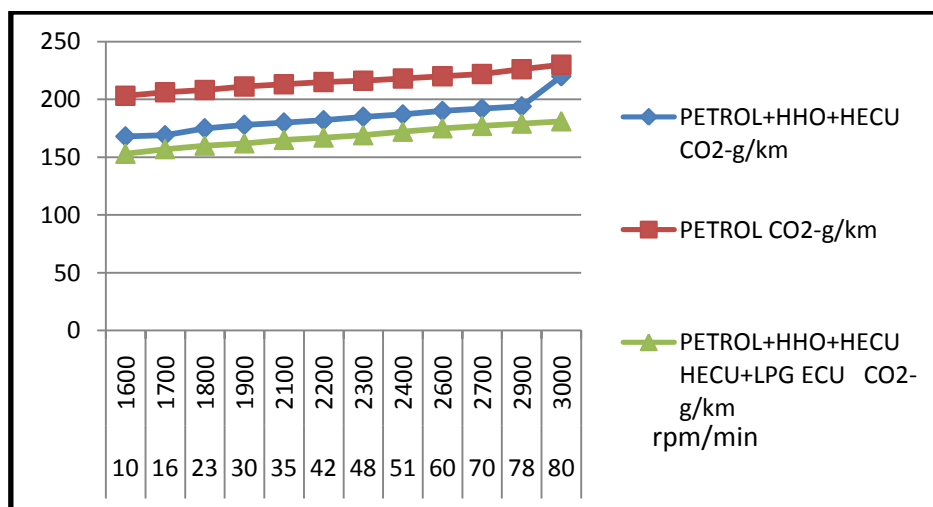
Διάγραμμα 3.3 Άκαυστοι Υδρογονανθράκες (HC)

Μια μέση μείωση κατά 4% επιτυγχάνεται σε εκπομπές HC με χρήση ΗΗΟ+ΗΕCυ σε σύγκριση με την απλή λειτουργία βενζίνης περαιτέρω μείωση 7% με χρήση

HHO+HECU+LPG+ECU. Σε συνθήκες υψηλής ταχύτητας, το μικρό χρονικό άνοιγμα της πολλαπλής εμποδίζει την επαρκή ποσότητα του αέρα για τη εισαγωγή του μείγματος εντός του κυλίνδρου και της βενζίνης και δεν μπορεί να καεί επαρκώς. Το ευρύ φάσμα αναφλεξιμότητας του υδρογόνου και υγραερίου αποβάλλει λιγότερες εκπομπές HC ειδικά κάτω από όλες τις συνθήκες οδήγησης. Με τη βοήθεια των ηλεκτρονικών μονάδων HECU+LPG ECU ο δείκτης οξυγόνου του HHO λειτουργεί αποδοτικότερα στην καύση και μειώνει περαιτέρω τις εκπομπές HC. Στις χαμηλές στροφές του κινητήρα, λόγω του υψηλού όγκου του HHO και του υγραερίου, η σωστή ροή του αέρα δεν μπορεί να επιτευχθεί πλήρως σε σωστή αναλογία με αποτέλεσμα να παρατηρείται προανάφλεξη. Διαφαίνεται όμως ότι με το κατάλληλο προγραμματισμό των μονάδων HECU+LPG ECU και με ρυθμό ροής του HHO 2.2 L / min επιτυγχάνεται σχεδόν πλήρης καύση σε όλες της συνθήκες του κινητήρα με ή χωρίς φορτίο.

Πίνακας 3.4 Αποτελέσματα Εκπομπών διοξειδίου του άνθρακα:

RPM (RPM/MIN)	PETROL+HHO+HECU CO2-g/km	PETROL CO2- g/km	PETROL+HHO+ HECU +LPG ECU CO2-g/km	U-KM/HR
1600	168	203	153	10
1700	169	206	157	16
1800	175	208	160	23
1900	178	211	162	30
2100	180	213	165	35
2200	182	215	167	42
2300	185	216	169	48
2400	187	218	172	51
2600	190	220	175	60
2700	192	222	177	70
2900	194	226	179	78
3000	196	230	181	80

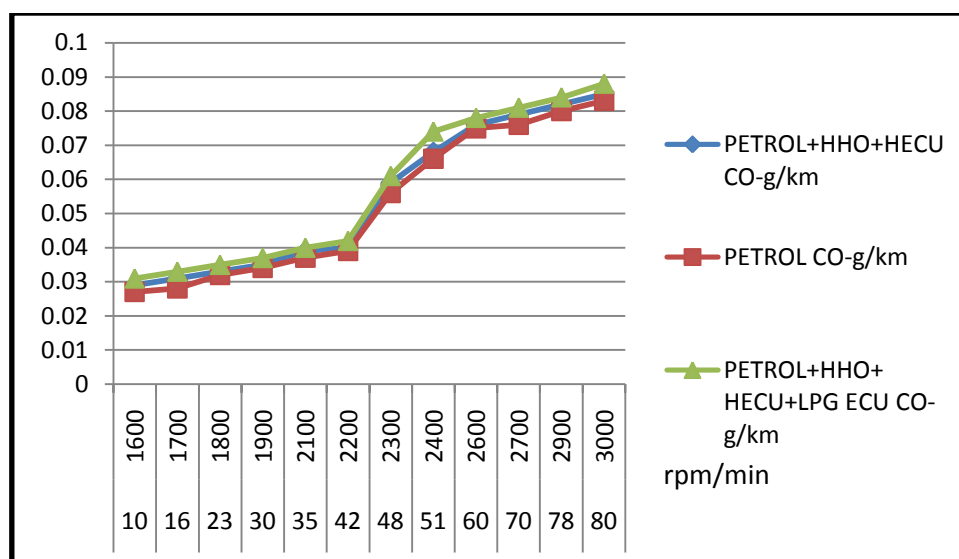


Διάγραμμα 3.4 Εκπομπές διοξειδίου του άνθρακα

Μια μέση μείωση της τάξεως του 14% προκαλείται όσον αφορά τις εκπομπές CO₂ εντός πόλης με τη χρήση του HHO+ECU ενώ με τη χρήση HHO+ECU+LPG ECU παρατηρήθηκε μείωση 22%. Η μειωμένη απουσία του άνθρακα στο αέριο HHO είναι ένας σημαντικός λόγος για τη ελάττωση του CO₂. Επίσης η περίσσεια ποσότητα O₂ στο μείγμα καθώς και ο κατάλληλος προγραμματισμός των ηλεκτρονικών μονάδων HHO+ECU+LPG ECU+ βενζίνης αναγκάζει το μείγμα να καίγεται πιο γρήγορα και πιο ολοκληρωμένα από ό, τι η βενζίνη. Έτσι, οι εκπομπές CO₂ σε όλες τις στροφές του κινητήρα και σε φτωχές συνθήκες ακόμη μειώνονται αποτελεσματικά μετά την προσθήκη του υδρογόνου και του υγραερίου. Ο προγραμματισμός ροής του υδρογόνου ήταν 2,2L/Min

Πίνακας 3.5 Αποτελέσματα Εκπομπών μονοξειδίου του άνθρακα:

RPM (RPM/MIN)	PETROL+HHO+HECU CO-g/km	PETROL CO-g/km	PETROL+HHO+ HECU +LPG ECU CO-g/km	U-KM/HR
1600	0.029	0.027	0.031	10
1700	0.031	0.028	0.033	16
1800	0.033	0.032	0.035	23
1900	0.035	0.034	0.037	30
2100	0.039	0.037	0.04	35
2200	0.04	0.039	0.042	42
2300	0.059	0.056	0.061	48
2400	0.068	0.066	0.074	51
2600	0.076	0.075	0.078	60
2700	0.079	0.076	0.081	70
2900	0.082	0.08	0.084	78
3000	0.085	0.083	0.088	80



Διάγραμμα 3.5 Εκπομπές μονοξειδίου του άνθρακα

Το Μονοξείδιο του άνθρακα CO μειώνεται κατά 4% με τη χρήση του HHO+ECU ενώ με τη χρήση των ηλεκτρονικών μονάδων HHO+ECU+LPG+ECU παρατηρήθηκε μείωση 7%. Η μειωμένη απουσία του άνθρακα στο μείγμα είναι ένας σημαντικός παράγοντας για την μείωση των εκπομπών CO. Το ευρύ φάσμα αναφλεξιμότητας και η υψηλή ταχύτητα καύσης του HHO και ο κατάλληλος προγραμματισμός των μονάδων HHO+ECU+LPG+ECU εξασφαλίζει στον κινητήρα τη σωστή λειτουργία ακόμη και σε χαμηλά φορτία. Το μίγμα HHO+LPG καίγεται πιο γρήγορα και πιο ολοκληρωμένα από την καθαρή βενζίνη. Έτσι, η εκπομπή CO σε υψηλές ταχύτητες και σε φτωχό ακόμη αναλογικό μείγμα παρατηρείται μείωση. Ο εμπλουτισμός του HHO σε οξυγόνο, παρέχει υψηλότερη απόδοση καύσης και επιτυγχάνεται με αυτό τον τρόπο μείωση των εκπομπών CO ανάλογα με το ρυθμό ροής του HHO. Ο ρυθμός ροής του HHO ήταν 2.2 L / min.

3.6.2 Πετρελαιοκίνητο Αυτοκίνητο JEEPCHEROKEE 2001

Ανάφλεξημεσουπίεση (CI) Engine

Engine specifications: JEEP CHEROKEE 2001

Engine and Drive Train

Transmission Type - MANUAL

No. of Gears - 5 SPEED

Engine Cc - 2499 cm³

HP:114

TORQUE : 278 NM Aver.

No. of Valves - 16

No. of Cylinders - 4

Cylinder Layout - IN-LINE

Cylinder Bore (mm) - 92 mm

Cylinder Stroke (mm) - 94 mm

Camshaft Type - OHV

Fuel Delivery – Turbo diesel indirect injection

Catalytic Converter - Yes

Engine Layout - Front Transverse and option 4-wheel drive low and high

Compression Ratio - 20.95 : 1

Fuel: Diesel

Emissions: Standard Euro Emissions - EURO 3

CO₂-265 g/km

CO - 0.64 g/km

HC - 0.56 g/km

NO_x - 0.50 g/km

Fuel consumption specifications:

City 12.8 L/100Km

Highway 6.9 L/100Km

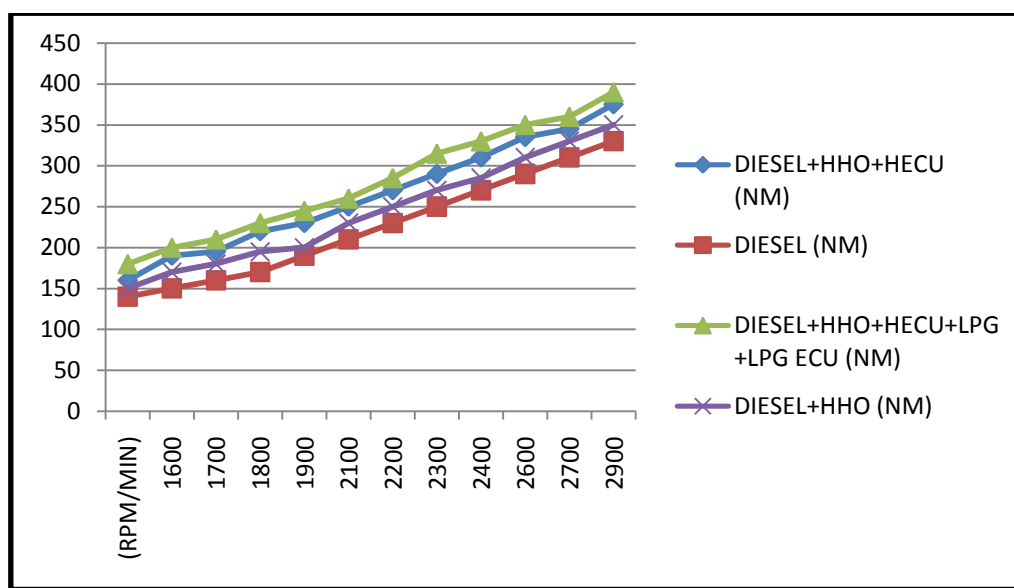
Extra urban 8.4 L/100Km

Combined 8.9 L/100Km

Gearbox: Manual, 5 Speed

Πίνακας 3.6 Αποτελέσματα Ροπής κινητήρα:

DIESEL+HHO (NM)	RPM (RPM/MIN)	DIESEL+HHO +HECU (NM)	DIESEL (NM)	DIESEL+HHO+HECU +LPG+LPG ECU (NM)
150	1600	160	140	180
170	1700	190	150	200
180	1800	195	160	210
195	1900	220	170	230
200	2100	230	190	245
230	2200	250	210	260
250	2300	270	230	285
270	2400	290	250	315
285	2600	310	270	330
310	2700	335	290	350
330	2900	345	310	360
350	3000	375	330	390



