

Τ.Ε.Ι. ΠΑΤΡΑΣ  
ΣΧΟΛΗ ΤΕΧΝΟΛΟΓΙΚΩΝ ΕΦΑΡΜΟΓΩΝ  
ΤΜΗΜΑ ΜΗΧΑΝΟΛΟΓΙΑΣ

ΠΤΥΧΙΑΚΗ ΕΡΓΑΣΙΑ

ΧΡΗΣΗ ΤΟΥ ΦΥΣΙΚΟΥ ΑΕΡΙΟΥ ΣΤΙΣ Μ.Ε.Κ.

ΤΩΝ ΣΠΟΥΔΑΣΤΩΝ

ΝΙΚΟΛΑΟΣ ΧΡΙΣΤΟΠΟΥΛΟΣ  
ΧΡΙΣΤΙΝΑ ΜΟΥΣΤΑΚΙΔΟΥ



ΥΠΕΥΘΥΝΟΣ ΚΑΘΗΓΗΤΗΣ  
Κος ΜΠΑΚΡΟΖΗΣ

ΠΑΤΡΑ 2006

ΕΙΣΑΓΩΓΗ .....	3
ΚΕΦΑΛΑΙΟ 1 <sup>ο</sup> - ΤΟ ΦΥΣΙΚΟ ΑΕΡΙΟ.....	4
ΤΙ ΕΙΝΑΙ ΤΟ ΦΥΣΙΚΟ ΑΕΡΙΟ.....	4
ΧΑΡΑΚΤΗΡΙΣΤΙΚΗ ΣΥΝΘΕΣΗ ΤΟΥ ΦΥΣΙΚΟΥ ΑΕΡΙΟΥ.....	5
ΠΟΙΟΤΙΚΑ ΧΑΡΑΚΤΗΡΙΣΤΙΚΑ ΤΟΥ ΦΥΣΙΚΟΥ ΑΕΡΙΟΥ.....	5
ΠΡΟΕΛΕΥΣΗ-ΣΧΗΜΑΤΙΣΜΟΣ ΤΟΥ ΦΥΣΙΚΟΥ ΑΕΡΙΟΥ .....	7
ΦΥΣΙΚΟ ΑΕΡΙΟ ΚΑΤΩ ΑΠΟ ΤΗ ΓΗ .....	8
ΣΥΝΘΕΣΗ ΚΑΙ ΙΔΙΟΤΗΤΕΣ ΤΟΥ ΦΥΣΙΚΟΥ ΑΕΡΙΟΥ .....	11
ΣΗΜΕΙΑ ΕΞΟΡΥΞΗΣ-ΠΑΓΚΟΣΜΙΑ ΑΞΙΟΠΟΙΗΣΗ .....	12
ΕΠΙΔΡΑΣΕΙΣ ΤΟΥ ΦΥΣΙΚΟΥ ΑΕΡΙΟΥ ΣΤΟ ΠΕΡΙΒΑΛΛΟΝ .....	12
ΠΛΕΟΝΕΚΤΗΜΑΤΑ ΑΠΟ ΤΗ ΧΡΗΣΗ ΦΥΣΙΚΟΥ ΑΕΡΙΟΥ .....	13
ΚΙΝΗΤΡΑ ΚΑΙ ΑΝΤΙΚΙΝΗΤΡΑ .....	14
ΧΡΗΣΕΙΣ ΤΟΥ Φ. ΑΕΡΙΟΥ.....	15
ΚΕΦΑΛΑΙΟ 2 <sup>ο</sup> - ΑΥΤΟΚΙΝΗΣΗ ΜΕ ΕΝΑΛΛΑΚΤΙΚΕΣ ΠΗΓΕΣ ΕΝΕΡΓΕΙΑΣ ...	17
ΓΕΝΙΚΑ .....	17
ΕΦΑΡΜΟΓΕΣ ΕΝΑΛΛΑΚΤΙΚΩΝ ΜΟΡΦΩΝ ΕΝΕΡΓΕΙΑΣ.....	18
ΥΔΡΟΓΟΝΟ .....	18
ΟΙΝΟΠΝΕΥΜΑ .....	18
LPG( ΥΓΡΑΕΡΙΟ) .....	19
ΥΒΡΙΔΙΚΗ ΤΕΧΝΟΛΟΓΙΑ .....	20
ΗΛΙΑΚΗ ΕΝΕΡΓΕΙΑ .....	20
ΒΙΟ-DIESEL.....	21
ΚΥΨΕΛΕΣ ΚΑΥΣΙΜΩΝ (Fuel Cells).....	22
LNG.....	22
ΜΟΝΟΣΘΕΝΗΣ ΚΑΙ ΔΙΣΘΕΝΗΣ ΚΙΝΗΣΗ.....	23
ΦΟΡΟΛΟΓΙΚΕΣ ΕΛΑΦΡΥΝΣΕΙΣ ΓΙΑ ΤΗ ΧΡΗΣΗ ΠΕΤΡΕΛΑΙΟΥ ΚΑΙ Φ. ΑΕΡΙΟΥ .....	25
ΟΙΚΟΛΟΓΙΚΑ ΠΛΕΟΝΕΚΤΗΜΑΤΑ ΤΩΝ ΟΧΗΜΑΤΩΝ Φ. ΑΕΡΙΟΥ .....	26
ΠΡΩΤΟΤΥΠΑ ΟΧΗΜΑΤΑ ΤΕΧΝΟΛΟΓΙΑΣ Φ. ΑΕΡΙΟΥ .....	27
Η ΦΙΛΟΣΟΦΙΑ ΤΗΣ OPEL.....	33
ΣΥΓΚΡΙΣΗ ΜΕ BENZINOKΙΝΗΤΗΡΑ.....	35
ΠΛΕΟΝΕΚΤΗΜΑΤΑ ΤΟΥ ΚΙΝΗΤΗΡΑ ΤΗΣ OPEL .....	36
ΑΠΟΘΗΚΕΥΣΗ ΤΩΝ ΡΕΖΕΡΒΟΥΑΡ ΦΥΣΙΚΟΥ ΑΕΡΙΟΥ .....	37
ΑΣΦΑΛΕΙΑ .....	39
ΑΝΕΦΟΔΙΑΣΜΟΣ.....	40
ΑΠΑΙΤΟΥΜΕΝΕΣ ΜΕΤΑΤΡΟΠΕΣ ΓΙΑ ΧΡΗΣΗ Φ. ΑΕΡΙΟΥ .....	41
ΣΥΝΤΗΡΗΣΗ -ΕΛΕΓΧΟΣ .....	42
ΑΥΤΟΚΙΝΗΣΗ ΜΕ Φ. ΑΕΡΙΟ ΣΤΗΝ ΕΛΛΑΔΑ.....	46
ΚΕΦΑΛΑΙΟ 3 <sup>ο</sup> - ΚΙΝΗΤΗΡΑΣ ΦΥΣΙΚΟΥ ΑΕΡΙΟΥ .....	47
ΓΕΝΙΚΑ ΠΕΡΙ ΚΙΝΗΤΗΡΑ ΦΥΣΙΚΟΥ ΑΕΡΙΟΥ.....	48
ΕΞΑΡΤΗΜΑΤΑ ΤΟΥ ΚΙΝΗΤΗΡΑ .....	52
ΕΜΒΟΛΑ-ΕΛΑΤΗΡΙΑ .....	53
ΠΕΙΡΟΙ ΕΜΒΟΛΩΝ .....	54
ΒΑΛΒΙΔΕΣ.....	54
ΜΠΟΥΖΙ.....	55
ΔΙΑΦΟΡΕΣ ΚΙΝΗΤΗΡΩΝ DIESEL ΚΑΙ ΦΥΣΙΚΟΥ ΑΕΡΙΟΥ .....	56
ΚΕΦΑΛΑΙΟ 4 <sup>ο</sup> - ΚΥΚΛΩΜΑ ΦΥΣΙΚΟΥ ΑΕΡΙΟΥ .....	60
ΡΕΖΕΡΒΟΥΑΡ .....	61
ΜΕΙΩΤΗΡΑΣ LANDI RENZO.....	65
ΚΕΦΑΛΑΙΟ 5 <sup>ο</sup> - ΚΥΚΛΩΜΑ ΨΥΞΗΣ ΚΙΝΗΤΗΡΑ Φ. ΑΕΡΙΟΥ .....	72

