



ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ  
ΠΕΛΟΠΟΝΝΗΣΟΥ  
UNIVERSITY of the PELOPONNESE

**ΣΧΟΛΗ ΜΗΧΑΝΙΚΩΝ**  
**ΤΜΗΜΑ ΜΗΧΑΝΟΛΟΓΩΝ ΜΗΧΑΝΙΚΩΝ**

## **ΠΤΥΧΙΑΚΗ ΕΡΓΑΣΙΑ**

**Ανάλυση συστημάτων κλιματισμού σε υβριδικά οχήματα**

**Παπαχρονόπουλος Γεώργιος**

**A.M:7202**

**ΕΠΙΒΛΕΠΩΝ ΚΑΘΗΓΗΤΗΣ:κ.ΚΩΝΣΤΑΝΤΙΝΟΣ ΜΑΥΡΙΔΗΣ**

## Πρόλογος

Το περιβάλλον του αυτοκινήτου εξελίσσεται γρήγορα λόγω των ολοένα και πιο αυστηρών περιβαλλοντικών επιπτώσεων. Η ηλεκτροκίνηση παίρνει όλο και μεγαλύτερο μερίδιο στις πωλήσεις καινούργιων αυτοκινήτων.

Η ηλεκτροκίνηση των αυτοκινήτων συνοδεύεται και με νέες προκλήσεις σε σύγκριση με τα συμβατικά αυτοκίνητα, ανάλογα με τα επίπεδα χρήσης του ηλεκτροκινητήρα με περισσότερες ιδιομορφίες να εμφανίζονται κυρίως στα υβριδικά ηλεκτρικά οχήματα. Στα υβριδικά αυτοκίνητα, για όσο διάστημα δεν λειτουργεί ο θερμικός κινητήρας, υπάρχει πρόβλημα με λειτουργία του συστήματος θέρμανσης και ψύξης της καμπίνας και των μπαταριών.

Το σύστημα κλιματισμού αυτοκινήτου είναι το μεγαλύτερο βοηθητικό φορτίο ενός αυτοκινήτου, επηρεάζοντας σημαντικά την κατανάλωση καυσίμου και τις εκπομπές CO<sub>2</sub>. Επιβαρύνει επίσης και την αυτονομία του αυτοκινήτου.

Η ηλεκτροκίνηση των αυτοκινήτων γίνεται όλο και πιο σημαντική προκειμένου να μειωθεί η κατανάλωση καυσίμου και να ικανοποιηθούν οι πιο περιοριστικές νομοθεσίες για τις εκπομπές ρύπων. Τα plug-in υβριδικά ηλεκτρικά αυτοκίνητα μπορούν να χρησιμοποιήσουν ενέργεια από το δίκτυο για να επαναφορτίσουν την μπαταρία υψηλής τάσης τους. Αυτό μετατρέπεται με πολύ υψηλότερη απόδοση και λιγότερες εκπομπές CO<sub>2</sub>, σε σύγκριση με τον κινητήρα εσωτερικής καύσης και έτσι θα έχουν σημαντικό ρόλο στην παρούσα μετάβαση από τα συμβατικά στα ηλεκτρικά οχήματα.

Η προσθήκη νέων εξαρτημάτων, όπως ηλεκτρονικά ισχύος, ηλεκτρική μηχανή και μπαταρία υψηλής τάσης, αυξάνει τη μέγιστη διαθέσιμη ροπή και την ενέργεια που αποθηκεύεται στο σκάφος, αλλά αυξάνει και το βάρος. Επιπλέον, αν και έχουν πραγματικά υψηλή απόδοση, παράγουν σημαντική ποσότητα θερμότητας που πρέπει να αφαιρεθεί. Για να διασφαλιστεί η αποτελεσματικότητα και η αξιοπιστία του συστήματος, πρέπει να σχεδιαστεί μια εντελώς νέα διάταξη διαχείρισης θερμότητας.

Οι θερμικές απαιτήσεις των εξαρτημάτων ηλεκτρονικών ισχύος είναι εντελώς διαφορετικές από τις απαιτήσεις μιάς ΜΕΚ, μπορούν να γίνουν αποδεκτές πολύ χαμηλότερες θερμοκρασίες και υψηλότερες τιμές μπορούν να ζητήσουν μείωση της ισχύος προκειμένου να διατηρηθεί η ακεραιότητά τους.

Η μπαταρία υψηλής τάσης είναι ακόμη πιο κρίσιμη, καθώς μπορεί να λειτουργήσει σωστά μόνο σε ένα συγκεκριμένο παράθυρο θερμοκρασίας και εκτός αυτού, έχει επίσης ταχεία θερμική υποβάθμιση.

Το άλλο βασικό ζήτημα θερμικής διαχείρισης για το PHEV και, ειδικά, για το BEV είναι η θέρμανση καμπίνας.

## ΠΕΡΙΛΗΨΗ

0

Αντικείμενο της παρούσας διπλωματικής εργασίας είναι η ανάλυση των δεδομένων που επηρεάζουν τον σχεδιασμό των συστημάτων κλιματισμού σε υβριδικά αυτοκίνητα. Τα αυτοκίνητα αυτά έχουν την ιδιομορφία να μην λειτουργεί συνεχώς ο θερμικός τους κινητήρας που σε ένα συμβατικό αυτοκίνητο δίνει κίνηση στον συμπιεστή του.

Η εργασία ξεκινά με ιστορική αναδρομή στα σχετικά συστήματα και περιγράφεται περιληπτικά η υβριδική τεχνολογία.

Γίνεται περιγραφή του κυκλώματος κλιματισμού ενός τυπικού αυτοκινήτου, των εξαρτημάτων που το αποτελούν και των υλικών που χρησιμοποιούνται ως ψυκτικά ρευστά και λιπαντικά για το κύκλωμα. Περιγράφονται τα υπέρ και κατά καθενός και ποια από αυτά είναι κατάλληλα για χρήση και σε υβριδικά αυτοκίνητα.

Ιδιαίτερη έμφαση δίνεται στις επιπλέον απαιτήσεις που υπάρχουν από το κύκλωμα κλιματισμού όπως είναι η ψύξη, ή πιο σωστά η διαχείριση της θερμοκρασίας των μπαταριών του υβριδικού αυτοκινήτου.

Παρουσιάζονται οι πλέον ενδιαφέρουσες λύσεις για κλιματισμό υβριδικών αυτοκινήτων με αναφορά στους ηλεκτροκίνητους συμπιεστές και τα κυκλώματα ψύξης των μπαταριών.

Ανακεφαλαιώνοντας επισημαίνονται οι μελλοντικές τάσεις στον χώρο αυτό καθώς και όλη η σχετική βιβλιογραφία.

## Περιεχόμενα

ΠΡΟΛΟΓΟΣ	
ΠΕΡΙΛΗΨΗ	
ΕΥΧΑΡΙΣΤΙΕΣ	
Abstract	
Κεφάλαιο 1 <sup>ο</sup> 1. 1. Εισαγωγή	
Κεφάλαιο 2ο 2. 1. Ιστορική αναδρομή	
Κεφάλαιο 3ο 3.1. Υβριδική τεχνολογία	
3.2. Οι τύποι	
3.3 Επικυκλική Μονάδα	
3.4 Το Σύστημα Synergy της Toyota.	
3.5 Toyota Prius THS και THS II	
Κεφάλαιο 4ο 4.1 Το συμβατικό κύκλωμα κλιματισμού	
4.2 Ο ψυκτικός κύκλος	
4.3 - Διάγραμμα Πίεσης – Ενθαλπίας (p-h)	
Κεφάλαιο 5ο 5.1 Ψυκτικά μέσα (ρευστά)	
5.1.2 Ψυκτικό R12	
5.1.3 Ψυκτικό R134a	
5.1.4. Ψυκτικό R-1234yf	
5.1.5 Ψυκτικό R-744	
5.2 Αζεοτροπικά μίγματα	
5.3 Ψυκτικά λάδια	
5.3.1 Το ιξώδες	
5.3.2 Ορυκτέλαια (Mineral)	
5.3.3 Λάδια PAG	
5.3.4 Λάδια POE	
5.3.5 Υβριδικά ψυκτικά λάδια	
5.3.6 Λάδια γενικής χρήσης	
Κεφάλαιο 6ο 6.1 Τα εξαρτήματα του κυκλώματος κλιματισμού	
6.2 Συμπιεστής	
6.3 Συμπυκνωτής	
6.4. Τριχοειδής σωλήνας	
6.5. Εβαπορέτα	
6.6. Φίλτρο (αφυγρανήρας - συσσωρευτής)	
6.7. Φίλτρο (αφυγρανήρας -συλλέκτης)	
6.8. εκτονωτική βαλβίδα	
Κεφάλαιο 7ο 7.1 Ιδιαιτερότητες των υβριδικών συστημάτων	
7.2 Κύκλωμα ψύξης	
7.3 Ηλεκτρικές αντλίες νερού	
7.3.2 Αρχή λειτουργίας	
7.3.3 Τα οφέλη	
Κεφάλαιο 8ο 8.1 Η ψύξη των μπαταριών	

8.2 Μπαταρία NiMH	
8.3 Μπαταρία Λιθίου	
8.4 Οι μονάδες μπαταρίας	
8.5 battery pack	
8.6 Σύστημα Διαχείρισης Μπαταριών	
8.7 Μπαταρία και Θερμική Διαχείριση	
8.8 Ψύξη μπαταριών TOYOTA Prius	
Αισθητήρες θερμοκρασίας μπαταρίας	
Συγκρότημα Ανεμιστήρα	
Συμπιεστές με ηλεκτροκινητήρα	
Τι είναι ο eCompressor και πώς λειτουργεί;	
Οφέλη εξοικονόμησης καυσίμου	
Εργαζόμενοι με eCompressors	
Περιγραφή συστήματος κλιματισμού υβριδικού οχήματος	
Η εναλλαγή θερμότητας	
Πάγωμα συμπυκνωτή	
Αντλία θερμότητας	
Οι τάσεις της αγοράς	
Συμπεράσματα	
Κατάλογος εικόνων	
Όροι και Συντομογραφίες	
Βιβλιογραφία	

## **ΕΥΧΑΡΙΣΤΙΕΣ**

Θα ήθελα να εκφράσω την ευγνωμοσύνη μου προς τον επιβλέποντα καθηγητή μου κ. Κωνσταντίνο Μαυρίδη για την ανάθεση της εργασίας αυτής που ανταποκρίνεται πλήρως στα ενδιαφέροντα μου, καθώς και για την καθοδήγησή του κατά την σύνθεση και παρουσίαση της εργασίας.

Επιπλέον, θα ήθελα να τον ευχαριστήσω τόσο για τη συνεχή και αμέριστη συμπαράστασή του όσο και για τις κατευθυντήριες γραμμές που μου έδωσε κατά τη διαδικασία εκπόνησης της εργασίας.

Δε θα μπορούσα να παραλείψω να εκφράσω την ευγνωμοσύνη μου προς την οικογένειά μου για τη στήριξη και την ενίσχυση που μου προσέφερε κατά τη διάρκεια των σπουδών μου.

Τέλος, θα ήθελα να πω ένα μεγάλο ευχαριστώ σε όλους τους φίλους και συμφοιτητές μου για τα υπέροχα ακαδημαϊκά χρόνια που μοιράστηκα μαζί τους.

## **Abstract**

The object of this thesis is the analysis of the data that influence the design of air conditioning systems in hybrid cars. These cars have the peculiarity that their thermal engine does not work continuously, which in a conventional car drives its compressor.

The paper begins with a historical review of the relevant systems and briefly describes the hybrid technology.

A description is given of the air conditioning circuit of a typical car, the components that make it up and the materials used as media and lubricants for the circuit. The pros and cons of each are described and which of them are suitable for use in hybrid cars as well.

Particular emphasis is placed on the additional requirements that exist from the air conditioning circuit such as cooling, or more correctly the temperature management of the hybrid car's batteries.

The most interesting solutions for hybrid car air conditioning are presented with reference to electric compressors and battery cooling circuits.

By summarizing, the future trends in this area as well as all the relevant literature are highlighted.

## Κεφάλαιο 1<sup>ο</sup>

### 1. 1. Εισαγωγή

Τα ηλεκτρικά και υβριδικά ηλεκτρικά αυτοκίνητα γίνονται όλο και πιο δημοφιλή κάθε χρόνο. Το γεγονός αυτό θέτει νέες προκλήσεις ανάλογα με τον συγκεκριμένο τύπο κίνησης, δεδομένου ότι τα περισσότερα από αυτά εξαρτώνται από την μπαταρία και λιγότερο από τον θερμικό κινητήρα.

Οι στόχοι της Ευρωπαϊκής Ένωσης για μείωση των εκπομπών διοξειδίου του άνθρακα, αναγκάζουν τους κατασκευαστές αυτοκινήτων να κατασκευάζουν αυτοκίνητα με λιγότερες έως μηδενικές εκπομπές ρύπων.

Εκτός από τις τεχνολογίες που εξοικονομούν καύσιμο, όπως το σύστημα start-stop, η ηλεκτροκίνηση παίζει σημαντικό ρόλο. Η ενδεχόμενη απαγόρευση των θερμικών κινητήρων φέρνει την ηλεκτροκίνηση πιο κοντά. Οι προβλέψεις λένε πως μετά το 2035 βενζινοκινητήρες και πετρελαιοκινητήρες δεν θα μπορούν να πάρουν άδεια. Οι ειδικοί προβλέπουν ότι μετά το 2030 περισσότερα από τα μισά αυτοκίνητα που θα ταξινομούνται θα είναι ηλεκτροκίνητα – EV, που σημαίνει πλήρως ηλεκτρικά με μπαταρίες, υβριδικά, plug-in υβριδικά και με κυψέλες καυσίμου.

Αυτά προϋποθέτουν ότι πολλά από τα συστήματα του αυτοκινήτου, πρέπει να μπορούν να λειτουργούν ανεξάρτητα από τον θερμικό κινητήρα. Μεταξύ των υπολοίπων και το σύστημα κλιματισμού τόσο στην εκδοχή της ψύξης όσο και της θέρμανσης θα πρέπει να λειτουργεί χωρίς την ανάγκη του θερμικού κινητήρα.

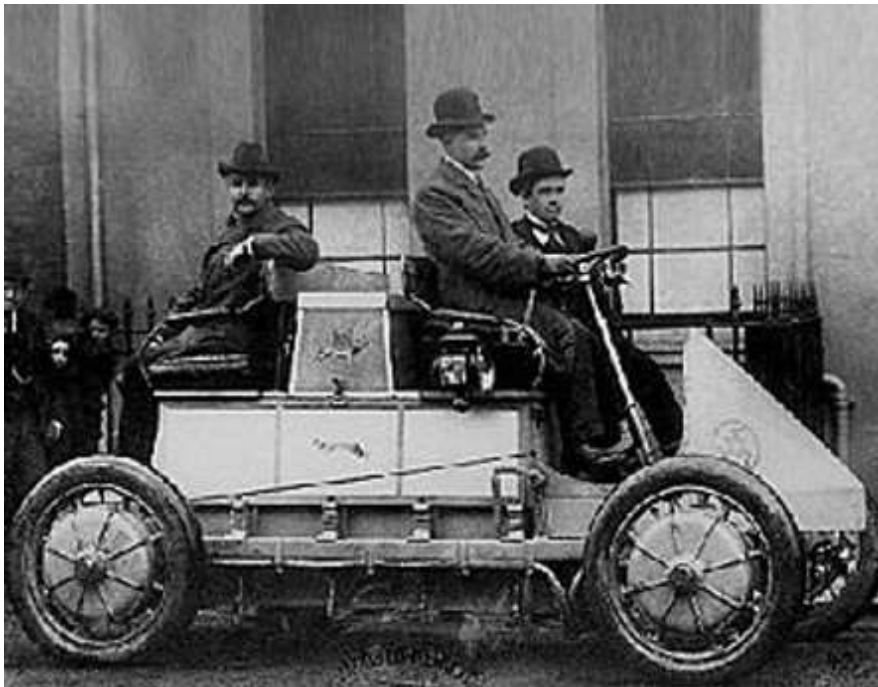


## Κεφάλαιο 2<sup>ο</sup>

### 2. 1. Ιστορική αναδρομή

Με το όρο υβριδικό αυτοκίνητο νοούμε κάθε αυτοκίνητο που χρησιμοποιεί περισσότερες από μία πηγές καυσίμου. Στις μέρες μας, ωστόσο, χρησιμοποιούμε κυρίως τον όρο για να περιγράψουμε αυτοκίνητα που συνδυάζουν έναν κινητήρα εσωτερικής καύσης και έναν ηλεκτροκινητήρα που τροφοδοτείται από μπαταρία.

Στα τέλη του 19ου και στις αρχές του 20ου αιώνα, όταν η ιδέα ότι τα αυτοκίνητα πρέπει να λειτουργούν με βενζίνη δεν είχε ακόμα εδραιωθεί, οι εφευρέτες αναζητούσαν διάφορες εναλλακτικές λύσεις για τον κινητήρα του αυτοκινήτου όπως ηλεκτρική ενέργεια, ορυκτά καύσιμα, ατμό και συνδυασμούς των παραπάνω.



**Εικόνα 2.1.α** Lohner Elektromobil του 1900

Η ιστορία των υβριδικών αυτοκινήτων ξεκίνησε στις αρχές του 20ου αιώνα. Το πρώτο υβριδικό αυτοκίνητο ξεκίνησε σαν ιδέα από τον Αυστριακό κατασκευαστή λεωφορείων, τον Jacob Lohner, ο οποίος θεωρούσε ότι η ηλεκτροκίνηση των αυτοκινήτων είχε πολλά πλεονεκτήματα.

Προσέλαβε έναν νεαρό Αυστριακό μηχανικό, τον Ferdinand Porsche, ο οποίος το 1896, όταν ήταν μόλις 21 ετών, εφηύρε τον ηλεκτρικό κινητήρα πλήμνης τροχού. Ο Lohner ζήτησε από τον Porsche να συνδυάσει τους κινητήρες του με ένα από τα λεωφορεία του Lohner. Το αποτέλεσμα ήταν το Lohner Elektromobil, που παρουσιάστηκε για πρώτη φορά στο ευρύ κοινό στην Έκθεση του Παρισιού του 1900.

Το σημαντικότερο μειονέκτημα του Elektromobil ήταν η αυτονομία του. Έτσι ο Porsche πρόσθεσε έναν κινητήρα εσωτερικής καύσης που λειτουργούσε ως γεννήτρια, καθιστώντας το Elektromobil το πρώτο όχημα που συνδύασε έναν ηλεκτροκινητήρα με έναν κινητήρα βενζίνης. Το 1901, μια έκδοση έτοιμη για παραγωγή άφησε το στίγμα της ως Lohner- "Mixte".

Το πρώτο υβριδικό αυτοκίνητο που ανέπτυξαν οι Jacob Lohner και Ferdinand Porsche χρησιμοποιούσε έναν μονοκύλινδρο βενζινοκινητήρα για να κινεί μια γεννήτρια που παρέχει ηλεκτρική ενέργεια στους κινητήρες πλήμνης που ήταν τοποθετημένοι στους μπροστινούς τροχούς.

Σύμφωνα με αναφορές, κατάφερε να επιτύχει τελική ταχύτητα 56 χλμ./ώρα. Συνολικά πουλήθηκαν περίπου 300 τέτοια αυτοκίνητα.

Το 1905 κατατίθεται η πρώτη πατέντα υβριδικού αυτοκινήτου από τον Αμερικανό H. Pieper (US patent 913,846).

Η επανάσταση στην αγορά του αυτοκινήτου πραγματοποιήθηκε από τον Henry Ford ο οποίος ξεκίνησε την πρώτη γραμμή συναρμολόγησης αυτοκινήτων το 1904. Οι δυνατότητες της Ford να κατασκευάζει χαμηλού κόστους, ελαφρού βάρους αυτοκίνητα με βενζινοκινητήρες προκάλεσαν το μεγαλύτερο εμπόδιο για την πρόοδο της Υβριδικής

τεχνολογίας. Έτσι, στα μέσα της δεκαετίας του 1920, τα υβριδικά αυτοκίνητα εξαφανίστηκαν.

1973 η εταιρεία VW παρουσιάζει ως απάντηση στην ενεργειακή κρίση το μοντέλο TAXI με υβριδική τεχνολογία που βασιζόταν σε μία πατέντα της γερμανικής εταιρείας TRW (TRW EMT - Electro Mechanical Transmission του 1971).

Το 1976 το αμερικανικό κογκρέσο ψηφίζει τον Νόμο 94-413 που πιέζει τις αυτοκινητοβιομηχανίες να εξελίξουν: Ηλεκτρικά, και Υβριδικά αυτοκίνητα.

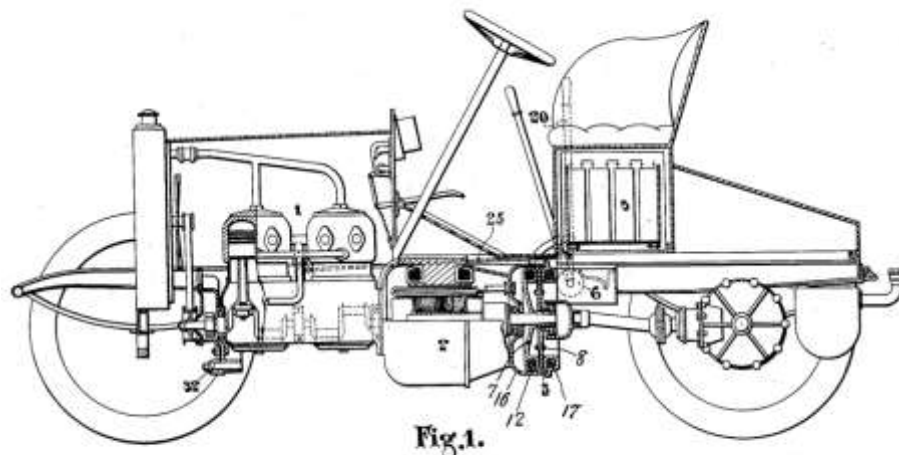
1989: Η Audi παρουσιάζει το πειραματικό Audi Duo. Συνδυάζει έναν ηλεκτροκινητήρα 12 ίππων με έναν κινητήρα εσωτερικής καύσης 139 ίππων. Η Audi αναπτύσσει περαιτέρω γενιές του Duo κατά τη διάρκεια της επόμενης δεκαετίας.

1997: η Toyota παρουσιάζει το Prius και ξεκινά την εμπορία του στην Ιαπωνία.

1999: Η Honda παρουσιάζει το Insight.

2000: Η Toyota ξεκινά την εμπορία του Prius (ως μοντέλο του 2001) στις Ηνωμένες Πολιτείες.

2004: Η Ford παρουσιάζει το πρώτο υβριδικό SUV, το Ford Escape του 2005.



## **Εικόνα 2.1.2 Η. Pieper του 1905**

### **Κεφάλαιο 3<sup>ο</sup>**

#### **3.1. Υβριδική τεχνολογία**

Ένα τέτοιο εναλλακτικό σύστημα προώθησης είναι και το υβριδικό -ηλεκτρικό αυτοκίνητο (Hybrid Electric Vehicle), το οποίο ευρέως θεωρείται ως το μεταβατικό στάδιο στην πορεία για το Όχημα Μηδενικών Εκπομπών (Zero Emission Vehicle). Αυτός ο συνδυασμός προσφέρει τη δυνατότητα αποσύνδεσης της διαδικασίας μετατροπής ενέργειας από τον κύκλο λειτουργίας ενός συμβατικού οχήματος. Κατά συνέπεια, ο κινητήρας μπορεί να λειτουργήσει στη βέλτιστη απόδοση σε μεγαλύτερη έκταση κατά τη διάρκεια ζωής του και υπόκειται σε μικρότερη εξωτερική επίδραση (π.χ. συνθήκες οδοστρώματος) που έχει σαν αποτέλεσμα σημαντική μείωση της κατανάλωσης τουλάχιστον κατά 15-20% σε σύγκριση με ένα συμβατικό όχημα. Δυο είναι οι προκλήσεις που πρέπει να αντιμετωπιστούν :

- α) το κόστος του οχήματος που είναι κατά 50% υψηλότερο από το αντίστοιχο συμβατικό
- β) το σύστημα ολοκλήρωσης και ελέγχου.

Τα διάφορα στοιχεία στο σύστημα μετάδοσης ισχύος πρέπει να συντονιστούν προσεκτικά για την μεγιστοποίηση των οφελών.

Τα πλεονεκτήματα των υβριδικών αυτοκινήτων είναι τα εξής:

- 1) Μικρότερο μέγεθος Μ.Ε.Κ.
- 2) Η Μ.Ε.Κ. τίθεται προσωρινά εκτός λειτουργίας, οπότε έχουμε μικρότερη κατανάλωση καυσίμου.
- 3) Η Μ.Ε.Κ. λειτουργεί σε σταθερή ταχύτητα / φορτίο του πεδίου λειτουργίας σε σχετικά υψηλή απόδοση

4) Ανάκτηση ισχύος και φόρτιση των μπαταριών κατά το φρενάρισμα

### **3.2. Οι τύποι**

Και ανάλογα με την ισχύ του ηλεκτροκινητήρα, οι τύποι των υβριδικών είναι:

#### **1. Micro Hybrid**

Αυτόματα σταματάει / ξεκινάει τον κινητήρα σε συνθήκες μπουτιλιαρίσματος. Σύστημα start - stop.

#### **2. Mild Hybrid**

Αυτόματα σταματάει / ξεκινάει τον κινητήρα σε συνθήκες μπουτιλιαρίσματος. Σύστημα start - stop.

Χρησιμοποιεί αναγεννητική πέδηση και λειτουργεί με τάση 48 βολτ

Χρησιμοποιεί τον ηλεκτροκινητήρα για να βοηθήσει τον κινητήρα εσωτερικής καύσης

#### **3. Full Hybrid**

Αυτόματα σταματάει / ξεκινάει τον κινητήρα σε συνθήκες μπουτιλιαρίσματος.

Χρησιμοποιεί αναγεννητική πέδηση και λειτουργεί με τάση πάνω από 60 βολτ

Χρησιμοποιεί ηλεκτροκινητήρα για να βοηθήσει τον κινητήρα εσωτερικής καύσης

Μπορεί να κινηθεί μερικές φορές χρησιμοποιώντας μόνο τον ηλεκτροκινητήρα

#### **4. Plug-in Hybrid**

Αυτόματα σταματάει / ξεκινάει τον κινητήρα σε συνθήκες μπουτιλιαρίσματος.

Χρησιμοποιεί αναγεννητική πέδηση και λειτουργεί με τάση πάνω από 60 βολτ  
Χρησιμοποιεί ηλεκτροκινητήρα για να βοηθήσει τον κινητήρα εσωτερικής καύσης  
Μπορεί να κινηθεί μερικές φορές χρησιμοποιώντας μόνο τον ηλεκτροκινητήρα  
Επαναφορτίζει τις μπαταρίες από πρίζα για μεγάλη πλήρως ηλεκτρική αυτονομία

Τα υβριδικά συστήματα μετάδοσης ισχύος μπορούν να κατηγοριοποιηθούν σε τρεις κύριους τύπους ανάλογα με τη συνδεσμολογία:

- Σειριακά
- Παράλληλα
- Μικτά, που είναι ουσιαστικά συνδυασμός σειριακών και παράλληλων.