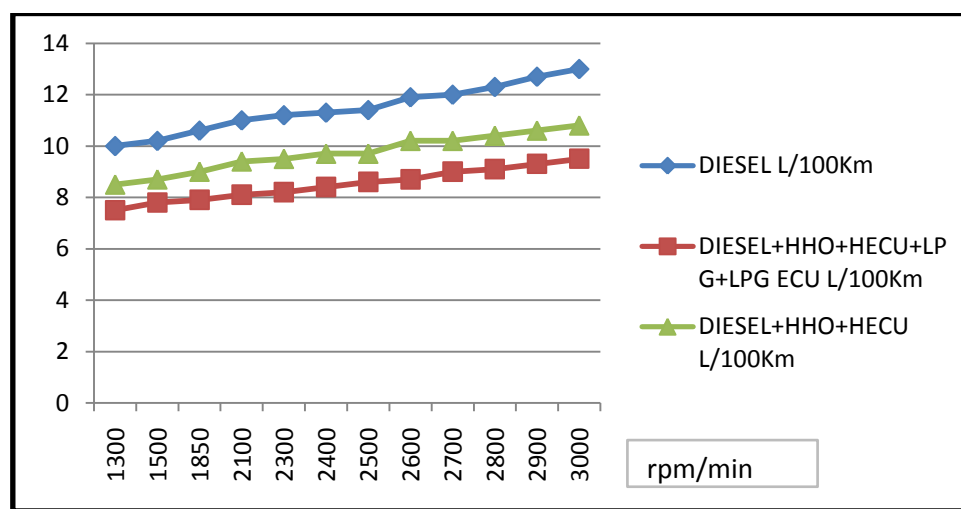
Διάγραμμα 3.6 Ροπής κινητήρα

Η ροπή του κινητήρα αυξήθηκε κατά μέσο όρο 15% με τη χρήση του HHO+ECU ενώ με τη χρήση HHO+ECU+LPG ECU παρατηρήθηκε αύξηση 20% με παράλληλη αύξηση της ισχύος του κινητήρα. Η αύξηση της δύναμης οφειλόταν στην συγκέντρωση οξυγόνου HHO και στην καλύτερη ανάμιξη του HHO+LPG με τον αέρα καυσίμου (A/F Ratio) δίνοντας ενίσχυση στην καύση. Επίσης, η υψηλή ταχύτητα και η ομοιόμορφη στρωτή φλόγα του HHO σύμβαιε στην μικρότερη περίοδο της καύσης με μικρότερες απώλειες κατά τη διάρκεια της καύσης, πολύ πιο κοντά στο ιδανικό σταθερό αναλογικό όγκο ισοδυναμίας της καύσης με αποτέλεσμα την αυξημένη θερμική απόδοση του μείγματος. Τα αποτελέσματα δείχνουν ότι η προσθήκη του

ΗΗΟ μεγαλώνει σημαντικά την εύφλεκτη περιοχή και επεκτείνει το όριο αναφλεξιμότητας σε χαμηλότερες αναλογίες λόγω ισοδυναμίας ειδικά στις χαμηλές στροφές. Το ΗΗΟ έχει γρήγορη ταχύτητα καύσης, ενώ το μείγμα ΗΗΟ-πετρέλαιο μπορεί να αναφλεγεί πιο εύκολα και καίγεται γρηγορότερα από το καθαρό πετρέλαιο ειδικά ακόμη και σε περιπτώσεις «cold star». Η αύξηση όμως της ροπής πάνω και από τα όρια του κατασκευαστή αλλά σε επιτρεπτά όρια αυξανόταν λόγω του κατάλληλου προγραμματισμού των ηλεκτρονικών μονάδων ΗΗΟ+ΗΕCυ+LPG ECU. Το χαμηλό όριο αναλογίας όγκου του ΗΗΟ στο μείγμα επιτρέπει τη σταθερή καύση σε πολύ φτωχό μείγμα. Επίσης, λόγω της ελάχιστης ενέργειας ανάφλεξης το ΗΗΟ έχει φθίνουσα συνάρτηση του λόγου ισοδυναμίας, με αποτέλεσμα μερικές φορές η προανάφλεξη να είναι αναπόφευκτη. Ο κατάλληλος προγραμματισμός των ηλεκτρονικών μονάδων ΗΕCυ+LPG ECU ρυθμίζεται να αποφέρει ρυθμό ροής του υδρογόνου 2,2 L/Min και αποφυγή της προανάφλεξης(knocking engine).

Πίνακας 3.7 Αποτελέσματα Ειδικής κατανάλωσης καυσίμου:

DIESEL+HHO+HECU L/100Km	RPM (rpm/min)	DIESEL L/100Km	DIESEL+HHO+HECU+LPG+LPG ECU L/100Km
8.5	1300	10	7.5
8.7	1500	10.2	7.8
9	1850	10.6	7.9
9.4	2100	11	8.1
9.5	2300	11.2	8.2
9.7	2400	11.3	8.4
9.7	2500	11.4	8.6
10.2	2600	11.9	8.7
10.2	2700	12.0	9
10.4	2800	12.3	9.1
10.6	2900	12.7	9.3
10.8	3000	13	9.5

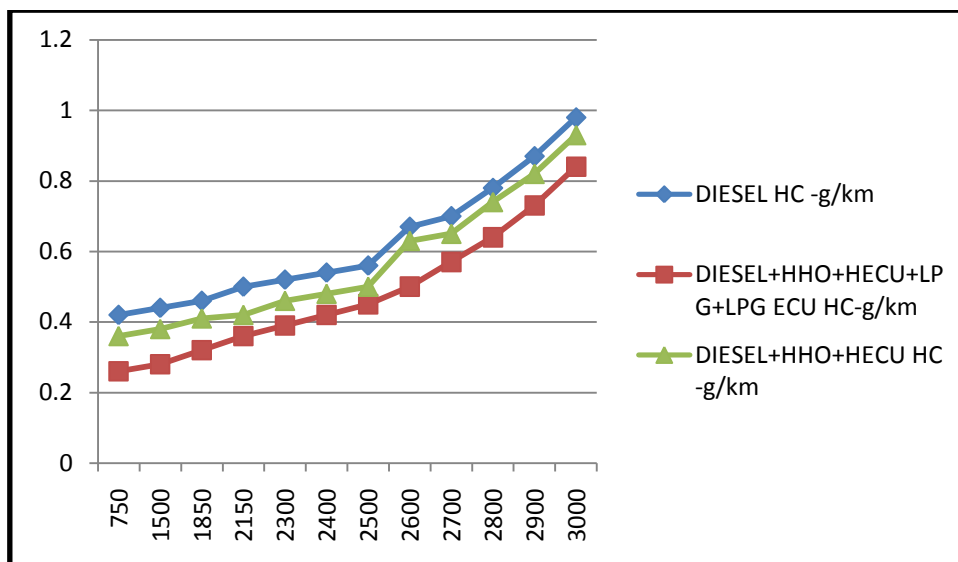


Διάγραμμα 3.7 Ειδική κατανάλωση καυσίμου

Ένα μέσο όρο επιτυγχάνεται κέρδος του 15% επιτυγχάνεται όσον αφορά τη ειδική κατανάλωση καυσίμου SFC με τη χρήση του συστήματος HHO+HECU και 26% με τη χρήση του συστήματος HHO+HECU+LPG+ECU.Όσον αφορά τη θερμική απόδοση του κινητήρα η οποία συμβολίζει την αποδοτικότητα του κινητήρα η_{th} και τις οικονομικές επιδόσεις διαφαίνεται να είναι υψηλότερες με αρκετά μειωμένη κατανάλωση. Η βελτίωση στην αποδοτικότητα του κινητήρα ο οποίος εμπλουτίζεται με HHO στον CI κινητήρα είναι εμφανής. Η μείωση της SFC οφείλεται στην ομοιόμορφη ανάμιξη του HHO+LPG με αέρα καθώς και στη υψηλή ικανότητα διάχυσης του HHO, με το δείκτη οξυγόνου του αερίου HHO να υποβοηθά το πετρέλαιο κατά τη διάρκεια της διαδικασίας τη καύσης, δίνοντας καλύτερη καύση στο κύλινδρο. Αυτό μπορεί να αποδοθεί στο ότι, σε υψηλές ταχύτητες το πετρέλαιο είναι δύσκολο να καεί εντελώς σε φτωχό μείγμα λόγω του αυξημένου υπολειμματικού κλάσματος του αερίου και την κακή ανάμιξη. Αφού το HHO+LPG αποκτά υψηλή ταχύτητα καύσης και μεγάλη ευφλεκτότητα, η προσθήκη του υδρογόνου υποβοηθά το πετρέλαιο να καεί ταχύτερα και πληρέστερα σε συνθήκες υψηλής ταχύτητας και στροφών σε όλη τη χαρτογράφηση του κινητήρα. Ωστόσο, σε χαμηλές ταχύτητες και σε μέγιστο όριο ευφλεκτότητας αποτρέπει το HHO να έχει θετική επίδραση στην απόδοση της καύσης λόγω της απαίτησης του μείγματος να βρίσκεται σε στοιχειομετρική αναλογία 14.7-1. Με τη χρήση και ρύθμιση των ηλεκτρονικών μονάδων HECU+LPG ECU το μείγμα προσαρμόζεται τέλεια και εξασφαλίζει τη κατάλληλη αναλογία των παραμέτρων με ρυθμό ροής υδρογόνου 2,2 L/Min.

Πίνακας 3.8 Αποτελέσματα Εκπομπών υδρογονανθράκων:

DIESEL+HHO+HECU HC-g/km	RPM (rpm/min)	DIESEL HC-g/km	DIESEL+HHO+HECU+LPG+LPG ECU HC-g/km
0.36	750	0.42	0.26
0.38	1500	0.44	0.28
0.41	1850	0.46	0.32
0.42	2150	0.5	0.36
0.46	2300	0.52	0.39
0.48	2400	0.54	0.42
0.5	2500	0.56	0.45
0.63	2600	0.67	0.5
0.65	2700	0.7	0.57
0.74	2800	0.78	0.64
0.82	2900	0.87	0.73
0.93	3000	0.98	0.84

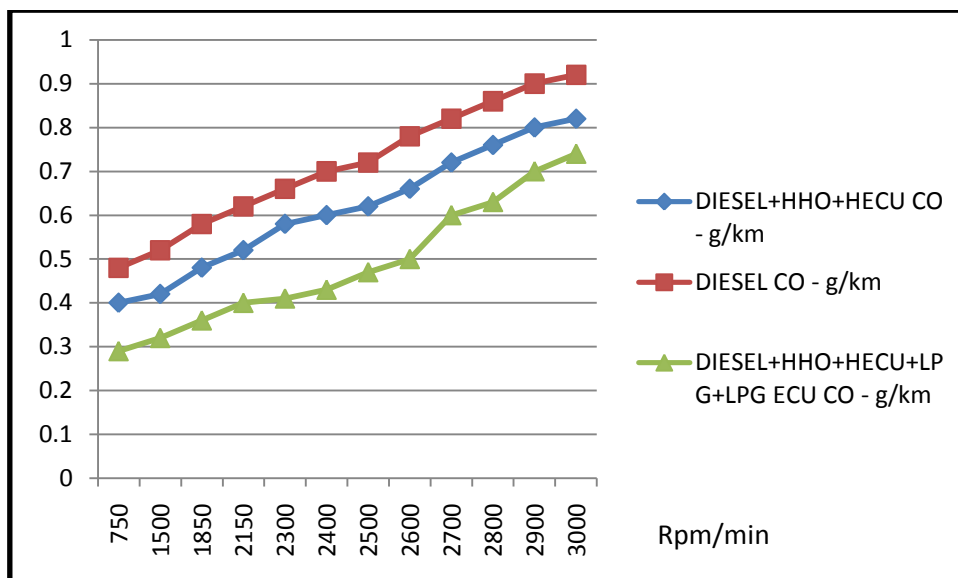


Διάγραμμα 3.8 Εκπομπές υδρογονανθράκων

Μια μέση μείωση κατά 9% επιτυγχάνεται με τη χρήση του συστήματος HHO+HECU και 23% με τη χρήση του συστήματος HHO+HECU+LPG+ECU. Σε συνθήκες υψηλής ταχύτητας, το μικρό χρονικό άνοιγμα της πολλαπλής εμποδίζει την επαρκή ποσότητα του αέρα στη εισαγωγή. Το μείγμα εντός του κυλίνδρου δεν μπορεί να καεί επαρκώς. Το ευρύ φάσμα αναφλεξιμότητας του υδρογόνου και υγραερίου αποβάλλει λιγότερες εκπομπές HC. Με το κατάλληλο προγραμματισμό των ηλεκτρονικών μονάδων HECU+LPG ECU ο δείκτης οξυγόνου στο μείγμα αυξάνεται και λειτουργεί αποδοτικότερα κατά τη διάρκεια της καύσης μειώνοντας περαιτέρω τις εκπομπές HC. Στις χαμηλές στροφές του κινητήρα, λόγω του υψηλού όγκου του HHO και του υγραερίου, η σωστή ροή του αέρα και του μείγματος δεν μπορεί να επιτευχθεί πλήρως και σε σωστή αναλογία, σαν αποτέλεσμα να αποτρέπεται η πλήρη καύση του πετρελαίου. Με ρυθμό ροής του HHO 2.2 L / min επιτυγχάνεται σχεδόν πλήρης καύση σε όλες της συνθήκες του κινητήρα με ή χωρίς φορτίο.