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 6 <sup>ο</sup> - ΛΙΠΑΝΣΗ ΚΙΝΗΤΗΡΑ Φ. ΑΕΡΙΟΥ.....	77
ΛΙΠΑΝΣΗ ΚΙΝΗΤΗΡΑ .....	77
ΚΙΒΩΤΙΟ ΤΑΧΥΤΗΤΩΝ .....	79
ΔΙΑΦΟΡΙΚΟ.....	80
ΣΥΣΤΗΜΑ ΔΙΕΥΘΥΝΣΗΣ.....	80
ΚΕΦΑΛΑΙΟ 7 <sup>ο</sup> - ΗΛΕΚΤΡΙΚΟ ΚΥΚΛΩΜΑ .....	82
ΚΕΦΑΛΑΙΟ 8 <sup>ο</sup> - ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ.....	91
ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ .....	93

## ΕΙΣΑΓΩΓΗ

Στο παρελθόν ο άνθρωπος αναζήτησε τρόπους για να βελτιώσει την ζωή του. Από την αρχαιότητα ακόμη εκμεταλλεύτηκε μορφές ενέργειας όπως η αιολική, η ηλιακή και αργότερα η υδροδυναμική. Στην πορεία ανακάλυψε ότι μπορούσε να στραφεί και στην γη για ενέργεια.

**6000-2000 π.Χ.:** Τα πρώτα ευρήματα στο σημερινό Ιράν. Πάπυροι αναφέρουν την "αιώνια φλόγα" που θεωρούσαν οι Σουμέριοι ιερείς θεϊκό σημάδι.

**450 π.Χ.:** Στην Κίνα, στην περιοχή Peiging (Πεκίνο), κάποιιοι προσπαθούσαν να σβήσουν μια πυρκαγιά σε θάμνους. Ανακάλυψαν όμως ότι μία απ' τις φωτιές δεν έσβηνε ούτε με νερό! Παρατηρώντας την μορφή της, βρήκαν σύντομα εναλλακτική χρήση της. Έφτιαξαν σωλήνες από μπαμπού, μεταφέροντας το φυσικό αέριο στο χωριό όπου και το χρησιμοποιούσαν σαν καύσιμο για να εξατμίζουν θαλασσινό νερό και να μαζεύουν το αλάτι.

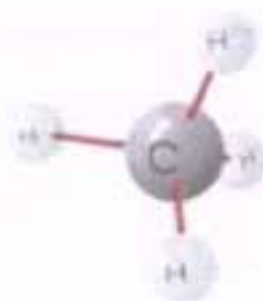
**1600 μ.Χ.:** Εισάγεται ο όρος "αέριο" (gas) από την ελληνική λέξη "χάος" για τη "κενή περιοχή".

**1799 μ.Χ.:** Ο πρώτος κατοχυρωμένος με δίπλωμα ευρεσιτεχνίας θερμικός φωτίζοντας λαμπτήρας αερίου του Philippe Lebon (1769-1804) στο Παρίσι. Έμεινε όμως για αρκετό χρόνο στη λήθη.

**1812 μ.Χ.:** Καθιέρωση της πρώτης παγκοσμίως επιχείρησης αερίου από το γερμανό Friedrich Albert (1763-1830) στο Λονδίνο. Παρήγαγε το αέριο και το διένειμε στους πελάτες του μέσω σωληνώσεων.