Σε ένα σειριακό υβριδικό σύστημα μετάδοσης ισχύος την κίνηση δίνει αποκλειστικά ο ηλεκτροκινητήρας ο οποίος δέχεται ηλεκτρική ενέργεια είτε από μια συστοιχία μπαταριών είτε από μια Μ.Ε.Κ. μέσω γεννήτριας. Ο κινητήρας είναι συνήθως μικρότερος σε ένα σειριακό σύστημα μετάδοσης ισχύος καθώς έχει να αντιμετωπίσει μέτριες σε ισχύ οδηγικές απαιτήσεις. Αφού δεν είναι συνδεδεμένος απευθείας στο κιβώτιο ταχυτήτων, λειτουργεί σε συγκεκριμένες στροφές/φορτίο του πεδίου λειτουργίας όπου η απόδοση είναι υψηλή ή μπορεί να βρίσκεται προσωρινά ακόμα και εκτός λειτουργίας. Έτσι έχουμε ελαχιστοποίηση της κατανάλωσης της βενζίνης. Η συστοιχία των μπαταριών είναι γενικά μεγάλης ισχύος με σκοπό να ικανοποιεί επιπλέον υψηλές οδηγικές ανάγκες, προσθέτοντας όμως βάρος και επιπλέον κόστος στο αυτοκίνητο. Οι επιδόσεις του αυτοκινήτου με αυτόν τον σχηματισμό εξαρτώνται άμεσα από την ισχύ του ηλεκτροκινητήρα, ο οποίος πρέπει να διαθέτει μεγάλο μέγεθος προκειμένου να αποδώσει την απαιτούμενη ισχύ. Ένας τόσο ισχυρός κινητήρας απαιτεί, με τη σειρά του, μεγάλο μέγεθος και βάρος συσσωρευτών προκειμένου να ικανοποιηθούν οι απαιτήσεις του σε ρεύμα, όταν ο οδηγός επιταχύνει – έστω κι αν υπάρχει δευτερεύουσα γραμμή που να

μεταφέρει το ρεύμα της γεννήτριας απευθείας στον ηλεκτροκινητήρα, παρακάμπτοντας τους συσσωρευτές.

Σε έναν παράλληλο υβριδικό σχηματισμό και ο κινητήρας και ο ηλεκτροκινητήρας παράγουν την ισχύ για την κίνηση των τροχών όντας μόνιμα και ανεξάρτητα συνδεδεμένοι στο κιβώτιο ταχυτήτων. Αφού, σε αυτόν τον σχηματισμό, ο κινητήρας είναι συνδεδεμένος απευθείας στους τροχούς, εξαλείφεται η μείωση της απόδοσης κατά την μετατροπή της μηχανικής σε ηλεκτρική, ενέργειας που συμβαίνει στα σειριακά HEVs, κάτι που καθιστά αυτό το είδος των υβριδικών κατάλληλα για οδήγηση σε αυτοκινητοδρόμους.

Σε αυτόν τον σχηματισμό, ο ηλεκτροκινητήρας έχει το ελάχιστο εκείνο μέγεθος που απαιτείται για τη μετακίνηση του αυτοκινήτου, με μικρή ταχύτητα, μέσα στην πόλη. Ο εμβολοφόρος κινητήρας από την άλλη έχει το ελάχιστο εκείνο μέγεθος που απαιτείται προκειμένου το αυτοκίνητο να μπορεί να κινείται με την επιθυμητή μέγιστη (σταθερή) ταχύτητα σε οριζόντιο επίπεδο, με άπνοια. Ταυτόχρονα, διοχετεύει ένα μικρό μέρος της ισχύος του στη γεννήτρια, προκειμένου να επαναφορτιστούν οι μπαταρίες του ηλεκτροκινητήρα.

Το πλεονέκτημα της παράλληλης σύνδεσης εμβολοφόρου κινητήρα και ηλεκτροκινητήρα βρίσκεται στη δυνατότητα που υπάρχει να 'αλληλοβοηθηθούν' τα δυο συστήματα. Για παράδειγμα τι γίνεται στην περίπτωση που απαιτηθεί από τον κινητήρα να αποδώσει (π.χ. κατά τη διάρκεια μιας επιτάχυνσης ή ανωφέρειας) μεγαλύτερη ισχύ από αυτήν που αντιστοιχεί στις συνθήκες ιδανικής θερμικής απόδοσης; Η λύση που προτείνεται από την παράλληλη υβριδική συνδεσμολογία είναι να ενεργοποιηθεί ο ηλεκτροκινητήρας και να προσφέρει αυτός την επιπλέον ισχύ που χρειάζεται το αυτοκίνητο, χωρίς ο εμβολοφόρος κινητήρας να λειτουργήσει υπό συνθήκες που θα αύξαναν την κατανάλωση του και πιθανόν και τις εκπομπές καυσαερίου.

Ένας σειριακός/παράλληλος (μικτός) σχηματισμός εμφανίζει τα πλεονεκτήματα αλλά και τα προβλήματα των παράλληλων και των σειριακών σχηματισμών. Εδώ, ο κινητήρας μπορεί να κινεί τους τροχούς απευθείας αλλά μπορεί και να είναι αποσυνδεδεμένος από αυτούς έτσι ώστε να κινούνται μόνο από τον ηλεκτροκινητήρα. Το Toyota Prius έκανε αυτή τη διάταξη διάσημη και μια παρόμοια τεχνολογία χρησιμοποιείται και στο υβριδικό Ford Escape. Το σύστημα αυτό είναι πιο ακριβό από ένα παράλληλου σχηματισμού αφού

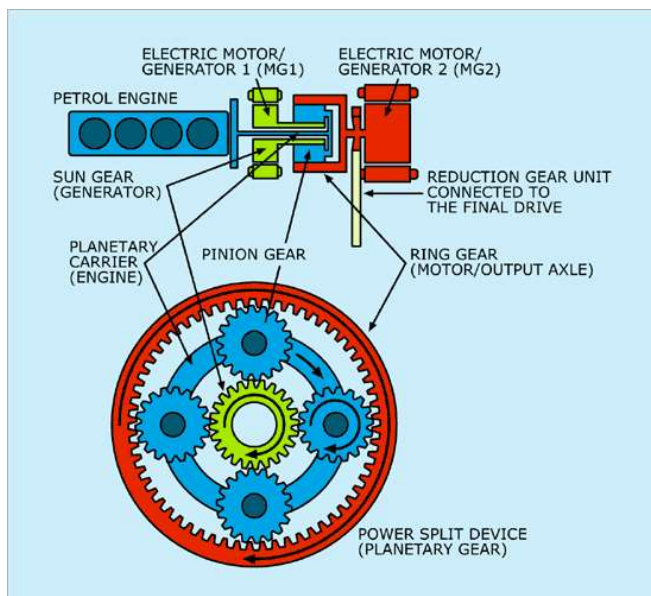
απαιτεί γεννήτρια, μεγαλύτερη συστοιχία μπαταριών και ένα πιο σύνθετο και ανεπτυγμένο σύστημα ελέγχου. Ωστόσο, ο μικτός σχηματισμός έχει τη δυνατότητα καλύτερης απόδοσης απ' ό,τι ο κάθε σχηματισμός ξεχωριστά.

Στις σειριακές HEV συνδεσμολογίες ο κινητήρας πρακτικά 'προστατεύεται' από τη μεταβατική λειτουργία αφού δεν είναι απευθείας συνδεδεμένος στους τροχούς. Έτσι δεν χρειάζεται να ακολουθεί τον κύκλο λειτουργίας του οχήματος. Από την πλευρά πάντως της μεταβατικής λειτουργίας, ο πιο ενδιαφέρων σχηματισμός είναι ο παράλληλος, αφού σε αυτόν τον σχηματισμό ο κινητήρας diesel διατηρεί τον πρώτο ρόλο στην κίνηση του οχήματος έχοντας τον ηλεκτροκινητήρα και τις μπαταρίες για την περαιτέρω τροφοδότηση ισχύος όταν αυτή χρειαστεί. Στο παρακάτω σχήμα απεικονίζεται η επέκταση του συμβατικού συστήματος μετάδοσης ισχύος διαμορφωμένο τώρα ως παράλληλη συνδεσμολογία σε όχημα HEV.

### **3.3 Επικυκλική Μονάδα**

Βασικό χαρακτηριστικό της σύνδεσης του κινητήρα με τους ηλεκτροκινητήρες είναι ένα επικυκλικό διαφορικό, στον 'ήλιο' του οποίου συνδέεται η γεννήτρια και στο φορέα των πλανητών ο κινητήρας. Η έξοδος της ισχύος γίνεται από τη στεφάνη στην οποία είναι μόνιμα συνδεδεμένος ο ηλεκτροκινητήρας. Από τη στιγμή που ο ηλεκτροκινητήρας είναι σταθερά συνδεδεμένος με τον άξονα εισόδου της μετάδοσης, εξυπακούεται ότι με σταθερή ταχύτητα του οχήματος ο ηλεκτροκινητήρας διατηρεί κι αυτός τις στροφές του σταθερές. Κατά συνέπεια, τα μέλη τα οποία διατηρούν την ιδιότητα συνεχούς μεταβολής του ρυθμού περιστροφής τους, όταν το όχημα κινείται με σταθερή ταχύτητα, είναι ο κινητήρας και η γεννήτρια.





**Εικόνα 3.3.1** Επικυκλικό διαφορικό όπου συνδέονται ΜΕΚ και δύο ηλεκτροκινητήρες

### **3.4 Το Σύστημα Synergy της Toyota.**

Με αυτήν την ελληνική λέξη η Toyota επιδιώκει να οριοθετήσει σημειολογικά τον τρόπο που αλληλεπιδρούν μεταξύ τους τα υποσυστήματα που απαρτίζουν τη σύνθετη κινητήρια μονάδα του υβριδικού της οχήματος, του Prius. Και όλη αυτή η «Συνέργεια» δεν έχει άλλο σκοπό από το να επιλέγει συνεχώς την κατάλληλη λειτουργική κατάσταση με το μέγιστο, συνολικά, βαθμό απόδοσης. Πρέπει όμως να διευκρινιστεί ότι σε καμία (σχεδόν) περίπτωση δεν επιδιώκεται η «ιδανική» λειτουργία του βενζινοκινητήρα ή του ηλεκτροκινητήρα, καθενός από μόνο του. Εκείνο που επιδιώκεται είναι η ιδανική λειτουργία, στη μονάδα του χρόνου, του συνολικού συστήματος που απαρτίζεται όχι μόνο από τους δυο κινητήρες αλλά και από τους συσσωρευτές και τη γεννήτρια.

Όταν ο οδηγός επιταχύνει, για παράδειγμα, ο προγραμματισμός της κεντρικής μονάδας θα ανατρέξει σε όλα τα πιθανά σενάρια και θα αναζητήσει τον συνδυασμό εκείνο «σύνθεσης ισχύος» από τις δυο πηγές της που τη συγκεκριμένη στιγμή θα κριθεί ως ο

ιδανικός σε σχέση με τις προθέσεις του οδηγού, την ταχύτητα, την κλίση του δρόμου και το επίπεδο φόρτισης των μπαταριών.

Και το πιο σπουδαίο είναι ότι από τη στιγμή που ο βενζινοκινητήρας δεν συνδέεται απευθείας με το κιβώτιο αλλά μέσω επικυκλικού διαφορικού, το φορτίο που αντιμετωπίζει στην έξοδο του δεν έχει σχέση με το ίδιο το

«αυτοκίνητο» και με τις αντιστάσεις του αλλά με τις αποφάσεις της κεντρικής μονάδας και μόνο. Με απλά λόγια, η αντίσταση που θα αντιμετωπίσει ο βενζινοκινητήρας (και συνακόλουθα οι στροφές που θα του επιτραπεί να κινηθεί) εξαρτάται αποκλειστικά και μόνο από το «τεχνητό» (και κυμαινόμενο) φορτίο που θα του ασκηθεί από τη γεννήτρια.

Από το πάτημα του πεντάλ του φρένου, για παράδειγμα, η κεντρική μονάδα θα συμπεράνει το βαθμό επιβράδυνσης που επιδιώκει ο οδηγός και στη συνέχεια θα αποφασίσει ποιο θα είναι το ποσοστό που θα αναλάβουν τα φρένα και ποιο αυτό που θα αναλάβει η μονάδα ανάκτησης ενέργειας – αφού συνεκτιμηθεί η κινητική κατάσταση του αυτοκινήτου και η στάθμη φόρτισης των μπαταριών.

Το ζητούμενο από την τεχνολογία Synergy της Toyota είναι να διαθέτει η κεντρική μονάδα στη μνήμη της μια πολλαπλότητα εναλλακτικών λύσεων για κάθε περίπτωση και όχι μόνο μια λύση. Και να είναι σε θέση να ανακαλεί στην επιφάνεια εκείνη τη «σύνθεση» που τη συγκεκριμένη στιγμή θα καταναλώσει τη λιγότερη βενζίνη.

### **3.5 Toyota Prius THS και THS II**

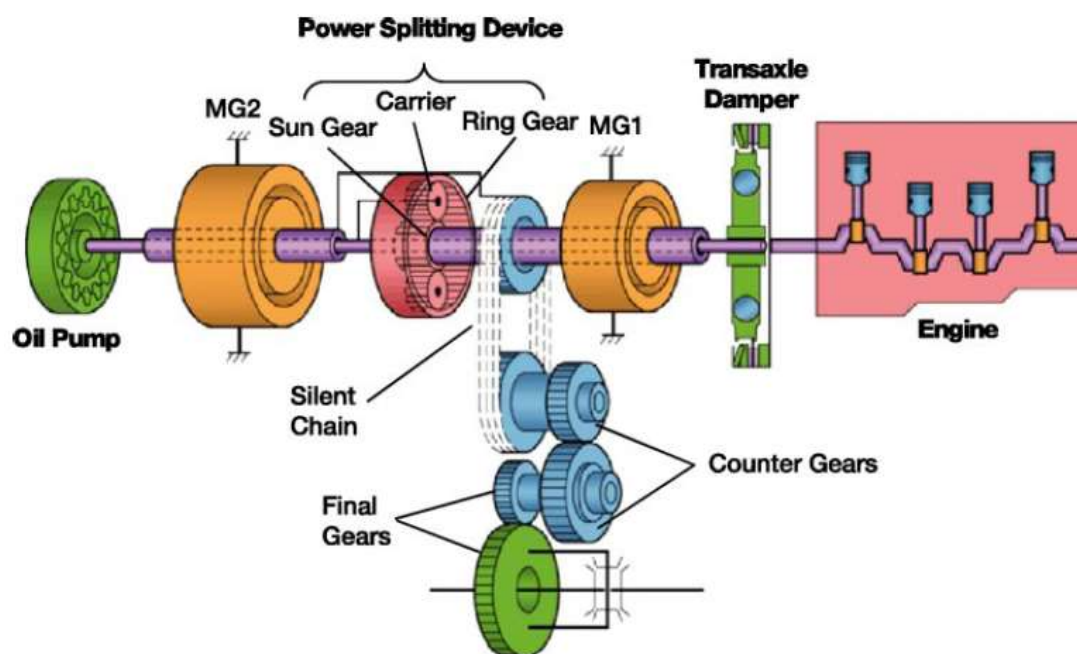
Τα αρχικά THS (Toyota Hybrid System) πρωτοχρησιμοποιήθηκαν το 1997, στο πρώτο Toyota Prius και συμβολίζουν την “έξυπνη” διασύνδεση ενός βενζινοκινητήρα με έναν ηλεκτροκινητήρα και μια γεννήτρια, σε συνδυασμό με ένα σύστημα ανάκτησης ενέργειας κατά την πέδηση.

Όσον αφορά τη μέγιστη αθροιστική ισχύ, στο THS αυτή εμφανιζόταν από τα 120 km/h και πάνω ενώ στο THS II η εμφάνιση της αρχίζει από τα 85 km/h και πάνω και η τιμή της είναι επίσης μεγαλύτερη, κατά 20% περίπου.

Το νέο Prius έχει τον ίδιο τετρακύλινδρο, 16-βάλβιδο κινητήρα με αυτόν του προκατόχου του. Έναν κινητήρα 1497 κ.εκ. με «υποτετράγωνες» διαστάσεις (διάμετρος 75, διαδρομή 84,7mm) και βαθμό συμπίεσης 13:1, που με το νέο χρονισμό του αποδίδει 78 ίππους στις 5000 rpm έναντι 72 ίππων στις 4500 rpm του προηγούμενου, ενώ η ροπή είναι ίδια και στους δυο κινητήρες και συγκεκριμένα 11,7kgm / 4200 rpm.

Η σχεδίαση αυτού του κινητήρα δεν είχε ως στόχο να αποδώσει μεγάλη ισχύ, όσο να έχει υψηλό βαθμό απόδοσης όταν λειτουργεί σε συνθήκες αντίστοιχες ενός «φυσιολογικού» κινητήρα που λειτουργεί με το γκάζι πατημένο λιγότερο από το μέγιστο.

Η λειτουργία αυτού του βενζινοκινητήρα σε κύκλο Atkinson βασίζεται στη μεγαλύτερη διαδρομή που εκτελεί το έμβολο όταν βρίσκεται στο χρόνο εκτόνωσης από αυτή που εκτελεί στη φάση συμπίεσης. Για να επιτευχθεί κάτι τέτοιο, στον κινητήρα του Prius η συμπίεση αρχίζει πολύ αργότερα από το Κ.Ν.Σ. – το πότε θα αρχίσει άρα και το πότε θα κλείσει από το σύστημα μεταβλητού χρονισμού, VVTi, η βαλβίδα εισαγωγής για να σφραγιστεί ο κύλινδρος, εξαρτάται από τον επιθυμητό βαθμό πλήρωσης.



**Εικόνα 3.5.1. Το σύστημα THS (Toyota Hybrid System)**

## **Κεφάλαιο 4<sup>ο</sup>**

### **4.1 Το συμβατικό κύκλωμα κλιματισμού**

Το σύστημα του AirCondition στο αυτοκίνητο ξεκίνησε να τοποθετείται από τις αρχές της δεκαετίας του 1940. Αρχικά υπήρχε μόνο για πολυτελή αυτοκίνητα μεγάλου κυβισμού. Από την δεκαετία του 1990 και μετά η εξέλιξη των ηλεκτρονικών επέτρεψε την τοποθέτησή του σε όλα τα αυτοκίνητα και σήμερα θεωρείται απαραίτητο σύστημα κάθε αυτοκινήτου.

Η τοποθέτηση του Air Condition στα αυτοκίνητα συνεισφέρει στον τομέα της ασφάλειας και δημιουργεί άνεση κατά την οδήγηση. Η εξέλιξή του όσο περνά ο χρόνος γίνεται όλο και πιο έντονη.

Η τοποθέτηση του Air Condition στα αυτοκίνητα συνεισφέρει στον τομέα της ασφάλειας και δημιουργεί άνεση κατά την οδήγηση με τους παρακάτω τρόπους:

- ψύχοντας τον αέρα,
- θερμαίνοντας τον αέρα,
- ξηραίνοντας τον αέρα, και
- καθαρίζοντας τον αέρα.

Το κύκλωμα του Air Condition είναι ένα απλό κύκλωμα μεταφοράς θερμότητας παρόμοιο με το κύκλωμα ψύξης του κινητήρα του αυτοκινήτου. Η διαφορά βρίσκεται στην εξαιρετικά χαμηλή θερμοκρασία βρασμού του ψυκτικού ρευστού, που χρησιμοποιείται εδώ για να μεταφέρει την θερμότητα από το εσωτερικό του αυτοκινήτου στο περιβάλλον.

Η εξέλιξή του όσο περνά ο χρόνος γίνεται όλο και πιο έντονη. Στα τελευταία χρόνια η εξέλιξις στο σύστημα αυτό εστιάζουν στο χρησιμοποιούμενο ψυκτικό ρευστό και στην εξέλιξη του συστήματος σε αντλία θερμότητας.

## **4.2 Ο ψυκτικός κύκλος**

Κύκλος ψύξης καλείται μια σειρά διαδοχικών φάσεων από τις οποίες πρέπει να περάσει το ψυκτικό ρευστό (ψυκτικό μέσο), προκειμένου να αφαιρέσει θερμότητα από τον ψυχόμενο χώρο και στη συνέχεια, αφού αποβάλλει τη θερμότητα αυτή προς το μέσο συμπύκνωσης, να μπορεί να χρησιμοποιηθεί και πάλι στο κύκλωμα.

Πιο απλά, αν απαιτείται η αποβολή (αφαίρεση) θερμότητας από ένα χώρο, δηλαδή ψύξη του χώρου, θα μπορούσε να επιτευχθεί, αν σε αυτό το χώρο κάποιο μέσο απορροφούσε ένα ποσό θερμότητας (ψυκτικό φορτίο), προκειμένου να μετατρέψει την κατάστασή του, π.χ. από υγρή σε αέρια κατάσταση. Ή, αν σε ένα χώρο απαιτείται θέρμανση, θα πρέπει σε αυτό το χώρο ένα μέσο να μεταβάλει την κατάστασή του, π.χ. από αέρια σε υγρή κατάσταση, αποδίδοντας στο χώρο το επιπλέον ποσό θερμότητας (θερμικό φορτίο). Η συνεχής και «κυκλική» αυτή μετατροπή του μέσου από υγρό σε αέριο και πάλι σε υγρό, απορροφώντας θερμότητα από ένα θερμό χώρο και μεταφέροντάς την σε άλλο χώρο ή στον περιβάλλον μπορεί να περιγραφεί με απλά λόγια ως ψυκτικός κύκλος.

Για να ολοκληρωθεί ένας κύκλος ψύξης, το ψυκτικό ρευστό πρέπει να περάσει από 4 διαδοχικά στάδια - φάσεις:

- φάση 1 - συμπίεση
- φάση 2 - συμπύκνωση
- φάση 3 - εκτόνωση
- φάση 4 - ατμοποίηση

Πιο συγκεκριμένα:

1η φάση - Συμπίεση: Το ψυκτικό μέσο (υγρό) που είναι σε αέρια κατάσταση και χαμηλή πίεση συμπιέζεται και αποκτά υψηλή πίεση.

2η φάση - Συμπύκνωση: Το αέριο με την υψηλή πίεση συμπυκνώνεται (υγροποιείται) και αποβάλλει τη θερμότητα στο περιβάλλον.

3η φάση - Εκτόνωση: Μειώνεται η πίεση του υγρού και μεταφέρεται στο χώρο που πρέπει να απορροφηθεί θερμότητα και να ψυχθεί ο χώρος.

4η φάση - Εξάτμιση: Το υγρό με χαμηλή πίεση απορροφά θερμότητα από το χώρο και μετατρέπεται σε αέριο (αεριοποιείται) με χαμηλή πίεση και οδηγείται για συμπίεση (1η φάση) και επανάληψη της διαδικασίας (κύκλου).

Το ψυκτικό μέσο, δηλαδή, μετατρέπεται από υγρό σε αέριο και πάλι σε υγρό, απορροφώντας θερμότητα από ένα θερμό χώρο, π.χ. από το χώρο επιβατών ενός αυτοκινήτου και μεταφέροντάς την στο περιβάλλον. Είναι σημαντικό να κατανοηθεί ότι μεταβάλλοντας τα μεγέθη πίεσης και θερμοκρασίας και αλλάζοντας κατάσταση το ψυκτικό μέσο αέριο χαμηλής πίεσης και χαμηλής θερμοκρασίας σε υγρό υψηλής πίεσης και υψηλής θερμοκρασίας σε υγρό χαμηλής πίεσης και χαμηλής θερμοκρασίας σε αέριο χαμηλής πίεσης και χαμηλής θερμοκρασίας, μπορεί να παραχθεί ψυκτικό έργο.

#### **4.3 - Διάγραμμα Πίεσης – Ενθαλπίας (p-h)**

Απαραίτητο στοιχείο για την κατανόηση του τρόπου λειτουργίας των βασικών στοιχείων και των πιθανών δυσλειτουργιών του συστήματος κλιματισμού, που στηρίζεται στον ψυκτικό κύκλο συμπίεσης ψυχρών ατμών, αποτελεί το Διάγραμμα Πίεσης – Ενθαλπίας ή (p-h), γνωστό επίσης και ως «Διάγραμμα του Mollier».

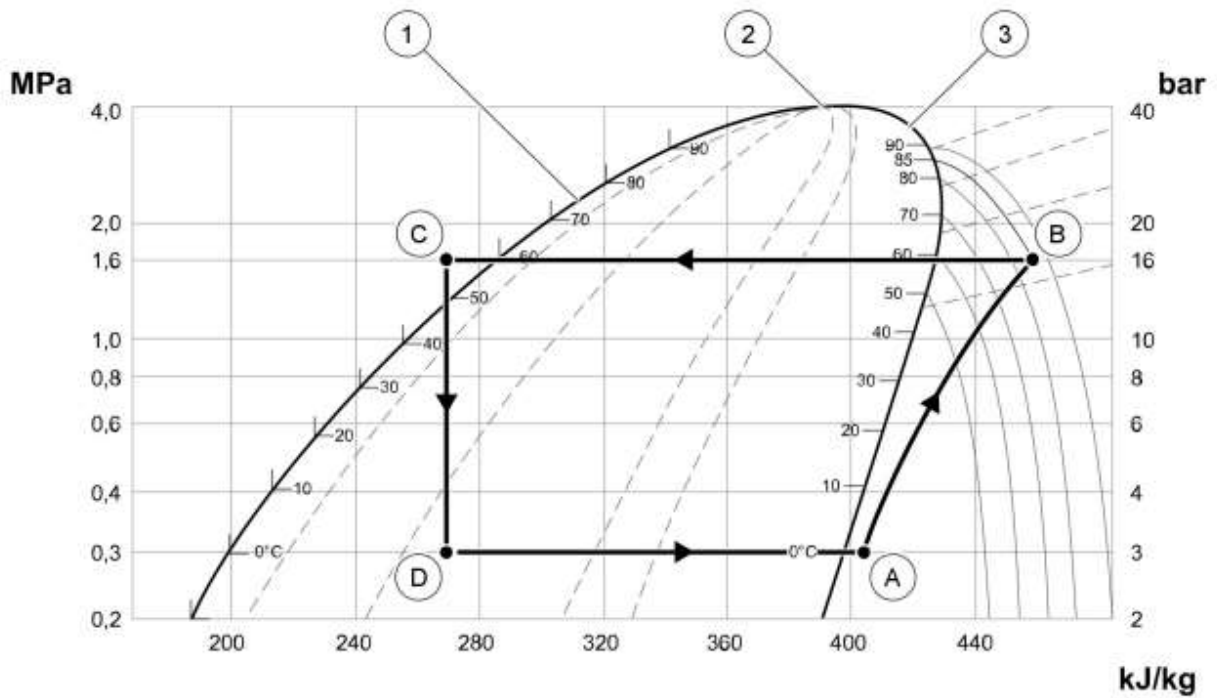
Για κάθε ψυκτικό μέσο (ρευστό) υπάρχει και το αντίστοιχο διάγραμμα πίεσης – ενθαλπίας. Με τον όρο ενθαλπία, που προέρχεται από το ρήμα ενθάλπω = ζεσταίνω, χαρακτηρίζεται η ενέργεια που προσφέρεται (εγκλωβίζεται στα μόρια) κατά τη θέρμανση ουσιών, ιδίως σε εκείνα των υδρατμών. Τα μόρια αυτά έχουν μεγαλύτερο ενεργειακό περιεχόμενο από τα αρχικά μόρια. Η ενθαλπία αποτελεί το θερμικό περιεχόμενο κάθε χημικού συστήματος, η οποία συμβολίζεται συνήθως με το γράμμα h. Η ενέργεια αυτή οφείλεται στις δυνάμεις των χημικών δεσμών που συγκρατούν τα άτομα μέσα στο μόριο, αλλά και στην κίνηση των ατόμων, των ηλεκτρονίων καθώς και του ίδιου του μορίου. Έτσι η χημική αυτή ενέργεια παραμένει εγκλωβισμένη μέσα στο μόριο που μπορεί να αποδοθεί άλλοτε εύκολα, π.χ. με σπινθήρα και συμπίεση στη βενζίνη, και άλλοτε δύσκολα, π.χ. στα πυρηνικά καύσιμα.