Πίνακας 3.9 Αποτελέσματα Εκπομπών μονοξειδίου του άνθρακα:

DIESEL+HHO+HECU CO - g/km	RPM (rpm/min)	DIESEL CO - g/km	DIESEL+HHO+HECU+LPG+LPG ECU CO - g/km
0.4	750	0.48	0.29
0.42	1500	0.52	0.32
0.48	1850	0.58	0.36
0.52	2150	0.62	0.4
0.58	2300	0.66	0.41
0.6	2400	0.7	0.43
0.62	2500	0.72	0.47
0.66	2600	0.78	0.5
0.72	2700	0.82	0.60
0.76	2800	0.86	0.63
0.8	2900	0.9	0.70
0.82	3000	0.92	0.74

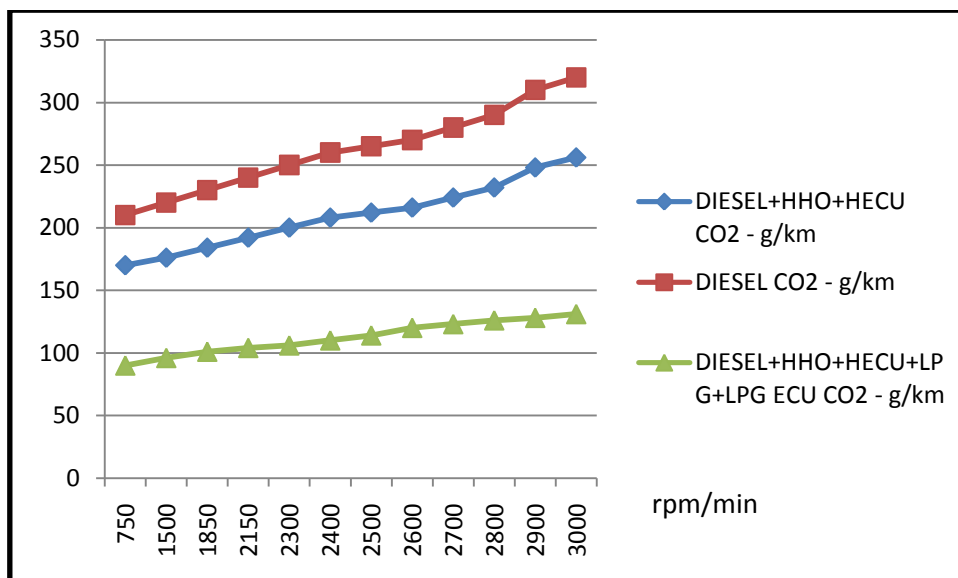


Διάγραμμα 3.9 Εκπομπές μονοξειδίου του άνθρακα

Το Μονοξείδιο του άνθρακα CO μειώνεται 14% με τη χρήση του συστήματος HHO+HECU σε σύγκριση με την απλή λειτουργία πετρελαίου, καθώς και μια μείωση κατά 32% με τη χρήση του συστήματος HHO+HECU+LPG+ECU. Η μειωμένη απουσία του άνθρακα στο καύσιμο είναι ένας σημαντικός παράγοντας για την μείωση των εκπομπών CO. Το ευρύ φάσμα αναφλεξιμότητας και η υψηλή ταχύτητα καύσης του HHO+LPG εξασφαλίζει στον κινητήρα σωστή λειτουργία ακόμη και σε χαμηλά φορτία. Το μείγμα καυσίμου HHO+LPG+πετρελαίου καίγεται πιο γρήγορα και πιο ολοκληρωμένα από το καθαρό πετρέλαιο. Έτσι, η εκπομπή CO σε υψηλές ταχύτητες ακόμη και σε φτωχό αναλογικό μείγμα παρατηρείται μείωση ακόμη και κατά τη διάρκεια του «ColdStar». Ο εμπλουτισμός του HHO σε οξυγόνο, παρέχει υψηλότερη απόδοση καύσης και επιτυγχάνεται με αυτό τον τρόπο περεταίρω μείωση των εκπομπών CO. Οι ηλεκτρονικές μονάδες ρυθμίζονται κατάλληλα για τέλεια καύση σε όλη τη χαρτογράφηση του κινητήρα. Ο ρυθμός ροής του HHO ήταν 2.2 L / min

Πίνακας 3.10 Αποτελέσματα Εκπομπών διοξειδίου του άνθρακα:

DIESEL+HHO+HECU CO2 - g/km	RPM (rpm/min)	DIESEL CO2 - g/km	DIESEL+HHO+HECU+LPG+LPG ECU CO2 - g/km
170	750	210	90
176	1500	220	96
184	1850	230	101
192	2150	240	104
200	2300	250	106
208	2400	260	110
212	2500	265	114
216	2600	270	120
224	2700	280	123
232	2800	290	126
248	2900	310	128
256	3000	320	131

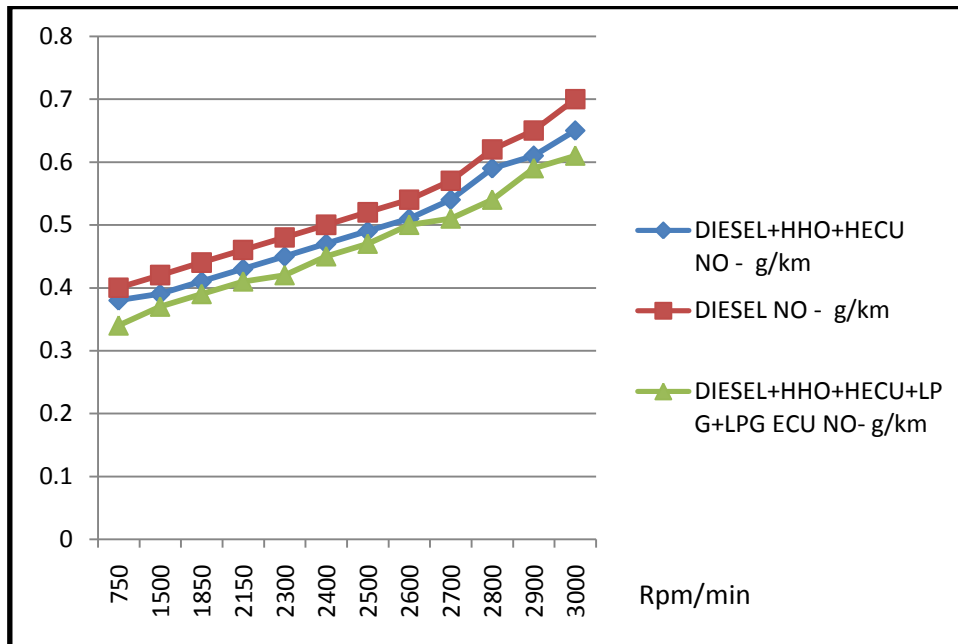


Διάγραμμα 3.10 Εκπομπές διοξειδίου του άνθρακα

Το Διοξείδιο του άνθρακα CO₂ μειώνεται 20% με τη χρήση του συστήματος HHO+HECU σε σύγκριση με την απλή λειτουργία του πετρελαίου. Παρατηρείται μείωση κατά 57% με τη χρήση του συστήματος HHO+HECU+LPG+ECU. Η μειωμένη παρουσία του άνθρακα στο μείγμα είναι ένας σημαντικός λόγος για τη ελάττωση του CO₂ καθώς και ο εμπλουτισμός του με υδρογόνο. Επίσης η περίσσεια ποσότητα O₂ στο μείγμα HHO+LPG+ πετρέλαιο καίγεται πιο γρήγορα και πιο ολοκληρωμένα σε σύγκριση με το καθαρό πετρέλαιο. Έτσι, οι εκπομπές CO₂ σε όλες τις στροφές του κινητήρα και σε όλη τη χαρτογράφηση του, ακόμη και σε φτωχές συνθήκες, με αυτό τον τρόπο μειώνονται αποτελεσματικά. Το μείγμα υδρογόνου και υγραερίου καθώς επίσης και ο κατάλληλος προγραμματισμός των ηλεκτρονικών μονάδων εξασφαλίζουν τη τέλεια καύση με ρυθμό ροής υδρογόνου σε 2,2L/Min.

Πίνακας 3.11 Αποτελέσματα Εκπομπών οξειδίων του αζώτου:

DIESEL+HHO+HECU NO - g/km	RPM (rpm/min)	DIESEL NO - g/km	DIESEL+HHO+HECU+LPG+LPG ECU NO- g/km
0.38	750	0.4	0.34
0.39	1500	0.42	0.37
0.41	1850	0.44	0.39
0.43	2150	0.46	0.41
0.45	2300	0.48	0.42
0.47	2400	0.5	0.45
0.49	2500	0.52	0.47
0.51	2600	0.54	0.5
0.54	2700	0.57	0.51
0.59	2800	0.62	0.54
0.61	2900	0.65	0.59
0.65	3000	0.70	0.61



Διάγραμμα 3.11 Εκπομπές οξειδίων του αζώτου

Το μονοξείδιο του άνθρακα NO μειώνεται περίπου 6% με τη χρήση του συστήματος HHO+HECU σε σύγκριση με την απλή λειτουργία πετρελαίου και μείωση κατά 11% με τη χρήση του συστήματος HHO+HECU+LPG+ECU. Αυτό παρατηρείται λόγω της περίσσειας ποσότητας O₂ στο μείγμα HHO+LPG+ πετρέλαιο το οποίο καίγεται πιο γρήγορα και πιο ολοκληρωμένα από ό, τι το καθαρό πετρέλαιο. Έτσι, η εκπομπή NO σε όλες τις στροφές του κινητήρα ακόμη και σε φτωχές συνθήκες μείγματος μειώνεται αποτελεσματικά μετά την προσθήκη του υδρογόνου και του υγραερίου με το κατάλληλο προγραμματισμό της ροής. Ο ρυθμός ροής του υδρογόνου ήταν 2,2L/Min.

Κεφάλαιο Τέταρτο

Αποτελέσματα

Τα αποτελέσματα αυτής της πειραματικής μελέτης συνοψίζονται ως εξής:

1. Σε όλες τις στροφές των κινητήρων, το σύστημα HHO με καύσιμο ντίζελ ή βενζίνης αποδίδει μεγαλύτερη ροπή στον κινητήρα, σε σύγκριση με το καθαρό ντίζελ και τη βενζίνη. Η υψηλή ταχύτητα καύσης και η χαμηλή ενέργεια ανάφλεξης του μίγματος HHO-αέρα ελαχιστοποιεί την επίδραση της ασθενέστερης ροής κατά αναλογία φορτίου μέσα στο κύλινδρο με αποτέλεσμα τα υπολείμματα του αυξημένου κλάσματος να καίγονται εντελώς.
2. Παρατηρείται αυξημένη θερμική απόδοση των κινητήρων.
3. Η ομοιόμορφη και βελτιωμένη ανάμειξη του μίγματος HHO-αέρα και η αυξημένη περιεκτικότητα σε οξυγόνο βελτιώνει τη καύση με σημαντική επίδραση στην ειδική κατανάλωση καυσίμου (SFC).
4. Η υψηλή ταχύτητα καύσης, το ευρύ φάσμα αναφλεξιμότητας, η μειωμένη παρουσία του άνθρακα δημιουργεί κατάλληλη αναλογία καυσίμου και δημιουργεί επαρκή-τέλεια καύση με σημαντικές μειώσεις των εκπομπών HC,CO,NO και CO₂.
5. Η σωστή ρύθμιση της μονάδας HECU για τη βέλτιστη αναλογική προσέγγιση του μίγματος κρίνεται απαραίτητη και αποσκοπεί στη προσαρμογή της σωστής αναλογίας μίγματος σε όλες τις συνθήκες των κινητήρων, σε όλο το φάσμα χαρτογράφησης του με ή χωρίς φορτίο.
6. Η μέση αύξηση της ισχύος των κινητήρων κατά τη διάρκεια των πειραματικών δοκιμών είναι μεγαλύτερη από την ηλεκτρική ισχύ που καταναλώνεται κατά τη διάρκεια του φαινομένου της παραγωγής του αερίου HHO κατά τη διάρκεια της διαδικασίας της ηλεκτρόλυσης αποδεικνύοντας ότι το σύστημα είναι αποδοτικό.

Mobileye

Το σύστημα A.D.A.S και η τηλεματική τοποθετήθηκε χωρίς να γνωρίζουν απόλυτα οι οδηγοί των οχημάτων το γεγονός ότι μετρούν τη οδική συμπεριφορά τους και στα δύο οχήματα (SAAB, JEEP). Σκοπός αυτής της ενέργειας ήταν να μπορέσει να γίνει μετρήσιμη η παρακολούθηση της συμπεριφοράς των οδηγών για το διάστημα που διανύθηκε των 100 Km μεταξύ των ωρών 8.00π.μ-11.00π. εντός Λευκωσίας. Παρατηρήθηκαν μειώσεις εκπομπών ρύπων με τη βοήθεια του Mobileye για το λόγο ότι μειώθηκαν οι απότομες επιταχύνσεις, μείωση της υπέρβασης της ιδανικής ταχύτητας, μείωση της υπέρβασης του ρελαντί σε στάση καθώς επίσης και η σταθερότητα του οχήματος στη γραμμή οδήγησης χωρίς παρεκκλίσεις αριστερά και δεξιά. Περαιτέρω και στα δύο οχήματα τοποθετήθηκε η τεχνολογία SS. Στη συνέχεια, έγινε σύγκριση μεταξύ του βενζινοκίνητου SAAB και του υβριδικού οχήματος PRIUS 2 όσον αφορά τις εκπομπές καυσαερίων και την κατανάλωση.

Διαδρομή 100km Mobile Eye	SAAB			% Differ ence	JEEP			% Diffe rence
	Without Mobile Eye	SS διαδρομή 100 km	Διαδρομή 100km Mobile Eye/SS		Without Mobile Eye	SS διαδρομή 100 km	Διαδρομή 100km Mobile Eye/SS	
Mobile-eye CAN-A warning Right Lane Departure	15 at 100km	50 Stop and Start	8 at 100km	-47%	14 at 100km	53 Stop and Start	9 at 100km	-36%
Mobile-eye CAN-A Warning Left Lane Departure	16 at 100km		9 at 100km	-43%	18 at 100km		10 at 100km	-44%
Mobile-eye CAN-N Warning Pedestrian Collision	13 at 100km		8 at 100 km	-38%	12 at 100km		6 at 100km	-50%
Mobile-eye CAN-A Waring Forward Collision	24 at 100km		8 at 100km	-66%	25 at 100km		6 at 100km	-76%
Over speeding – WARNING	100 over 50km		15over 50km	-85%	120 over 50km		18over 50km	-85%
Harsh braking – WARNING	25 at 100km		10 at 100km	-60%	25 at 100km		10 at 100km	-60%
Harsh acceleration - WARNING	40 at 100km		6 at 100km	-85%	45 at 100km		10 at 100km	77%

Με τη χρήση του Mobileeye παρατηρήθηκε μείωση στην απόκλιση της δεξιάς γραμμής οδήγησης και διόρθωση της οδηγικής συμπεριφοράς των οδηγών αντίστοιχα σε 47% για το SAAB και 36% για το JEEP. Διόρθωση παρατηρήθηκε και στη μείωση της απόκλισης της αριστερής γραμμής οδήγησης και διόρθωση της οδικής συμπεριφοράς των οδηγών αντίστοιχα σε 43% για το SAAB και 44% για το JEEP. Αυτό μεταφράζεται συνολικά σε μείωση της απόστασης που διάνυσαν οι οδηγοί με το Mobileeye και κατά συνέπεια ο μετρητής στο όχημα είχε δείξει συνολικά αντίστοιχα για τα διανυθέντα χιλιόμετρα των 100km, για το SAAB 99.43km και για το JEEP 99.63km. Η μείωση της απόστασης των διανυθέντων χιλιομέτρων χωρίς το Mobileeye ήταν αντίστοιχα 100.30 km για το SAAB και 100.45 km για το JEEP, επομένως διαπιστώθηκε μείωση της απόστασης σε 870m για το SAAB και 820m για το JEEP. Μείωση της απόστασης σημαίνει λιγότερες φθορές στο όχημα, λιγότερη κατανάλωση αλλά και μείωση εκπομπών ρύπων. Όσον αφορά την αποφυγή της σύγκρουσης ατυχήματος με πεζούς αλλά και της εμπρόσθιας σύγκρουσης παρατηρήθηκε αντίστοιχα προειδοποίηση Pedestrian Collision μείωση κατά 38% για το SAAB και 50% για το JEEP. Για τη προειδοποίηση Warning Forward Collision παρατηρήθηκε μείωση 66% για το SAAB και 76% για το JEEP. Αυτό σημαίνει ότι οι επιβραδύνσεις οι οποίες είχαν γίνει ήταν ήπιες με λιγότερες φθορές στα ελαστικά και καταπόνηση του κινητήρα. Τα αποτελέσματα μπορεί να μην είναι άμεσα όσον αφορά τις εκπομπές των ρύπων αλλά η γρήγορη αλλοίωση και αντικατάσταση των ελαστικών σημαίνει στην βιομηχανία παραγωγή ελαστικών με χρήση πρώτης ύλης το πετρέλαιο άρα και εκπομπές CO₂ από τη καύση. Ειδικότερα για τη προειδοποίηση Harsh Braking Warning παρατηρήθηκε μείωση κατά 65% και για το SAAB και για το JEEP. Για τη κατάσταση του Harsh acceleration–Warning παρατηρήθηκε αντίστοιχα μείωση 85% για το SAAB και 77% για το JEEP.