## ΚΕΦΑΛΑΙΟ 1<sup>ο</sup> - ΤΟ ΦΥΣΙΚΟ ΑΕΡΙΟ

### ΤΙ ΕΙΝΑΙ ΤΟ ΦΥΣΙΚΟ ΑΕΡΙΟ



Αέριο καύσιμο που υπάρχει στη φύση, αποτελούμενο κατά βάση από μεθάνιο ( $\text{CH}_4$ ), το οποίο είναι άχρωμο, άοσμο και ελαφρύτερο από τον αέρα. Σε μικρότερες αναλογίες περιέχει και άλλα αέρια, όπως αιθάνιο, βαρύτερους υδρογονάνθρακες καθώς και μη-καύσιμα αέρια όπως το άζωτο. Οι αναλογίες των συστατικών ποικίλουν ανάλογα με την προέλευση του Φυσικού Αερίου. Με τον όρο Φυσικό Αέριο, γενικά, νοείται το αέριο καύσιμο που εξάγεται από τη γη και μεταφέρεται με αγωγούς σε αέρια κατάσταση, μέχρι τα σημεία κατανάλωσής του. Το Φυσικό Αέριο είναι άοσμο, δεν είναι ούτε τοξικό ούτε καρκινογόνο. Για να γίνεται αντιληπτό το Φυσικό Αέριο προστίθεται μια τεχνητή χημική οσμή, έτσι ώστε να εντοπίζονται γρήγορα τυχόν διαρροές.

## ΧΑΡΑΚΤΗΡΙΣΤΙΚΗ ΣΥΝΘΕΣΗ ΤΟΥ ΦΥΣΙΚΟΥ ΑΕΡΙΟΥ

Μεθάνιο	CH <sub>4</sub>	70-90%
Αιθάνιο	C <sub>2</sub> H <sub>6</sub>	
Προπάνιο	C <sub>3</sub> H <sub>8</sub>	0-20%
Βουτάνιο	C <sub>4</sub> H <sub>10</sub>	
Διοξείδιο του άνθρακα	CO <sub>2</sub>	0-8%
Οξυγόνο	O <sub>2</sub>	0-0.2%
Άζωτο	N <sub>2</sub>	0-5%
Σουλφίδιο υδρογόνου	H <sub>2</sub> S	0-5%
Σπάνια αέρια	A, He, Ne, Xe	ίχνη

Πίνακας 1. Σύνθεση του Φ. Αερίου

## ΠΟΙΟΤΙΚΑ ΧΑΡΑΚΤΗΡΙΣΤΙΚΑ ΤΟΥ ΦΥΣΙΚΟΥ ΑΕΡΙΟΥ

Το Φυσικό Αέριο είναι ορυκτό καύσιμο, επομένως η διαθεσιμότητά του εξαρτάται από την επάρκεια των κοιτασμάτων (οι σημερινές προβλέψεις είναι για 80 - 100 χρόνια). Δεν πρέπει να σχετίζεται με το υγραέριο (βουτάνιο ή προπάνιο), που είναι συνήθως παράγωγο καύσιμο

από τα διωλίστηρια, επομένως η διαθεσιμότητά του εξαρτάται από την παραγωγική ικανότητα των διωλιστηρίων.

Το Φυσικό Αέριο είναι ελαφρύτερο από τον αέρα (σχετική πυκνότητα περίπου 0.55). Σε περίπτωση, επομένως, διαρροής διαφεύγει προς την ατμόσφαιρα. Το υγραέριο είναι βαρύτερο από τον αέρα (σχετική πυκνότητα περίπου 1.8). Η Ανωτέρα Θερμογόνος Δύναμη του Φυσικού Αερίου κυμαίνεται από 9.000 – 11.000 Kcal/Nm<sup>3</sup>. Η Ανωτέρα Θερμογόνος Δύναμη του υγραερίου είναι υψηλότερη (23.000 - 30000 Kcal/Nm<sup>3</sup>). Αυτό, σε συνδυασμό και με την διαφορετική σχετική πυκνότητα των δύο καυσίμων, σημαίνει ότι το Φυσικό Αέριο και το υγραέριο δεν είναι μεταξύ τους εναλλάξιμα, δηλαδή δεν είναι δυνατόν να χρησιμοποιηθεί το ένα σε καυστήρες που είναι σχεδιασμένοι για την καύση του άλλου.

Τα όρια ανάφλεξης του Φυσικού Αερίου είναι 4,5% - 15% (δηλαδή η καύση δεν μπορεί να διατηρηθεί εάν η περιεκτικότητα του αέρα σε Φυσικό Αέριο είναι εκτός αυτών των ορίων) ενώ του υγραερίου είναι 2% - 9,3%. Το Φυσικό Αέριο θεωρείται "ξηρό" όταν είναι σχεδόν καθαρό μεθάνιο, μη περιέχοντας άλλους υδρογονάνθρακες. Όταν περιέχει και άλλους υδρογονάνθρακες, το Φυσικό Αέριο είναι "υγρό".



## ΠΡΟΕΛΕΥΣΗ-ΣΧΗΜΑΤΙΣΜΟΣ ΤΟΥ ΦΥΣΙΚΟΥ ΑΕΡΙΟΥ



Σχ. 1. Εξόρυξη Φ. Αερίου

Το Φυσικό Αέριο είναι απολιθωμένο καύσιμο. Όπως το πετρέλαιο και ο άνθρακας, αυτό σημαίνει ότι είναι, ουσιαστικά, τα υπολείμματα των φυτών και των ζώων και των μικροοργανισμών που έζησαν εκατομμύρια και εκατομμύρια χρόνια πριν. Αλλά πώς αυτοί οι οργανισμοί γίνονται ένα άψυχο μίγμα αερίων;

Υπάρχουν πολλές διαφορετικές θεωρίες ως προς την προέλευση των απολιθωμένων καυσίμων. Η ευρύτερα αποδεκτή θεωρία λέει ότι τα απολιθωμένα καύσιμα διαμορφώνονται όταν συμπιέζεται η οργανική ουσία (όπως τα υπολείμματα ενός φυτού ή ενός ζώου) κάτω από τη γη, σε πολύ υψηλή πίεση για πάρα πολύ χρόνο. Αυτό αναφέρεται ως θερμογενές μεθάνιο. Παρομοίως με το σχηματισμό του πετρελαίου, το θερμογενές μεθάνιο διαμορφώνεται από τα οργανικά μόρια που καλύπτονται στη λάσπη και από άλλα συντρίμια όπου γίνεται ιζηματογένεση. Με την πάροδο του χρόνου συσσωρεύονται όλο και περισσότερα ιζήματα και λάσπη πάνω από την οργανική ουσία. Αυτά ασκούν πολλή πίεση στην οργανική ουσία, η οποία συμπιέζεται. Αυτή η συμπίεση, που συνδυάζεται με τις υψηλές θερμοκρασίες που βρίσκονται βαθιά κάτω από τη γη, χωρίζει τους δεσμούς άνθρακα στην οργανική