Το ψυκτικό μέσο κυκλοφορεί μέσα στο ψυκτικό κύκλωμα και διαρρέοντας τα διάφορα επιμέρους στοιχεία του, υποβάλλεται σε θερμοδυναμικές μεταβολές, οι οποίες συνθέτουν τον ψυκτικό του κύκλο. Έτσι, σε άλλα τμήματα του ψυκτικού κυκλώματος το ψυκτικό ρευστό είναι σε υγρή φάση, σε άλλα σε κατάσταση ατμού και σε άλλα ως μείγμα ατμού και υγρού. Σε κάθε φάση το ψυκτικό μέσο (ρευστό) έχει διαφορετική πίεση, θερμοκρασία, ενθαλπία, πυκνότητα κ.λπ.

Τα συστήματα κλιματισμού των αυτοκινήτων διαφέρουν από τις υπόλοιπες κλιματιστικές μονάδες, κυρίως ως προς τις μεθόδους με τις οποίες μπορεί να ρυθμιστεί η ατμοποίηση του ψυκτικού ρευστού. Η κύρια μέθοδος ατμοποίησης είναι η εκτόνωση μέσω της χρήσης μιας εκτονωτικής βαλβίδας.

Στα επιβατικά αυτοκίνητα σήμερα χρησιμοποιείται ως επί το πλείστον το ψυκτικό υγρό με την ονομασία R-134a. Όλες οι μεταβολές στις οποίες υποβάλλεται το ψυκτικό υγρό παρουσιάζονται στο παρακάτω διάγραμμα της πίεσης – ενθαλπίας, όπου στον άξονα  $x$  υπάρχουν οι τιμές της ενθαλπίας (KJ/Kg) και στον άξονα  $\psi$  οι τιμές της πίεσης (MPa). Οι μεταβολές των πιέσεων και των θερμοκρασιών (αλλαγές φάσεων) σε ένα ψυκτικό μέσο δημιουργούν ένα ελεγχόμενο θερμοκρασιακά περιβάλλον ανάλογα με τις ανάγκες που απαιτεί ο χώρος.

Ψυκτική ισχύς ενός συστήματος ονομάζεται το ποσό θερμότητας που αφαιρείται από το χώρο στη μονάδα του χρόνου.



**Εικόνα 4.3.α Διάγραμμα Mollier για R134a**

A-B Συμπύεση

B-C συμπύκνωση

C-D Εκτόνωση

D-A Εξάτμιση

1 Καμπύλη κορεσμένης υγρασίας

2 Κρίσιμο σημείο

3 Καμπύλη κορεσμένου ατμού



## Κεφάλαιο 5<sup>ο</sup>

### 5.1 Ψυκτικά μέσα (ρευστά)

Ψυκτικό ή ρευστό είναι κάθε μέσο (ρευστό) που έχει ενδόθερμες ιδιότητες εξάτμισης και έχει χαμηλό σημείο βρασμού σε ατμοσφαιρική πίεση (1atm). Δεν υπάρχει ιδανικό ψυκτικό μέσο (ρευστό) για όλους τους τύπους συστημάτων κλιματισμού. Ένα ψυκτικό πρέπει να διαθέτει έναν αριθμό ιδιοτήτων για να θεωρείται κατάλληλο για χρήση σε ένα σύστημα κλιματισμού. Αυτό σημαίνει ότι όσο περισσότερες ιδιότητες καλύπτει ένα ψυκτικό, τόσο πιο επιθυμητό είναι. Τα R12 και R134a, που χρησιμοποιούνταν μέχρι τώρα, καταργήθηκαν σταδιακά ή σύντομα θα καταργηθούν για περιβαλλοντικούς λόγους

Από τα τέλη του 1995, το Πρωτόκολλο του Μόντρεαλ αποφάσισε να εξαλείψει τις ουσίες που καταστρέφουν το όζον όπως το φρέον (R12), ενώ παράλληλα υιοθέτησε αυστηρές διαδικασίες για την ανάκτηση, αποθήκευση και ανακύκλωση αυτών των υγρών. Ο αριθμός ODP (Δυνατότητα καταστροφής του όζοντος) είναι ένας δείκτης της εξάντλησης της στιβάδας του όζοντος.

Το επόμενο θέμα είναι η πρόληψη της κλιματικής αλλαγής και το «φαινόμενο του θερμοκηπίου». Το Πρωτόκολλο του Κιότο ορίζει το διοξείδιο του άνθρακα (CO<sub>2</sub>), το μεθάνιο (CH<sub>4</sub>), το υποξείδιο του αζώτου (N<sub>2</sub>O) και το φθόριο ως τα πιο σημαντικά «αέρια του θερμοκηπίου» για την ανθρωπότητα. Οι υδροφθοράνθρακες (HFC) είναι τα πιο κοινά φθοριούχα αέρια. Η τιμή GWP (Global Warming Potential) υποδεικνύει τον βαθμό στον οποίο ένα αέριο συμβάλλει στην αύξηση της θερμοκρασίας της Γης. Επομένως, θα συναντήσουμε νέα ψυκτικά μέσα στην αυτοκινητοβιομηχανία λόγω των περιορισμών των πρωτοκόλλων του Μόντρεαλ και του Κιότο.

Ας δούμε τα σημαντικότερα από τα ψυκτικά ρευστά που χρησιμοποιούνται στην αυτοκινητοβιομηχανία:

#### 5.1.2 Ψυκτικό R12

ο R-12 είναι ένα ψυκτικό μέσο που περιέχει μεγάλες ποσότητες χλωρίου και θεωρείται ότι συμβάλλει σημαντικά στην καταστροφή του όζοντος. Λόγω της χαμηλής πίεσης και της καλής εφαρμογής του με ελαστικά εξαρτήματα αυτοκινήτων, έχει γίνει ευρέως χρησιμοποιούμενο σε συστήματα κλιματισμού αυτοκινήτων. Παρά τις εξαιρετικές θερμοδυναμικές του ιδιότητες, η πώληση και η χρήση του έχουν καταργηθεί και απαγορευτεί. Το ψυκτικό R12 έχει τα ακόλουθα χαρακτηριστικά:

- Εξατμίζεται σε ατμοσφαιρική πίεση  $-29,80\text{ C}$ .
- Είναι εύφλεκτο.
- Δεν είναι εκρηκτικό
- Άοσμο
- Είναι μη τοξικό εκτός εάν εκτεθεί σε καυτές επιφάνειες και φλόγες.
- Δεν διαβρώνει μέταλλα ή ελαστομερή
- Αναμειγνύεται με ορυκτέλαιο,
- Υγροσκοπικό
- Επιβλαβές για το περιβάλλον
- Είναι βαρύτερο από τον αέρα σε αέρια κατάσταση και αποτελεί κίνδυνο ασφυξίας κοντά στο έδαφος.

Το λάδι που πρέπει να χρησιμοποιήσετε με το R-12 είναι ορυκτέλαιο και αυτό είναι το πιο σημαντικό πράγμα που πρέπει να προσέξετε κατά την αντικατάσταση ενός παλιού συστήματος κλιματισμού αυτοκινήτου με R-12. Το συστατικό του ψυκτικού μέσου R12 είναι το χλώριο. Η υπεριώδης ακτινοβολία απελευθερώνει ένα άτομο χλωρίου από το R12, το οποίο ανεβαίνει στο στρώμα του όζοντος και αντιδρά με το όζον. Στη συνέχεια, το όζον ( $O_3$ ) διασπάται και παράγει μόρια οξυγόνου ( $O_2$ ) και μονοξείδιο του χλωρίου ( $ClO$ ). Στη συνέχεια αντιδρά ξανά με το οξυγόνο και απελευθερώνει χλώριο ( $Cl$ ). Αυτές οι αντιδράσεις είναι κυκλικές αλλά συμβαίνουν με διαφορετικούς ρυθμούς. Αυτό αυξάνει το ποσοστό του οξυγόνου και μειώνει το ποσοστό του όζοντος. Όσον αφορά το φαινόμενο του θερμοκηπίου, 1 κιλό R12 ισοδυναμεί με 4.000 τόνους διοξειδίου του άνθρακα. Ως αποτέλεσμα, η χρήση του ψυκτικού μέσου R12 απαγορεύτηκε σε όλη την Ευρώπη, καθώς και στις περισσότερες άλλες χώρες, και η παραγωγή του σταμάτησε.

Τελικά το R12 έχει αρνητική συνεισφορά τόσο σε ότι αφορά την τρύπα του όζοντος, όσο και στο φαινόμενο του θερμοκηπίου.

### **5.1.3 Ψυκτικό R134a**

Από το 1990, οι περισσότεροι κατασκευαστές αυτοκινήτων χρησιμοποιούν το R134a ή το  $C_2H_2F_4$  (τετραφθοροαιθάνιο) ως ψυκτικό στα συστήματα κλιματισμού. Σε αντίθεση

με το ψυκτικό R12, αυτός ο φθοράνθρακας δεν περιέχει άτομα χλωρίου και είναι ακίνδυνος για το στρώμα του όζοντος. Το ψυκτικό R-134a ήταν το αποτέλεσμα πολυετούς έρευνας από κατασκευαστές ψυκτικών ουσιών (DuPont, Atto Chemicals, ICI, κ.λπ.) και διατέθηκε στο εμπόριο το 1990 για να αντικαταστήσει το R-12. Οι πρώτες εφαρμογές ως ψυκτικό ξεκίνησαν σε συστήματα κλιματισμού αυτοκινήτων και στη συνέχεια σε άλλα συστήματα ψύξης. Το R-134a είναι ένα ψυκτικό μέσο που περιέχει κυρίως υδροφθοράνθρακες και δεν προκαλεί καταστροφή του όζοντος. Ωστόσο, θεωρείται επιβλαβές για το περιβάλλον καθώς συμβάλλει στο φαινόμενο του θερμοκηπίου.

Τα ψυκτικά R134a και R12 έχουν παρόμοιες ιδιότητες και αποκρίνονται παρόμοια στη θερμότητα και την πίεση. Οι θερμοδυναμικές τους ιδιότητες είναι σχεδόν οι ίδιες, με τη διαφορά ότι η πίεση σε υψηλή θερμοκρασία είναι ελαφρώς υψηλότερη. Το R134a είναι αέριο σε κανονική πίεση και συμπυκνώνεται μόνο όταν ψύχεται κάτω από τους -26 °C. Το ψυκτικό R134a έχει τα ακόλουθα χαρακτηριστικά:

- Δεν αναμιγνύεται με ορυκτέλαια, κατάλληλο μόνο για συνθετικά έλαια όπως το PAG,
- Δεν θα προκαλέσει διάβρωση μετάλλων,
- Προκαλεί διάβρωση ορισμένων πλαστικών, επομένως πρέπει να χρησιμοποιείτε μόνο στεγανοποιήσεις και δακτυλίους O κατάλληλους για R134a,
- Είναι υγροσκοπικό και απορροφά εύκολα το νερό,
- Εύφλεκτο και εκρηκτικό,
- Όχι άγευστο,
- Μη τοξικό σε χαμηλές συγκεντρώσεις,
- Σε αέρια κατάσταση είναι βαρύτερο από τον αέρα,

Το R-134a θα διαβρώσει διάφορα υλικά στεγανοποίησης (φλάντζες, τσιμούχες) στους συμπιεστές που χρησιμοποιούνται με το R-12. Επομένως, το R-134a δεν πρέπει να χρησιμοποιείται σε συμπιεστές που λειτουργούν με R-12. Εάν χρησιμοποιηθεί μπορεί να προκαλέσει ζημιά στον συμπιεστή. Τα ψυκτικά R12 και R134a και ο εξοπλισμός συντήρησης δεν πρέπει να αναμειγνύονται καθώς αυτό μπορεί να προκαλέσει ζημιά στα εξαρτήματα του συστήματος κλιματισμού και του χρησιμοποιούμενου εξοπλισμού.

#### **5.1.4. Ψυκτικό R-1234yf**

ο HFO ή R-1234 yf είναι ένα νέο ψυκτικό μέσο που έχει σχεδιαστεί για να αντικαταστήσει το R134a σε συστήματα κλιματισμού αυτοκινήτων για περιβαλλοντικούς λόγους (φαινόμενο του θερμοκηπίου). Είναι το προϊόν μιας συνεργασίας μεταξύ της Honeywell και της DuPont. Το ψυκτικό R-1234yf έχει τις ακόλουθες ιδιότητες:

- Είναι 350 φορές λιγότερο επιβλαβές για το περιβάλλον από το R134a.
- Η διάρκεια ζωής στην ατμόσφαιρα είναι μόνο 11 ημέρες.
- Είναι σε μεγάλο βαθμό συμβατό με υπάρχοντα συστήματα κλιματισμού που χρησιμοποιούν R134a.

#### **5.1.5 Ψυκτικό R-744**

ο R-744 είναι η τυπική ονοματολογία για το διοξείδιο του άνθρακα ή CO<sub>2</sub>, που χρησιμοποιείται ως ψυκτικό μέσο. Το "7" αντιπροσωπεύει το φυσικό υγρό και το "44" αντιπροσωπεύει το βάρος του. Είναι σχετικά αναποτελεσματικό σε σύγκριση με τα σύγχρονα ψυκτικά. Το R744 είναι ένα φιλικό προς το περιβάλλον προϊόν με μηδενικό ODP (δυναμικό καταστροφής του όζοντος) και εξαιρετικά χαμηλό GWP (δυναμικό υπερθέρμανσης του πλανήτη). Το διοξείδιο του άνθρακα είναι μια ουσία που μπορεί να υπάρχει ως αέριο ή υγρό και μπορεί να χρησιμοποιηθεί ως ψυκτικό σε υψηλή πίεση. Έχει εξαιρετικές θερμοδυναμικές ιδιότητες και χαμηλή κατανάλωση ενέργειας. Ωστόσο, αυτό που το κάνει διαφορετικό από τα άλλα ψυκτικά είναι η πίεση λειτουργίας. Το διοξείδιο του άνθρακα χρησιμοποιείται ως ψυκτικό μέσο από το 1850. Η χρήση του R-744 περιορίστηκε μετά τον Β' Παγκόσμιο Πόλεμο και σταδιακά εγκαταλείφθηκε κυρίως λόγω της υψηλής πίεσης λειτουργίας του.

Το διοξείδιο του άνθρακα χρησιμοποιείται ως ψυκτικό μέσο από το 1850. Η χρήση του R-744 περιορίστηκε μετά τον Β' Παγκόσμιο Πόλεμο και σταδιακά εγκαταλείφθηκε κυρίως λόγω της υψηλής πίεσης λειτουργίας του. Τώρα, είναι πίσω λόγω των περιορισμών που επικρατούν στο ψυκτικό. Το R-744 είναι ακριβό ως σύστημα, αλλά εξακολουθεί να προτιμάται από τις γερμανικές αυτοκινητοβιομηχανίες, ειδικά τη Mercedes-Benz, η οποία αρνείται να χρησιμοποιήσει το R-1234yf για λόγους ασφαλείας. Το ψυκτικό R-744 έχει τις ακόλουθες ιδιότητες:

- Μη τοξικό
- Μη εύφλεκτο
- Πιο βαρύ από τον αέρα
- Άοσμο και άχρωμο
- Δεν επηρεάζει την τρύπα του όζοντος
- Φιλικό προς το περιβάλλον, δυναμικό υπερθέρμανσης του πλανήτη = 1
- Μπορεί να είναι τοξικό σε υψηλές συγκεντρώσεις και μπορεί να προκαλέσει ασφυξία.

## **5.2 Αζεοτροπικά μίγματα**

Καθώς αναπτύχθηκαν ψυκτικά για πρώτη φορά εγκατάστασης, αναπτύχθηκαν και ψυκτικά δευτερογενούς αγοράς. Το ζήτημα εδώ ήταν, και εξακολουθεί να είναι, η βέλτιστη απόδοση και το χαμηλότερο κόστος. Έτσι εξελίσσεται το μείγμα, το οποίο μπορεί να είναι αζεότροπο της σειράς R-500 (R-5xx) ή αζεότροπο της σειράς R-400 (R-4xx). Τα μίγματα διαφόρων συστατικών έχουν μακρά ιστορία στη βιομηχανία ψύξης. Τα ψυκτικά μίγματα έχουν αναπτυχθεί και παρουσιάζουν διπλές χημικές ιδιότητες, καθιστώντας τα συγκρίσιμα εναλλακτικά με τα υγρά εισόδου.

Μπορούμε να κάνουμε διάκριση μεταξύ τριών κατηγοριών:

Μεταβατικά μίγματα που περιέχουν ως επί το πλείστον το HCFC R22 ως το κύριο συστατικό. Προορίζονται κυρίως ως ψυκτικά μέσα για παλαιότερα φυτά με σκοπό την απαγόρευση χρήσης των R12, R502 και άλλων CFC.

Μείγματα HFC, που είναι υποκατάστατα των ψυκτικών R502, R22, R13B1 και R503.

Μείγματα HFO / HFC με χαμηλό GWP

Ένα αζεοτροπικό μείγμα είναι ένα μείγμα συνήθως δύο ουσιών, που συμπεριφέρεται σαν να ήταν καθαρό υγρό. Συμπεριφέρεται σαν ένα μόνο ψυκτικό όταν συμπυκνώνεται ή εξατμίζεται, δηλαδή, η θερμοκρασία παραμένει σταθερή σε μια δεδομένη πίεση

Για παράδειγμα:

- Το R-500 είναι ένα αζεοτροπικό μείγμα 73,8% κ.β. R-12 και 26,2% κ.β. του R-152a.
- Το R-502 είναι ένα αζεοτροπικό μείγμα R-22 και R-115.

- Το R-507 είναι ένα ζεοτροπικό μείγμα HFC των R-143a και R-125.

Τα συστατικά μέσα σε ένα Ζεοτροπικό μίγμα αλλάζουν τη σύνθεσή τους στις φάσεις υγρού και ατμού. Υπάρχει αλλαγή στη γραμμομοριακή τους σύνθεση κατά τη διάρκεια της ατμοποίησης ή της συμπύκνωσης και με αυτόν τον τρόπο, δεν συμπεριφέρονται σαν ένα ενιαίο ψυκτικό.

Για παράδειγμα:

- Το R-410A είναι ένα σχεδόν ζεοτροπικό μείγμα R-32 και R-125.

Τα μίγματα ψυκτικών ρευστών βοηθούν στην σταδιακή κατάργηση των CFC χωρίς να βλάπτουν τα συμφέροντα των τελικών χρηστών Τα μίγματα ψυκτικών είναι φθηνότερα από το R134a και άλλες εναλλακτικές λύσεις και εύκολα διαθέσιμα.

Τα μίγματα με βάση το HCFC είναι μια προσωρινή λύση αντικατάστασης CFC και κρύβει αρκετούς κινδύνους. Στην αφορά κυκλοφορούν ρευστά που είναι επικίνδυνα, σε ότι αφορά την αναφλεξιμότητα, ή ενδέχεται να προκαλέσουν βλάβη στο αυτοκίνητο.

Η εισαγωγή περισσότερων ψυκτικών στην αγορά προκαλεί σύγχυση στους τεχνικούς, προκαλώντας περισσότερες περιπτώσεις μόλυνσης από κακή ανάμιξη κατά τη λειτουργία του συστήματος ψύξης.

Κατά την συντήρηση του κλιματιστικού υπάρχει πλέον ανάγκη ο τεχνικός να διαθέτει εξοπλισμό που να μπορεί να αναγνωρίσει τι ψυκτικό ρευστό υπάρχει στο κύκλωμα. Αν δεν το κάνει αυτό, μπορεί να καταστρέψει τον σταθμό ανάκτησης του συνεργείου ή και το ίδιο το κύκλωμα του αυτοκινήτου.

### **5.3 Ψυκτικά λάδια**

Για τη λίπανση των κινούμενων μερών στο σύστημα κλιματισμού απαιτείται ειδικό λιπαντικό - λάδι ψύξης. Πρέπει να είναι συμβατό με το ψυκτικό αφού αναμιγνύεται με το ψυκτικό και κυκλοφορεί μαζί στο κύκλωμα ψυκτικού. Το λάδι ψύξης δεν πρέπει να διαβρώνει τα εξαρτήματα στεγανοποίησης του συστήματος. Η σωστή λίπανση του συστήματος κλιματισμού του αυτοκινήτου σας είναι κρίσιμη για τη σωστή λειτουργία και την παρατεταμένη διάρκεια ζωής του. Η αστοχία του συμπιεστή προκαλείται συχνά από ακατάλληλη λίπανση.

Ο ρόλος του λαδιού στα συστήματα κλιματισμού είναι πολύπλοκος και περιλαμβάνει: • Μειώστε την τριβή και τη φθορά,

- Συμβάλλει στη σφράγιση του συμπιεστή και στη βέλτιστη απόδοσή του,
- Βελτίωση της απόδοσης στεγανοποίησης των ελαστικών σωλήνων,
- Προστασία του κυκλώματος από εσωτερική διάβρωση,
- και ψύχει τον συμπιεστή σε κάποιο βαθμό Την εποχή του Freon (R12), το λιπαντικό ήταν το ορυκτέλαιο. Τα συνθετικά λάδια έχουν ζήτηση σήμερα. Η ποσότητα λαδιού ψύξης για πλήρωση ποικίλλει ανάλογα με τον κατασκευαστή και τον τύπο των εξαρτημάτων σε κάθε όχημα.

Η έλλειψη σωστής λίπανσης προκαλεί μειωμένη ψύξη στο συμπιεστή, αυξημένη τριβή, και κόλλημα του συμπιεστή

Έλλειψη ή περιορισμένη λίπανση προκαλείται και από την ανάμιξη του λιπαντικού με άλλες ουσίες, όπως από αυξημένη ποσότητα παράγοντα UV.

### **5.3.1 Το ιξώδες**

Το ιξώδες ενός λιπαντικού είναι ένα πολύ σημαντικό χαρακτηριστικό. Το σωστό ιξώδες του λαδιού κινητήρα καθορίζεται από τον κατασκευαστή του. Το ιξώδες του λαδιού στο κύκλωμα κλιματισμού μπορεί να αλλάξει σημαντικά λόγω αλλαγών θερμοκρασίας. Στο σύστημα κλιματισμού ενός αυτοκινήτου, το λάδι και το ψυκτικό αναμιγνύονται και κινούνται μαζί στο κύκλωμα. Όταν το μείγμα λαδιού και ψυκτικού εισέρχεται στον συμπιεστή, το λάδι φτάνει σε υψηλές θερμοκρασίες και γίνεται αραιό. Η τιμή του ιξώδους δεν πρέπει να πέφτει πολύ για να επηρεάσει την αντοχή του φιλμ λαδιού, διαφορετικά θα προκληθεί υπερβολική φθορά των κινητών μερών του συμπιεστή. . Στον εξατμιστή, η θερμοκρασία του λαδιού φτάνει σε πολύ χαμηλές τιμές και ως εκ τούτου γίνεται παχύρρευστο. Το ιξώδες του λαδιού δεν πρέπει να αυξάνεται στο σημείο που διαχωρίζεται από το ψυκτικό. Εάν συμβεί αυτό, λίγο λάδι θα παραμείνει στον εξατμιστή και θα προκαλέσει πιθανή έλλειψη λίπανσης στον συμπιεστή.

Το ιξώδες ενός λιπαντικού επηρεάζεται από την αναμειξιμότητα ή τη διαλυτότητά του με το ψυκτικό. Η καλή αναμειξιμότητα έχει ως αποτέλεσμα τη μείωση του ιξώδους και συνεπώς της λιπαντικότητας. Αντίθετα, λάδι που δεν είναι αρκετά διαλυτό στο ψυκτικό μέσο θα τείνει να διαχωρίζεται στον εξατμιστή και να μειώνει την ποσότητα του λαδιού που διατίθεται για τη λίπανση του συμπιεστή. Όταν λέμε λάδι PAG 46, σημαίνει ότι το λάδι έχει κινηματικό ιξώδες 46 cSt στους 40 βαθμούς Κελσίου. Λάδι PAG 100 σημαίνει ότι το λάδι έχει κινηματικό ιξώδες 100 cSt στους 40 βαθμούς Κελσίου. Σημειώστε μια άλλη διαφορά. Το PAG 46 έχει σημείο ανάφλεξης 160 βαθμούς Κελσίου, ενώ το PAG 100 έχει σημείο ανάφλεξης 200 βαθμούς Κελσίου.

### **5.3.2 Ορυκτέλαια (Mineral)**

Σε παλαιότερα κυκλώματα κλιματισμού που χρησιμοποιούν ψυκτικό R12, το ορυκτέλαιο χρησιμοποιείται ως ψυκτικό λάδι. Με άλλα λόγια, το βρήκαμε σε αυτοκίνητα που είχαν παραχθεί πριν το 1992. Το ορυκτέλαιο δεν πρέπει να χρησιμοποιείται ως ψυκτικό σε αυτοκίνητα εξοπλισμένα με R134a καθώς δεν είναι συμβατό με το R134a. Έχει χαμηλές



λιπαντικές ιδιότητες και αντοχή σε χαμηλές θερμοκρασίες, με σημείο βρασμού περίπου 95°C. Δείχνει σημαντική μείωση του ιξώδους σε υψηλές θερμοκρασίες.