Αυτό μεταφράζεται σε άμεση μείωση των εκπομπών ρύπων, για το λόγο ότι οποιανδήποτε απότομη επιτάχυνση στα οχήματα αφήνει κατάλοιπα από την καύση των υδρογονανθράκων και δεύτερο το γεγονός ότι δεν έχει ανακαλυφθεί τεχνολογικά ακόμη ο τέλειος κινητήρας εσωτερικής καύσης με μηδενικές ενεργειακές απώλειες. Τέλος για τη κατάσταση του Overspeeding-Warning εντός πόλης των ορίων των 50km max. παρατηρήθηκε αντίστοιχα μείωση 85% και στα δύο οχήματα. Το πείραμα έχει αποδείξει πως η βελτίωση της Συμπεριφοράς του Οδηγού εξαιτίας της εγκατάστασης του Mobileye επέφερε:

- Μείωση στη κατανάλωση καυσίμων κάτι που αποτελεί αποδεδειγμένα και μείωση των εκπομπών ρύπων
- Παράλληλα υπήρξε σπουδαία μείωση στο απότομο φρενάρισμα, στην απότομη επιτάχυνση που επηρεάζουν τη λειτουργία του κινητήρα και επομένως και τις αντίστοιχες εκπομπές ρύπων
- Πέραν αυτών η χρήση του Mobileye αποδεδειγμένα μειώνει τα δυστυχήματα σε ποσοστό άνω του 70% κάτι που αποτελεί τεράστιο όφελος για το περιβάλλον σε όλα τα επίπεδα καθώς και στη κοινωνία

Όσον αφορά την εγκατάσταση της τεχνολογίας SS παρατηρήθηκαν αντίστοιχα 50 γεγονότα για το SAAB και 53 γεγονότα για το JEEP. Αυτό το φαινόμενο ήταν έντονο λόγω της τροχιάς κίνησης αφού το πείραμα διεξάχθηκε σε ώρες αιχμής. Η εφαρμογή της τεχνολογίας SS λειτουργούσε μετά από παρατεταμένο σταμάτημα του οχήματος διάρκειας 30 δευτερολέπτων. Τα 50 σταματήματα του SAAB είχαν σαν μέσο όρο συνολική διακοπή του κινητήρα διάρκειας 40 λεπτών και τα 53 σταματήματα του JEEP συνολική διάρκειας 46 λεπτών κατά τη διεξαγωγή του πειράματος. Αυτό αντιστοιχούσε κατά 3% περίπου περαιτέρω μείωση των εκπομπών ρύπων και στα δύο οχήματα.

Σύγκριση SAAB και PRIUS 2

Με τη εφαρμογή όλων των τεχνολογιών στο SAAB (PETROL+HHO+HECU+LPG ECU+Mobileye+SS) παρατηρήθηκε μείωση εκπομπών ρύπων κατά μέσο όρο 22%. Οι εκπομπές CO₂ έφτασαν κατά μέσο όρο τα 170 g/km κατά τη οδήγηση μόνο εντός πόλης ενώ ο κατασκευαστής δίνει για αυτό το τύπο οχήματος CO₂-218 g/km σε συνδυασμένο κύκλο οδήγησης. Κατά τη διάρκεια του πειράματος και καθόλην τη διάρκεια της διαδρομής των 100km το PRIUS 2(plug-in hybrid) είχε ξεκινήσει τον κινητήρα του για φόρτιση των μπαταριών 9 φορές μόνο(σε στάση) με διάρκεια λειτουργίας κατά μέσο όρο 1,5 λεπτών. Το υπόλοιπο της διαδρομής το είχε εκτελέσει με ενέργεια από τις μπαταρίες. Οι εκπομπές του σε CO₂ ήταν μηδαμινές δια το λόγο ότι η φόρτιση των μπαταριών και το ξεκίνημα του κινητήρα πραγματοποιήθηκε σε στάση του οχήματος και στο ρελαντί με συνολική διάρκεια λειτουργίας 13,5 λεπτά.

Το συγκεκριμένο πείραμα αποδεικνύει ότι εκ των υστερώ τοποθέτηση των εξεταζόμενων τεχνολογιών θα μπορούσαν να εγκατασταθούν σε όλα τα οχήματα με μια συνολική μείωση των εκπομπών ρύπων και ειδικότερα του CO₂ κατά 22% ένα ποσοστό που καλύπτει απόλυτα τον στόχο της Ε.Ε για το 2020 που είναι η συνολική μείωση των εκπομπών από τις μεταφορές για το CO₂ κατά 20%.

Η συνολική αξία της εγκατάστασης ήταν:

- HHO+HECU kit-€150
- LPG vialle kit- €850
- Mobile-eye-€550
- SS-€200

Κεφάλαιο Πέμπτο

Συμπέρασμα

Τα αυτοκίνητα διαδραματίζουν σήμερα σημαντικό ρόλο για την κινητικότητα των επιβατών σε παγκόσμιο επίπεδο και αναμένονται να αυξηθούν κατά τα επόμενα χρόνια και δεκαετίες. Η δυναμική διαδικασία της μηχανοκίνησης στον εικοστό αιώνα, έχει οδηγήσει σε ψηλό βαθμό την ατομική κινητικότητα και την ευελιξία στις ανεπτυγμένες χώρες, η οποία έχει επηρεάσει έντονα τη ζωή και το στυλ αυτών των κοινωνιών. Η έννοια αυτή της κινητικότητας έχει γίνει ένα παγκόσμιο πρότυπο και οι αναπτυσσόμενες χώρες τώρα αναγκάστηκαν να καταβάλουν έντονες προσπάθειες για την επίτευξη ενός συγκρίσιμου επιπέδου κινητικότητας. Ωστόσο, τις τελευταίες δεκαετίες οι αρνητικές συνέπειες αυτής της εξέλιξης έχουν γίνει όλο και πιο εμφανής.

Σήμερα τα οχήματα με κινητήρα εσωτερικής καύσης σχετίζονται με διάφορες αρνητικές συνέπειες. Δύο από τα σημαντικότερα προβλήματα των μεταφορών θα πρέπει να αντιμετωπιστούν τα επόμενα χρόνια όπως οι εκπομπές των ρύπων και αερίων του θερμοκηπίου (GHG) καθώς και η εξάρτηση από τα ορυκτά καύσιμα.

Οι εκπομπές από τα συστήματα πρόωσης των επιβατικών αυτοκινήτων βασίζονται σχεδόν αποκλειστικά σε κινητήρες εσωτερικής καύσης που τροφοδοτούνται με καύσιμα υδρογονανθράκων. Η διαδικασία της καύσης προκαλεί τόσο ρύπους όσο και εκπομπές αερίων του θερμοκηπίου. Ακόμα κι αν οι εκπομπές ρύπων έχουν μειωθεί σημαντικά κατά τα τελευταία χρόνια μέσω της βελτίωσης και της αποδοτικότητας της καύσης καθώς και τη διαδικασία μετεπεξεργασίας των καυσαερίων από διάφορα είδη καταλυτών, το πρόβλημα παραμένει έντονο με επιβλαβή συνέπειες στην ανθρώπινη υγεία και το οικοσύστημα ειδικότερα στις αστικές περιοχές με ψηλή κυκλοφορία.

Υπάρχουν κυρίως τρεις τρόποι για τη μείωση των εκπομπών αερίων του θερμοκηπίου στον τομέα των μεταφορών. Η απλούστερη επιλογή είναι να μειωθεί η μετακίνηση των οχημάτων και τα διανυθέντα τους χιλιόμετρα να γίνονται με χρήση μαζικών μέσων μεταφοράς. Μια άλλη επιλογή είναι η βελτίωση της αποδοτικότητας των μέσων μεταφοράς και των κινητήρων εσωτερικής καύσης. Η τρίτη προσέγγιση είναι η χρήση λιγότερου άνθρακα ο οποίος χρησιμοποιείται ως καύσιμο με χρήση εναλλακτικών πηγών ενέργειας ή εναλλακτικά καύσιμα.

Στην πραγματικότητα η αποδοτικότητα των επιβατικών αυτοκινήτων έχει βελτιωθεί σημαντικά τα τελευταία χρόνια, αλλά οι επιδράσεις αυτές αντισταθμίστηκαν από την αύξηση του ποσοστού του στόλου των αυτοκινήτων. Στο μέλλον η ζήτηση πετρελαίου αναμένεται να αυξηθεί, ενώ τα συμβατικά αποθέματα μειώνονται. Ο συνδυασμός αυτός θα οδηγήσει σίγουρα στα ύψη τις τιμές του αργού πετρελαίου επηρεάζοντας τις μεταφορές. Σήμερα υπάρχουν βάσιμες προσδοκίες ότι οι τεχνολογίες πρόωσης των οχημάτων με εναλλακτικά καύσιμα θα μπορούσαν να οδηγήσουν προς τη αντιμετώπιση της προβληματικής κατάστασης.

Πέρα τούτου η ηλεκτροδότηση του συστήματος πρόωσης των οχημάτων είναι στο προσκήνιο σήμερα, όπως υβριδικά, πλήρως ηλεκτρικά ή οχήματα κυψελών καυσίμου. Ορισμένοι κατασκευαστές αυτοκινήτων προσφέρουν ήδη υβριδικά οχήματα και αρκετοί άλλοι

αναμένεται να ακολουθήσουν μέσα στα επόμενα χρόνια. Μένει να δούμε αν η υπόσχεση των ηλεκτρικών οχημάτων θα μετατραπεί σε εμπορική επιτυχία σε μεγάλη κλίμακα. Ωστόσο, εκτός από τα οικολογικά τους πλεονεκτήματα με μηδενικές εκπομπές και την ανώτερη απόδοση τους τα ηλεκτρικά αυτοκίνητα έχουν σοβαρά ελλείμματα όπως η ποικιλομορφία των εκδόσεων τους καθώς και η υποδομές που προσφέρει η πολιτεία για ανεφοδιασμό.

Επιπλέον, το κόστος τους είναι ακόμη υπερβολικά υψηλό για την αντιμετώπιση της μαζικής αγοράς σήμερα. Τα υβριδικά αυτοκίνητα δεν αντιμετωπίζουν το πρόβλημα ανεφοδιασμού αλλά η οικονομική τους επιτυχία εξαρτάται από τις ειδικές συνθήκες της αγοράς.

Η βασική ιδέα αυτών των τύπων οχημάτων είναι να αποθηκεύει ενέργεια επί του οχήματος σε άλλη μορφή και συγχρόνως να έχει τη καλύτερη ικανότητα αποθήκευσης. Η ιδέα ακολουθείται από το όχημα κυψελών καυσίμου (FCV), όπου μια κυψέλη καυσίμου χρησιμοποιείται για την παραγωγή ηλεκτρικής ενέργειας από το υδρογόνο. Όλες αυτές οι τεχνολογίες πρόωσης συνδέονται με την ανάπτυξη του συστήματος παραγωγής και μετατροπής της κίνησης του οχήματος μέσω της ηλεκτροδότησης. Ωστόσο, το τεχνικό και οικονομικό δυναμικό της κάθε τεχνολογίας και κατά συνέπεια, ο ρόλος τους στη μελλοντική μεταφορά επιβατών παραμένει αβέβαιο.

Η ηλεκτροδότηση των υβριδικών οχημάτων plug-in hybrid είναι μια σημαντική προσέγγιση για τη βελτίωση της συνολικής απόδοσης των επιβατικών αυτοκινήτων και θεωρείται σαν πρώτο βήμα προς την ηλεκτρική κινητικότητα.

Η κατανάλωση καυσίμου έχει γίνει όλο και πιο σημαντική παράμετρος για την επιλογή ενός επιβατικού αυτοκινήτου. Η μείωση της κατανάλωσης καυσίμου μπορεί να προσεγγιστεί με δύο τρόπους: με τη μείωση της ενεργειακής ζήτησης του οχήματος καθώς και με τη βελτίωση της αποτελεσματικότητας των συστημάτων παραγωγής και μετάδοσης της κίνησης. Υπάρχουν διάφοροι τρόποι κατανάλωσης και απωλειών της προωθητικής ενέργειας η οποία μπορεί να μειωθεί σε ένα επιβατικό αυτοκίνητο όπως:

- Μείωση της αντίστασης κύλισης:

Η αντίσταση κύλισης μπορεί να μειωθεί με τη χρήση ειδικών ελαστικών με πολύ χαμηλή αντίσταση κύλισης καθώς και η μείωση της μάζας του οχήματος η οποία βοηθά στη μείωση της αντίστασης κύλισης.