ουσία. Δεδομένου ότι το μίγμα εισχωρεί όλο και πιο βαθιά κάτω από την επιφάνεια της Γης, η θερμοκρασία παίρνει όλο και πιο υψηλή τιμή. Στις χαμηλές θερμοκρασίες, παράγεται περισσότερο πετρέλαιο σε σχέση με το Φυσικό Αέριο. Στις υψηλότερες θερμοκρασίες, εντούτοις, το Φυσικό Αέριο υπερिशύει του πετρελαίου. Γι' αυτό το Φυσικό Αέριο συνδέεται συνήθως με τα αποθέματα πετρελαίου που βρίσκονται 1 έως 2 μίλια κάτω από την επιφάνεια της Γης. Οι βαθύτερες πηγές συνήθως περιέχουν κυρίως Φυσικό Αέριο και, σε πολλές περιπτώσεις, καθαρό μεθάνιο.

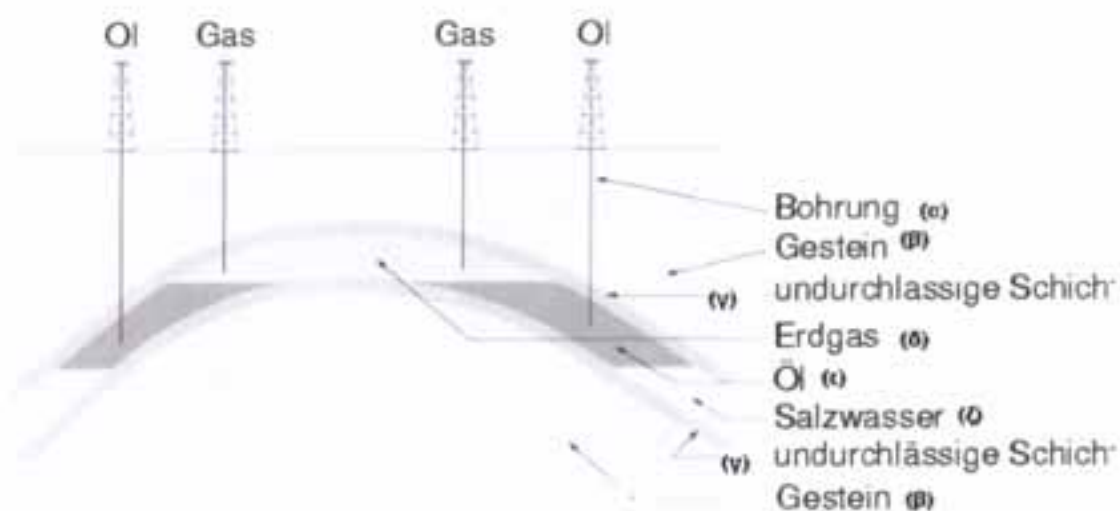
## ΦΥΣΙΚΟ ΑΕΡΙΟ ΚΑΤΩ ΑΠΟ ΤΗ ΓΗ



Σχ. 2. Εξόρυξη Φ. Αερίου

Αν και πηγές μεθανίου, άρα και φυσικού αερίου, μπορούν να βρίσκονται σε διάφορα μέρη, συνήθως εντοπίζονται στο υπέδαφος. Δεδομένου ότι το Φυσικό Αέριο έχει χαμηλή πυκνότητα, όταν

διαμορφώνεται κινείται προς την επιφάνεια της γης, ανάμεσα από χαλαρούς βράχους σχιστόλιθου και άλλων υλικών. Το μεγαλύτερο μέρος αυτού του μεθανίου θα ανέλθει απλά στην επιφάνεια και θα διαλυθεί στον αέρα. Εντούτοις, το υπόλοιπο μεθάνιο θα αυξηθεί μέσα στους γεωλογικούς σχηματισμούς που έχουν "παγιδέψει" το αέριο κάτω από το έδαφος. Αυτοί οι σχηματισμοί αποτελούνται από τα στρώματα ενός πορώδους, ιζηματώδους βράχου (είδος ομοειδές σαν σφουγγάρι, το οποίο απορροφάει και περιέχει το αέριο), με ένα πυκνότερο, στεγανό στρώμα του βράχου στην κορυφή. Αυτός ο στεγανός βράχος παγιδεύει το Φυσικό Αέριο στο υπέδαφος. Εάν αυτοί οι σχηματισμοί είναι αρκετά μεγάλοι, μπορούν να παγιδέψουν μεγάλες ποσότητες Φυσικού Αερίου, σε αυτό που είναι γνωστό ως υπόγεια δεξαμενή. Ο πιο κοινός τύπος δεξαμενής δημιουργείται όταν ένας ιζηματώδης βράχος σχηματίζει ένα θόλο, σαν ομπρέλα, που περικλείει το Φυσικό Αέριο. Υπάρχουν διάφοροι τρόποι που αυτό το είδος "του θόλου" μπορεί να διαμορφωθεί. Παραδείγματος χάριν, τα ελαττώματα είναι μια συνήθης θέση για να αναπτυχθούν δεξαμενές πετρελαίου και Φυσικού Αερίου. Ένα ελάττωμα εμφανίζεται όταν "χωρίζει" το κανονικό ιζηματογενές στρώμα κάθετα, έτσι ώστε ο στεγανός βράχος μετατοπίζει τις "παγίδες" του Φυσικού Αερίου κάτω στα πιο διαπερατά στρώματα ασβεστόλιθων ή ψαμμίτη. Ουσιαστικά αυτός ο γεωλογικός σχηματισμός έχει τη δυνατότητα να διαμορφώσει μια δεξαμενή. Η εικόνα δείχνει πώς το Φυσικό Αέριο και το πετρέλαιο παγιδεύονται κάτω από το στεγανό ιζηματώδη βράχο, που είναι γνωστό ως αντικλινή σχηματισμός.