### **5.3.3 Λάδια PAG**

Το ψυκτικό λάδι PAG χρησιμοποιεί πολυαλκυλενογλυκόλη (Poly Alkened Glycol) ως βασικό λάδι, η οποία είναι και η προέλευση της συντομογραφίας του. Αυτό είναι το ψυκτικό λάδι της επιλογής για τους περισσότερους κατασκευαστές αυτοκινήτων. Έχει πολύ καλές λιπαντικές ιδιότητες αλλά είναι ηλεκτρικά αγώγιμο και πολύ υγροσκοπικό. Δεδομένου ότι είναι ηλεκτρικά αγώγιμο, δεν μπορεί να χρησιμοποιηθεί σε ηλεκτρικούς συμπιεστές Υπάρχουν αρκετοί διαφορετικοί τύποι που διατίθενται στο εμπόριο ανάλογα με το ιξώδες, με τις εκδόσεις 46 / 100 / 150 να είναι οι πιο συνηθισμένες. Δεν αναμιγνύεται με άλλα ψυκτικά λάδια, εκτός από το POE.

### **5.3.4 Λάδια POE**

Τα ψυκτικά λάδια POE έχουν σαν βασικό λάδι τον Εστέρα Πολυόλης (Polyol Ester) από όπου προέρχονται και τα αρχικά.

Χρησιμοποιούνται κυρίως σε κυκλώματα κλιματισμού με εξαρτήματα χαλκού, όπως συχνά συμβαίνει στα κυκλώματα επαγγελματικών αυτοκινήτων, (φορτηγών και λεοφορείων). Επίσης θεωρούνται μία καλή επιλογή για μετατροπές κυκλωμάτων από R12 σε R134a, καθώς στα αυτοκίνητα αυτά υπήρχαν ψυγεία με μπρουντζοκολήσεις.

Επίσης η τεχνολογία αυτή δείχνει να τα καταφέρνει καλά σε κυκλώματα με Ηλεκτρικούς Συμπιεστές, χάρη στην ιδιότητά τους να μην είναι καλοί αγωγοί του ηλεκτρικού ρεύματος.

Παρουσιάζουν καλή ανάμιξη με λάδια PAG και ορυκτέλαια, ενώ είναι συμβατά με το R134a καθώς διαλύονται σε αυτό.

Τέλος είναι υγροσκοπικά σε μεγάλο βαθμό.

Κολλάνε εσωτερικά στους σωλήνες του κυκλώματος κλιματισμού και στους εύκαμπτους σωλήνες από ελαστομερές σε χαμηλές θερμοκρασίες.

Παρέχουν επικίνδυνα χαμηλή ικανότητα λίπανσης σε θερμοκρασίες κάτω από 0°C.

### **5.3.5 Υβριδικά ψυκτικά λάδια**

Στους ηλεκτρικούς και υβριδικούς συμπιεστές χρησιμοποιούνται υβριδικά ψυκτικά λάδια.

Σαν βασικό λάδι συνήθως χρησιμοποιείται Εστέρα Πολυόλης (POE) που είναι κακός αγωγός του ηλεκτρικού ρεύματος και παρέχουν ιδιότητες μονωτή.

Οι προδιαγραφές από αυτά τα ψυκτικά λάδια συνήθως καθορίζονται από τον κατασκευαστή του συμπιεστή. Για παράδειγμα η εταιρεία Denso που κατασκευάζει τέτοιους συμπιεστές προτείνει ψυκτικά λάδια ND 10, ND 20 όπου ο αριθμός αντιπροσωπεύει το κινηματικό ιξώδες.

Στα μειονεκτήματα αυτών των λαδιών είναι και η υγροσκοπικότητά τους.

Δεν πρέπει να αναμειγνύονται με άλλα έλαια. Έστω και 1% προσθήκη άλλου λαδιού, μπορεί να βλάψει σοβαρά τα ηλεκτρικούς και υβριδικούς συμπιεστές.

### **5.3.6 Λάδια γενικής χρήσης**

Στην αγορά κυκλοφορούν λιπαντικά γενικής χρήσης (Universal ή PAO 68), που σύμφωνα με όσους τα προωθούν, διατείνονται ότι μπορούν να χρησιμοποιηθούν παντού.

Τα ψυκτικά λάδια PAO έχουν σαν βασικό λάδι την Πολύ-Αλφα Ολεφίνη (Poly Alphaolefins Oil) από όπου προέρχονται και τα αρχικά.

Τα χαρακτηριστικά τους όσον αφορά την λίπανση μοιάζουν πολύ με αυτά των PAG, ενώ πλεονεκτούν στο δεδομένο ότι δεν είναι τόσο υγροσκοπικά.

Το μεγάλο πρόβλημα όμως είναι η αναμιξιμότητα. Με τα PAG δεν αναμιγνύονται εντελώς και δεν μπορούν να δημιουργήσουν ένα ομοιογενές μίγμα μακράς διάρκειας για να εξασφαλίσουν την κατάλληλη λίπανση των μηχανικών τμημάτων του συμπιεστή. Σε μικρό χρονικό διάστημα τα δύο λάδια διαχωρίζονται, γεγονός που θα οδηγήσει σε περιορισμένη λίπανση των στοιχείων εντός του συμπιεστή.

Επίσης πρόβλημα δημιουργείται και με το συνήθως διαφορετικό ιξώδες.

Τα γενικής χρήσης λάδια δεν αναμιγνύονται με τον ψυκτικό όπως το λάδι PAG, έτσι η κυκλοφορία του λιπαντικού στο σύστημα να περιορίζεται με αποτέλεσμα να αστοχήσουν άλλα εξαρτήματα όπως η εκτονωτική βαλβίδα ή τα στεγανοποιητικά στοιχεία.

Η επιλογή είναι μονόδρομος: Ακολουθήστε πάντα τις οδηγίες του κατασκευαστή του αυτοκινήτου για τη σωστή επιλογή του λιπαντικού για τον συμπιεστή, τόσο όσο αφορά την σύσταση, όσο και το ιξώδες.

## **Κεφάλαιο 6°**

### **6.1 Τα εξαρτήματα του κυκλώματος κλιματισμού**

Τα κυκλώματα κλιματισμού που τοποθετούνται σε αυτοκίνητα διαφέρουν ως προς την μέθοδο με την οποία ρυθμίζεται η ατμοποίηση του ψυκτικού ρευστού. Έτσι έχουμε συστήματα με:

- Εκτονωτική βαλβίδα, και
- Τριχοειδή σωλήνα (σωλήνας σταθερής διαμέτρου).

Η εκτονωτική βαλβίδα ρυθμίζει την ποσότητα του ρευστού ανάλογα με την θερμοκρασία της εβαπορέτας.

Ο τριχοειδής σωλήνας είναι ένα σωληνάκι με σταθερή διατομή, που ψεκάζει το ψυκτικό ρευστό στην εβαπορέτα.

Η εκτονωτική βαλβίδα ή ο τριχοειδής σωλήνας αποτελεί το όριο ανάμεσα στην πλευρά της υψηλής πίεσης και της χαμηλής. Ανάλογα με το σύστημα διαφοροποιείται και το φίλτρο. Υπάρχουν δύο τύποι φίλτρων: το ένα χρησιμοποιείται σε συνεργασία με εκτονωτική βαλβίδα, οπότε τοποθετείται στην πλευρά της υψηλής πίεσης και το άλλο σε συνεργασία με τριχοειδή σωλήνα, οπότε τοποθετείται στην πλευρά της χαμηλής πίεσης.

## **6.2 Συμπιεστής**

Ο συμπιεστής ή κομπρεσέρ, σε κύκλωμα με τριχοειδή σωλήνα τοποθετείται στο κύκλωμα μεταξύ φίλτρου και συμπυκνωτή. Στα κυκλώματα με εκτονωτική βαλβίδα τοποθετείται μεταξύ εκτονωτικής βαλβίδας και συμπυκνωτή.

Ο ρόλος του συμπιεστή είναι;

- η άντληση του ψυκτικού ρευστού, και
- η αύξηση της πίεσης και της θερμοκρασίας του ψυκτικού ρευστού

Ο συμπιεστής αναρροφά το ψυκτικό ρευστό σε αέρια κατάσταση, χαμηλή πίεση και χαμηλή θερμοκρασία.

Το ψυκτικό ρευστό στον συμπιεστή συμπιέζεται από πίεση περίπου 2 bar στα 12 έως 18 bar. η θερμοκρασία του αυξάνει από περίπου 5 βαθμούς Κελσίου σε 70 με 100 βαθμούς Κελσίου.

Στον συμπιεστή υπάρχει ένας θερμοστατικός διακόπτης ασφαλείας που δεν επιτρέπει στον συμπιεστή να ξεπεράσει μία μέγιστη θερμοκρασία (πχ 125 βαθμούς Κελσίου) και ένας διακόπτης υψηλής πίεσης που δεν επιτρέπει να ξεπεράσει η πίεση κάποια τιμή (πχ 28 bar).

Η λίπανση του κομπρεσέρ γίνεται με ειδικό ψυκτικό λάδι, το οποίο αναμιγνύεται με το ψυκτικό λάδι όταν το σύστημα κλιματισμού βρίσκεται σε λειτουργία.

Υπάρχουν διάφοροι τύποι από συμπιεστές που χρησιμοποιούνται στο αυτοκίνητο, οι σημαντικότεροι των οποίων είναι:

- Εμβολοφόρος συμπιεστής
- Συμπιεστής με ταλαντευόμενο δίσκο
- Συμπιεστής με ταλαντευόμενο δίσκο μεταβαλλόμενης κλίσης
- Σπειροειδής ή κοχλιωτός συμπιεστής
- Πρερυγιοφόρος συμπιεστής

Ο συμπιεστής παίρνει κίνηση από τον στροφαλοφόρο με ιμάντα μέσω ενός ηλεκτρομαγνητικού συμπλέκτη.

Με τον κινητήρα σε λειτουργία, ο ιμάντας μεταδίδει κίνηση από την τροχαλία του στροφαλοφόρου στην τροχαλία του συμπιεστή, η οποία περιστρέφεται ελεύθερα επάνω στον κινητήριο άξονα του συμπιεστή. Όταν ενεργοποιηθεί το σύστημα κλιματισμού, ένας ηλεκτρομαγνητικός συμπλέκτης έλκεται προς την τροχαλία και επιτυγχάνεται η σύμπλεξη, οπότε ο συμπιεστής περιστρέφεται με στροφές ανάλογες με αυτές του κινητήρα. Όταν διακοπεί το ρεύμα ενεργοποίησης προς τον ηλεκτρομαγνητικό συμπλέκτη, η τροχαλία του συμπιεστή περιστρέφεται και πάλι ελεύθερα χωρίς να μεταδίδει κίνηση στον συμπιεστή.

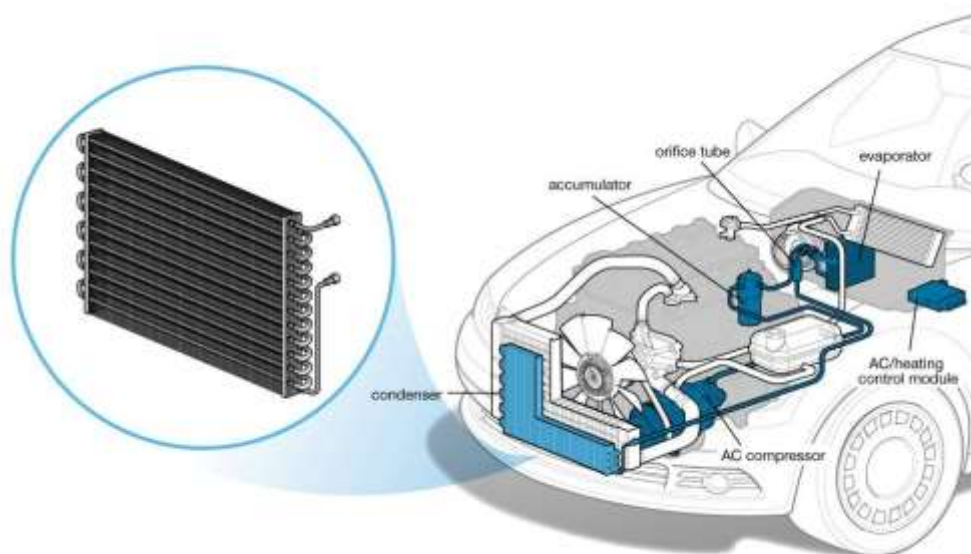
### **6.3 Συμπυκνωτής**

Ο συμπυκνωτής είναι ένας εναλλάκτης θερμότητας που τοποθετείται μπροστά από το ψυγείο του κινητήρα.

Στο κύκλωμα κλιματισμού ο συμπυκνωτής τοποθετείται ανάμεσα στον συμπιεστή και τον τριχοειδή σωλήνα, σε κύκλωμα με τριχοειδή σωλήνα, και ανάμεσα στον συμπιεστή και το φίλτρο (αφυγραντήρα - συλλέκτη), σε κυκλώματα με εκτονωτική βαλβίδα.

Σκοπός του συμπυκνωτή είναι η υγροποίηση του ψυκτικού ρευστού που φτάνει σε αυτόν σε υψηλή θερμοκρασία και αέρια κατάσταση, που έχει ήδη αρχίσει η υγροποίηση.

Η θερμότητα που απελευθερώνεται από το αέριο κατά την συγκεκριμένη φάση, αποβάλλεται στην ατμόσφαιρα. Ένας ή περισσότεροι ανεμιστήρες εξασφαλίζουν την καλύτερη ψύξη του ψυκτικού ρευστού. Ο αριθμός και η διάταξη των ανεμιστήρων, καθώς και ο τρόπος λειτουργίας τους διαφέρει από μοντέλο σε μοντέλο.



### **Εικόνα 6.3.α**

Θέση τοποθέτησης του συμπυκνωτή

## **6.4. Τριχοειδής σωλήνας**

Ο τριχοειδής σωλήνας τοποθετείται στο κύκλωμα κλιματισμού στον σωλήνα ανάμεσα στον συμπυκνωτή και την εβαπορέτα.

Σκοπός του τριχοειδούς σωλήνα είναι η κατανομή της ποσότητας του ψυκτικού ρευστού που εισρέει στην εβαπορέτα. Αποτελεί το σημείο διαχωρισμού μεταξύ της πλευράς της υψηλής και της πλευράς της χαμηλής πίεσης.

Η βαθμονομημένη εσωτερική διάμετρος του σωλήνα σταθερής διαμέτρου επιτρέπει κάθε φορά, ανάλογα με την πίεση, την προώθηση μιάς συγκεκριμένης ποσότητας ψυκτικού ρευστού. Με τον τρόπο αυτό περιορίζεται η ποσότητα του ψυκτικού ρευστού που ρέπει μέσα από τον σωλήνα. Η εσωτερική διάμετρος του τριχοειδούς σωλήνα πικοίλει ανάλογα με την ψυκτική ισχύ του συστήματος.



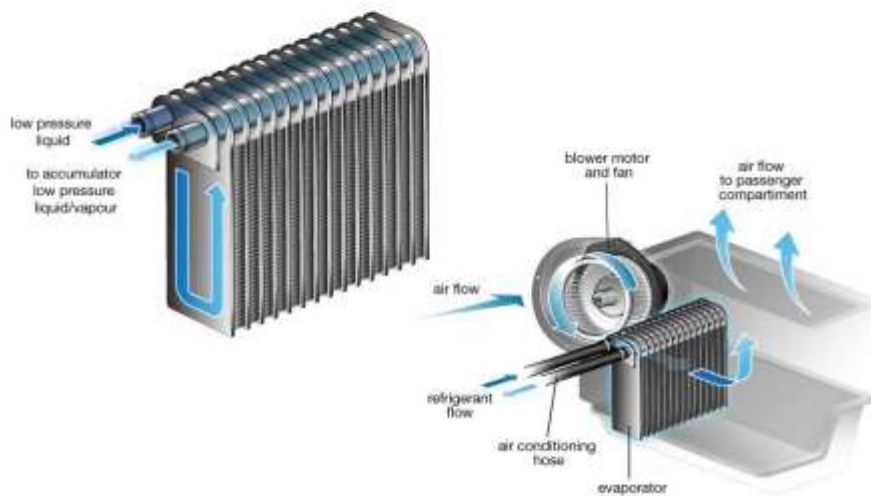
**Εικόνα 6.4.α** Τριχοειδής σωλήνας

## **6.5. Εβαπορέτα**

Η εβαπορέτα τοποθετείται στο κύκλωμα κλιματισμού, στην πλευρά της χαμηλής πίεσης, μεταξύ τριχοειδούς σωλήνα και φίλτρου (αφυγραντήρα - συσσωρευτή), στα κυκλώματα με τριχοειδή σωλήνα, και μεταξύ εκτονωτικής βαλβίδας και συμπιεστή, στα κυκλώματα με εκτονωτική βαλβίδα.

Ρόλος της εβαπορέτας είναι η ψύξη, η αφύγρανση και ο καθαρισμός του αέρα.

Το ψυκτικό ρευστό στην εβαπορέτα ατμοποιείται λόγω της μείωση της πίεσης και απορροφά θερμότητα, με αποτέλεσμα την ψύξη του αέρα της καμπίνας των επιβατών. Ο αέρας που περνά μέσα από την εβαπορέτα, ψύχεται και ξηραίνεται και στην συνέχεια διοχετεύεται στην καμπίνα των επιβατών με την βοήθεια του ανεμιστήρα του καλοριφέρ του αυτοκινήτου.



**Εικόνα 6.5.α** Εβαπορέτα

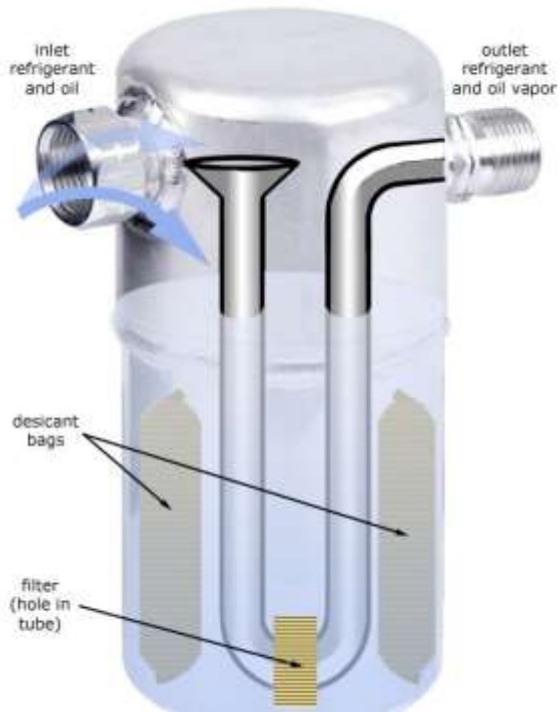
### **6.6. Φίλτρο (αφυγραντήρας - συσσωρευτής)**

Το φίλτρο όταν τοποθετείται στην πλευρά της χαμηλής πίεσης είναι τύπου αφυγραντήρα – συσσωρευτή και τοποθετείται ανάμεσα στην εβαπορέτα και τον συμπιεστή.

Σκοπός του φίλτρου (αφυγραντήρα – συσσωρευτή) είναι:

- Να φιλτράρει το ψυκτικό ρευστό
- Να λειτουργεί ως αφυγραντήρας
- Να αποτρέπει τυχόν διέλευση ψυκτικού ρευστού σε υγρή μορφή προς τον συμπιεστή
- Να λειτουργεί ως ρεζερβουάρ ψυκτικού ρευστού.





**Εικόνα 6.6.α** Φίλτρο (αφυγρανήρας – συσσωρευτής)

### **6.7. Φίλτρο (αφυγρανήρας -συλλέκτης)**

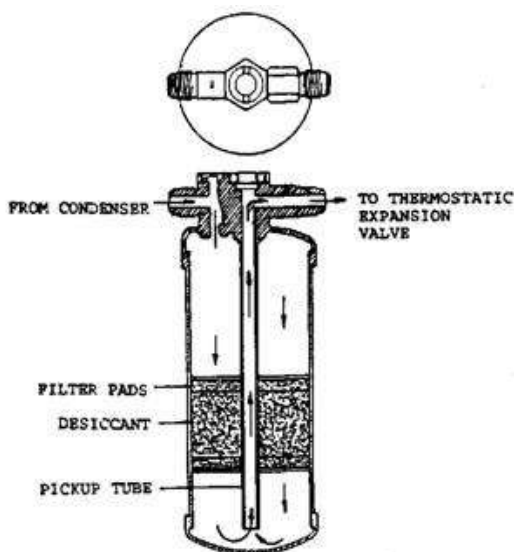
Το φίλτρο όταν τοποθετείται στην πλευρά της υψηλής πίεσης είναι τύπου αφυγρανήρα – συλλέκτη και τοποθετείται ανάμεσα στον συμπυκνωτή και την εκτονωτική βαλβίδα.

Σκοπός του φίλτρου (αφυγρανήρα – συλλέκτη) είναι:

- Να φιλτράρει το ψυκτικό ρευστό
- Να λειτουργεί ως αφυγρανήρας
- Να λειτουργεί ως ρεζερβουάρ ψυκτικού ρευστού.

Στα περισσότερα τέτοια φίλτρα υπάρχει στον σωλήνα εξόδου ένα διαφανές τζάμι, μέσα από το οποίο μπορεί ο τεχνικός να ελέγξει την ροή του ψυκτικού.

Το φίλτρο αυτό μπορεί να συγκρατήσει μία περιορισμένη ποσότητα υγρασίας. Η ύπαρξη επιπρόσθετης υγρασίας μπορεί να προκαλέσει δημιουργία πάγου με συνέπεια το φράξιμο της εκτονωτικής βαλβίδας.



**Εικόνα 6.7.α** Φίλτρο (αφυγρανήρας – συλλέκτης)

### **6.8. εκτονωτική βαλβίδα**

Η εκτονωτική βαλβίδα τοποθετείται στην είσοδο της εβαπορέτας, ανάμεσα στην εβαπορέτα και το φίλτρο.

Ο ρόλος της εκτονωτικής βαλβίδας είναι να ρυθμίζει την ροή ψυκτικού ρευστού προς την εβαπορέτα.

Η εκτονωτική βαλβίδα αποτελείται από μία κεφαλή και ένα κορμό.

Το άνοιγμα της εκτονωτικής βαλβίδας ρυθμίζεται ανάλογα με την θερμοκρασία και την πίεση του εισερχόμενου ψυκτικού ρευστού.

## **Κεφάλαιο 7°**

### **7.1 Ιδιαιτερότητες των υβριδικών συστημάτων**

Σε ένα υβριδικό αυτοκίνητο υπάρχουν μερικές ιδιαιτερότητες που τα καθιστούν διαφορετικά από τα συμβατικά με θερμικό κινητήρα και αναθεωρούν:

- το κύκλωμα ψύξης του κινητήρα,
- το κύκλωμα κλιματισμού, αλλά και
- την ανάγκη ψύξης και θέρμανσης των μπαταριών.

Σε ένα υβριδικό αυτοκίνητο ο θερμικός κινητήρας δεν λειτουργεί συνεχώς και αυτό δημιουργεί προβλήματα στο κύκλωμα ψύξης και κυρίως στο καλοριφέρ του αυτοκινήτου.

### **7.2 Κύκλωμα ψύξης**

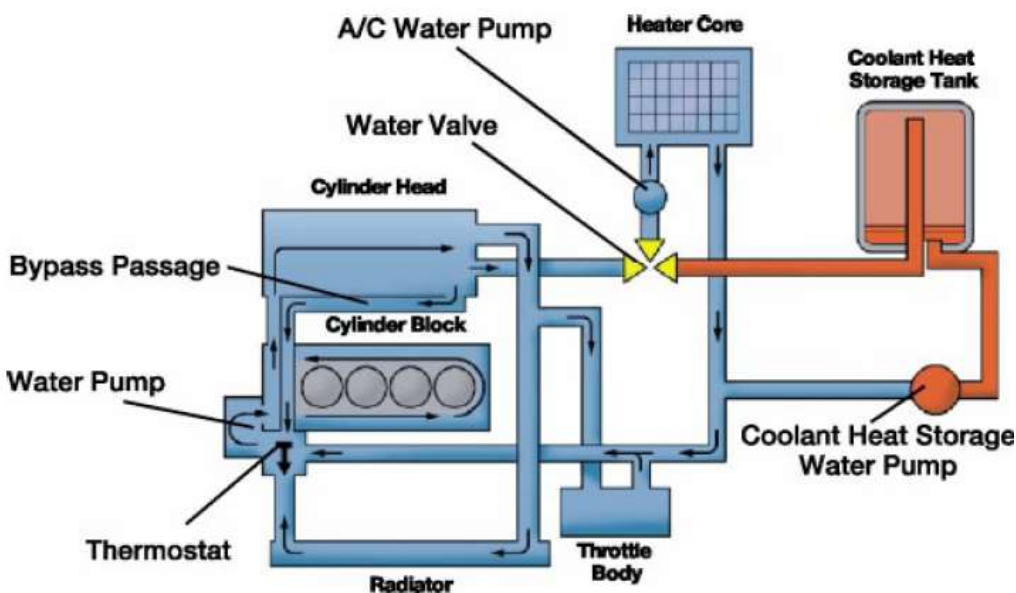
Το κύκλωμα ψύξης του κινητήρα του αυτοκινήτου είναι αρκετά ιδιόμορφο, ιδιαίτερα όταν το αυτοκίνητο προορίζεται για αγορές – χώρες με χαμηλές θερμοκρασίες.

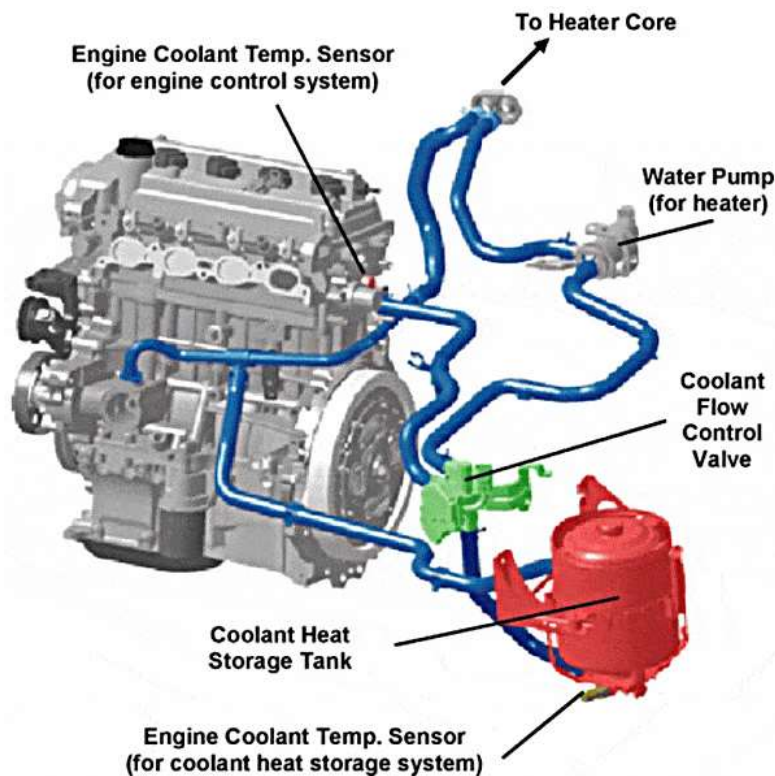
Στην περίπτωση του θερμικού κινητήρα ενός υβριδικού αυτοκινήτου το κύκλωμα ψύξης δεν αντιμετωπίζει μόν το πρόβλημα της απομάκρυνσης της θερμοκρασίας κατά την λειτουργία του αλλά και της διατήρησής του σε θερμοκρασία λειτουργίας σε χρονικές περιόδους που δεν λειτουργεί με το αυτοκίνητο ακινητοποιημένο σε ένα μπουτιλιάρισμα.