- Μείωση της Αεροδυναμικής αντίστασης:

Μείωση της αεροδυναμικής οπισθέλκουσας δύναμης η οποία προσεγγίζεται με τη μείωση του συντελεστή C_W της αεροδυναμικής και μέσω βελτιώσεων στο σχεδιασμό του οχήματος. Δεδομένου ότι ο σχεδιασμός ενός επιβατικού αυτοκινήτου είναι πάντα ένας συμβιβασμός μεταξύ μείωσης της αεροδυναμικής αντίστασης και της χρηστικότητας του αυτοκινήτου, η μελλοντική βελτίωση ως προς την αεροδυναμική είναι περιορισμένη και δεν μπορούν να αναμένονται μεγάλα βήματα.

- Μείωση της μάζας του οχήματος:

Η μάζα του οχήματος έχει έντονη επίδραση στην κατανάλωση καυσίμων και στις εκπομπές ρύπων, δεδομένου ότι επηρεάζει την αντίσταση κύλισης, τη αναρριχητική αντίσταση καθώς και την επιτάχυνση των αυτοκινήτων. Κατά τα τελευταία χρόνια η μείωση της μάζας του οχήματος μέσω των ελαφρύτερων υλικών έχει οδηγήσει σε μια περεταίρω μείωση στη μάζα βασικών συστατικών του οχήματος(π.χ. το σασί) με αποτέλεσμα τα οχήματα αυτά να χάνουν από την οδική τους συμπεριφορά, να παρατηρείται αστάθεια, αλλά και σε περίπτωση σύγκρουσης να είναι ανασφαλής. Από τη άλλη, διεθνής έρευνες έχουν δείξει ότι κατά μέσο

όρο το απόβαρο των επιβατικών αυτοκινήτων έχει αυξηθεί σημαντικά κατά τα τελευταία 2-3 χρόνια με κύριο λόγο, το γεγονός ότι κάθε νέα γενιά οχήματος που προσφέρεται δίνει περισσότερη ασφάλεια και χαρακτηριστικά άνεσης από την προηγούμενη, κάνοντας το όχημα βαρύτερο.

Αυτό οδήγησε σε αρνητική ανάδραση με αποτέλεσμα τα βαρύτερα οχήματα να απαιτούν επίσης μεγαλύτερο και πιο ισχυρότερο κινητήρα για τη διατήρηση της ίδιας δυναμικής και ισχύ του οχήματος.

- Βελτίωση της απόδοσης του κινητήρα

Η χαμηλή αποδοτικότητα των επιβατικών αυτοκινήτων ($\approx 20\%$) προκαλείται κυρίως από το χαμηλό ποσοστό απόδοσης του κινητήρα εσωτερικής καύσης που διαθέτουν(ICE), και ο οποίος κινητήρας εξακολουθεί να είναι ο κυρίαρχος στην τεχνολογία πρόωσης των επιβατικών αυτοκινήτων. Δεδομένου ότι η απόδοση του κινητήρα επηρεάζει άμεσα την κατανάλωση του καυσίμου και τις εκπομπές ρύπων η βελτίωση τους βρίσκεται στο επίκεντρο των αυτοκινητοβιομηχανιών. Σήμερα, η τεχνολογία έχει φθάσει σε ένα επίπεδο όπου περαιτέρω βελτιώσεις γίνονται ολοένα και πιο δύσκολες. Ωστόσο, οι ειδικοί πιστεύουν ότι το δυναμικό της απόδοσης για βελτίωση του κινητήρα δεν έχει ακόμη αξιοποιηθεί και αναμένεται περαιτέρω πρόοδος όσον αφορά το μέλλον. Στις επόμενες δεκαετίες αυστηρότερες εκπομπές προτύπων θα απαιτηθούν για επιβολή της μείωσης των ρύπων με στόχο το 2020 και μεταγενέστερα το 2050.

- Βελτιώσεις στο Σύστημα μετάδοσης

Σε βέλτιστες συνθήκες λειτουργίας, η αποτελεσματική απόδοση του κινητήρα μπορεί να φτάσει μέχρι και 36% στην περίπτωση των κινητήρων βενζίνης και μέχρι 43% για τους κινητήρες ντίζελ. Έστω και αν ο κινητήρας φτάσει στο μέγιστο της απόδοσής του και στην ιδανική καύση είναι ακατόρθωτο να μεταδοθεί η κίνηση στην τελική μετάδοση χωρίς απώλειες. Επομένως οι αυτοκινητοβιομηχανίες δίνουν βαρύτητα στην τελειοποίηση του συστήματος μετάδοσης (gearbox). Προηγμένα συστήματα μετάδοσης επιτρέπουν τη λειτουργία του κινητήρα πιο κοντά στο βέλτιστο σημείο λειτουργίας μέσω ευέλικτης μετατόπιση της σχέσης μετάδοσης (π.χ. συνεχής μεταβαλλόμενη σχέση μετάδοσης).Μια πρόσφατη και πολλά υποσχόμενη προσέγγιση για τη βελτίωση της μετάδοσης της κίνησης είναι οι ηλεκτροκινητήρες.

- Βοηθητικά Ηλεκτρικά

Η ηλεκτρική ζήτηση ενέργειας σε βοηθητικά συστήματα του οχήματος επηρεάζει τη κατανάλωση καυσίμου του αυτοκινήτου και των ρύπων. Η βελτιστοποίηση της λειτουργίας τους μπορεί επίσης να συμβάλει στη βελτίωση της απόδοσης των οχημάτων . Συνήθως , τα βοηθητικά συστήματα όπως αντλία λαδιού , υδραυλικό-ηλεκτρικό τιμόνι, σύστημα ψύξης, συνδέονται με το σύστημα παραγωγής και μετατροπής της κίνησης μέσω των ηλεκτρονικών τους μονάδων. Όταν τα παραπάνω βοηθητικά συστήματα εξελιχθούν σε πλήρως ηλεκτρικά τότε θα λειτουργούν σύμφωνα με τις απαιτήσεις της συνθήκης οδήγησης για περαιτέρω εξοικονόμηση ενέργειας.

- Ηλεκτροδότηση του κινητήρα του οχήματος

Τα υβριδικά, ηλεκτρικά οχήματα και τα πλήρως ηλεκτρικά οχήματα καθώς και τα οχήματα κυψελών καυσίμου μετατρέπουν τον ηλεκτρισμό σε τελική κίνηση μέσω των ηλεκτροκινητήρων σαν πρωτεύων κινητήρα ή χρησιμοποιούν τη μηχανή εσωτερικής καύσης για να αποθηκεύσουν ηλεκτρική ενέργεια μέσω της αναγεννητικής πέδησης. Με αυτόν τον

τρόπο, η ηλεκτρική ενέργεια προσφέρει περισσότερη αποδοτικότητα στο όχημα αφού κατά τη διάρκεια της κανονικής οδήγησης ο κινητήρας δεν λειτουργεί. Ενώ σε ένα συμβατικό σύστημα εσωτερικής καύσης μετατρέπεται μεγάλο ποσοστό σε θερμότητα, πράγμα που σημαίνει ότι έχουμε απώλεια ενέργειας. Σε ένα υβριδικό σύστημα η ενέργεια αυτή μπορεί να ανακτηθεί μέσω των ηλεκτρικών μηχανών και να αποθηκευτεί στις μπαταρίες. Περαιτέρω η ενέργεια αυτή μπορεί να χρησιμοποιηθεί για την επόμενη φάση της επιτάχυνσης του οχήματος. Είναι προφανές ότι η αποδοτικότητα σε ενεργειακό κέρδος σε σύγκριση με τις συμβατικές τεχνολογίες αυξάνεται ανάλογα και είναι αυτός ο λόγος ο οποίος οι υβριδικοί κινητήρες δείχνουν πλεονεκτήματα, ιδίως σε αστικούς κύκλους οδήγησης.

Η μετάδοση της ηλεκτρικής ενέργειας σε μηχανική εξαρτάται από τη ροή της ενέργειας που άμεσα τροφοδοτείται από τον κινητήρα εσωτερικής καύσης αλλά και από τον τρόπο αποθήκευσης και χωρητικότητας στις μπαταρίες. Επομένως η υψηλή αποδοτικότητα της σύγχρονης μπαταρίας και ανάπτυξη των υφιστάμενων τεχνολογιών για αποθήκευση ηλεκτρικής ενέργειας απαιτείται. Οι κύριες απώλειες στο ηλεκτρικό σύστημα κίνησης, είναι οι ενεργειακές απώλειες από τη φόρτιση και αποφόρτιση της μπαταρίας (η $\approx 90\%$ για Li-Ion) και οι ζημιές που προκύπτουν κατά τη μετατροπή DC / AC (η $\approx 97\%$).

Το όχημα κυψελών καυσίμου (FCV) επωφελείται επίσης από τις βελτιώσεις στα ηλεκτρικά εξαρτήματα κίνησης. Ωστόσο, η αποτελεσματικότητά τους επηρεάζεται σε μεγάλο βαθμό από την απόδοση της ενεργειακής μετατροπής του υδρογόνου σε ηλεκτρική ενέργεια στην κυψέλη καυσίμου. Σήμερα υπάρχουν κυψέλες καυσίμου με απόδοση έως και 70% με περιθώρια βελτίωσης. Τα ηλεκτρικά οχήματα και τα οχήματα κυψέλης υδρογόνου έχουν πολύ υψηλότερες αποδόσεις από οποιαδήποτε μηχανή εσωτερικής καύσης ακόμα και περισσότερες και από ένα υβριδικό.

Τα ηλεκτρικά συστήματα πρόωσης είναι μια ικανή εναλλακτική λύση η οποία δεν έχει άμεσες εκπομπές ρύπων και είναι ιδιαίτερα αποτελεσματική. Έχει χαμηλό θόρυβο και προσφέρει εξαιρετικές οδηγικές επιδόσεις όσον αφορά την επιτάχυνση και την δυναμική συμπεριφορά του οχήματος. Το κύριο μειονέκτημα των μπαταριών των ηλεκτρικών οχημάτων είναι η περιορισμένη αυτονομία και η χαμηλή ταχύτητα φόρτισης. Σήμερα, οι προσδοκίες του πελάτη σχετικά με αυτές τις δύο παραμέτρους επηρεάζονται έντονα σε σύγκριση με τις προδιαγραφές που παρέχουν τα οχήματα εσωτερικής καύσης. Κάθε εναλλακτική τεχνολογία πρόωσης έχει να ανταποκριθεί σε αυτές τις προσδοκίες, για να ανταγωνιστεί στη αγορά. Αυτός είναι ο λόγος για τον οποίο η αποθήκευση ηλεκτρικής ενέργειας έχει αποδειχθεί ότι είναι ένα βασικό πρόβλημα για ηλεκτρικά αυτοκίνητα. Η αποθήκευση αρκετής ηλεκτρικής ενέργειας στο αυτοκίνητο πρέπει να παρέχει το αποδεκτό εύρος οδήγησης-αυτονομίας που είναι ένα πρόβλημα το οποίο δεν έχει λυθεί ικανοποιητικά μέχρι σήμερα. Υπάρχουν διαφορετικές προσεγγίσεις για να αντιμετωπιστεί το πρόβλημα. Οι πιο γνωστές τεχνολογίες είναι οι ηλεκτροχημικές μπαταρίες, αλλά υπάρχουν και άλλες επιλογές αποθήκευσης ηλεκτρικής ενέργειας, όπως οι κυψέλες ή οι πυκνωτές καυσίμου υδρογόνου. Παρ' όλα αυτά, η τεχνολογία δεν φθάνει σήμερα σε μια κατάσταση όπου είναι εμπορεύσιμη λόγω τεχνικών και οικονομικών δυσκολιών. Η αποτυχία της κυψέλης καυσίμου εστιάζεται στην προοδευτική ηλεκτροχημική αποθήκευση ηλεκτρικής ενέργειας. Η ηλεκτρική αυτονομία θα πρέπει να αγγίζει τουλάχιστο τα 700-1000 χιλ. με μια φόρτιση για να είναι συναγωνίσιμη με την αυτονομία των σημερινών πετρελαιοκίνητων. Πέρα τούτου το συνολικό βάρος των μπαταριών δεν θα πρέπει να υπερβαίνει το 1ton. , ακόμη και αν διαθέτει την πιο προηγμένη τεχνολογία μπαταρίας.

Οι περισσότερες από αυτές τις εναλλακτικές τεχνολογίες βασίζονται στην ιδέα της αποθήκευσης της ενέργειας σε ένα άλλο μέσο και παράγουν την ηλεκτρική ενέργεια για το σύστημα παραγωγής και μετάδοσης της κίνησης στο όχημα. Με αυτόν τον τρόπο, η υψηλή

ενεργειακή πυκνότητα των μπαταριών είναι απαραίτητη έτσι ώστε να μπορεί να χρησιμοποιηθεί για την αποθήκευση, ενώ το όχημα εξακολουθεί να κινείται αποκλειστικά με ηλεκτρική ενέργεια. Για παράδειγμα, μπορούν να χρησιμοποιηθούν από τους εν λόγω κινητήρες εσωτερικής καύσης υγρά ή αέρια εναλλακτικά καύσιμα αντί ορυκτά καύσιμα υδρογονανθράκων για τη δημιουργία της απαιτούμενης ηλεκτρικής ενέργειας με μειωμένους ρύπους και στη συνέχεια να τροφοδοτούν τους ηλεκτροκινητήρες δια μέσο των μπαταριών π.χ μηχανή εσωτερικής καύσης σε Hybrid (Attkinson cycle) με πρόσμιξη LPG και υδρογόνου. Αφού καταληκτικά αυτό αποδεικνύεται και από τη πειραματική διαδικασία η οποία προαναφέρθηκε.

Μια άλλη επιλογή θα μπορούσε να είναι τα συστήματα κυψελών καυσίμου υδρογόνου με αποθήκευση ηλεκτρικής ενέργειας στις μπαταρίες μετά από τη διαδικασία της ηλεκτρόλυσης. Επισημαίνεται το γεγονός ότι οι μπαταρίες είναι τα βασικά συστατικά για την ηλεκτροδότηση του συγκεκριμένου τύπου οχημάτων όπως και σε όλους τους τύπους των υβριδικών ηλεκτρικών οχημάτων ή των καθαρά ηλεκτρικών οχημάτων.