- (α) Διάτρηση
- (β) Ιζηματώδες βράχος
- (γ) Στεγανό στρώμα
- (δ) Φυσικό αέριο
- (ε) Πετρέλαιο
- (ζ) Αλατόνερο

Σχ. 3. Απεικόνιση συγκεντρώσεων καυσίμων στο υπέδαφος

Το Φυσικό Αέριο που παγιδεύεται κάτω από τη γη με αυτό τον τρόπο, μπορεί να ανακτηθεί με τη διάτρηση μιας τρύπας μέσω του στεγανού βράχου. Το αέριο σε αυτές τις δεξαμενές βρίσκεται εγκλωβισμένο με μεγάλη υπερπίεση, η οποία του επιτρέπει να δραπετεύσει από τη δεξαμενή. Όταν έχει πλέον συλλεχτεί το Φυσικό Αέριο, καθαρίζεται για να αφαιρεθούν οι ακαθαρσίες όπως το νερό, άλλα αέρια, η άμμος, και άλλες ενώσεις. Μερικοί υδρογονάνθρακες, όπως το προπάνιο και το βουτάνιο, διωλίζονται και διανέμονται χωριστά. Επίσης απομακρύνονται και άλλες ακαθαρσίες, όπως το σουλφίδιο υδρογόνου (ο καθαρισμός του οποίου μπορεί να παράγει το θείο, το οποίο έπειτα επίσης διανέμεται χωριστά). Μετά από τον καθαρισμό, το καθαρό Φυσικό Αέριο διαβιβάζεται μέσω ενός δικτύου των

σωληνώσεων, μήκους χιλιάδων μιλίων. Από αυτές τις σωληνώσεις, το Φυσικό Αέριο παραδίδεται στο σημείο χρήσης του.

## ΣΥΝΘΕΣΗ ΚΑΙ ΙΔΙΟΤΗΤΕΣ ΤΟΥ ΦΥΣΙΚΟΥ ΑΕΡΙΟΥ

Το Φυσικό Αέριο δεν έχει αυστηρά σταθερή σύνθεση. Αυτό οφείλεται εν πολλοίς στην πολύπλευρη προέλευσή του από διάφορους χώρους παραγωγής. Ωστόσο αυτό συμβαίνει και λόγω της μεταφοράς του σε διεθνή διασυνδεδεμένα δίκτυα, στα οποία η σύνθεση και οι ιδιότητες του αερίου ελέγχονται και μετρούνται επακριβώς, για τον υπολογισμό των ποσοτήτων ενέργειας και του κόστους βάσει διεθνών συμβάσεων προμήθειας. Έτσι, ανάλογα με την προέλευσή του, έχει διαφορετική σύσταση όπως μας δείχνει ο πίνακας παρακάτω:

ΣΥΣΤΑΣΗ	ΡΩΣΙΚΟ ΦΥΣΙΚΟ ΑΕΡΙΟ	ΑΛΓΕΡΙΝΟ ΦΥΣΙΚΟ ΑΕΡΙΟ
Περιεκτικότητα (% κ.ο.) σε :		
Μεθάνιο (CH <sub>4</sub> )	98	91.2
Αιθάνιο (C <sub>2</sub> H <sub>6</sub> )	0.6	6.5
Προπάνιο (C <sub>3</sub> H <sub>8</sub> )	0.2	1.1
Βουτάνιο (C <sub>4</sub> H <sub>10</sub> )	0.2	0.2
Πεντάνιο (C <sub>5</sub> H <sub>12</sub> ) και βαρύτερα	0.1	-
Άζωτο (N <sub>2</sub> )	0.8	1.0
Διοξείδιο του άνθρακα (CO <sub>2</sub> )	0.1	-
Ανωτέρα Θερμογόνος Δύναμη	από 8,600 kcal/Nm <sup>3</sup> έως 9,500 kcal/Nm <sup>3</sup>	από 9,640 kcal/Nm <sup>3</sup> έως 10,650 kcal/Nm <sup>3</sup>

Πίνακας 2. Στοιχειομετρική σύσταση Φ. Αερίου



## ΣΗΜΕΙΑ ΕΞΟΥΥΞΗΣ-ΠΑΓΚΟΣΜΙΑ ΑΞΙΟΠΟΙΗΣΗ

Τα μεγαλύτερα κοιτάσματα Φυσικού Αερίου βρίσκονται στη Ρωσία, στις Η.Π.Α., στην Αλγερία και στη Μέση Ανατολή. Όπως γίνεται αντιληπτό, τα κοιτάσματα Φ. Αερίου εντοπίζονται στις περιοχές όπου υπάρχουν κοιτάσματα πετρελαίου. Οι χώρες που χρησιμοποιούν περισσότερο το Φυσικό Αέριο είναι οι Η.Π.Α., η Κίνα, η Ιαπωνία και η Γερμανία, με το ποσοστό παγκόσμιας κατανάλωσης του Φυσικού Αερίου να υπολογίζεται στο 25% αυτή τη στιγμή.

Στην Ελλάδα η οικιακή χρήση του Φυσικού Αερίου ξεκίνησε πριν λίγα χρόνια, ενώ είχε προηγηθεί η διάθεσή του στη βιομηχανία. Η Δημόσια Εταιρεία Παροχής Αερίου (ΔΕΠΑ) ιδρύθηκε το 1988, και θυγατρικές της είναι οι Εταιρείες Παροχής Αερίου (ΕΠΑ) Αττικής, Θεσσαλονίκης και Θεσσαλίας. Η προμήθεια γίνεται κατά το 74% από την Ρωσία μέσω Βουλγαρίας, και το υπόλοιπο από την Αλγερία μέσω κρυογενικών πλοίων.