Συχνά τοποθετείται ένα θερμικά μονωμένο δοχείο χωρητικότητας 3 λίτρων που κρατά ζεστό νερό – ψυκτικό υγρό, μέχρι και 3 ημέρες για αποτελεσματική λειτουργία του καλοριφέρ, αλλά και περιορισμό των ρύπων κατά την ψυχρή εκκίνηση. Όπως είναι γνωστό ένας θερμικός κινητήρας, είτε πρόκειται για βενζινοκινητήρα είτε για πετρελαιοκινητήρα εκπέμπει τα υψηλότερα ποσοστά ρύπων όταν λειτουργεί σε χαμηλές θερμοκρασίες. Με αυτό το τρόπο, κατά την επανεκκίνηση του κινητήρα αυτός ψύχεται με ήδη θερμό νερό.

Στο σύστημα προβλέπεται και ηλεκτρική αντλία νερού ως βοηθητική. Η ηλεκτρική αντλία νερού προσφέρει ανεξάρτητη απόδοση ψύξης από την λειτουργία του κινητήρα. Η ανεξαρτησία από τον ιμάντα μετάδοσης κίνησης επιτρέπει στο ψυκτικό υγρό να ρέει ανεξάρτητα από τις στροφές του κινητήρα.

Η εξαέρωση του συστήματος γίνεται αυστηρά με διαγνωστικό μηχάνημα.





**Εικόνα 7.2.α κύκλωμα ψύξης με δοχείο θερμού νερού.**

### **7.3 Ηλεκτρικές αντλίες νερού**

Οι αντλίες νερού αποτελούν μέρος ενός σύγχρονου συστήματος διαχείρισης θερμότητας που περιλαμβάνει όλο το φάσμα της ψύξης, και του κλιματισμού. Είναι απαραίτητες για τους υδρόψυκτους κινητήρες και συμβάλλουν σημαντικά στην ασφάλεια και την ομαλή λειτουργία ενός αυτοκινήτου.

Τα περισσότερα εκ των σημερινών επιβατικών αυτοκινήτων είναι εξοπλισμένα με μηχανικά κινούμενες αντλίες νερού, οι οποίες παίρνουν κίνηση μέσω ιμάντων. Οι σύγχρονες ηλεκτρικές αντλίες νερού λειτουργούν πολύ διαφορετικά από τις συμβατικές, μηχανικές: αυτές ρυθμίζουν τη ροή του ψυκτικού στο κύκλωμα ψύξης ηλεκτρονικά και

ανεξάρτητα από την ταχύτητα περιστροφής του κινητήρα. Με αυτό τον τρόπο περιορίζεται η σπατάλη ενέργειας και καυσίμου όταν δεν απαιτείται μεγάλη παροχή από την αντλία.

### **7.3.2 Αρχή λειτουργίας**

Οι μηχανικές αντλίες, οι οποίες κινούνται απευθείας από τον κινητήρα, παρέχουν συνεχώς ψυκτικό υγρό όσο λειτουργεί ο κινητήρας, ακόμη και όταν δεν υπάρχει ανάγκη ψύξης.

Μια μηχανική αντλία νερού με ιμάντα λειτουργεί με την ίδια ταχύτητα με τον κινητήρα, ανεξάρτητα από το πόσο ζεστός είναι ο κινητήρας. Έτσι όταν το αυτοκίνητο ταξιδεύει με υψηλές ταχύτητες στον αυτοκινητόδρομο, ο κινητήρας απαιτεί λιγότερη ψύξη καθώς ο αέρας ψύχει φυσικά τον κινητήρα, ωστόσο οι στροφές του κινητήρα είναι υψηλές όπως και στην μηχανική αντλία νερού, παρέχοντας έτσι υπερβολική ψύξη ενώ καταναλώνει την ισχύ του κινητήρα. Σε μπουτιλιάρισμα της κυκλοφορίας, ο κινητήρας είναι στο ρελαντί ή σε χαμηλές στροφές, όπως και η μηχανική αντλία που κινείται με ιμάντα, παρόλο που σε αυτήν την κατάσταση, απαιτείται επιπλέον ροή ψυκτικού για την ψύξη του κινητήρα. Έτσι λειτουργεί πολύ αποτελεσματικά όταν δεν απαιτείται και πολύ αναποτελεσματικά όταν απαιτείται.

Αντίθετα, οι ηλεκτρικές αντλίες ενεργοποιούνται μεταβλητά ανάλογα με την απαιτούμενη απόδοση ψύξης. Αυτή η ψύξη του κινητήρα με βάση τη ζήτηση μειώνει την απαίτηση ισχύος και έτσι μειώνει τις απώλειες τριβής και την κατανάλωση καυσίμου.

Στην περίπτωση της ηλεκτρικής αντλίας, η ταχύτητα της αντλίας ρυθμίζεται από μία ηλεκτρονική μονάδα αναζητώντας την βέλτιστη θερμοκρασία.

Κατά τη διάρκεια της ψυχρής εκκίνησης, η ηλεκτρική αντλία ψυκτικού δεν αντλεί ψυκτικό. Αυτό επιτρέπει στον κινητήρα να φτάσει τη θερμοκρασία λειτουργίας του πιο γρήγορα.

Όταν ο κινητήρας φτάσει στην επιθυμητή θερμοκρασία, η ηλεκτρονική μονάδα αλλάζει συνεχώς την ταχύτητα της ηλεκτρικής αντλίας νερού ώστε να διατηρείται η βέλτιστη θερμοκρασία ανεξάρτητα από τις στροφές του κινητήρα.

Ο συνεχώς μεταβαλλόμενος έλεγχος επιτυγχάνεται μέσω ενός σήματος διαμορφωμένου πλάτους παλμού (PWM). Με αυτόν τον τρόπο, ο όγκος παροχής μπορεί να ελέγχεται ανεξάρτητα από τις στροφές του κινητήρα, σύμφωνα με την πραγματική ζήτηση, και η θερμοκρασία του ψυκτικού μπορεί να διατηρείται σταθερή όπως απαιτείται από το σύστημα.

Ακόμη και στο ρελαντί ή μετά το σβήσιμο του κινητήρα, μια ηλεκτρική αντλία ψυκτικού μπορεί να προσφέρει επαρκή απόδοση ψύξης, καθώς δεν συνδέεται με τις στροφές του κινητήρα.

Μπορούν να χρησιμοποιηθούν ως κύριες, ή δευτερεύουσες αντλίες καθώς λειτουργούν ανεξάρτητα από τον κινητήρα και όπως απαιτείται.

Η τάση λειτουργίας τους μπορεί να διαφέρει ανάλογα με την αντλία νερού και το αυτοκίνητο και κυμαίνεται μεταξύ 12 – 360 volt. Και η Ισχύς τους αντίστοιχα μπορεί να διαφέρει ανάλογα με την αντλία νερού, μεταξύ 15 – 1.000 watt

### **7.3.3 Τα οφέλη**

Το κύριο όφελος από τη χρήση της ηλεκτρικής αντλίας νερού είναι ο βελτιωμένος έλεγχος της θερμοκρασίας κινητήρα, σε συνδυασμό με εξοικονόμηση καυσίμου και αυξημένη ιπποδύναμη.

Η προσαρμογή της ποσότητας της ροής του ψυκτικού που πραγματικά απαιτείται έχει ως αποτέλεσμα χαμηλότερη κατανάλωση ενέργειας και μειώνει τις εκπομπές ρύπων, ειδικά σε συνθήκες ψυχρής εκκίνησης.

Η ισχύς του κινητήρα που χρησιμοποιείται από τη μηχανική αντλία αυξάνεται όσο αυξάνουν οι στροφές, αλλά και ο κυβισμός του κινητήρα. Αυτό μεταφράζεται σε έως και 10 kw επιπλέον ισχύ με ταυτόχρονη εξοικονόμηση καυσίμου. Η εξοικονόμηση καυσίμου εκτιμάται ότι είναι της τάξης του 3,5% έως 10%.

Άλλο πλεονέκτημα είναι οι χαμηλότερες εκπομπές ρύπων λόγω της ταχύτερης προθέρμανσης του κινητήρα, και της καλύτερης διαχείρισης της θερμοκρασίας του κινητήρα, μαζί με την μείωση της κατανάλωσης καυσίμου. Η ταχύτερη αντίδραση του

συστήματος θέρμανσης μετά από μια κρύα εκκίνηση επιφέρει βελτιωμένη αίσθηση και μεγαλύτερη ασφάλεια για τους επιβάτες.

Η μείωση βάρους είναι επίσης μία βασική απαίτηση κάθε κατασκευαστή αυτοκινήτων. Μία ηλεκτρική αντλία ζυγίζει λιγότερο από το μισό μιάς μηχανικής διάταξης. Σε πολλές περιπτώσεις η χρήση ηλεκτρικής αντλίας εξασφαλίζει χώρο συνεισφέροντας στην νοοτροπία του downsizing. Υπάρχει ευελιξία τοποθέτησης, καθώς είναι δυνατό να στερεωθεί η αντλία σε οποιαδήποτε θέση όπως απαιτείται εντός του χώρου του κινητήρα, επιτρέποντας έτσι ευελιξία, π.χ. ενσωμάτωση σε άλλα στοιχεία του κυκλώματος ψύξης.

Επιπλέον, οι ηλεκτρικές αντλίες νερού καθιστούν δυνατή μια πολύ μεγάλη γκάμα εφαρμογών εκτός από την ψύξη του κινητήρα:

- Έμμεση ψύξη αέρα εισαγωγής
- Ψύξη των καυσαερίων της ανακυκλοφορίας καυσαερίων
- Ψύξη ηλεκτρονικών ισχύος ή και μπαταρίας σε υβριδικά και ηλεκτρικά αυτοκίνητα
- Ψύξη κιβωτίου ταχυτήτων

Ανάλογα με τον τύπο κίνησης (κινητήρας εσωτερικής καύσης, υβριδικός, ηλεκτρικός) και το σύστημα, μπορούν να τοποθετηθούν μία ή και περισσότερες αντλίες σε ένα αυτοκίνητο.

## **Κεφάλαιο 8°**



## **8.1 Η ψύξη των μπαταριών**

Η μπαταρία είναι μια συσκευή που μετατρέπει τη χημική ενέργεια σε ηλεκτρική ενέργεια και αντίστροφα. Τα πρώτα ηλεκτρικά μοντέλα έκαναν χρήση μπαταριών μολύβδου διότι δεν υπήρχε εναλλακτική λύση. Βραχυπρόθεσμα, φαίνεται ότι οι μπαταρίες μολύβδου-οξέος θα εξακολουθούν να χρησιμοποιούνται λόγω των πολλών πλεονεκτημάτων τους. Ωστόσο, μεσοπρόθεσμα και μακροπρόθεσμα, φαίνεται ότι οι μπαταρίες με βάση το κάδμιο και το λίθιο θα είναι σημαντικοί υποψήφιοι για EV και HEV.

Τα στοιχεία αποτελούν το δομικό υλικό μιας μπαταρίας. Το μείγμα των υλικών που χρησιμοποιούνται στην δομή τους είναι γνωστό ως η χημεία του στοιχείου. Οι διαφορετικές χημείες μεταξύ των στοιχείων ορίζουν βασικά την ουσία μιας μπαταρίας και την καταλληλότητά της για μια συγκεκριμένη εφαρμογή.

Παρά αυτό το σημαντικό ηλεκτροχημικό υπόβαθρο, ωστόσο, είναι και η δομή – το κέλυφος της μπαταρίας που επηρεάζει σε μεγάλο βαθμό σημαντικές παραμέτρους απόδοσης όπως η διάρκεια ζωής, η κυκλικότητα, η στιβαρότητα, η ασφάλεια και το κόστος. Το κέλυφος προσαρμόζει την μπαταρία στις συγκεκριμένες ανάγκες μιας εφαρμογής: η στεγανότητα, η αντοχή, οι διαστάσεις, η παρακολούθηση θερμοκρασίας και φόρτισης καθώς και η συνολική διαχείριση καθορίζονται από το σχεδιασμό και τη κατασκευή των στοιχείων, των μονάδων και των μπαταριών συνολικά.

Δεν κατασκευάζονται όλες οι μπαταρίες με τον ίδιο τρόπο, ακόμη και οι μπαταρίες που βασίζονται στα ίδια υλικά από χημική άποψη. Το κύριο ενδιαφέρον σήμερα στην ανάπτυξη των μπαταριών έχει να κάνει με την ισχύ, την αποθηκευμένη ενέργεια και την διάρκεια ζωής.

Οι μπαταρίες μπορεί να είναι είτε υψηλής ισχύος είτε υψηλής ενέργειας, αλλά συνήθως όχι και τα δύο.

## **8.2 Μπαταρία NiMH**

Η μπαταρία νικελίου-υδριδίου μετάλλου κυκλοφορεί στην αγορά από το 1992. Τα χαρακτηριστικά της είναι παρόμοια με αυτά της μπαταρίας νικελίου/καδμίου. Λόγω της ανώτερης ειδικής ενέργειάς της σε σύγκριση με το Ni-Cd και της ελευθερίας της από τοξικότητα ή καρκινογένεση, η μπαταρία Ni-MH αντικαθιστά την μπαταρία Ni-Cd.

Σε πολλά υβριδικά και αμιγώς ηλεκτρικά αυτοκίνητα η μπαταρία που χρησιμοποιείται είναι η μπαταρία Νικελίου – Υδριδίου Μετάλλου (NiMH). Πρόκειται για μια επαναφορτιζόμενη μπαταρία, παρόμοια όπως είπαμε με την μπαταρία Νικελίου – Καδμίου (NiCd ), με τη διαφορά ότι αντί για κάδμιο στην άνοδο της έχει ένα κράμα απορροφητικό σε υδρογόνο. Στην κάθοδο, όπως και στις NiCd μπαταρίες, χρησιμοποιεί νικέλιο.

Μια NiMH μπαταρία έχει δυο με τρεις φορές τη χωρητικότητα μιας ισοδύναμου μεγέθους μπαταρίας NiCd . Ωστόσο, συγκρινόμενη με την μπαταρία ιόντων λιθίου (lithium-ion battery), η ογκομετρική ενεργειακή πυκνότητα είναι χαμηλότερη και η αυτοεκφόρτιση μεγαλύτερη.

Το "Μέταλλο" στην άνοδο μιας NiMH μπαταρίας είναι ουσιαστικά μια σύνθετη μεταλλική ένωση. Πολλές χημικές ενώσεις έχουν αναπτυχθεί για την εφαρμογή αυτή αλλά αυτές που εφαρμόζονται ανήκουν σε δυο κατηγορίες. Ο πιο κοινός χημικός τύπος είναι ο AB<sub>5</sub>, όπου Α είναι ένα μίγμα σπάνιων γαιών, λανθανίου , δημητρίου , νεοδυμίου , πρασινοδυμίου και Β είναι νικέλιο, κοβάλτιο, μαγγάνιο, και αλουμίνιο.

Μερικές άλλες μπαταρίες κάνουν χρήση αρνητικών ηλεκτροδίων υψηλότερης χωρητικότητας, βασισμένα σε χημικές ενώσεις τύπου AB<sub>2</sub>, όπου Α είναι τιτάνιο ή βανάδιο και Β είναι ζιρκόνιο ή νικέλιο, τροποποιημένο με χρώμιο, κοβάλτιο, σίδηρο και μαγγάνιο, εξαιτίας της μειωμένης διάρκειας ζωής της μπαταρίας.

Οι μπαταρίες NiMH έχουν αλκαλικό ηλεκτρολύτη συνήθως υδροξείδιο καλίου.

Η τάση φόρτισης είναι 1.4 -1.6 V/στοιχείο. Ένα πλήρως φορτισμένο στοιχείο έχει τάση 1.35-1.4 V και παρέχει ονομαστική τάση 1.2V κατά μέσο όρο στη διάρκεια της αποφόρτισης και μέχρι 1.0V, διότι περαιτέρω αποφόρτιση μπορεί να προκαλέσει μόνιμη ζημιά στο στοιχείο της μπαταρίας .

Ο ρυθμός αυτοεκφόρτισης επηρεάζεται κατά πολύ από τη θερμοκρασία στην οποία οι μπαταρίες είναι αποθηκευμένες με τις πιο ψυχρές θερμοκρασίες αποθήκευσης να έχουν ως αποτέλεσμα χαμηλότερο ρυθμό αποφόρτισης και μεγαλύτερη διάρκεια ζωής της μπαταρίας.

Οι μπαταρίες NiMH είναι ιδιαίτερα κατάλληλες για εφαρμογές υψηλής εντάσεως ρεύματος λόγω της χαμηλής τους εσωτερικής αντίστασης.

### **8.3 Μπαταρία Λιθίου**

Τα τελευταία χρόνια γίνεται προσπάθεια χρήσης μιάς νέας στο χώρο των ηλεκτρικών αυτοκινήτων, της μπαταρίας ιόντων Λιθίου (Lithium-ion). Το λίθιο είναι το ελαφρύτερο από όλα τα μέταλλα και παρουσιάζει πολύ ενδιαφέροντα χαρακτηριστικά από ηλεκτροχημική άποψη. Οι πρώτες μπαταρίες ιόντων λιθίου εμφανίστηκαν το 1991.

Οι μπαταρίες Li-ion είναι επαναφορτιζόμενες και χρησιμοποιούνται ευρέως στα κάθε είδους ηλεκτρονικά. Είναι από τις πιο διαδεδομένες μπαταρίες στα φορητά ηλεκτρονικά με μια από τις καλύτερες αναλογίες ενέργειας προς βάρος, και με αργό ρυθμό αποφόρτισης όταν δεν χρησιμοποιούνται. Εξαιτίας της υψηλής τους ενεργειακής πυκνότητας, οι μπαταρίες Li-ion άρχισαν να χρησιμοποιούνται στην ηλεκτρική αυτοκίνηση καθώς και στην βιομηχανία της άμυνας και του διαστήματος.

Οι μπαταρίες ιόντων λιθίου μπορούν να χρησιμοποιηθούν σε διάφορα μεγέθη και σχήματα αποτελεσματικά για την καλύτερη εξοικονόμηση χώρου της συσκευής που τροφοδοτούν. Είναι επίσης ελαφρύτερες από άλλες ισοδύναμες μπαταρίες. Η ενέργεια αποθηκεύεται σε αυτές τις μπαταρίες διαμέσου της κίνησης των ιόντων λιθίου. Το λίθιο είναι το τρίτο πιο ελαφρύ χημικό στοιχείο, προσφέροντας έτσι ένα συγκριτικό πλεονέκτημα σχετικά με άλλες μπαταρίες που χρησιμοποιούν βαρύτερα μέταλλα. Ένα ακόμα πλεονέκτημα που έχουν οι μπαταρίες Li-ion είναι η υψηλή τάση ανοιχτού κυκλώματος που επιτυγχάνουν σε σχέση με μπαταρίες όπως οι μπαταρίες μολύβδου, οι μπαταρίες Νικελίου-Υδριδίου Μετάλλου και οι μπαταρίες Νικελίου-Καδμίου. Έχουν επίσης, χαμηλό ρυθμό αυτοεκφόρτισης.

Υπάρχουν δύο κύριες τεχνολογίες μπαταριών με βάση το λίθιο: πολυμερές λιθίου και ιόντα λιθίου.

Οι μπαταρίες λιθίου-πολυμερούς χρησιμοποιούν μέταλλο λιθίου και οξείδιο παρεμβολής μετάλλου μετάπτωσης (MyOz) για τα αρνητικά και θετικά ηλεκτρόδια, αντίστοιχα. Αυτό το MyOz διαθέτει μια στρωματοποιημένη δομή στην οποία μπορούν να εισαχθούν ιόντα λιθίου ή από όπου μπορούν να αφαιρεθούν κατά την εκφόρτιση και τη φόρτιση, αντίστοιχα. Χρησιμοποιείται ένας λεπτός στερεός πολυμερής ηλεκτρολύτης (SPE), ο οποίος προσφέρει τα πλεονεκτήματα της βελτιωμένης ασφάλειας και της ευελιξίας στο σχεδιασμό.

Λειτουργεί σε ονομαστική τάση 3 V και έχει ειδική ενέργεια 155 Wh/kg και ειδική ισχύ 315 W/kg.

Η τεχνολογία μπαταριών ιόντων λιθίου έχει δει μια άνευ προηγουμένου άνοδο και δείχνει ως η πιο πολλά υποσχόμενη επαναφορτιζόμενη μπαταρία του μέλλοντος. Έχει ήδη γίνει αποδεκτή για εφαρμογές EV και HEV. Η μπαταρία ιόντων λιθίου χρησιμοποιεί ένα υλικό παρεμβολής λιθιωμένου άνθρακα (LixC) για το αρνητικό ηλεκτρόδιο αντί για μεταλλικό λίθιο, ένα οξείδιο παρεμβολής λιθιωμένου μετάλλου μεταπτώσεως (Li1 x MyOz) για το θετικό ηλεκτρόδιο και ένα οργανικό διάλυμα υγρού ή στερεό πολυμερές για τον ηλεκτρολύτη.

Οι μπαταρίες Lithium-ion έχουν ονομαστική τάση ανοιχτού κυκλώματος 3.6 V και τυπική τιμή τάσης φόρτισης 4.2 V, ειδική ενέργεια 120 Wh/kg, ενεργειακή πυκνότητα 200 Wh/l. , και ειδική ισχύ 260 W/kg. Η διαδικασία φόρτισης γίνεται υπό σταθερή τάση. Τα σύγχρονα στοιχεία της μπαταρίας έχουν τη δυνατότητα πλήρους φόρτισης μέσα σε λιγότερο από 45 λεπτά. Μερικές μάλιστα φτάνουν το 90% της φόρτισης τους μέσα σε 10 λεπτά.

Ο τύπος με βάση το κοβάλτιο έχει υψηλότερη ειδική ενεργειακή και ενεργειακή πυκνότητα, αλλά με υψηλότερο κόστος και σημαντική αύξηση του ρυθμού αυτοεκφόρτισης.

Ο τύπος με βάση το μαγγάνιο έχει το χαμηλότερο κόστος και η ειδική ενέργεια και η ενεργειακή του πυκνότητα βρίσκονται μεταξύ αυτών των τύπων με βάση το κοβάλτιο και το νικέλιο.

Σημαντικό μειονέκτημα, ωστόσο, των μπαταριών Li-ion είναι ότι η διάρκεια ζωής τους εξαρτάται και από το χρόνο που έχει περάσει από τη στιγμή της κατασκευής τους, ανεξάρτητα από το αν αυτές έχουν φορτιστεί και ανεξάρτητα από τον αριθμό των κύκλων φόρτισης/αποφόρτισης.

Οι μπαταρίες Li-ion αντιμετωπίζουν επίσης μια κατάσταση που ονομάζεται “πλήρης αποφόρτιση” (deep discharge). Σε αυτήν την κατάσταση, η μπαταρία μπορεί να κάνει πολύ καιρό να επαναφορτιστεί ή μπορεί και να μην επαναφορτιστεί. Η “πλήρης αποφόρτιση” λαμβάνει χώρα μόνο όταν τα συστήματα ή οι συσκευές των μπαταριών αυτών μείνουν για πολύ καιρό αχρησιμοποίητα (συνήθως 2 ή περισσότερα χρόνια) ή όταν επαναφορτίζονται τόσο συχνά με αποτέλεσμα να μην μπορούν να διατηρήσουν το φορτίο τους.

Κάθε στοιχείο μπαταρίας Li-ion ξεχωριστά δεν πρέπει να αποφορτίζετε κάτω από μια συγκεκριμένη τάση για την αποφυγή μη αναστρέψιμης ζημιάς. Επιπλέον, η μπαταρία δεν πρέπει να μένει πλήρως φορτισμένη για μεγάλα διαστήματα γιατί έτσι κινδυνεύει να οδηγηθεί στο φαινόμενο της “πλήρους αποφόρτισης” και να καταστραφεί.

Χημικά η μπαταρία Li-ion ενέχει πολλούς κινδύνους και έτσι ένα στοιχείο της μπαταρίας απαιτεί αρκετές υποχρεωτικές συσκευές ασφαλείας για να μπορεί να θεωρείται ασφαλές. Σημαντικά περιστατικά έχουν αναφερθεί για περιπτώσεις αυτοανάγλεξης αυτών των μπαταριών.

#### **8.4 Οι μονάδες μπαταρίας**

Τα στοιχεία έχουν σταθερές τάσεις και χωρητικότητες. Όλα τα στοιχεία NiCad ή NiMH παρέχουν ονομαστική τάση 1,2 βολτ, το στοιχείο από οξύ μολύβδου παρέχει ονομαστική τάση 2,0 βολτ και οι διάφορες τεχνολογίες λιθίου είναι περίπου στα 3,6 βολτ ανά στοιχείο.

Εάν χρειάζεστε περισσότερη τάση πρέπει να τα προσθέσουμε στοιχεία σε σειρά. Εάν χρειάζεστε περισσότερο ρεύμα, ίσως χρειαστεί να τοποθετηθούν στοιχεία παράλληλα.

Ανάλογα με τη χωρητικότητα ή τις ανάγκες τάσης μιας εφαρμογής, τα στοιχεία συνδέονται παράλληλα ή σε σειρά. Η παράλληλη σύσδεση προσθέτει χωρητικότητα, αφήνοντας την τάση σταθερή, η σειριακή διαμόρφωση προσθέτει τάση, αφήνοντας τη χωρητικότητα σταθερή, αντίστοιχα.

Τα περισσότερα στοιχεία μπαταριών συγκολλούνται σημειακά μεταξύ τους χρησιμοποιώντας λωρίδα νικελίου για τις επαφές, ώστε να δημιουργηθούν οι μονάδες. Η συγκόλληση απευθείας στα στοιχεία είναι επικίνδυνη. Είναι εύκολο να λιώσει ή να παραμορωθεί η σπή εξαερισμού, να χαλάσουν οι στεγανοποιήσεις ή να προκληθεί εσωτερικό βραχυκύκλωμα εάν η θερμότητα είναι πολύ υψηλή. Αυτή η ζημιά μπορεί να μην γίνει αντιληπτή άμεσα, αλλά αργότερα.

Ο πιο συνηθισμένος τρόπος συγκράτησης της όλης συσκευασίας είναι η χρήση θερμοσυστελλόμενης σωλήνωσης. Αυτό έχει επαρκή αντοχή για μικρές συσκευασίες, αλλά καθώς αυξάνεται το βάρος απαιτείται περισσότερη δομική αντοχή.