Σε εφαρμογές στη αυτοκινητοβιομηχανία οι μπαταρίες πρέπει να ανταποκρίνονται σε διαφορετικές απαιτήσεις και σε διαφορετικές παραμέτρους όπως:

- Η σταθμική και ογκομετρική πυκνότητα της ενέργειας της μπαταρίας.

Η αντίστοιχη μονάδα για αυτήν την παράμετρο ορίζεται σαν η ενέργεια που μπορεί να αποθηκευτεί σε ένα σύστημα μπαταρίας σε σχέση με το βάρος ή τον όγκο τους. Η ειδική πυκνότητα ενέργειας είναι σημαντική όταν για μεγάλο χρονικό διάστημα απαιτείται σταθερή εκκένωση όπως είναι η περίπτωση για BEVs. Και οι δύο παράγοντες είναι σημαντικοί για την ηλεκτρική αυτονομία ενός BEV ή PHEV.

- Η σταθμική και ογκομετρική πυκνότητα ισχύος.

Για εφαρμογές που απαιτούν υψηλή ισχύ σε σύντομο χρονικό διάστημα η σταθμική και ογκομετρική πυκνότητα ισχύος της μπαταρίας είναι σημαντικές ειδικά σε ένα HEV. Σε αυτά τα συστήματα πρόωσης, η μπαταρία πρέπει να παρέχει ή να συγκρατεί μεγάλες ποσότητες ενέργειας για ένα μικρό χρονικό διάστημα όπως για παράδειγμα στις φάσεις της επιτάχυνσης ή της αναγεννητικής πέδησης.

- Απόδοση:

Η αποδοτικότητα είναι μια άλλη βασική παράμετρος για τις μπαταρίες. Καθορίζει τη σχέση μεταξύ της ηλεκτρικής ενέργειας εισόδου κατά τη φόρτιση της μπαταρίας και τη ηλεκτρική παραγωγή ενέργειας όταν παρατηρείται αποφόρτιση της μπαταρίας. (Αποδοτικότητα = ενέργεια εισόδου%/ενέργεια εξόδου %). Οι απώλειες που σημειώνονται στην μπαταρία είναι ως επί το πλείστον οι απώλειες θερμότητας από τις εσωτερικές αντιστάσεις της. Η αποδοτικότητα είναι ένα βασικό κριτήριο τόσο για τα υβριδικά όσο και στα ηλεκτρικά οχήματα με τη απόδοση της μπαταρίας να είναι ζωτικής σημασίας για την ανάκτηση ενέργειας του αυτοκινήτου. Για μπαταρίες πρόωσης η υψηλή αποδοτικότητας καθώς και η βέλτιστη αποθηκευτική τους ικανότητα είναι απαραίτητη για αποδόσεις άνω του 90% για BEVs και HEVs

- Σταθερότητα Κύκλου / Αντοχή και διάρκεια ζωής της μπαταρίας:

Για την ανθεκτικότητα των μπαταριών η σταθερότητα του κύκλου ζωής της, είναι ακόμη μία σημαντική παράμετρος. Ο κύκλος αντοχής της δίδεται σαν ο αριθμός των κύκλων φόρτισης

και αποφόρτισης της μέχρι την αστοχία των κυψέλων της(short cct). Για τα υβριδικά η αντοχή και διάρκεια ζωής της μπαταρίας είναι πιο σημαντική, ενώ για BEV και PHEV πιο περιορισμένη. Η διάρκεια ζωής της μπαταρίας περιγράφεται ως η αποικοδόμηση των κυψέλων της και οφείλεται κυρίως σε ανεπιθύμητες χημικές αντιδράσεις καθώς και η περιορισμένη θερμική ικανότητα και σταθερότητα της. Το βραχυκύκλωμα και η αποικοδόμηση των μπαταριών προέρχεται κυρίως από τις ψηλές θερμοκρασίες των χημικών αντιδράσεων. Μια μεγάλη πρόκληση για το μέλλον θα είναι η ανάπτυξη των μπαταριών για BEVs και HEVs με μακροχρόνια αντοχή και διάρκεια ζωής αντίστοιχη με τη διάρκεια ζωής του αυτοκινήτου (20 έτη ή 400 000 km).

- Ονομαστική και ωφέλιμη χωρητικότητα των κυψέλων της μπαταρίας

Η ονομαστική χωρητικότητα των μπαταριών ορίζεται η ηλεκτρική ενέργεια που μπορεί να αποθηκευτεί στην μπαταρία . Ωστόσο, στην πράξη δεν είναι η πλήρη ονομαστική χωρητικότητα του κυψέλων που χρησιμοποιούνται στον κύκλο λειτουργία της αλλά η συγκεκριμένη περιοχή που λειτουργεί και εξαρτάται από τα χαρακτηριστικά και τη τεχνολογία κατασκευής των κυψέλων . Για να διατηρηθεί η κατάσταση φόρτισης (SOC) της μπαταρίας χρειάζεται ηλεκτρονικό σύστημα διαχείρισης φόρτισης και αποφόρτισης ανάλογα με τη ζήτηση και τις ανάγκες του οχήματος.

Μια άλλη επιλογή θα μπορούσε να είναι τα συστήματα κυψελών καυσίμου. Οι κυψέλες καυσίμου είναι υποψήφια για μια εναλλακτική τεχνολογία πρόωσης για τα επιβατικά αυτοκίνητα. Η βασική ιδέα της χρήσης κυψελών καυσίμου σε ένα αυτοκίνητο είναι να παράγει καθαρό υδρογόνο μετά από τη διαδικασία ηλεκτρόλυσης έτσι ώστε να το αποθηκεύει σε δεξαμενές επί του οχήματος, είτε σε υγρή είτε σε αέρια κατάσταση. Σήμερα οι κυψέλες καυσίμου που σχετίζονται με την πρόωση του οχήματος επικεντρώνεται στη χρήση καθαρού υδρογόνου. Λόγω της υψηλής ενεργειακής του πυκνότητας και της υψηλής απόδοσης της κυψέλης καυσίμου διαπιστώνεται μεγάλη αυτονομία στην οδήγηση και εξαιρετικά μειωμένοι εκπεμπόμενοι ρύποι σε σχέση με τα συμβατικά αυτοκίνητα. Επιπλέον, η διαδικασία εξωτερικού ανεφοδιασμού διαρκεί λίγα λεπτά και κάνει τη όλη ιδέα πιο συμβατή. Ωστόσο, η αποθήκευση του υδρογόνου επί του οχήματος παραμένει ένα τεχνικό πρόβλημα που δεν έχει λυθεί ακόμα ικανοποιητικά. Οι καθιερωμένες τεχνολογίες αποθήκευσης του υδρογόνου είναι είτε σε αέρια κατάσταση σε πιέσεις μεταξύ 350 και 700 bar, είτε σε υγρή κατάσταση σε θερμοκρασίες -253°C είναι ενεργοβόρες με αποτέλεσμα να προκαλούν σημαντικές απώλειες στην αλυσίδα μετατροπής της ενέργειας. Υπάρχουν δε κατηγορίες τέτοιων οχημάτων που διαθέτουν μικρές μπαταρίες με υψηλή ειδική ισχύ και χρησιμοποιούνται για την ανάκτηση ενέργειας όπως και σε υβριδικά αυτοκίνητα. Στην περίπτωση αυτή, η ισχύς των συστημάτων κυψελών καυσίμου πρέπει να αντιστοιχεί με τη μέγιστη ισχύ του συστήματος.

Η αυτονομία οδήγησης δε για τα καθαρά ηλεκτρικά συστήματα κίνησης εξακολουθεί να είναι ένα άλυτο πρόβλημα με σχετική χαμηλή ειδική πυκνότητα ενέργειας της μπαταρίας η οποία μειονεκτεί σε σύγκριση με τα καύσιμα των υδρογονανθράκων. Η συνολική μάζα των μπαταριών έχει αποφασιστική επίδραση στην κατανάλωση καυσίμου του αυτοκινήτου. Σε ένα ηλεκτρικό αυτοκίνητο με μεγαλύτερη αυτονομία κίνησης σημαίνει περισσότερες ηλεκτρικές στήλες και, κατά συνέπεια, μεγαλύτερη μάζα. Η ειδική ενεργειακή πυκνότητα του συστήματος μπαταρίας είναι 100 Wh/kg, που είναι τεχνικά εφικτό με την τεχνολογία μπαταριών ιόντων λιθίου, αλλά από τη χρήζει και περαιτέρω αναγκαία ανάπτυξη για ένα ισχυρότερο σύστημα πρόωσης. Κατά συνέπεια, υπάρχουν τεχνικά όρια σε ηλεκτρική αυτονομία του BEVs σήμερα και δεν μπορεί να επιτευχθεί με την τρέχουσα τεχνολογία μπαταρίας.

Από καθαρά τεχνικής άποψης η ηλεκτροδότηση / υβριδοποίηση του συστήματος παραγωγής και μετάδοσης κίνησης είναι ένα αποτελεσματικό μέτρο για τη μείωση της κατανάλωσης της ενέργειας και των εκπομπών αερίων του θερμοκηπίου από τα οχήματα. Ωστόσο, η ηλεκτροδότηση σημαίνει και υψηλότερο κόστος επένδυσης των αυτοκινήτων. Ο μέγιστος βαθμός ηλεκτροδότησης εξαρτάται από το κόστος των βασικών στοιχείων του και τις ειδικές οικονομικές και πολιτικές συνθήκες (χώρα κατασκευής). Το κόστος, αγοράς ενός πλήρως ηλεκτρικού οχήματος είναι συμφέρον για απόσβεση όταν οι τιμές της βενζίνης είναι υψηλότερες από 2€/λίτρο έτσι ώστε να ανταποκριθούν οι καταναλωτές. Κάτω από αυτό το επίπεδο τιμών είναι συμφέρον η αγορά ενός micro-hybrid.

Για PHEVs και ηλεκτρικά οχήματα μπαταρίας (BEV) μια κυψέλη μπαταρίας κοστολογείται μέχρι και €700/kWh που προσφέρει. Για να ανταποκριθεί η κοινωνία πρέπει να μειωθεί η αξία τους τουλάχιστο κατά 50%. Η εκτίμηση των μελλοντικών δαπανών που γίνεται για εξέλιξη της μπαταρίας θα μπορούσε να οδηγήσει στην απαιτούμενη μείωση μεταξύ 2015 και 2020, εφόσον η τάση προς τα υβριδικά και ηλεκτρικά αυτοκίνητα θα συνεχιστεί σε παγκόσμιο επίπεδο.

Η αξιολόγηση από τη άλλη πλευρά των συστημάτων κυψελών καυσίμου υδρογόνου έχουν δείξει ότι το κόστος μιας κυψέλης καυσίμου ανέρχεται στα 200 €/kWh που προσφέρει, προκειμένου να ανταγωνιστεί με άλλες μηδενικές τεχνολογίες χαμηλών εκπομπών (BEVs και PHEVs). Θα είναι δύσκολο για τα συστήματα κυψελών καυσίμου να επιτύχουν τη αναγκαία μείωση του κόστους τους σε βραχυπρόθεσμη και μεσοπρόθεσμη περίοδο αλλά θα παραμείνουν στο παιχνίδι ως μια εξελίξιμη επιλογή.

Η μελλοντική εκτίμηση παγκοσμίως δείχνει ότι τα υβριδικά συστήματα θα είναι η πρώτη επιλογή του καταναλωτή έως και το 2020. Με τη μείωση της τιμής των μπαταριών η οποία θα πρέπει να συμβάλλει για αυτό σημαντικά και η E.E με επιχορηγήσεις αγοράς καινούργιων οχημάτων αυτού του τύπου, με τη μείωση της άδειας κυκλοφορίας τους, καθώς και η μακροχρόνια εγγύηση που δίνουν οι κατασκευαστές μπαταριών θα γίνει η πρώτη επιλογή αγοράς σε συνάρτηση με την ανοδική τιμή των υδρογονανθράκων. Επιπρόσθετα για τις μελλοντικές δυνατότητες της ηλεκτρικής κινητικότητας η E.E θα πρέπει να αποδεσμεύσει κονδύλια για τις απαιτήσεις των υποδομών που χρειάζεται σε κάθε τύπο οχήματος με μηδενικές εκπομπές ρύπων. Το ζήτημα της υποδομής είναι επίσης σημαντικό μέσα στο πλαίσιο της μακροπρόθεσμης τεχνολογικής επιλογής για τις μεταφορές π.χ ο γρήγορος ανεφοδιασμός των μπαταριών του οχήματος. Το στρατηγικό σχέδιο της E.E δείχνει ακράδαντα ότι η χρήση των ηλεκτρικών αυτοκινήτων, μας οδηγεί στην απεξάρτηση από τον άνθρακα και στη μηδενική εκπομπή ρύπων από τις μεταφορές φτάνει η παροχή του ηλεκτρικού ρεύματος να προέρχεται από ανανεώσιμες πηγές ενέργειας όπως υδροηλεκτρικά, φωτοβολταϊκά ανεμογεννήτριες, βιοαέριο.

Μόνο με αυτό τον τρόπο θα υπάρξει Βιώσιμη ανάπτυξη στην κινητικότητα που θα ικανοποιεί τις ανάγκες της παρούσας γενιάς, χωρίς να θέτει σε κίνδυνο τις μελλοντικές γενιές.