## ΕΠΙΔΡΑΣΕΙΣ ΤΟΥ ΦΥΣΙΚΟΥ ΑΕΡΙΟΥ ΣΤΟ ΠΕΡΙΒΑΛΛΟΝ

### Φαινόμενο Θερμοκηπίου

Τα καυσαέρια του θερμοκηπίου περιλαμβάνουν υδρατμούς, διοξείδιο του άνθρακα, μεθάνιο, νιτρικά οξέα και τετραχλωράνθρακες. Το Φυσικό Αέριο απελευθερώνει 30% λιγότερο διοξείδιο από το πετρέλαιο και 45% λιγότερο από τον άνθρακα.

### Νέφος

Αποτελείται από την χημική αντίδραση του μονοξειδίου του άνθρακα με νιτρικά οξέα, οργανικά συστατικά και θερμότητα από το ηλιακό φως. Το Φυσικό Αέριο εκπέμπει χαμηλά ποσοστά νιτρικών

οξέων, επομένως μειώνει το νέφος και την ακτινοβολία του όζοντος κατά 50% με 70%.

### Όξινη Βροχή

Δημιουργείται όταν τα διοξειδία του θείου και τα νιτρικά οξέα αντιδρούν με υδρατμό παρουσία φωτός. Το Φυσικό Αέριο δεν παράγει οξειδία του θείου, ενώ παράγει 80% λιγότερα νιτρικά οξέα.

## **ΠΛΕΟΝΕΚΤΗΜΑΤΑ ΑΠΟ ΤΗ ΧΡΗΣΗ ΦΥΣΙΚΟΥ ΑΕΡΙΟΥ**

Το Φυσικό Αέριο είναι λιγότερο ρυπογόνο από τα υγρά καύσιμα, αλλά ταυτόχρονα και πιο αποδοτικό. Με τη χρήση του εξασφαλίζεται φθηνότερο κόστος ενέργειας, καθώς καθίστανται δυνατές υψηλές ενεργειακές αποδόσεις (μεγαλύτερη ανάκτηση θερμότητας καυσαερίων λόγω έλλειψης θείου, παραγωγή ηλεκτρισμού και θερμότητας στις βιομηχανίες, απ' ευθείας ζήραση υλικών επειδή τα καυσαέρια είναι καθαρά, μικρότερες αποθέσεις και διαβρώσεις στους λέβητες κλπ.). Κατά συνέπεια, το κόστος ενέργειας είναι μικρότερο και για τη βιομηχανία, και για την οικιακή χρήση.

Για το περιβάλλον η υπεροχή του Φυσικού Αερίου είναι σαφής σε όλους τους ρύπους: μηδενικές εκπομπές καπνού και διοξειδίου του θείου και μικρότερες εκπομπές διοξειδίου του άνθρακα. Μείωση της διάβρωσης των μνημείων και κτιρίων που επηρεάζονται καταστροφικά σήμερα από την καύση των πετρελαιοειδών. Καθαρότερη περιβαλλοντική καύση και αποφυγή δαπανηρών επενδύσεων για περιβαλλοντικό εξοπλισμό.

Όσον αφορά στην ασφάλεια: Το Φυσικό Αέριο είναι ένα μείγμα υδρογονανθράκων με χαμηλό μοριακό βάρος. Σαν αέριο είναι ελαφρύτερο από τον ατμοσφαιρικό αέρα, και κατ' επέκταση στη σπάνια



μια απόφαση που λήφθηκε προ μηνών στη Γερμανία για μείωση κατά 50% των φόρων για το μαζούτ, περιόρισε την ανταγωνιστικότητα του Φυσικού Αερίου.

Επίσης οι μετατροπές των εγκαταστάσεων και το κόστος που αυτές συνεπάγονται επηρεάζουν πολλές φορές κάποιες μικρομεσαίες επιχειρήσεις ή κάποια νοικοκυριά, στην απόφασή τους να επιλέξουν το Φυσικό Αέριο. Να σημειωθεί ότι σήμερα το Φυσικό Αέριο είναι κατά 40% φθηνότερο έναντι της ηλεκτρικής ενέργειας, συγκρινόμενο σε απόδοση ίδιων θερμίδων, ενώ αντίστοιχα, στο ζέσταμα του νερού η απόδοση του ηλεκτρικού είναι 35%, ενώ του Φυσικού Αερίου 92%. Σε σχέση με το πετρέλαιο, το Φυσικό Αέριο είναι κατά 30% φθηνότερο. Η διαφορά αυτή δεν οφείλεται μόνο στο κόστος άντλησης και διανομής, αλλά αποτελεί και μέρος της ενεργειακής πολιτικής της Ευρωπαϊκής Ένωσης.

## **ΧΡΗΣΕΙΣ ΤΟΥ Φ. ΑΕΡΙΟΥ**

Οι βασικότερες χρήσεις φυσικού αερίου είναι οι ακόλουθες:

- Παραγωγή ηλεκτρικής ενέργειας.
- Μικρές και μεγάλες μονάδες θερμικών χρήσεων (παραγωγή ατμού και ζεστού νερού, ζήρανση, προθέρμανση μετάλλων πριν την τήξη κ.ά.). Επίσης χρησιμοποιείται και για χημικές χρήσεις (παραγωγή υδρογόνου, αμμωνίας κλπ.).
- Συμπαγωγή θερμικής και ηλεκτρικής ενέργειας, τόσο στο βιομηχανικό όσο και στον ευρύτερο εμπορικό τομέα (νοσοκομεία, ξενοδοχεία, πανεπιστήμια κλπ.).
- Ειδικό εμπορικό τομέα (πλυντήρια, φούρνοι, ψησταριές κλπ.).

- Μαγείρεμα.
- Κεντρική θέρμανση (οικιακού - εμπορικού τομέα).
- Κλιματισμός - ψύξη.
- Αυτοκίνηση (λεωφορεία, ΙΧ).