## **8.5 battery pack**

Η μπαταρία είναι μια συσκευή που αποθηκεύει ηλεκτρική ενέργεια για να παρέχει ισχύ σε ένα ηλεκτρικό σύστημα, όπως ένα ηλεκτρικό όχημα (EV). Η ενέργεια αποθηκεύεται σε στοιχεία που είναι μεταξύ τους συνδεδεμένα σχηματίζοντας τις μονάδες και αυτές συνδεδεμένες μεταξύ τους σχηματίζουν το πακέτο της μπαταρίας ή battery pack.

Για να παρέχεται επαρκής ισχύς, τα πακέτα μπαταριών απαιτούν ένα ελάχιστο επίπεδο τάσης που δεν μπορεί να επιτύχει ένα μεμονωμένο στοιχείο. Επομένως, πολλά στοιχεία συνδέονται σε σειρά για να αυξήσουν την τάση. Για να επιτευχθεί η επιθυμητή χωρητικότητα της μπαταρίας, τα στοιχεία συνδέονται παράλληλα.

Έτσι οι μπαταρίες αποτελούνται από πολλαπλά, μικρότερα τμήματα που ονομάζονται μονάδες. Αυτές οι μονάδες περιλαμβάνουν μικρότερο αριθμό στοιχείων συνδεδεμένων σε σειρά και παράλληλα. Είναι συνήθως σε χαμηλότερη τάση, ώστε να είναι ασφαλείς για χειρισμό.

Οι μπαταρίες για ένα αυτοκίνητο EV αποτελούνται συνήθως από 4 έως 40 μονάδες συνδεδεμένες σε σειρά μεταξύ τους.

Παραδοσιακά, ο πιο γνωστός τύπος μπαταριών 12V κατασκευάζονταν χρησιμοποιώντας τη χημεία κυψελών μολύβδου-οξέος και ως εκ τούτου αναφέρονται ως μπαταρίες μολύβδου-οξέος. Ο αριθμός των κυψελών σε αυτά τα πακέτα περιορίστηκε σε 6.

Οι μπαταρίες για τα υβριδικά αυτοκίνητα περιέχουν μικρότερη ποσότητα ενέργειας από τις μπαταρίες EV και είναι πολύ μικρότερες. Τα υβριδικά πακέτα μπαταριών είναι κατασκευασμένα για να συμπληρώνουν τον κινητήρα εσωτερικής καύσης όταν είναι λιγότερο αποδοτικός, όπως κατά την επιτάχυνση. Στόχος είναι να μειωθεί όσο το δυνατόν περισσότερο η κατανάλωση βενζίνης.

Οι μπαταρίες EV είναι μπαταρίες πλήρους μεγέθους που κατασκευάζονται για να παρέχουν όλη τη γκάμα του οχήματος, συμπεριλαμβανομένου του κινητήρα έλξης και των αξεσουάρ. Οι τρέχουσες μπαταρίες EV προσφέρουν μεταξύ 20 και 130 kWh ενέργειας και μπορούν να χρησιμοποιήσουν μεταξύ 90% και 95% αυτής της ενέργειας—ένα πολύ υψηλότερο ποσοστό από άλλους τύπους μπαταριών.

## **8.6 Σύστημα Διαχείρισης Μπαταριών**

Το Σύστημα Διαχείρισης Μπαταριών (BMS) είναι ο εγκέφαλος που ελέγχει όλες τις λειτουργίες της μπαταρίας. Στην πιο βασική του περίπτωση, αξιολογεί την μπαταρία σε σχέση με τον εξοπλισμό ή τον φορτιστή, επιτρέποντας τη ροή ενέργειας μόνο όταν είναι σωστά συνδεδεμένη και όταν πληρούνται οι περιβαλλοντικές συνθήκες και οι παράμετροι φόρτισης/εκφόρτισης. Τα θερμίστορ σε κάθε μονάδα παρακολουθούν συνεχώς τις

θερμοκρασίες μεμονωμένων στοιχείων, μονάδων και πακέτων και η λογική του BMS θα αποτρέψει την υπέρβαση των ασφαλών ορίων για τη φόρτιση ή την εκφόρτιση της μπαταρίας. Επομένως, τυχόν ανωμαλίες θα προσαρμοστούν αυτόματα για να διατηρηθεί η βέλτιστη απόδοση.

Το σύστημα BMS διαθέτει στρατηγική και θέτει όρια για την ασφαλή λειτουργία της μπαταρίας. Βελτιστοποιώντας τους ρυθμούς φόρτισης/εκφόρτισης με βάση τη θερμοκρασία περιβάλλοντος και της ίδιας της μπαταρίας, την κατάσταση φόρτισης (SoC) και την κατάσταση υγείας (SoH), το σύστημα BMS εμποδίζει τη λειτουργία της μπαταρίας σε επικίνδυνες περιοχές. Έτσι μετριάζει πολλούς από τους κινδύνους που σχετίζονται με την ισχύ της μπαταρίας. Αυτό απαλλάσσει τον χρήστη από το να χρειάζεται να ανησυχεί και να παρακολουθεί χειροκίνητα τέτοια στοιχεία.

Ένα σύστημα BMS προστατεύει την μπαταρία, όπως υπερβολικό ρεύμα, υπερβολική τάση (κατά τη φόρτιση), χαμηλή τάση (κατά τη διάρκεια της εκφόρτισης), υπερθέρμανση, υποψύξη ή υπερβολική πίεση.

## **8.7 Μπαταρία και Θερμική Διαχείριση**

Η διατήρηση της θερμοκρασίας της μπαταρίας σε ένα καθρισμένο εύρος είναι ζωτικής σημασίας παράγων για την απόδοση και την μακροζωία της. Κι υπάρχουν διάφορες τεχνολογίες για αυτό τον σκοπό.

Η μπαταρία είναι απαραίτητη για τη λειτουργία ενός ηλεκτρικού ή ενός υβριδικού αυτοκινήτου. Πρέπει να παρέχει την υψηλή ποσότητα ενέργειας που απαιτείται για την κίνηση γρήγορα και αξιόπιστα. Οι περισσότερες από αυτές τις μπαταρίες ανήκουν στις κατηγορίες των ιόντων λιθίου και νικελίου-μετάλλου.

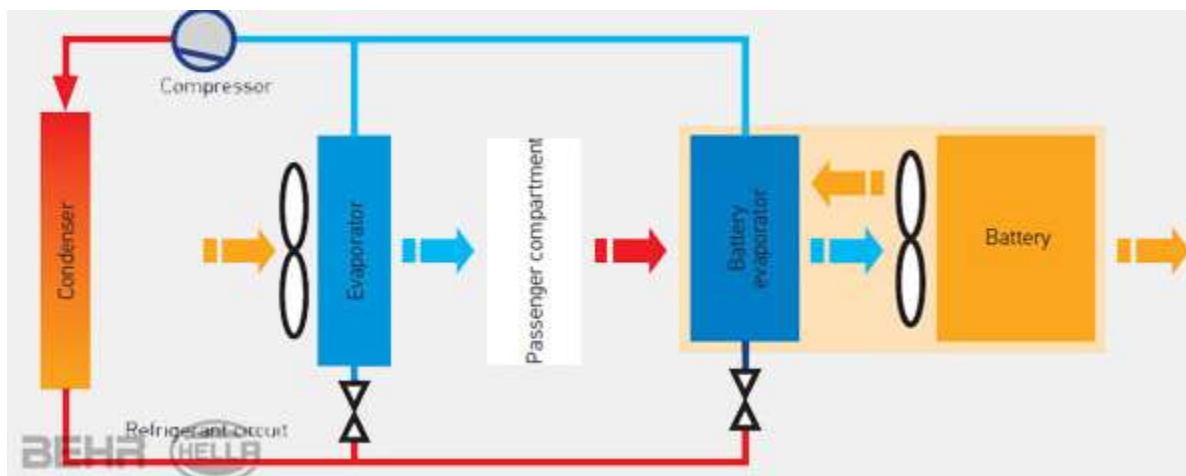


Οι μπαταρίες που χρησιμοποιούνται πρέπει να λειτουργούν μέσα σε ένα καθορισμένο εύρος θερμοκρασίας. Η διάρκεια ζωής τους μειώνεται σε θερμοκρασίες λειτουργίας +40 °C ή υψηλότερες, ενώ η απόδοσή τους πέφτει και η απόδοση είναι χαμηλότερη σε θερμοκρασίες κάτω των -10 °C. Επιπλέον, η διαφορά θερμοκρασίας μεταξύ των μεμονωμένων στοιχείων δεν πρέπει να υπερβαίνει μια συγκεκριμένη τιμή.

Σύντομα φορτία αιχμής σε συνδυασμό με υψηλές εντάσεις ρεύματος, έχουν σαν αποτέλεσμα σημαντική αύξηση της θερμοκρασίας των μπαταριών. Επίσης, οι υψηλές εξωτερικές θερμοκρασίες τους καλοκαιρινούς μήνες μπορεί να κάνουν την θερμοκρασία να ξεπεράσει το κρίσιμο επίπεδο των 40 °C.

Ξεπερνώντας αυτό το επίπεδο θερμοκρασίας, το αποτέλεσμα είναι η ταχύτερη γήρανση και η σχετικά πρόωρη αστοχία της μπαταρίας. Γιά τον σκοπό αυτό είναι απαραίτητο ένα αντίστοιχο σύστημα ψύξης και διαχείρισης της θερμοκρασίας.

Σήμερα χρησιμοποιούνται, ανάλογα με τον κατασκευαστή, τρεις διαφορετικές επιλογές διαχείρισης θερμοκρασίας.



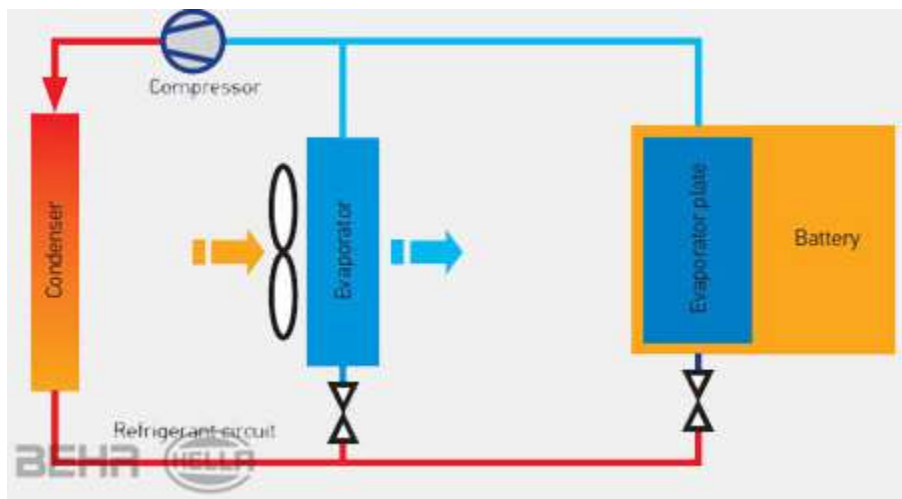
**Εικόνα 8.7.α** Επιλογή 1 - Ψύξη με αέρα

Ο αέρας αναρροφάται από το κλιματιζόμενο εσωτερικό του αυτοκινήτου και χρησιμοποιείται για την ψύξη της μπαταρίας. Ο δροσερός αέρας που εισέρχεται από το εσωτερικό του αυτοκινήτου έχει θερμοκρασία μικρότερη από 40 °C. Αυτός ο αέρας κυκλοφορεί γύρω από τις εξωτερικές επιφάνειες της μπαταρίας.

Τα μειονεκτήματα αυτού είναι:

- Χαμηλή αποτελεσματικότητα ψύξης.
- Ο αέρας που αναρροφάται από το εσωτερικό του οχήματος δεν μπορεί να χρησιμοποιηθεί για ομοιόμορφη μείωση της θερμοκρασίας.
- Απαιτείται σημαντική προσπάθεια για την καθοδήγηση του αέρα.
- Πιθανώς ενοχλητικοί θόρυβοι στο εσωτερικό του οχήματος που προκαλούνται από τον ανεμιστήρα.
- Υπάρχει απευθείας σύνδεση μεταξύ του χώρου επιβατών και της μπαταρίας μέσω αεραγωγών. Για λόγους ασφαλείας (π.χ. αναξυμιάσεις μπαταρίας) αυτό είναι προβληματικό.
- Ένας άλλος παράγοντας που δεν πρέπει να υποτιμάται είναι ο κίνδυνος εισόδου βρωμιάς στην μπαταρία επειδή ο αέρας από το εσωτερικό του οχήματος περιέχει επίσης σκόνη. Η σκόνη εναποτίθεται μεταξύ των στοιχείων και σχηματίζει ένα αγωγίμο στρώμα μαζί με συμπυκνωμένη υγρασία. Αυτό το στρώμα διευκολύνει τη δημιουργία ρευμάτων διαρροής στην μπαταρία.

Για την αποφυγή αυτού του κινδύνου, ο αέρας εισαγωγής φιλτράρεται. Εναλλακτικά, η ψύξη του αέρα μπορεί επίσης να πραγματοποιηθεί από μια ξεχωριστή μικρή μονάδα κλιματισμού παρόμοια με τα ξεχωριστά πίσω συστήματα κλιματισμού σε οχήματα πολυτελούς κατηγορίας



**Εικόνα 8.7.β** Επιλογή 2 - Ψύξη με φρέον

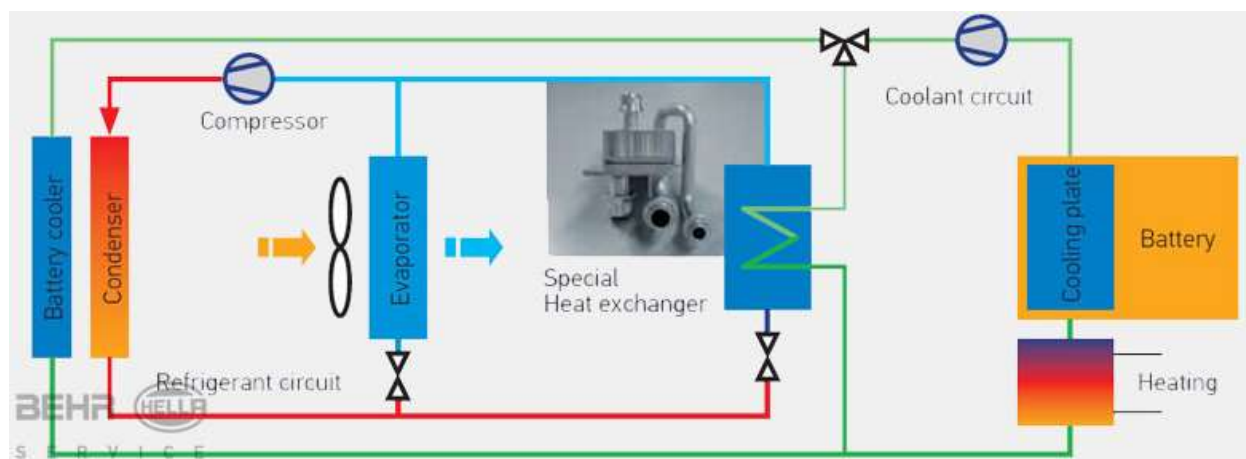
Μια ειδική πλάκα – εβαπορέτα μέσα στον χώρο της μπαταρίας συνδέεται με το σύστημα κλιματισμού του αυτοκινήτου. Αυτό γίνεται χρησιμοποιώντας μία παράκαμψη με σωλήνες και ηλεκτροβάνες στην πλευρά υψηλής και χαμηλής πίεσης μέσω αγωγών και μιας ξεχωριστής εκτονωτικής βαλβίδας. Αυτό σημαίνει ότι η εβαπορέτα μέσα στο αυτοκίνητο και η πλάκα – εβαπορέτα στην μπαταρία, η οποία λειτουργεί όπως μία κανονική εβαπορέτα, συνδέονται στο ίδιο κύκλωμα και λειτουργούν ανεξάρτητα.

Οι διαφορετικές εργασίες για τις δύο εβαπορέτες έχουν ως αποτέλεσμα διαφορετικές απαιτήσεις για τη ροή ψυκτικού μέσου ανάλογα. Ενώ το εσωτερικό σύστημα ψύξης στοχεύει να ικανοποιήσει τις απαιτήσεις άνεσης των επιβατών, η μπαταρία υψηλής τάσης πρέπει να ψύχεται σε διάφορους βαθμούς έντασης ανάλογα με την κατάσταση οδήγησης και τη θερμοκρασία περιβάλλοντος.

Αυτές οι απαιτήσεις είναι οι καθοριστικοί παράγοντες για τον πολύπλοκο έλεγχο της ποσότητας του εξαμιζόμενου ψυκτικού μέσου. Η ειδική σχεδίαση της πλάκας της εβαπορέτας και η ενσωμάτωσή της στην μπαταρία προσφέρουν μια μεγάλη επιφάνεια επαφής για την ανταλλαγή θερμότητας. Αυτό σημαίνει ότι είναι δυνατό να διασφαλιστεί ότι δεν θα ξεπεραστεί η κρίσιμη μέγιστη θερμοκρασία των 40 °C.

Όταν οι εξωτερικές θερμοκρασίες είναι πολύ χαμηλές, η αύξηση της θερμοκρασίας της μπαταρίας στην ιδανική θερμοκρασία της μπαταρίας μπορεί να απαιτεί αύξηση τουλάχιστον 15 °C. Ωστόσο, η πλάκα – εβαπορέτα δεν μπορεί να βοηθήσει σε αυτήν την κατάσταση. Μια κρύα μπαταρία είναι λιγότερο ισχυρή από μια μπαταρία που έχει τη σωστή θερμοκρασία. Είναι επίσης δύσκολο να φορτίσετε την μπαταρία όταν οι θερμοκρασίες είναι σημαντικά κάτω από το μηδέν. Σε ένα ήπιο υβριδικό, αυτό μπορεί να γίνει ανεκτό: σε ακραίες περιπτώσεις, η υβριδική λειτουργία είναι διαθέσιμη μόνο σε περιορισμένη χωρητικότητα. Ωστόσο, εξακολουθεί να είναι δυνατή η οδήγηση με τον κινητήρα εσωτερικής καύσης. Από την άλλη πλευρά, ένας θερμαντήρας μπαταρίας πρέπει να τοποθετηθεί σε αμιγώς ηλεκτρικά οχήματα, έτσι ώστε το αυτοκίνητο να μπορεί να ξεκινήσει και να οδηγηθεί σε οποιαδήποτε κατάσταση το χειμώνα.

Οι πλάκες – εβαπορέτες που είναι απευθείας ενσωματωμένες στην μπαταρία δεν μπορούν να αντικατασταθούν μεμονωμένα. Επομένως, σε περίπτωση βλάβης, πρέπει να αντικατασταθεί ολόκληρη η μπαταρία.



**Εικόνα 8.7.γ** Επιλογή 3 - Ψύξη με νερό

Η σωστή θερμοκρασία παίζει βασικό ρόλο για τις μπαταρίες. Επομένως, απαιτείται πρόσθετος θερμαντήρας μπαταρίας σε πολύ χαμηλές θερμοκρασίες για να διασφαλιστεί η αποδοτικότητα σε ένα μεγάλο εύρος θερμοκρασίας. Αυτός είναι ο μόνος τρόπος για να εξασφαλιστεί ικανοποιητική αυτονομία.

Για να ενεργοποιηθεί αυτή η πρόσθετη θέρμανση, η μπαταρία είναι ενσωματωμένη σε ένα δευτερεύον κύκλωμα. Αυτό το κύκλωμα διασφαλίζει ότι διατηρείται ανά πάσα στιγμή η ιδανική θερμοκρασία λειτουργίας  $15\text{ }^{\circ}\text{C} - 30\text{ }^{\circ}\text{C}$ .

Το ψυκτικό, κατασκευασμένο από νερό και γλυκόλη, ρέει μέσα από μια πλάκα ψύξης ενσωματωμένη στο μπλοκ μπαταρίας. Σε χαμηλότερες θερμοκρασίες, το ψυκτικό μπορεί να θερμανθεί γρήγορα από έναν θερμαντήρα προκειμένου να φτάσει στην ιδανική θερμοκρασία. Ο θερμαντήρας απενεργοποιείται όταν η θερμοκρασία στην μπαταρία φτάσει στην επιθυμητή θερμοκρασία. Στη συνέχεια, το ψυκτικό υγρό μπορεί να ψυχθεί

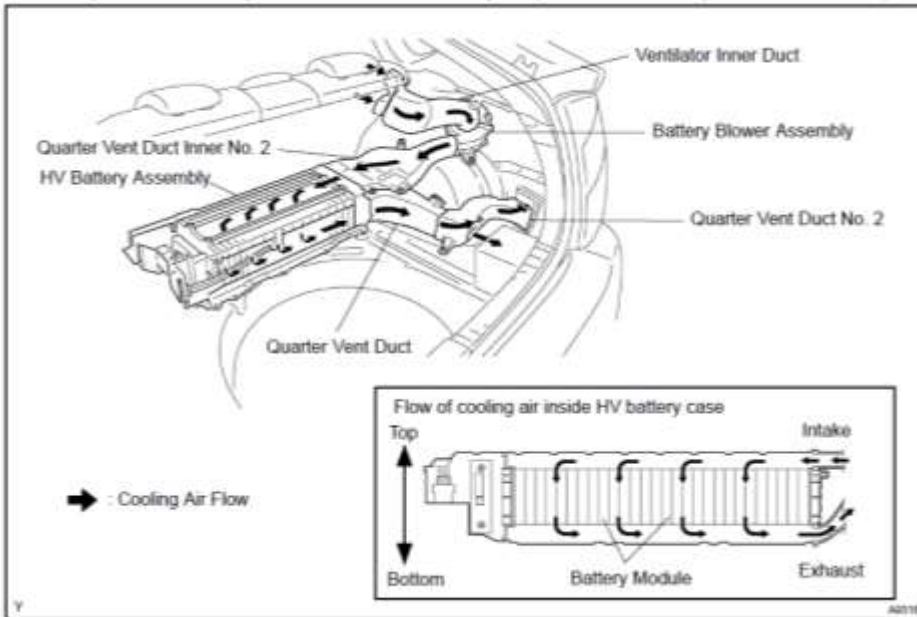
μέσω ενός ψυγείου που βρίσκεται στο μπροστινό μέρος του αυτοκινήτου ή του ψυγείου χαμηλής θερμοκρασίας χρησιμοποιώντας το ρεύμα αέρα από το αυτοκίνητο που κινείται.

Εάν η ψύξη από το ψυγείο της μπαταρίας δεν είναι επαρκής σε υψηλές εξωτερικές θερμοκρασίες, το ψυκτικό ρέει μέσω ενός ειδικού εναλλάκτη θερμότητας. Σε αυτό, το ψυκτικό από το σύστημα κλιματισμού του οχήματος εξατμίζεται. Επιπλέον, η θερμότητα μπορεί να μεταφερθεί από το δευτερεύον κύκλωμα στο εξατμιζόμενο ψυκτικό σε έναν πολύ συμπαγή χώρο και με υψηλή πυκνότητα ισχύος. Πραγματοποιείται πρόσθετη επαναψύξη του ψυκτικού υγρού. Χάρη στη χρήση του ειδικού εναλλάκτη θερμότητας, η μπαταρία μπορεί να λειτουργήσει μέσα στο πιο αποδοτικό εύρος θερμοκρασίας.

### **8.8 Ψύξη μπαταριών TOYOTA Prius**

Ας δούμε το σύστημα ψύξης των μπαταριών από το πλέον γνωστό υβριδικό αυτοκίνητο, το TOYOTA Prius. Η ψύξη της μπαταρίας εξασφαλίζεται από την ροή δροσερού αέρα από την καμπίνα των επιβατών, με ένα βεντιλατέρ το οποίο βρίσκεται στην δεξιά πλευρά του χώρου αποσκευών και ελέγχεται από την ηλεκτρονική μονάδα διαχείρισης της μπαταρίας. Η φιλοσοφία πίσω από αυτή την διάταξη βασίζεται στο γεγονός ότι η μπαταρία για να έχει μέγιστη απόδοση χρειάζεται τις ίδιες θερμοκρασίες με το ανθρώπινο σώμα. Έτσι η ρύθμιση της θερμοκρασίας για τους επιβάτες ταιριάζει και στις απαιτήσεις της μπαταρίας. Ο αέρας φτάνει στο επάνω μέρος του κελύφους της μπαταρίας περνά στο κάτω μέρος και στην συνέχεια οδηγείται έξω από το αυτοκίνητο μέσω αεραγωγού.

Η ηλεκτρονική μονάδα ελέγχου της μπαταρίας καθορίζει την παροχή του αέρα που είναι απαραίτητη. Στην συνέχεια με ηλεκτρική εντολή προσαρμόζει την ταχύτητα περιστροφής του βεντιλατέρ. Για τον σκοπό αυτό χρειάζεται πληροφορίες από αισθητήρες θερμοκρασίας που υπάρχουν στην μπαταρία και τους αεραγωγούς.



**Εικόνα 8.8.α** Αεραγωγός ψύξης της μπαταρίας

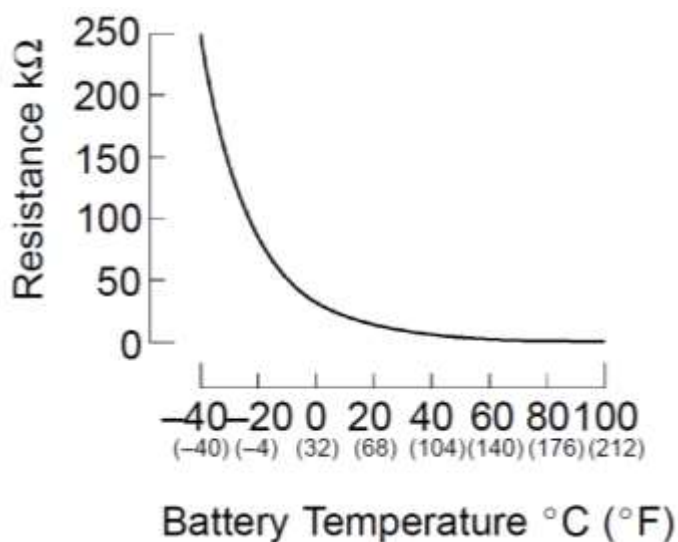
### 8.8.1 Αισθητήρες θερμοκρασίας μπαταρίας

Υπάρχουν 3 αισθητήρες θερμοκρασίας μπαταρίας και βρίσκονται κάτω από το συγκρότημα της μπαταρίας.

Πρόκειται για αντιστάσεις τύπου NTC, που μεταβάλλουν την ωμική τους τιμή, αντιστρόφως ανάλογα με την μεταβολή της θερμοκρασίας. Όσο αυξάνει η θερμοκρασία, η ωμική τους τιμή μειώνεται, και αντιστρόφως.

Η ηλεκτρονική μονάδα ελέγχου της μπαταρίας χρησιμοποιεί το σήμα τους για να καθορίσει την θερμοκρασίας της μπαταρίας. Με βάση αυτή την πληροφορία ρυθμίζει την ταχύτητα περιστροφής του ανεμιστήρα που ψύχει την μπαταρία.