Βιβλιογραφία

Αγγλική Βιβλιογραφία

1. Albert R. Landgrebe, Zenichiro Takehara (1993), "*Batteries and Fuel Cells for Stationary and Electric Vehicle Applications*" Published by The Electrochemical Society
2. Apostolescun N., and Chiriac R., (1996), "*A Study of Combustion of Hydrogen-Enriched Gasoline in a Spark Ignition Engine*", SAE Technical Paper.
3. AsifFaiz,Christopher S. Weaver,Michael P. Walsh. (1996), "*Political Science*",World Bank Publications
4. Baumgarten Carsten , (2006), "*Mixture Formation in Internal Combustion Engines*", Springer
5. Bishop, G. A., Morris, J. A., Stedman, D. H., Cohen, L. H., Countess, R. J., Countess, S. J., Maly, P. and Scherer, S., (2007), "*The Effects of Altitude on Heavy-Duty Diesel Truck On-Road Emissions*", Environmental Science & Technology
6. Blomen L.J.M.J.,(1993), "*Fuel Cell Systems*", Springer Publications
7. Blomen, L. J. M. J., Mugerwa, M. N., (1993), "*Fuel Cell Systems*", Plenum Press, New York, USA
8. Brook R.D., (2010), "*Particulate Matter Air Pollution and Cardiovascular Disease*" American Heart Association
9. College of the Desert, (2001), "*Hydrogen Fuel Cell Engines and Related Technologies*" ,Course Manual
10. Corbo P., Migliardini F., Veneri O., (2011), "*Hydrogen Fuel Cells for Road Vehicles*", Spinger, London
11. Das, L. M., (1996), "*On-Board Hydrogen Storage Systems for Automotive Application, International*", Journal Hydrogen Energy
12. Demirbas A., (2012) "*Biohydrogen : for future engine fuel demands*", Springer
13. Denton Tom, (2014), "*Automotive Technician Training: Theory*", Published by Routledge
14. Dicks A., and Larminie J., (2003), "*Fuel Cell Systems Explained, 2nd Edition*", Wiley and Sons Inc
15. Dockery, D., Pope, C. A., Xu, X., Spengler, J., Ware, J., Fay, M., Ferris, B., and Speizer, F. (1993), "*An association between air pollution and mortality in six U.S. cities.*" New England Journal of Medicine
16. Drennen E. T., and Rosthal E. J., (.2007), "*Pathways to a hydrogen future*", Elsevier Eleventh Edition. New York, USA.
17. Erjavec J., (2013), "*Hybrid Electric and Fuel Cells Vehicles*", Delmar Cengage Learningexpense of the fuel cell vehicle", Greener Management International
18. Faruk M., (2011), "*Autogas Propulsion Systems for Motor Vehicles*", IBC Engineering and Publishing
19. Fred Schafer,Richard Van Basshuysen, (1993), "*Reduced Emissions and Fuel Consumption in Automobile Engine*", Springer; 1 edition

20. Fuhs A., (2009), *“Hybrid Vehicles: and the Future of Personal Transportation”*, CRC Press
21. Gaztanaka H., (2006), *“Real-Time Analysis of the Control Structure and Management Functions of a Hybrid Microgrid System”*, IEEE Publisher
22. Gianfranco P., (2014), *“Electric and Hybrid Vehicles”*, Elsevier B.V. First Edition
23. Gomes Antunes, J. M., Mikalsen, R., et al., (2009), *“An Experimental Study of a Direct Injection Compression Ignition Hydrogen Engine”*, International Journal Hydrogen Energy
24. Gore Albert, (2008), *“An Inconvenient Truth: The Crisis of Global Warming”*, Paw Prints
25. Hausberger, S., (2010), *“Fuel Consumption and Emissions of Modern Passenger Car”*, AEA
26. Health and environmental benefits related to electric vehicle Introduction in EU countries
27. Hekkert, M.P., Van den Hoed, R., (2006), *“Competing technologies and the struggle”*
28. Henein, N., A., Singh, I., P., Zhong, L., Lai, M.-C., Bryzik, W.(200)0, *“New Integrated “O.P.E.R.A.S.” Strategies for Low Emissions in HSDI Diesel Engines”*, SAE Paper
29. Henry D., (2011), *“100% Hydrogen Conversion”*, Create Space Independent Publishing Platform
30. Huizing Ryan, (2008), *“Design and membrane selection for gas to gas humidifiers for fuel cell applications”*, Ottawa
31. Jaeseok K., (2014), *“Algorithm & SoC design for automotive vision systems : for smart safe driving system”*, Springer Publications
32. James J., (2004), *“Effects of Gasoline Fuel Properties on Engine Performance”*, SAE Technical Paper
33. Keuken M.P., Moerman M., Voogt M., Blom M., Weijers E.P., Rockmann T., Dusek U., (2013), *“Source contributions to PM_{2.5} and PM₁₀ at an urban background and a street location”*, Elsevier
34. Kutz Myer, (2008), *“Environmentally conscious transportation”*, John Wiley & Sons Press
35. Larminie J., (2013), *“Electric vehicle technology explained”*, Hoboken, N.J. : Wiley
36. Livinț Gheorghe, Vasile Horga, Marcel Ratoi and Mihai Albu, (2011), *“Control of Hybrid Electrical Vehicles”*, Published by CC BY-NC-SA
37. M. K GajendraBabu and K.A. Subramanian, (2013), *“Alternative Transportation Fuels”*, CRC Press
38. Meyer G. and Beiker S., (2014), *“Road Vehicle Automation”*, Springer Publications
39. Mom Gijs, (2013), *“The electric vehicle : technology and expectations in the automobile age”*, Johns Hopkins University Press
40. Momirlan, M., Veziroglu, T. N., (2002), *“Current Status of Hydrogen Energy, Renewable Sustainable”*, Energy Reviews
41. MullerP., (2014), *“Toxic effects of brake wear particles on epithelial lung cells in vitro”*, Elsevier
42. Noriko Hikosaka Behling (2013), *“Fuel Cells: Current Technology Challenges and Future Research Needs”*, Elsevier B.V. First Edition

43. Offer, G.J., Howey, D., Contestabile, M., Clague, R., Brandon, N.P., (2010), “*Comparative analysis of battery electric, hydrogen fuel cell and hybrid vehicles in a future sustainable road transport system*”, Energy Policy
44. Ogumi Z., (2010), “*Battery/Energy Technology (General)*” - 216th ECS Meeting, Issue 35, Published by The Electrochemical Society
45. P. C. Souers, (1986), “*Hydrogen Properties for Fusion Energy*” University of California Press Ltd, London
46. Peavey M. A., (2003), “*Fuel from Water: Energy Independence with Hydrogen*”,
47. Popa et al., (2004), “*Atmospheric Environment*”, AEA
48. Prigent, M., (1997), “*On Board Hydrogen Generation for Fuel Cell Powered Electric Cars. A Review of Various Available Techniques*”, Oil & Gas Science and Technology
49. Probir Kumar Bose, Dines Maji, (2009), “*An Experimental Investigation on Engine Performance and Emissions of a Single Cylinder Diesel Engine Using Hydrogen as Inducted Fuel and Diesel as Injected Fuel with Exhaust Gas Recirculation*”, International Journal Hydrogen Energy
50. QiyuanPeng., (2009), “*International Conference on Transportation Engineering, 2009: proceedings of the Second International Conference on Transportation Engineering*”, July 25-27, 2009, Chengdu, China, American Society of Civil Engineers
51. Saka S, Isayama Y. “*A new process for catalyst-free production of bio-diesel using supercritical methyl acetate*”, Fuel 2009
52. Samuel, S., McCormick, G.,(2010), “*Hydrogen Enriched Diesel Combustion*”, SAE Technical paper
53. Sant S Virmani.,(1994) “*Heterosis and hybrid rice breeding*”, Springer
54. Santilli, R. M., (2006), “*A New Gaseous and Combustible Form of Water*”, International Journal Hydrogen Energy
55. Saravanan, N., Nagarajan, G., (2010), “*Performance and emission Studies on Port Injection of Hydrogen with Varied Flow Rates with Diesel as an Ignition Source*”, Applied Energy
56. Schafer, A., Heywood, J.B., Weiss, M.A., (2006), “*Future fuel cell and internal combustion engine automobile technologies: a 25-year life cycle and fleet impact assessment*”, Energy Policy
57. Selvi Rajaram, P.,et al.: (2014), “*Effectiveness of Oxygen Enriched Hydrogen-HHO Gas*”, THERMAL SCIENCE: Vol. 18, No. 1
58. Shirk, M. G.,et al., (2008), “*Investigation of a Hydrogen-Assisted Combustion System for a Light-Duty Diesel Vehicle*”, International Journal Hydrogen Energy
59. Sierens R., and Rosseel E., (1998), “*Variable Composition Hydrogen-Natural Gas Mixtures for Increased Engine Efficiency and Decreased Emissions. ASME*”, Spring Engine Technology Conference. April, 1998 Fort Lauderdale, Florida, USA.
60. Steinruck P, Ranegger G., (2006), “*Timed injection of hydrogen for fuel cells and internal combustion engines. Proceedings 1st international symposium on hydrogen internal combustion engines*”, Graz, Austria
61. Suddhasatwa Basu, (2010), “*Recent trends in fuel cell science and technology*”, Springer Publications

62. Szumanowski ., (2013), *“Hybrid electric power train engineering and technology : modeling, control, and simulation”*, Hershey, PA : IGI Global(publishing)
63. Thiel C., Perujo A., Mercier A., (2010) *“Cost and CO₂ aspects of future vehicle options in Europe under new energy policy scenarios” Elsevier* *towards a new dominant design: the emergence of the hybrid vehicle at the*
64. VanGelder T. Kirk, (2014), *“Fundamentals of automotive technology : principles and practice.”*, Burlington : Jones and Bartlett Learning
65. VanVliet O., Brouwer A.S., Kuramochi T., Broek M., Faaij A., (2011), *“Energy use, cost and CO₂ emissions of electric cars”*, Elsevier
66. Varde K. S.,(1981), *“Combustion Characteristics of Small Spark Ignition Engines Using Hydrogen Supplemented Fuel Mixtures”*, SAE Technical Paper.
67. Verhelst, S., Wallner, T., (2009), *“Hydrogen-Fueled Internal Combustion Engines”*, Progress in Energy and Combustion Science
68. W.C.G Burns and Hari M.Orofski, (2009), *“Adjudicating Climate Change”*, Cambridge University Press
69. Wang,X.,(2009), *“Development and Applications of GREET 2.7: The Transportation Vehicle-Cycle Model”* Argonne Publications
70. Will Steffen,A. Sanderson,Pamela A. Matson,Peter D. Tyson,Berrien Moore III, Frank Oldfield,K. Richardson, (2005), *“Global Change and the Earth System: A Planet Under Pressure”*, Springer
71. Wong, J. K. S., (1990), *“Compression Ignition of Hydrogen in a Direct Injection Diesel Engine Modified to Operate as a Low Heat Rejection Energy”*, International Journal Hydrogen Energy
72. Woodroof, E., Tuner, W. and Heinz, S. (2008), *“The Secret Benefits from Energy Conservation Contribute Value Worth An 18% Improvement To Energy Savings”*, Strategic Planning for Energy and the Environment, Vol 28(1), Press, Atlanta
73. Wu F, Wang J, Chen W, Shuai S. (2009), *“A study on emission performance of a diesel engine fueled with five typical methyl ester bio-diesels”*, Atmos Environ
74. Wu, H.W., Wu, Z.Y., (2012), *“Investigation on Combustion Characteristics and Emissions of Diesel/Hydrogen Mixtures by Using Energy-Share Method in a Diesel Engine”*, Applied Thermal Engineering
75. Y. Shi, H.-W. Ge and R. D. Reitz, (2011), *“Computational Optimization of Internal Combustion Engines,”* Springer
76. Yi, H. S, et al., (1995), *“Performance Evaluation and Emission Characteristics of in-Cylinder Injection Type Hydrogen Fueled Engine”*, International Journal Hydrogen Energy
77. Yilmaz Ali Can, Uludamar Erinc., Aydin Kadir, (2010), *“Effect of hydroxy (HHO) gas addition on performance and exhaust emissions in compression ignition engines”*, Elsevier
78. Yu, J.-Z., Zhang, Y.-S., Elkelawy, M. and Kui, Q. (2008), *“ Spray and Combustion Characteristics of HCCI Engine Using DME/ Diesel Blended Fuel by Port-Injection”*, SAE Technical Paper
79. Zachary A. Smith and Katrina D. Taylor(2008), *“Renewable and Alternative Energy Resources: A Reference Handbook (Contemporary World Issues)”*, ABC-CLIO Inc

Ελληνική Βιβλιογραφία

1. Γεντεκάκης, Ι., (1999), «*Ατμοσφαιρική Ρύπανση, Επιπτώσεις, Έλεγχος και Εναλλακτικές Τεχνολογίες*», Εκδόσεις ΙΩΝ
δημόσιας χρήσης» Υπουργείο Ανάπτυξης *Εσωτερικής Καύσης*», Εκδόσεις Ίων
2. Ζαχμάνογλου Θ., Καπετανάκης Γ., Καραμπίλας Π., Σπόζιτο Π., (2011) «*Τεχνολογία Οχημάτων Υγρό (LPG) και Φυσικό Αέριο (CNG)*», Εκδόσεις Ι.Δ.Ε.Ε.Α., Αθήνα
3. Καλογήρου Ι., Γεωργουδάκης Ι. και Μαυρίδης Κ., (2004) «*Εργαστήριο Μηχανών Εσωτερικής Καύσης*», Εκδόσεις ΙΩΝ
4. Καμάρας Γ., Ζαρκαδούλα Μ., Γαβριήλ Α., Ζωίδης Γ., Τριτοπούλου Ε., (2006) «*Μελέτη για τη χρήση φυσικού αερίου σε επιβατικά οχήματα ιδιωτικής ή από το 2000*» 8η έκδοση, Αθήνα
5. Καπετανάκης Γ., Καραμπίλας Π., Κουντουράς Α., Κουτσούκος, (2003)«*Αυτοκίνητο και περιβάλλον*», Εκδόσεις Ι.Δ.Ε.Ε.Α., Αθήνα
6. Παναγιώτης Δ., (2004) «*Το φυσικό αέριο ως καύσιμο σε τετράχρονο βενζινοκινητήρα*», Δημοκρίτειο Πανεπιστήμιο Θράκης
7. Σαφάκας Α., Νέγκας Δ., (2002) «*Τα υβριδικά αυτοκίνητα στην εξελικτική πορεία της νέας τεχνολογίας των οχημάτων*», Πανεπιστήμιο Πατρών

Journals

1. "Less CO₂", My Electric Car
2. Atmospheric Pollution 1989
3. CAERC, Tsinghua University, 2013
4. California Air Resources Board "Glossary of Air Pollution Terms: ZEV"
5. Environment, 2001, 2013, 2014
6. European Commission, "The fuel cells and hydrogen joint technology initiative", (FCH JTI).
7. "Exhaust Emission Characterization of Hydrogen Operated Engine System: Nature of Pollutants and Their Control Techniques", International Journal of HydrogenEnergy
8. "Experimental Investigation on Dual Fuel Operation of in a C.I Engine. Proceedings of the National Conference on I.C. Engines and Combustion", Indian Institute of Petroleum, Bangalore, India.
9. "Hybrid vehicle and energy storage technologies by Society of Automotive Engineers", (United States) 2003
10. "A new process for catalyst-free production of bio-diesel using supercritical methyl acetate", International Journal of Hydrogen Energy, 2010
11. Renewable and Sustainable Energy Reviews, 2014
12. Society of Automotive Engineers, 2014
13. "A new process for catalyst-free production of bio-diesel using supercritical methyl acetate", FUEL Energy

14. United States Environmental Protection Agency, (2002), “*A comprehensive analysis of combustion engines*”
15. World Commission on Environment and Development (WCED)
16. Xiaolai He, M.S.E.E, (2006) “*Development and validation of a hybrid electric vehicle with hydrogen internal combustion engine*”, Graduate Faculty of Texas Tech University.