## ΚΕΦΑΛΑΙΟ 2<sup>ο</sup> - ΑΥΤΟΚΙΝΗΣΗ ΜΕ ΕΝΑΛΛΑΚΤΙΚΕΣ ΠΗΓΕΣ ΕΝΕΡΓΕΙΑΣ

### ΓΕΝΙΚΑ

Η χρήση του Φυσικού Αερίου ως καύσιμου για την κίνηση οχημάτων αποτελεί αναμφισβήτητα άμεση και εφικτή λύση απέναντι στο περιβαλλοντικό πρόβλημα. Αρκεί να σκεφτεί κανείς ότι η περιεκτικότητα ενέργειας ενός κιλού Φυσικού Αερίου αντιστοιχεί περίπου σε 1,5 λίτρα αμόλυβδης βενζίνης τύπου Super. Επίσης, όσον αφορά τη λειτουργία του κινητήρα, τα χαρακτηριστικά προανάφλεξης του Φυσικού Αερίου (130 οκτάνια σε σχέση με τα 95 οκτάνια της αμόλυβδης βενζίνης) επιτρέπουν τη μεγαλύτερη αναλογία συμπίεσης (13:1), βελτιώνοντας την απόδοση. Εν κατακλείδι, είναι το πιο καθαρό και αποδοτικό καύσιμο που υπάρχει έως ώρας.

Επιπλέον, οι εκπομπές διοξειδίου του άνθρακα μειώνονται κατά 30%, όπως και οι εκπομπές μονοξειδίου του άνθρακα και οξειδίων του αζώτου, σε σχέση με τις αντίστοιχες των κινητήρων βενζίνης και diesel. Παράλληλα, το Φυσικό Αέριο έχει μηδαμινή περιεκτικότητα σε θείο με αποτέλεσμα να καίγεται χωρίς να παράγει αιθάλη και, κατά συνέπεια, να ανταποκρίνεται στις αυστηρές προδιαγραφές περί εκπομπής ρύπων Euro 4, οι οποίες ισχύουν από το 2005.

Σημαντική είναι επίσης και η συμβολή του Φυσικού Αερίου τόσο στη συντήρηση του κινητήρα όσο και στη μείωση των εξόδων λειτουργίας του αυτοκινήτου. Είναι ενδεικτικό το γεγονός ότι τα διαστήματα αλλαγής λαδιού παρατείνονται, καθώς το λάδι του κινητήρα δεν περιέχει πλέον αιωρούμενα σωματίδια από το καύσιμο.

## ΕΦΑΡΜΟΓΕΣ ΕΝΑΛΛΑΚΤΙΚΩΝ ΜΟΡΦΩΝ ΕΝΕΡΓΕΙΑΣ

### ΥΔΡΟΓΟΝΟ



Σχ. 4. Ανεφοδιασμός με υδρογόνο

Το υδρογόνο είναι μια ανερχόμενη πηγή ενέργειας για την αυτοκίνηση. Παράγεται εύκολα μέσω της ηλεκτρόλυσης, χωρίζοντας απλά το νερό ( $H_2O$ ) σε οξυγόνο και το υδρογόνο με τη χρησιμοποίηση της ηλεκτρικής ενέργειας. Η καύση του παράγει θερμότητα και υδρατμό, καθιστώντας την την καθαρότερη απ' όλα τα καύσιμα. Βρίσκεται ακόμα σε πειραματικό στάδιο, αλλά διάφορες γερμανικές και αμερικάνικες αυτοκινητοβιομηχανίες έχουν ήδη προσανατολιστεί στη μελλοντική χρήση του.

### ΟΙΝΟΠΝΕΥΜΑ

Η μεθανόλη και η αιθανόλη είναι οινοπνεύματα. Η αιθανόλη γίνεται συνήθως από το καλαμπόκι ή τη βιομάζα (γεωργικά βιολογικά απόβλητα). Η μεθανόλη μπορεί να γίνει από



Σχ. 5. Κίνηση με οινόπνευμα



διάφορα υλικά όπως το ξύλο ή ο άνθρακας. Τα καύσιμα οιοπνεύματος περιέχουν περισσότερη δύναμη, αλλά λιγότερη ενέργεια ανά γαλόνι, σε σχέση με τη βενζίνη.

Θεωρείται ιδανικό καύσιμο για αυτοκινούμενα οχήματα, καθώς παράγει πολύ χαμηλές εκπομπές υδρογονανθράκων και τοξικών ουσιών, μειονεκτεί ωστόσο στην ευκολία παραγωγής και στη μειωμένη αυτονομία οχήματος που προσφέρει.



## LPG( ΥΓΡΑΕΡΙΟ)

Σχ. 6. Ανεφοδιασμός με υγραέριο

LPG σημαίνει υγροποιημένο αέριο πετρελαίου. Αποτελείται από μίγμα ελαφριών υδρογονανθράκων, οι οποίοι βρίσκονται σε αέρια κατάσταση. Το υγραέριο εμφανίζεται φυσικά στους τομείς παραγωγής ακατέργαστου πετρελαίου και φυσικού αερίου και παράγεται επίσης στη διαδικασία καθαρισμού πετρελαίου. Μπορεί να υγροποιηθεί εύκολα για την αποθήκευση και τη μεταφορά του αυξάνοντας την πίεση αποθήκευσης ή μειώνοντας τη θερμοκρασία του. Επομένως συνδυάζει τη ροή ενός υγρού και την καύση ενός αερίου. Οι ρύποι του επίσης είναι αρκετά πιο καθαροί από τη βενζίνη, καθώς στο υγραέριο δεν υπάρχουν αρκετές τοξικές ουσίες οι οποίες βρίσκονται στην τελευταία, και που ευθύνονται για την επιβάρυνση του περιβάλλοντος. Στο εξωτερικό υπάρχουν αυτοκίνητα κινούμενα με υγραέριο και υπάρχει ειδικά καθορισμένο νομοθετικό πλαίσιο, για τη λειτουργία και τη

μετατροπή τους. Στη χώρα μας η χρήση LPG επιτρέπεται μόνο σε αυτοκίνητα Δημοσίας Χρήσης.