Εκτός από τους 3 αισθητήρες θερμοκρασίας μπαταρίας, υπάρχει ένας ακόμη αισθητήρας θερμοκρασίας αέρα «Α», που μετρά την θερμοκρασία του αέρα στην αρχή του αεραγωγού. Το σήμα χρησιμεύει σε συνεργασία με τους προηγούμενους. Οι τιμές μεταβάλλονται όπως και στους άλλους αισθητήρες θερμοκρασίας.



**Εικόνα 8.8.1.α** διάγραμμα μεταβολής αντίσταση αισθητήρων θερμοκρασίας (NTC)

### 8.8.2 Κωδικοί βλάβης

Όπως είπαμε η ηλεκτρονική μονάδα ελέγχου της μπαταρίας ρυθμίζει την ταχύτητα περιστροφής του ανεμιστήρα και έτσι ρυθμίζει την θερμοκρασία της μπαταρίας στην επιθυμητή τιμή. Εάν η πραγματική τιμή της θερμοκρασίας της μπαταρίας διαφέρει από την επιθυμητή καταγράφεται κωδικός βλάβης.

Οι κωδικοί P0A9B και P0AAC καταγράφονται όταν υπάρχει τιμή θερμοκρασίας χαμηλότερη από -45 Κελσίου ( $R > 1.108k\Omega$  – κομμένο καλώδιο) ή υψηλότερη από +95 Κελσίου ( $R < 247,7 \Omega$  – βραχυκύκλωμα).



Η κανονική τιμή του κάθε αισθητήρα είναι:

R = 9 έως 11 kΩ στους 25 βαθμούς Κελσίου.

### 8.8.2.α Πίνακας Κωδικών βλάβης θερμοκρασίας μπαταρίας

P0A9B	Ελαττωματική λειτουργία αισθητήρων θερμοκρασίας μπαταρίας (Μπαταρία, αισθητήρες, καλωδίωση, HME)
P0AAC	Ελαττωματική λειτουργία αισθητήρα θερμοκρασίας αέρα A (Μπαταρία, αισθητήρας, καλωδίωση, HME)
P0A82	Διαφορά μεταξύ επιθυμητής και πραγματικής θερμοκρασίας στην μπαταρία (Μπαταρία, ανεμιστήρας, αισθητήρες θερμοκρασίας, καλωδίωση, HME, κανάλια αέρα)
P0A81	Η τάση στο βεντιλατέρ βρίσκεται εκτός παραμέτρων λειτουργίας
P0A82	Διαφορά θερμοκρασίας από αυτή που αντιστοιχεί με την λειτουργία του βεντιλατέρ και αυτή που μετρούν οι αισθητήρες
P0A85	Η τάση στο βεντιλατέρ διαφέρει από την απαιτούμενη

### 8.9. Συμπιεστές με ηλεκτροκινητήρα

Οι πωλήσεις υβριδικών και ηλεκτρικών αυτοκινήτων αυξάνονται ραγδαία σε όλη την Ευρώπη, γεγονός που θα έχει αντίκτυπο στον τομέα των ανεξάρτητων συνεργείων, που σημαίνει ότι οι τεχνικοί πρέπει να γνωρίζουν και τα συνεργεία να είναι εξοπλισμένα για το μέλλον.

Παρόλο που υπάρχουν φυσικά πολλές ομοιότητες μεταξύ των συστημάτων κλιματισμού (AC) στα υβριδικά και ηλεκτρικά αυτοκίνητα και εκείνων που τροφοδοτούνται από έναν παραδοσιακό κινητήρα εσωτερικής καύσης, υπάρχουν επίσης αρκετές διαφορές, ιδίως στον συμπιεστή, ο οποίος είναι το κεντρικό εξάρτημα, η καρδιά και των δύο.

Όσον αφορά τη λειτουργία τους, ενώ και τα δύο έχουν σχεδιαστεί για να παρέχουν στους επιβάτες του αυτοκινήτου το πιο άνετο περιβάλλον καμπίνας, το σύστημα AC σε ένα υβριδικό ή ηλεκτρικό αυτοκίνητο έχει επίσης τη ζωτική δουλειά της ψύξης της μπαταρίας που τροφοδοτεί το όχημα.

«Εάν το σύστημα AC σε ένα «κανονικό» αυτοκίνητο χαλάσει, αυτό εξακολουθεί να μπορεί ακόμα να κινείται, αλλά αν χαλάσει σε ένα ηλεκτρικό αυτοκίνητο, δεν θα λειτουργεί, καθώς η θερμοκρασία της μπαταρίας δεν ελέγχεται πλέον», «Το σύστημα κλιματισμού είναι επομένως αναπόσπαστο στοιχείο στις σωστές παραμέτρους λειτουργίας του αυτοκινήτου και πρέπει να διατηρηθεί ανάλογα, συμπεριλαμβανομένου του συμπιεστή, ο οποίος σε αυτά τα αυτοκίνητα κινείται ηλεκτρικά και έτσι ορίζεται ως eCompressor».

### **8.9.1 Τι είναι ο eCompressor και πώς λειτουργεί;**

Οι συμβατικοί συμπιεστές τροφοδοτούνται μηχανικά από τον εξωτερικό ιμάντα μετάδοσης κίνησης του κινητήρα, αλλά καθώς τα ηλεκτρικά αυτοκίνητα δεν διαθέτουν κινητήρα που χρειάζεται σύστημα κίνησης με ιμάντα, απαιτείται eCompressor.

Οι eCompressors περιλαμβάνουν:

- Τμήμα συμπιεστή – συμπιεστής τύπου scroll type για αναρρόφηση, συμπίεση και εκκένωση του ψυκτικού
- Ηλεκτρικός κινητήρας – χωρίς ψήκτρες, που χρησιμοποιεί μόνιμο μαγνήτη ως ρότορα και πηνίο στον στάτη, για την κίνηση του συμπιεστή
- Inverter – που μετατρέπει το DC από την μπαταρία υψηλής τάσης (HV) σε εναλλασσόμενο ρεύμα (AC) για τον κινητήρα. Η ηλεκτρονική μονάδα ελέγχου AC (ECU)

εισάγει σήματα περιστροφικής ταχύτητας συμπιεστή στον μετατροπέα μέσω της ECU HV, για τον έλεγχο της ταχύτητας περιστροφής του ηλεκτρικού συμπιεστή

Ο ηλεκτροκινητήρας λειτουργεί σε περισσότερα από 200 volt και ψύχεται από ψυκτικό και μίγμα λαδιού, επομένως απαιτείται ένα ειδικό, μονωτικό λάδι συμπιεστή για την αποφυγή βλάβης του κινητήρα. Επομένως, η χρήση λανθασμένου λαδιού εγκυμονεί μεγάλο κίνδυνο καταστροφής του κινητήρα.

### **8.9.2 Οφέλη εξοικονόμησης καυσίμου**

Ο σχεδιασμός των ηλεκτρικών συμπιεστών προσφέρει πολλά οφέλη στα υβριδικά και ηλεκτρικά αυτοκίνητα:

- Οι ηλεκτρικοί συμπιεστές ελεγχόμενης περιστροφής παρέχουν υψηλή απόδοση σε χαμηλή ταχύτητα περιστροφής, γεγονός που εξοικονομεί ενέργεια και όσο λιγότερη ενέργεια χρησιμοποιείται για την κίνηση του συμπιεστή, σημαίνει ότι μπορεί να χρησιμοποιηθεί περισσότερη για την κίνηση του αυτοκινήτου και θα αυξηθεί η αυτονομία του.
- Ένας eCompressor καταναλώνει επίσης λιγότερη ενέργεια, γεγονός που συμβάλλει στην επέκταση της αυτονομίας της μπαταρίας HV. Αν και πολλοί χρησιμοποιούν μπαταρία LION (ιόντων λιθίου), μια εναλλακτική λύση NiMh (νικελίου υβριδίου μέταλλου) χρησιμοποιείται σε πολλά υβριδικά μοντέλα κυρίως της Toyota, για παράδειγμα.
- Ο εσωτερικός ηλεκτροκινητήρας επιτρέπει στο σύστημα κλιματισμού να συνεχίσει να λειτουργεί όταν το υβριδικό ή ηλεκτρικό σύστημα είναι απενεργοποιημένο
- Οι eCompressors είναι πιο αθόρυβοι, ενώ διατηρούν την ίδια ψυκτική ικανότητα

### **8.9.3 Εργαζόμενοι με eCompressors**

#### Πρώτα η ασφάλεια

Η ασφάλεια είναι πρωταρχικής σημασίας. Ο eCompressor κινείται από το πακέτο μπαταριών HV με τάση μεταξύ 200 και 400 volt, επομένως δεν μπορούν απλώς να αντικατασταθούν, αλλά πρέπει πρώτα να αποσυνδεθούν από την μπαταρία HV του αυτοκινήτου, ακολουθώντας τις σχετικές διαδικασίες που έχουν σχέση με τον χειρισμό υψηλής τάσης.

#### Σωστό λάδι

Το λάδι για eCompressor (συνήθως) διαφέρει από το λάδι που χρησιμοποιείται στους μηχανικούς συμπιεστές. Το DENSO ND-Oil 11 είναι ένα εξαιρετικά μονωτικό λιπαντικό POE και στις περισσότερες περιπτώσεις είναι αυτό που απαιτείται, αλλά πάντα ελέγχετε το τι ορίζεται από τον κατασκευαστή του αυτοκινήτου, ιδιαίτερα καθώς το λάθος λάδι μπορεί να προκαλέσει βραχυκύκλωμα στο σύστημα και να καταστρέψει τον ηλεκτροκινητήρα.

#### Επαναπλήρωση

Αν και τα περισσότερα μηχανήματα πλήρωσης AC μπορούν να χειριστούν μόνο έναν τύπο λαδιού, υπάρχουν μηχανήματα με πρόγραμμα «εσωτερικής έκπλυσης», έτσι ώστε το λάδι να μπορεί να εναλλάσσεται πιο εύκολα. Ωστόσο, για να αποφευχθεί η τυχαία ανάμειξη τύπων λαδιών, συνιστάται ανεπιφύλακτα ξεχωριστά εργαλεία για την προσθήκη λαδιού σε υβριδικά και ηλεκτρικά αυτοκίνητα.

#### Συντήρηση

Ο eCompressor είναι ερμητικά κλειστός, χωρίς τσιμούχα στον άξονα ή πιθανό κίνδυνο διαρροής ψυκτικού στον εξωτερικό αέρα, επομένως ο ρυθμός διαρροής του ψυκτικού είναι μικρότερος από αυτόν ενός μηχανικού συμπιεστή. Ωστόσο, είναι κρίσιμο να διατηρήσετε το ψυκτικό στο σωστό επίπεδο, επειδή τα προβλήματα μπορούν να ξεκινήσουν όταν αγνοηθεί η στάθμη.

Επιπλέον, τα υβριδικά και ηλεκτρικά οχήματα προφανώς εξακολουθούν να απαιτούν τακτική συντήρηση, επομένως οι τεχνικοί πρέπει να αναφέρονται στα προγραμματισμένα διαστήματα συντήρησης του κατασκευαστή του αυτοκινήτου και να ακολουθούν τυχόν απαιτήσεις αντικατάστασης.

#### **8.10. Ο συμπιεστής Denso ES-18**

Ο συμπιεστής Denso ES-18 είναι ο συμπιεστής που χρησιμοποιείται στα περισσότερα ιαπωνικά υβριδικά αυτοκίνητα. Σαν συμπιεστής ανήκει στην κατηγορία των σπειροειδών.

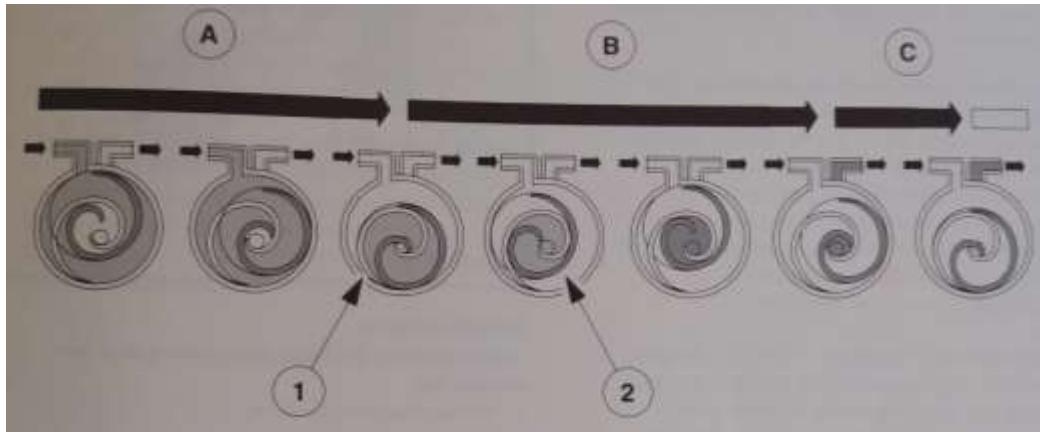
Ο συμπιεστής Denso ES-18 κινείται από τριφασικό ηλεκτροκινητήρα που λειτουργεί με τάση 201V και μεταβλητή συχνότητα ώστε η ταχύτητα περιστροφής του μπορεί να ρυθμίζεται συνέχεια. Τροφοδοτείται από το Inverter AC που ενσωματώνεται στο Inverter του υβριδικού συστήματος.

Ο σπειροειδής (ή κοχλιωτός ή τύπου Scroll) συμπιεστής αποτελείται από δύο σπείρες που είναι τοποθετημένες η μία μέσα στην άλλη. Και οι δύο σπείρες βρίσκονται μέσα σε ένα κυλινδρικό περίβλημα όπου η μία σπείρα είναι στερεωμένη, ενώ η δεύτερη σπείρα στερεώνεται πάνω στον άξονα.

Η κινούμενη σπείρα κινείται κυκλικά από τον κινητήριο άξονα χωρίς να περιστρέφεται. Κατά την διάρκεια της περιστροφής ο στροφέας παραμένει πάντα σε επαφή με ένα σταθερό τμήμα δημιουργώντας ένα θάλαμο ο όγκος του οποίου μειώνεται σταδιακά κατά την διάρκεια της περιστροφής.

Ανάμεσα στις δύο σπείρες υπάρχουν θάλαμοι συμπίεσης σε σχήμα μισοφέγγαρου οι οποίοι μεγαλώνουν και μικραίνουν ανάλογα με την κίνηση της κινούμενης σπείρας. Όταν

οι θάλαμοι μεγαλώνουν, αναρροφούν ψυκτικό ρευστό σε αέρια μορφή. Όταν οι θάλαμοι συμπίεσης μικραίνουν συμπιέζεται το αέριο.



1 σταθερή σπείρα

2 κυκλικά κινούμενη σπείρα

A αναρρόφηση

B συμπίεση

C προώθηση

### Εικόνα 8.10.α σπειροειδής (ή κοχλιωτός) συμπιεστής

Μέσα στον συμπιεστή, η πίεση του αερίου αυξάνεται προοδευτικά μέχρι το αέριο να φτάσει στην κεντρική περιοχή. Από εκεί το αέριο, μέσω του ρακόρ εξόδου κατευθύνεται προς τον συμπυκνωτή. Από μία φάση συμπίεσης πραγματοποιείται κάθε τρεις περιστροφές του άξονα. Ο κύκλος είναι συνεχής. Την στιγμή που ξεκινά μία φάση εισαγωγής ολοκληρώνεται η προηγούμενη φάση με την έξοδο του αερίου υπό πίεση

Το κομπρεσέρ δεν χρειάζεται βαλβίδα εισαγωγής επειδή η κινούμενη σπείρα σφραγίζει αυτόνομα την εισαγωγή. Στην εξαγωγή (στο κέντρο της σταθερής σπείρας) υπάρχει μία βαλβίδα με γλωσίδα. Η βαλβίδα αυτή αποτρέπει την επιστροφή του ψυκτικού ρευστού σε αέρια μορφή, όταν ο συμπιεστής δεν λειτουργεί.

Η υιοθέτηση σπειροειδούς συμπιεστή παρουσιάζει τα εξής πλεονεκτήματα:

- Δυνατότητα για μεγάλη ισχύ
- Αθόρυβη λειτουργία
- Απαιτεί ελάχιστη ροπή εκκίνησης
- Συμπαγής κατασκευή
- Απουσία φλαντζών συγκράτησης
- Περιορισμένη απώλεια λόγω απουσίας βαλβίδων
- Μειωμένος θόρυβος λόγω απουσίας βαλβίδων
- Περιορισμένοι κραδασμοί

Μέσα στον συμπιεστή υπάρχει διαχωριστής λαδιού που διαχωρίζει το λάδι από το ψυκτικό ρευστό, περιορίζοντας έτσι την κυκλοφορία του στον συμπυκνωτή και την εβαπορέτα και εξασφαλίζοντας καλύτερη μεταφορά θερμότητας μεταξύ του ρευστού και των μεταλλικών τοιχωμάτων των εναλλακτών θερμότητας. Ο ηλεκτροκίνητος συμπιεστής Denso ES-18 χρησιμοποιεί λιπαντικό ND11.

Η μονάδα ελέγχου του κλιματισμού καθορίζει την ταχύτητα περιστροφής του συμπιεστή . έτσι ελέγχει την ποσότητα του ψυκτικού ρευστού που κυκλοφορεί στο κύκλωμα. Η μονάδα ελέγχου υπολογίζει τις στροφές ώστε να βελτιστοποιείται η θερμοκρασία στα τοιχώματα της εβαπορέτας.

Η πληροφορία των στροφών, μεταδίδεται στην μονάδα ελέγχου του υβριδικού συστήματος, που με την σειρά της διαμορφώνει την συχνότητα της τριφασικής τάσης που παράγεται από τον Inverter AC για την τροφοδοσία του συμπιεστή.

Οι παράμετροι που επηρεάζουν τον υπολογισμό των στροφών είναι:

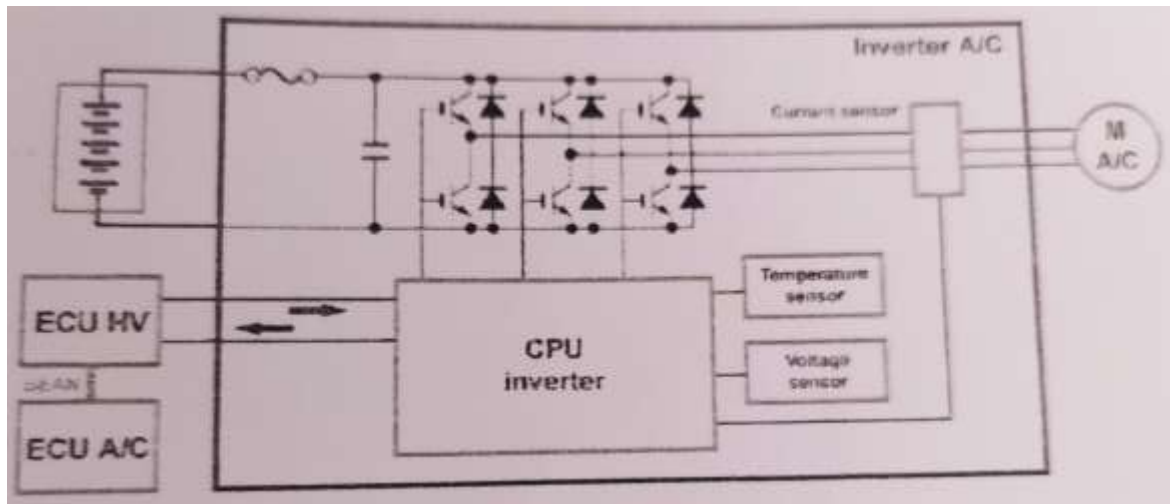
- Η θερμοκρασία στην καμπίνα των επιβατών
- Η υγρασία στην καμπίνα των επιβατών

- Η ηλιακή ακτινοβολία
- Οι ρυθμίσεις στις θυρίδες διανομής του αέρα
- Η θερμοκρασία στα τοιχώματα της εβαπορέτας
- Από την παρουσία βροχής

Για τον σκοπό αυτό η ηλεκτρονική μονάδα ελέγχου πρέπει να λαμβάνει πληροφορίες από τους αντίστοιχους αισθητήρες:

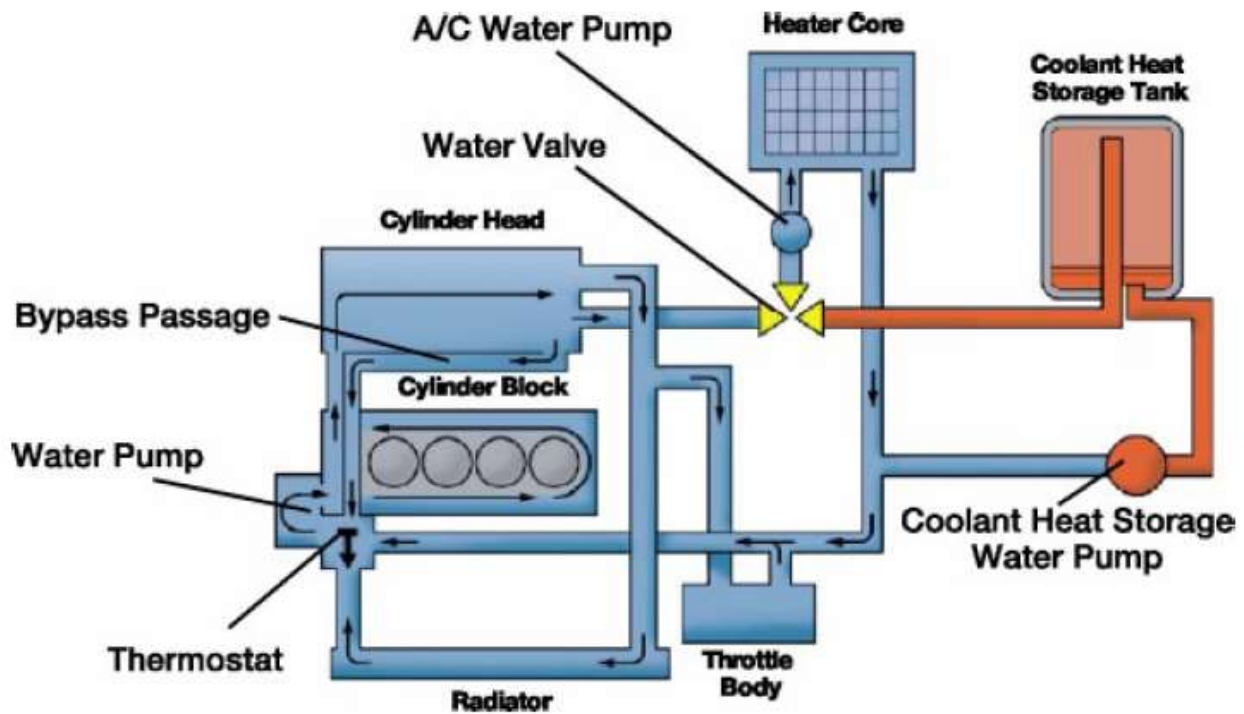
- Θερμοκρασίας καμπίνας και μπαταριών
- Υγρασίας
- Ηλιακής ακτινοβολίας
- Ποτενσιόμετρα πτερυγίων διανομής αέρα
- Αισθητήρα θερμοκρασίας εβαπορέτας
- Αισθητήρα βροχής

Οι παραπάνω αισθητήρες είναι ίδιοι με αυτούς που χρησιμοποιούνται σε συμβατικά συστήματα κλιματισμού.



**Εικόνα 8.10.β** συνδεσμολογία συμπιεστή Denso ES-18





**Εικόνα 8.11.α σύστημα κλιματισμού υβριδικού οχήματος**

### 8.11. Η θέρμανση στα EV

Για ένα αυτοκίνητο EV πέρα από τα ηλεκτρικά μοτέρ, το σύστημα κλιματισμού είναι ίσως ο μεγαλύτερος καταναλωτής ενέργειας. Ειδικότερα για την παραγωγή ζεστού αέρα το ζήτημα είναι πολύ σημαντικό στα ηλεκτρικά αυτοκίνητα, αφού στα συμβατικά δεν τίθεται θέμα λόγω του διαθέσιμου θερμού νερού από τον κινητήρα εσωτερικής καύσης.

Αν και πρόκειται για μια απλή σχετικά ιδέα που εμφανίστηκε για πρώτη φορά στο NissanLeaf το 2013, η αντλία θερμότητας δεν υπάρχει σε όλα τα αυτοκίνητα. Για παράδειγμα, το TeslaModelY έχει, αλλά τα Model 3 και ModelS παράγουν ζεστό αέρα από μία θερμαντική αντίσταση.

Σε σύγκριση με τα οχήματα με κινητήρα εσωτερικής καύσης, στα ηλεκτρικά οχήματα δεν εκλύεται αρκετή θερμότητα από τα συστήματα κίνησης, η οποία θα μπορούσε να ανακυκλωθεί για να θερμαίνεται επαρκώς ο εσωτερικός χώρος.

Η λύση είναι η εξής: Ένα υψηλής απόδοσης σύστημα αντλίας θέρμανσης συμπιέζει το ψυκτικό μέσο υπό υψηλή πίεση. Η παραγόμενη θερμότητα χρησιμοποιείται για τη θέρμανση του διερχόμενου κρύου αέρα.

Με αυτόν τον τρόπο χρησιμοποιείται λιγότερη ενέργεια από την μπαταρία για το υψηλής τάσης σύστημα θέρμανσης, και αυτό συνεπάγεται μεγαλύτερη αυτονομία σε σχέση με τα ηλεκτρικά οχήματα που δεν διαθέτουν αντλία θέρμανσης.

### **8.11.1. Η εναλλαγή θερμότητας**

Όταν τα σύγχρονα ηλεκτρικά αυτοκίνητα άρχισαν να εισέρχονται στην παγκόσμια αγορά το 2010, η ικανότητά τους να κρατούν ζεστό τον οδηγό και τους επιβάτες σε κρύο καιρό, χωρίς να διακυβεύεται η αυτονομία οδήγησης, έγινε ανησυχία για τους μηχανικούς ανάπτυξης ηλεκτροκίνητων αυτοκινήτων.

Για να παρέχουν θερμότητα στην καμπίνα τους, ζέσταιναν ένα περίπου γαλόνι ψυκτικού υγρού καταναλώνοντας ρεύμα από την μπαταρία υψηλής τάσης για τροφοδοσία. Το ζεστό ψυκτικό υγρό στη συνέχεια περνούσε σε ένα συμβατικό καλοριφέρ. Αυτή η προσέγγιση υπήρχε από το 1893, όταν η πρωτοπόρος μηχανολόγος μηχανικός Margaret Wilcox κατοχύρωσε με δίπλωμα ευρεσιτεχνίας μια μέθοδο για τη θέρμανση της καμπίνας των επιβατών κατευθύνοντας αέρα από τον κινητήρα στο εσωτερικό του οχήματος. Αμέσως μετά, το ψυκτικό του κινητήρα έγινε το μέσο.