Διαδίκτυο

1. http://ec.europa.eu/green-papers/index_el.htm
2. <http://environment.about.com/od/healthenvironment>
3. <http://environmentalresearchweb.org/cws/article/news>
4. http://europa.eu/legislation_summaries/environment/air_pollution/128186_el.htm
5. http://gsas.harvard.edu/faculty/national_research_council_report_2010.php
6. <http://www.bis.gov.uk>
7. http://www.cea.org.cy/TOPICS/EnergyEfficient/2013/Energeiakoi_elegtes_kai_EEY.pdf
8. <http://www.cie.org.cy>
9. <http://www.epa.gov>
10. <http://www.epa.gov/climatechange/emissions/usinventoryreport.htm>
11. <http://www.fueleconomy.gov/feg/FEG2009.pdf>
12. <http://www.imeche.org/home>
13. <http://www.moa.gov.cy>
14. <http://www.optimalenergy.co.za>
15. <http://www.who.int/en/>
16. <https://www.bp.com/>
17. www.toyotacertified.com

Παράρτημα

Παράρτημα 1

Ακρωνύμια

1NZ - FXE	Model of Engine
A / C	Air-Conditioning
A/F	Air/Fuel
ADAS	Advanced Driver Assistance Systems
AGM	Absorbent Glass Mat
ASS	Auto Start-stop
BAS	Belted Alternator Starter
BEV	Battery Electric Vehicle
BP	British Petroleum
BSG	Belted Starter Generator
BSOC	Battery State-of-Charge
BTC	Bottom Death Center
CFRP	Carbon-Fiber-Reinforced Polymer
CI	Compression Injection Engine
Controller	Ηλεκτρονικός Ελεγκτής
CPT	Clean Power for Transport
DME	Διμεθυλο αιθέρας
ECU	Electronic Control Unit
EDC	European Driving Cycle
E-tron	Technology of electric and hybrid concept car
Euro	Acceptable limits for exhaust Emissions in E.U
EV	Electric Vehicle
EVB	Electric Vehicle Battery
FCV	Fuel Cell Vehicle
FE	Fuel Economy
FTP	Federal Test Procedure
Fuel Cell	Device that converts thechemical energyfrom a fuel into electricity
HECU	Hydro Electronic Computer Unit
HHO	2parts of hydrogen molecule and one part of Oxygen
HLA	Hydraulic Launch Assist
HV	Hybrid Vehicle
HVECU	Hybrid Vehicle Electronic Control Unit
HVO	Hydro treated Vegetable Oil
ICE	Internal Combustion Engine
IMA	Integrated Motor Assist
ISG	Integrated Starter Generator

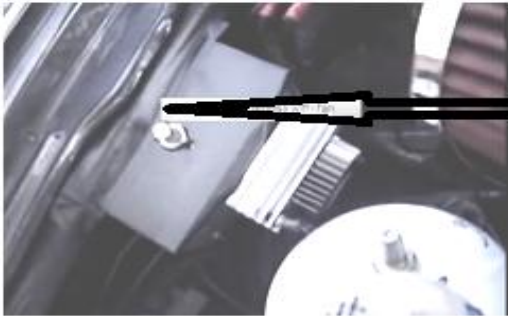
Japan 10-15 mode	Emission Test Cycles in Japan
KOH	CausticPotash
LDA	Lane Departure Alert
LPG	Liquefied petroleum gasor liquid petroleum gas
LPI	Liquid Propane Injection
MG	Motor Generator
Mobile-Eye	Vision System Camera
MOSFET	Metal Oxide Semiconductor Field Effect
NAOH	Υδροξείδιο του Νατρίου
NiCd	Nickel–Cadmium Battery
NiMH	Nickel–Metal Hydride Battery
OBD	On Board Diagnosis
P111, P112	Hybrid model transaxle
PEM	Polymer Electrolyte Membrane
PEMS	Portable Emissions Measurement System
PHEV	Plug-in Hybrid Electric Vehicle
PWM	Pulse-width modulation
SFC	Specific Fuel Consumption
SI	Spark Injection Engine
SOC	State of Charge
SS	Start and Stop
TDC	Top Death Center
THS	Toyota Hybrid System
TSR	Traffic Sign Recognition
VD	Virtual Driving
VGA	Video Graphics Array (VGA)
WOT	Wide Open Throttle
ΔΕΔ-Μ	Διερωπαϊκό Δίκτυο Μεταφορών
NaCl	Χλωριούχου Νάτριο

Παράρτημα 2

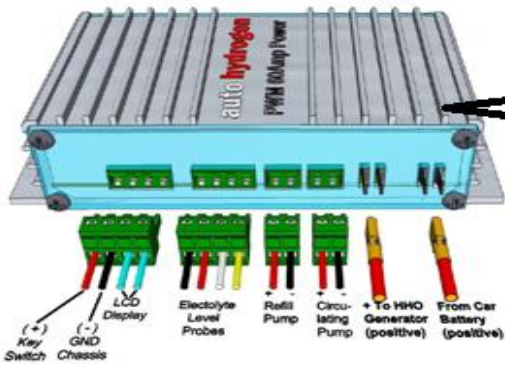
Φωτογραφικό Υλικό



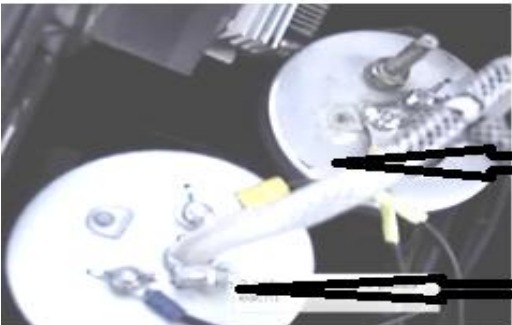
Fuel cell



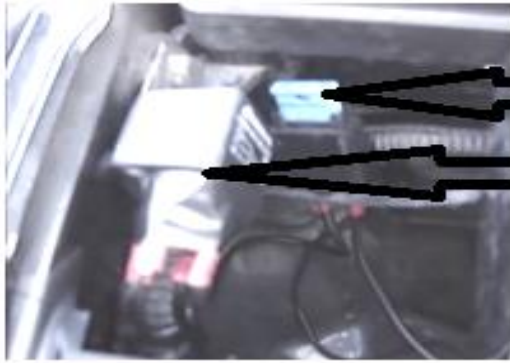
PWM Max.20A
with Fan



PMW



2 cell in series
15 plates each

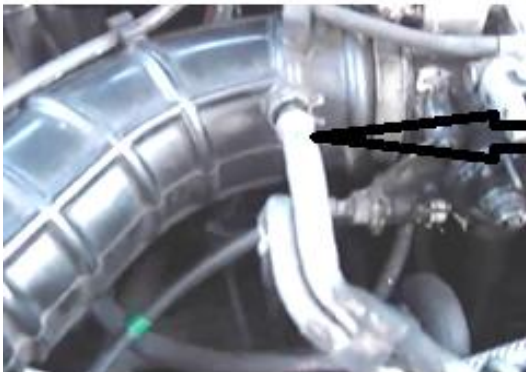


Fuse

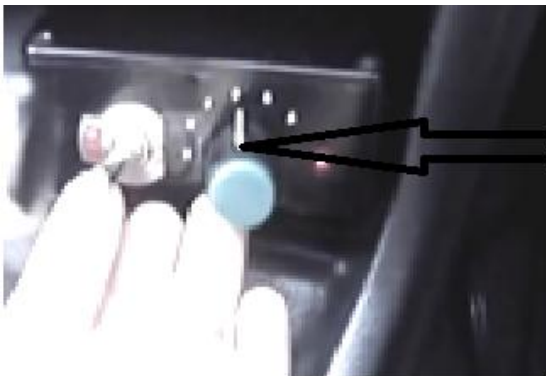
Relay



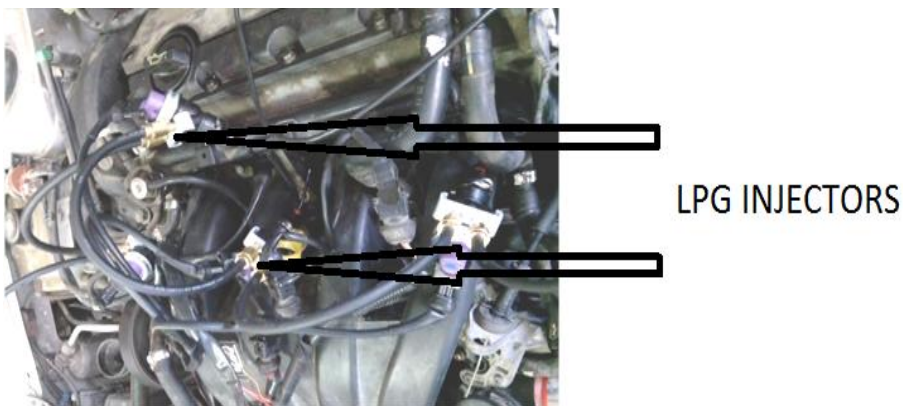
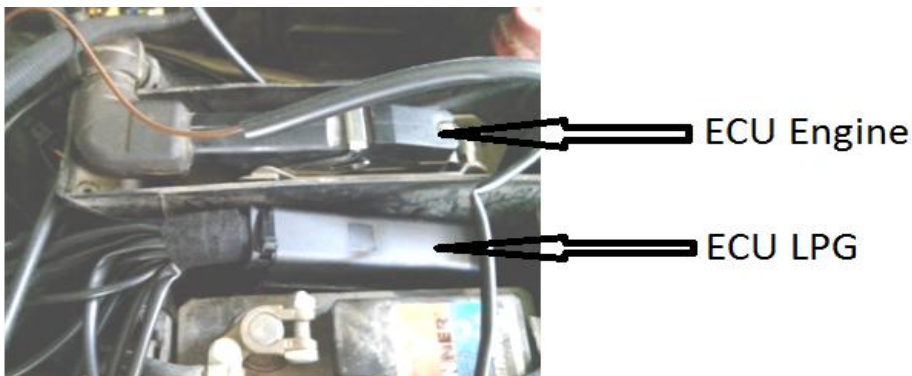
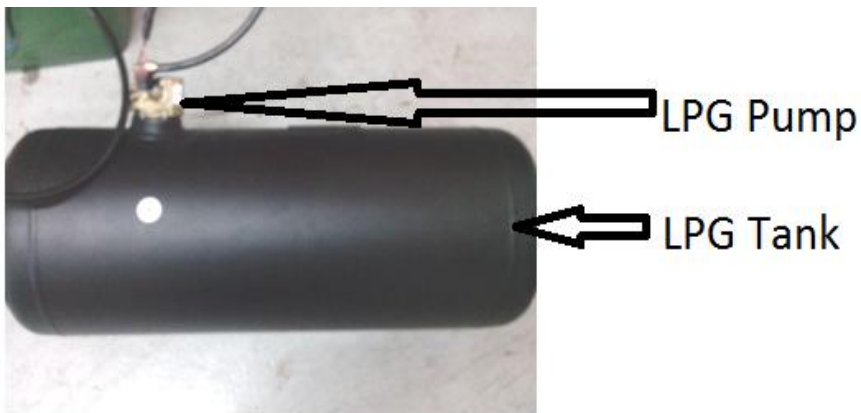
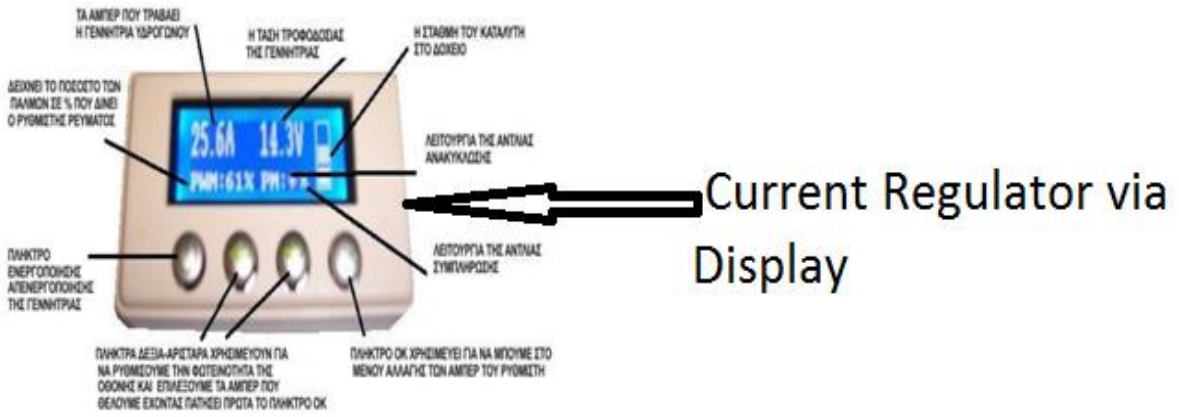
Tank with hydrogen



Hydrogen in air intake of
the engine



EFIE with 6 settings
50 mvolts on each one





Auto Calibration
Petrol Injection Timing
LPG Injection Timing



FuseBox
Addition LPG Fuse