Η εφεύρεση της Wilcox ήταν ακόμα σε χρήση στο Leaf του 2011. Δυστυχώς, η κατανάλωση ρεύματος για θέρμανση μείωνε την αυτονομία του ηλεκτρικού αυτοκινήτου κατά 30% έως 40% σε κρύο καιρό, καθώς η θερμότητα παράγεται από την κύρια πηγή ενέργειας, τη μπαταρία υψηλής τάσης του αυτοκινήτου. Η υιοθέτηση της τεχνολογίας της αντλίας θερμότητας από τη Nissan ήταν μια αποκάλυψη. Μείωσε το φορτίο της μπαταρίας υψηλής τάσης από περίπου 7 kW σε 2 kW, για την ίδια ποσότητα παραγόμενης

θερμότητας. Αυτό επέτρεψε στο βελτιωμένο Leaf να έχει αυξημένη αυτονομία, διατηρώντας παράλληλα τους επιβάτες ζεστούς και άνετους.

Οι αντλίες θερμότητας υπάρχουν από τη δεκαετία του 1850. Χρησιμοποιούνται σε κτίρια από τη δεκαετία του 1940.

Η λειτουργία τους είναι απλή. Ένα σύστημα αντλίας θερμότητας θερμαίνει την καμπίνα ενώ καταναλώνει λιγότερη ενέργεια από ένα συμβατικό σύστημα θέρμανσης.

Ουσιαστικά σε μια αντλία θερμότητας ο συμπυκνωτής και η εβαπορέτα (ο εξαμιστής) ενταλλάσσονται με την προσθήκη μιας άλλης εκτονωτικής βαλβίδας πριν από τον συμπυκνωτή. Μία ηλεκτρονική μονάδα, ανάλογα με την επιθυμία για θέρμανση ή ψύξη, χρησιμοποιεί τη μία εκτονωτική βαλβίδα ή την άλλη. Ένα μόνο κύκλωμα ψυκτικού ρευστού μπορεί να χρησιμοποιηθεί τόσο για ψύξη όσο και για θέρμανση.

Η τεχνολογία αντλίας θερμότητας καθιερώθηκε γρήγορα μετά την πρώτη χρήση σε αυτοκίνητο της Nissan στο Leaf, και τοποθετήθηκε από την Kia, την Tesla και την Toyota. Αυτές οι αλλαγές καθιερώθηκαν επειδή οι πελάτες – κάτοχοι EV αυτοκινήτων ήθελαν μεγαλύτερη αυτονομία σε κρύο καιρό.

Το σύστημα διαθέτει δύο ψυγεία - εναλλάκτες θερμότητας. Ένα από αυτά, χρησιμοποιείται για τη θέρμανση της καμπίνας. Ο συμπυκνωτής (κοντένσερ ή ψυγείο του ερ-κοντίσιον) κάνει δύο εργασίες όπως θα εξηγήσουμε. Ο συμπιεστής (το κομπρεσέρ) είναι ηλεκτροκίνητος υψηλής τάσης και χρησιμοποιεί συσσωρευτή που εμποδίζει την είσοδο υγρού στον συμπιεστή.

Δύο τρίοδες ηλεκτρομαγνητικές βαλβίδες που λειτουργούν με 12 volt τοποθετούνται πριν από κάθε εκτονωτική βαλβίδα με γραμμή παράκαμψης για να κατευθύνει το ψυκτικό ρευστό είτε προς τη βαλβίδα εκτόνωσης είτε γύρω από αυτήν (bypass). Οι τρίοδες βαλβίδες έχουν μόνο δύο κατευθύνσεις. Η εναλλαγή των βαλβίδων θα επιτρέψει στο ψυκτικό ρευστό να συνεχίσει να περνά μέσα από τον ίδιο σωλήνα ή να οδηγηθεί σε άλλο σωλήνα. Υπάρχουν μόνο δύο επιλογές και μόνο μία εκτονωτική βαλβίδα είναι ανοιχτή κάθε φορά. Υπάρχουν επίσης υποσυστήματα που χρειάζονται για την υποστήριξη μιας αντλίας θερμότητας σε υγρό και πολύ κρύο καιρό ή ένα υποσύστημα για την καλύτερη απόδοση της.

### **8.12. Πάγωμα συμπυκνωτή**

Όταν η αντλία θερμότητας είναι ενεργοποιημένη υπάρχει πολλή υγρασία και η θερμοκρασία έξω από το αυτοκίνητο είναι μεταξύ 1 βαθμών C έως 7 βαθμών C, το εξωτερικό του συμπυκνωτή μπορεί να παγώσει καθώς ο αέρας που κινείται μέσα από αυτόν μειώνει την πίεση του αέρα και πέφτει η θερμοκρασία. Εάν ο συμπυκνωτής παγώσει, το σύστημα της αντλίας θερμότητας σταματά να λειτουργεί. Σε αυτή την περίπτωση η ηλεκτρονική μονάδα ελέγχου θα ενεργοποιήσει ξανά το A/C. αυτό θα λιώσει τώρα τον πάγο καθώς ζεσταίνεται ο συμπυκνωτής.

Τα πεπερηγία αέρα στην εβαπορέτα θα οδηγήσουν τον ψυχρό αέδρα εκτός αυτοκινήτου και ένα ηλεκτρικό θερμαντικό σώμα θα ενεργοποιηθεί για να ζεσάνει τον χώρο της καμπίνας.

Σε αυτό το σημείο, η κύρια μπαταρία θα κληθεί να παρέχει περισσότερη ενέργεια από ό,τι όταν λειτουργούσε η αντλία θερμότητας. Καθώς η εξωτερική θερμοκρασία (περιβάλλοντος) πέφτει κάτω από το μηδέν και ο αέρας στεγνώνει, ο συμπυκνωτής θα σταματήσει να δημιουργεί πάγο. Όλα αυτά γίνονται χωρίς ο οδηγός να αντιλαμβάνεται τι συμβαίνει.

### **8.13. Αντλία θερμότητας**

Τα αυτοκίνητα της προηγούμενης γενιάς χρησιμοποιούσαν συστήματα κλιματισμού, που δρόσιζε μόνο τον αέρα της καμπίνας. Δεν ήταν σε θέση να ελέγξουν αποτελεσματικά τη θερμοκρασία του αέρα. ειδικά το χειμώνα. Για να βελτιώσουν αυτή την κατάσταση, οι μηχανικοί αυτοκινήτων ανέπτυξαν τα συστήματα HVAC δεύτερης γενιάς για οχήματα.

Οι κατασκευαστές χρησιμοποιούν την τεχνολογία HVAC για την επίτευξη καλύτερης περιβαλλοντικής άνεσης των οχημάτων. Έτσι, διατηρεί τη θερμική ποιότητα του εσωτερικού αέρα. Ο όρος HVAC σημαίνει «Heating, Ventilation and Air Conditioning - Θέρμανση, εξαερισμός και κλιματισμός». Το HVAC παρέχει επίσης τη θέρμανση του αέρα μαζί με το σύστημα κλιματισμού του αυτοκινήτου. Ο αέρας θερμαίνεται χρησιμοποιώντας τη θερμότητα από το σύστημα ψύξης του κινητήρα.

Η αντλία θερμότητας είναι ένα σύστημα, που συνήθως προσφέρει θέρμανση & ψύξη. Αυτό γίνεται με αναστροφή του κύκλου και του ρόλου των εναλλακτών

Ο λόγος της ενέργεια που καταναλώνει προς αυτή που προσφέρει καλείται Συντελεστής Απόδοσης (**CoefficientOfPerformance, COP**).Και ηαντλία θερμότητας μπορεί να μεταφέρει θερμότητα που αντιστοιχεί 3 φορές στην ηλεκτρική ισχύς που καταναλώνει.

Αντλία θερμότητας ονομάζουμε τη συσκευή που μας επιτρέπει να μεταφέρουμε θερμότητα με φορά αντίθετη από αυτήν της φυσικής ροής.

Οι αντλίες θερμότητας λειτουργούν με τον ίδιο τρόπο που λειτουργούν όλα τα ψυκτικά μηχανήματα και η λειτουργία τους βασίζεται στις ίδιες αρχές του ψυκτικού κύκλου που είναι ένας αένας κύκλος εκτόνωσης και συμπίεσης ενός ρευστού (ή μέσου, ή εργαζόμενου μέσου).

Η λειτουργία αυτή (η μεταφορά θερμότητας από ένα σημείο σε ένα άλλο) είναι που έδωσε το όνομα "αντλίες θερμότητας" στις συσκευές που λειτουργούν με βάση τον ψυκτικό κύκλο.

Η αντλία θερμότητας είναι ένα σύστημα, που συνήθως προσφέρει θέρμανση & ψύξη. Αυτό γίνεται με αναστροφή του κύκλου και του ρόλου των εναλλακτών. Οι συνηθέστερες εφαρμογές της σήμερα είναι στα κτήρια, σαν άμεσης (μονάδες A/C split) ή έμμεση με χρήση ενδιάμεσου μέσου, νερού (fan coils).

Η συμβατική θερμαντική αντιστάση ισχύος ενός 1kW, χρησιμοποιούμενη για 1 ώρα μπορεί να μεταφέρει στο περιβάλλον ενέργεια 1 kWh. Η αντλία θερμότητας μπορεί να μεταφέρει θερμότητα που αντιστοιχεί 3 φορές στην ηλεκτρική ισχύ που καταναλώνει.

Ο λόγος της ενέργεια που καταναλώνει προς αυτή που προσφέρει καλείται Συντελεστής Απόδοσης (Coefficient Of Performance, COP).

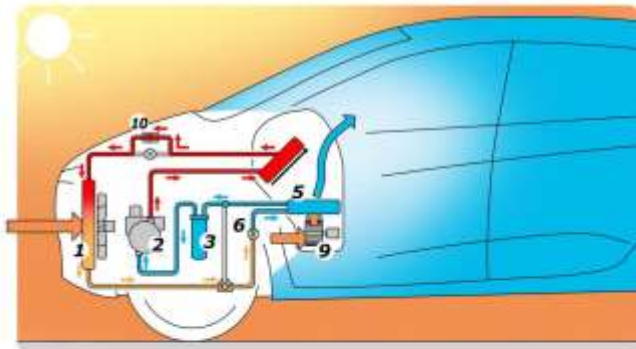
Σε αντίθεση λοιπόν με την θερμική αντίσταση με COP 1, η αντλία θερμότητας έχει COP περί το 3.

Η αντλία θερμότητας στα ηλεκτρικά οχήματα, διαχειρίζεται την ψύξη και την θέρμανση της καμπίνας, μέσω πολλαπλών εναλλακτών. Κάποιοι είναι κοινοί με το σύστημα A/C, άλλοι όχι όπως ο συμπυκνωτής/εξαμιστής.

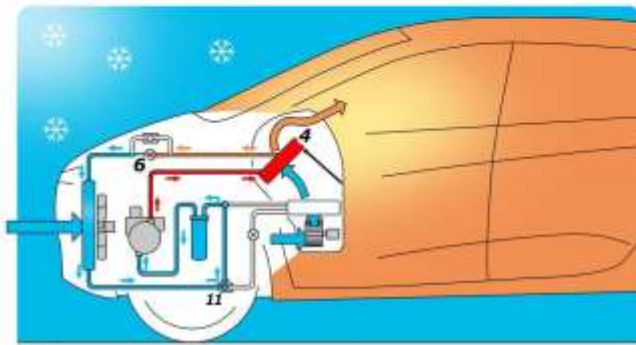
## Pompe à chaleur



- 1 Condenseur/évaporateur externe avant
- 2 Compresseur électrique
- 3 Accumulateur
- 4 Condenseur interne habitacle
- 5 Évaporateur interne habitacle
- 6 Orifices de détente
- 7 Calculateur climatisation auto
- 8 Calculateur pompe à chaleur
- 9 Ventilateur du bloc climatisation
- 10, 11 Electrovanne



Circuit en mode climatisation



Circuit en mode chauffage

## Εικόνα 8.13.α αντλία θερμότητας

### 8.13.1. Τα εξαρτήματα στη διάταξη έμμεσης Αντλίας Θερμότητας

Ο ηλεκτρικός συμπιεστής παρέχει το έργο για να γίνει η μεταφορά θερμότητας από το ζεστό στο κρύο. Αναρροφά και συμπιέζει το ψυκτικό ρευστό προκειμένου αυτό να πάθει εναλλαγή φάσης στον συμπυκνωτή και τον εξατμιστή, στις 2 λειτουργίες.

Στο εμπρός τμήμα του αυτοκινητού υπάρχει ένας εναλλάκτης που λειτουργεί ως συμπυκνωτής - εβαποτέτα και εναλλάσσει το ρόλο του, ανάλογα την λειτουργία ψύξης ή θέρμανσης.

Μία δίοδος ηλεκτρική βαλβίδα είναι ανοικτή στη λειτουργία A/C. Παρακάμπτεται ο συμπυκνωτής υγρού/υγρού και η εκτονωτική μετά από αυτόν.

Η εκτονωτική βαλβίδα της λειτουργίας θέρμανσης, εκτονώνει το ψυκτικό πριν την εισαγωγή στο Συμπυκνωτή - εβαπορέτα

Ο συμπυκνωτής υγρού/υγρού, στη λειτουργία θέρμανσης ζεσταίνει το νερό + γλυκόλη, ψύχοντας και υδροποιώντας το ψυκτικό ρευστό.

Η αντλία νερού κυκλοφορεί την γλυκόλη στο δευτερεύον κύκλωμα. Από το συμπυκνωτή υγρού/υγρού στο θερμαντικό σώμα της HVAC

Το θερμαντικό σώμα νερού ( + γλυκόλης), στην HVAC, παρέχει την ζέστη στη λειτουργία θέρμανσης. Όπως το κοινό “ψυγείο του καλοριφέρ “

Η εβαπορέτα στο HVAC είναι ο εναλλάκτης που δημιουργεί το ψύχος στη λειτουργία AC. Ψύχει και αφυγραίνει τον εξωτερικό αέρα

Η στραγγαλιστική βαλβίδα προκαλεί πτώση της πίεσης στο ψυκτικό, πριν την είσοδο στην εβαπορέτα της HVAC

Μία τριόδος ηλεκτρική βαλβίδα επιτρέπει την διόδο του ψυκτικού είτε στην εκτονωτική της λειτουργίας AC ή στο συσσωρευτή στη λειτουργία θέρμανσης

Το φίλτρο - συσσωρευτής λειτουργεί σα διαχωριστής αερίου –υγρού ψυκτικού. Προστατεύοντας τον συμπιεστή από την αναρρόφηση υγρού. Λειτουργεί ως αποθήκη και αφυγραντήρας επίσης για το ψυκτικό.

Στην έμμεση αντλία, κατά την λειτουργία ψύξης:

Παρακάμπτεται ο κλάδος του συμπυκνωτή υγρού/υγρού

Ο ηλεκτρικός συμπιεστής αντλεί και συμπιέζει το αέριο ψυκτικό, στέλνοντας το για συμπύκνωση, μέσω της δίοδης βαλβίδας.

Η τριόδη βαλβίδα μπαίνει στην λειτουργία AC. Το ψυκτικό ρέει προς την εκτονωτική διάταξη της λειτουργίας A/C. Εκεί, προκαλείται πτώση της πίεσης, της θερμοκρασίας και μερική εξάτμιση αυτού. Και το ψυκτικό ρευστό ρέει προς την εβαπορέτα

Η θερμότητα της καμπίνας απορρίπτεται στο περιβάλλον, μέσω του συμπυκνωτή - εβαπορέτας. Δουλεύοντας ως συμπυκνωτής, υδροποιεί το ψυκτικό εξαιτίας της μεταφοράς θερμότητας και το στέλνει στη τριόδη βαλβίδα

Ο εξωτερικός αέρας ψύχεται στα πτερύγια της εβαπορέτας. Η μεταφορά θερμότητας εκεί προκαλεί την εξάτμιση της μέγιστης ποσότητας του ψυκτικού ρευστού, που επιστρέφει στο συμπιεστή, μέσω του συσσωρευτή.

...και κατά την λειτουργία θέρμανσης:

Η δίοδος βαλβίδα μπαίνει στην λειτουργία θέρμανσης. Ενεργοποιείται ο κλάδος του συμπυκνωτή υγρού/υγρού. Ο συμπιεστής στέλνει το ζεστό ψυκτικό αέριο σε αυτόν, όπου υγροποιούμενο ζεσταίνει το μίγμα γλυκόλης. Στην συνέχεια το ψυκτικό κατευθύνεται στην εκτονωτική διάταξη.

Η εκτονωτική διάταξη, στραγγαλίζει την ροή του ψυκτικού. Χαμηλής πίεσης και θερμοκρασίας ρευστό κατευθύνεται στον συμπυκνωτή-εβαπορέτας.

Η θερμότητα του περιβάλλοντος απορροφάτε από τον συμπυκνωτή -εβαπορέτα. Λειτουργώντας ως εξατμιστής, οδηγεί σε παραπέρα εξάτμιση το ψυκτικό, απορροφώντας θερμότητα από το περιβάλλον. Στην συνέχεια αυτό κατευθύνεται στην τρίοδη βαλβίδα.

Τέλος η αντλία νερού, βοηθάει την μεταφορά θερμότητας στο συμπυκνωτή υγρού/υγρού. Ο εξωτερικός αέρας ζεσταίνεται στα πτερύγια του θερμαντικού σώματος.



## Κατάλογος εικόνων

Εικόνα 2.1.α Lohner Elektromobil του 1900	
Εικόνα 2.1.2 Η. Pieper του 1905	
Εικόνα 3.3.1 Επικυκλικό διαφορικό όπου συνδέονται ΜΕΚ και δύο ηλεκτροκινητήρες	
Εικόνα 3.5.1. Το σύστημα THS (Toyota Hybrid System)	
Εικόνα 4.3.α Διάγραμμα Mollier για R134a	
Εικόνα 6.3.α Θέση τοποθέτησης του συμπυκνωτή	
Εικόνα 6.4.α Τριχοειδής σωλήνας	
Εικόνα 6.5.α Εβαπορέτα	
Εικόνα 6.6.α Φίλτρο (αφυγραντήρας – συσσωρευτής)	
Εικόνα 6.7.α Φίλτρο (αφυγραντήρας – συλλέκτης)	
Εικόνα 7.2.α κύκλωμα ψύξης με δοχείο θερμού νερού.	
Εικόνα 8.7.α Επιλογή 1 - Ψύξη με αέρα	
Εικόνα 8.7.β Επιλογή 2 - Ψύξη με φρέον	
Εικόνα 8.7.γ Επιλογή 3 - Ψύξη με νερό	
Εικόνα 1.1	

## Όροι και Συντομογραφίες

Οι συντομογραφίες που χρησιμοποιούνται στην εργασία είναι εξής:

AC - Air Condition - σύστημα κλιματισμού

BEV - Battery Electric Vehicle - ηλεκτροκίνητο όχημα με μπαταρίες

CAN - Controller Area Network - δίκτυο επικοινωνίας ηλεκτρονικών μονάδων

Cycle Life - Διάρκεια κύκλου ζωής – Ο αριθμός των κύκλων εκφόρτισης - φόρτισης που μπορεί να ολοκληρώσει η μπαταρία προτού αστοχήσει.

COP – Coefficient Of Performance - Συντελεστής Απόδοσης

DOD- Βάθος εκφόρτισης (Depth of Discharge) (%) – Το ποσοστό της χωρητικότητας της μπαταρίας που έχειεκφορτιστεί εκφρασμένο ως ποσοστό της μέγιστης χωρητικότητας.

DCL- Data Communications Link - φίσα επικοινωνίας δεδομένων

ECT- Engine Coolant Temperature - θερμοκρασία ψυκτικού κινητήρα

Energy Density (Wh/L) – Ενεργειακή πυκνότητα- Η ονομαστική ενέργεια της μπαταρίας ανά μονάδα όγκου, που μερικές φορές αναφέρεται και ως ογκομετρική ενεργειακή πυκνότητα (volumetric energy density).

FCEV- Fuel Cell Electric Vehicle- Ηλεκτρικό αυτοκίνητο με κυψέλη υδρογόνου

GWP – Global Warming Potential – δυναμικό παγκόσμιας θέρμανσης

HEV- Hybrid Electric Vehicle- Ηλεκτρικό υβριδικό αυτοκίνητο

HVAC - Heater Vent Air Conditioning - θέρμανση, εξαερισμός και κλιματισμός

IAT - Intake Air Temperature - θερμοκρασία αέρα εισαγωγής

IAT - Inorganic Additive Technology - Ψυκτικό υγρό με αναστολέα τεχνολογίας οργανικού Οξέος

Internal Resistance– Εσωτερική αντίσταση –Η εσωτερική αντίσταση της μπαταρίας ως πηγής, που γενικά είναι διαφορετική για τη φόρτιση και την εκφόρτιση, και εξαρτάται επίσης από την κατάσταση φόρτισης της μπαταρίας.

Li-ion - μπαταρία ιόντων Λιθίου

mHEV- Mild Hybrid Electric Vehicle- ήπιο υβριδικό όχημα

Maximum Continuous Discharge Current– Μέγιστο ρεύμα συνεχούς εκφόρτισης –Το μέγιστο ρεύμα στο οποίο η μπαταρία μπορεί να αποφορτίζεται συνεχώς.

Nominal Voltage(V) – Ονομαστική τάση –που μερικές φορές ονομάζεται και τάση αναφοράς της μπαταρίας, θεωρείται η τάση υπό ιδανικές συνθήκες.

Nominal Energy (Wh,) – Ονομαστική ενέργεια- Η Ονομαστική ενέργεια ή «ενεργειακή χωρητικότητα» της μπαταρίας,

NiCd - μπαταρία Νικελίου – Καδμίου

Ni-MH - μπαταρία Νικελίου – Υδριδίου Μετάλλου

PAG - Poly Alkylene Glycol - πολυαλκυλενογλυκόλη

PAO - Poly Alpha olefins Oil ‘ Πολύ-Αλφα Ολεφίνη

Power Density (W/L) – Πυκνότητα ισχύος- Η μέγιστη διαθέσιμη ισχύς ανά μονάδα όγκου.

PHEV- plug-in hybrid electric vehicles - υβριδικά ηλεκτρικά οχήματα plug-in

PHV- plug-in hybrid vehicles - υβριδικά οχήματα plug-in

(Recommended) Charge Current – (Συνιστώμενο) Ρεύμα φόρτισης –Το ιδανικό ρεύμα με το οποίο η μπαταρία φορτίζεται αρχικά (μέχρι περίπου το 70 τοις εκατό του SOC) πριν από τη μετάβαση σε φόρτιση σταθερής τάσης.

SoH – State of health - Μια έκφραση της κατάστασης υγείας της μπαταρίας

SOC- (State of Charge)- (%Κατάσταση φόρτισης) – Μια έκφραση της τρέχουσας χωρητικότητας της μπαταρίας ως ποσοστό της μέγιστης χωρητικότητας.

Specific Power (W/kg) – Ειδική ισχύς- Η μέγιστη διαθέσιμη ισχύς ανά μονάδα μάζας. Η ειδική ισχύς είναι χαρακτηριστικό των υλικών από τα οποία κατασκευάζεται μία μπαταρία και της συσκευασίας της μπαταρίας.

Specific Energy (Wh/kg) - Ειδική ενέργεια – Η ονομαστική ενέργεια της μπαταρίας ανά μονάδα μάζας. Η ειδική ενέργεια είναι χαρακτηριστικό των υλικών από τα οποία κατασκευάζεται και της συσκευασίας της μπαταρίας. Μαζί με την κατανάλωση ενέργειας του οχήματος, αυτή καθορίζει το βάρος της μπαταρίας που απαιτείται για την επίτευξη μιας δεδομένης ηλεκτρικής αυτονομίας.

THS - Toyota Hybrid System – Υβριδικό σύστημα της TOYOTA

Open-circuit voltage(V) – Τάση ανοιχτού κυκλώματος - Η τάση μεταξύ των ακροδεκτών της μπαταρίας χωρίς φορτίο.

ODP - Ozone Depletion Potential - δείκτης καταστροφής στοιβάδας του όζοντος .

ZEV -Zero Emission Vehicle - Όχημα Μηδενικών Εκπομπών

## **Συμπεράσματα**

Σε ένα υβριδικό αυτοκίνητο ο θερμικός κινητήρας σε αρκετές περιπτώσεις δεν τίθεται σε λειτουργία, ή λειτουργεί σε στροφές που δεν υποστηρίζουν την απαίτηση σε ροπή του συμπιεστή του συστήματος κλιματισμού. Η λειτουργία του συστήματος κλιματισμού πρέπει να είναι ανεξάρτητη από την λειτουργία του θερμικού κινητήρα.

Η ψύξη και θέρμανση των μπαταριών αποτελεί μία πρόσθετη απαίτηση για τα υβριδικά αυτοκίνητα.

Επειδή οι μπαταρίες βελτιστοποιούν την απόδοσή τους σε θερμοκρασίες που είναι ευχάριστες για τους ανθρώπους, το σύστημα θερμικής διαχείρισης των μπαταριών μπορεί να είναι κοινό με το σύστημα κλιματισμού της καμπίνας επιβατών.

Στον τομέα των ψυκτικών ρευστών, προκειμένου να σεβαστούν τις οικολογικές απαιτήσεις οι κατασκευαστές των αυτοκινήτων φαίνεται να υιοθετούν τα ψυκτικά ρευστά R-1234yf και R-744 ή διοξείδιο του άνθρακα - CO<sub>2</sub>

Στον τομέα των λιπαντικών για τους συμπιεστές των υβριδικών αυτοκινήτων πρόκειται να κυριαρχήσουν αυτά που χρησιμοποιούν βασικό λάδι τύπου POE καθώς έχει καλές μονωτικές ιδιότητες

Το σύστημα κλιματισμού στα υβριδικά και ηλεκτρικά αυτοκίνητα συνεχίζει να εξελίσσεται και είναι πιθανό να γίνει τελικά ένα σύστημα διαχείρισης θερμότητας, το οποίο δεν είναι μόνο υπεύθυνο για την ψύξη της εσωτερικής καμπίνας και της μπαταρίας HV, αλλά ολόκληρου του συστήματος θέρμανσης του αυτοκινήτου και της επακόλουθης θερμικής απόδοσης .

Ως αποτέλεσμα, λόγω της πολυπλοκότητας του συστήματος, σε μόλις 10-15 χρόνια δεν θα είναι εύκολο για τους τεχνικούς να πραγματοποιούν διάγνωση βλαβών, επομένως οι συγκεκριμένες γνώσεις και η τεχνική κατάρτιση θα είναι απαραίτητη.

## **Βιβλιογραφία**

Ford Motor – έντυπο Συστήματα Κλιματισμού – CG 7837 / S el 07/2002 έκδοση 2002

Magnetti Marelli – TOYOTA Prius 2004 – Το υβριδικό σύστημα – Παρίσι 2005

TOYOTA TRAINING – Σημειώσεις Σεμιναρίου TOYOTA Prius 2004

Και στους ιστότοπους:

[www.hella.com](http://www.hella.com)

[www.bosch.com](http://www.bosch.com)

[www.denso.com](http://www.denso.com)

[www.tekniwiki.com](http://www.tekniwiki.com)