## ΥΒΡΙΔΙΚΗ ΤΕΧΝΟΛΟΓΙΑ



Σχ. 7. Υβριδικός κινητήρας

Τα υβριδικά είναι αυτοκίνητα που χρησιμοποιούν δύο πηγές καυσίμων για την παραγωγή ενέργειας. Ο περισσότερο διαδεδομένος συνδυασμός είναι η χρήση βενζίνης και ηλεκτρικής ενέργειας. Η εκπομπή ρύπων είναι και σε αυτή την περίπτωση αρκετά μειωμένη. Τα υβριδικά αυτοκίνητα τώρα είναι μια καλή επιλογή αγοράς, καθώς διασφαλίζουν την κίνηση με οποιαδήποτε από τις δύο μορφή ενέργειας.

## ΗΛΙΑΚΗ ΕΝΕΡΓΕΙΑ

Ηλιακή ενέργεια; Καμία εκπομπή ή τοξικό αέριο, κανένας ανεφοδιασμός καύσιμου, ακριβώς ένα αυτοκίνητο που καλύπτεται ενεργειακά από τα ηλιακά κάτοπτρα.



Σχ. 8. Ηλιακό αυτοκίνητο



Υπάρχουν φυσικά οι τεχνικές δυσκολίες, όταν η ηλιακή ακτινοβολία δεν επαρκεί.

Τα μερικώς ηλιακά τροφοδοτούμενα αυτοκίνητα αποθηκεύουν την ενέργεια σε ηλεκτρικούς συλλέκτες, επομένως παρέχεται αυτονομία ακόμα και για κάποιες ώρες που δεν υπάρχει ηλιοφάνεια. Αλλά εάν ο ήλιος δεν βγαίνει για μερικές ημέρες, το αυτοκίνητο μοιραία ακινητοποιείται...

## BIO-DIESEL



Σχ. 9. Κίνηση με Bio-Diesel

Το βιολογικό πετρέλαιο μοιάζει αρκετά με το κανονικό πετρέλαιο, αλλά παράγεται σε εγκαταστάσεις επεξεργασίας φυτικών και ζωικών αποβλήτων.

Δεν είναι απαραίτητως καθαρότερη η καύση του, έχει όμως το πλεονέκτημα ότι παράγεται από ανανεώσιμους πόρους. Στην Αυστραλία αποτελεί μια δημοφιλή εναλλακτική λύση έναντι της βενζίνης, αλλά πραγματικά δεν έχει γνωρίσει την ίδια απήχηση ακόμα στην Αμερική. Το βιολογικό πετρέλαιο μπορεί να χρησιμοποιηθεί στα αυτοκίνητα μηχανών πετρελαίου, αλλά όχι και σε βενζινοκίνητα.

## ΚΥΨΕΛΕΣ ΚΑΥΣΙΜΩΝ (Fuel Cells)

Οι κυψέλες καυσίμων είναι μπαταρίες που μετατρέπουν καύσιμα όπως η βενζίνη, η μεθανόλη, το υδρογόνο, ή τα φυσικά αέρια σε ηλεκτρική



ενέργεια. Όλες σχεδόν οι αυτοκινητοβιομηχανίες εργάζονται για να αναπτύξουν αυτοκίνητα κινούμενα με την τεχνολογία κυψελών καυσίμων. Η εταιρεία Honda πρωτοπορώντας έχει κατασκευάσει ένα τέτοιο αυτοκίνητο, το οποίο μάλιστα είναι ήδη διαθέσιμο στην αγορά. Τα ιδιαίτερα χαρακτηριστικά του είναι η κατανάλωσή του, που είναι περίπου 70 μίλια ανά γαλόνι, και η χαμηλότερη εκπομπή ρύπων, σε σχέση με τα συμβατικά αυτοκίνητα.

Σχ. 10. Κίνηση με κυψέλες καυσίμων

## LNG

LNG καλείται το υγροποιημένο



Φυσικό Αέριο .

Σχ. 11. Οχημα κινούμενο με Φ. Αέριο

Χαρακτηριστικό του είναι η

μεγάλη πυκνότητά του, η μεγαλύτερη από οποιοδήποτε άλλο διαθέσιμο καύσιμο σήμερα.

Το Φυσικό Αέριο περιέχει μεγαλύτερο αριθμό οκτανίων, η οποία επιτρέπει μεγαλύτερη συμπίεση στο θάλαμο καύσης, επομένως και μεγαλύτερο βαθμό απόδοσης. Επίσης οι ρύποι του είναι αρκετά χαμηλοί,



Τα δισθενή οχήματα μπορούν να λειτουργήσουν και με Φυσικό Αέριο και με βενζίνη. Εάν η παροχή του αερίου εξαντληθεί, τότε ο μηχανισμός λειτουργεί αυτόματα, τροφοδοτώντας τον κινητήρα με βενζίνη. Οι επιβάτες μέσα στο όχημα δεν αντιλαμβάνονται το παραμικρό. Με τις δύο φιάλες αερίου, η αυτονομία του οχήματος αυξάνεται αρκετά. Κατά συνέπεια ο οδηγός δεν έχει πρόβλημα, εάν ο επόμενος χώρος ανεφοδιασμού Φυσικού Αερίου είναι μακριά.



Σχ. 13. Μονοσθενής τεχνολογία της OPEL CNG

Ο μονοσθενής κινητήρας των οχημάτων χρησιμοποιείται μόνο με Φυσικό Αέριο, ή μπορεί να διαθέτει μια δεξαμενή έκτακτης ανάγκης με περίπου 15 λίτρα βενζίνης. Ο κινητήρας σε αυτήν την περίπτωση ρυθμίζεται για τη χρήση Φυσικού Αερίου. Αυτό οδηγεί σε βελτιστοποιημένη κατανάλωση καυσίμων και μικρότερες μολυσματικές εκπομπές.



## **ΦΟΡΟΛΟΓΙΚΕΣ ΕΛΑΦΡΥΝΣΕΙΣ ΓΙΑ ΤΗ ΧΡΗΣΗ ΠΕΤΡΕΛΑΙΟΥ ΚΑΙ Φ. ΑΕΡΙΟΥ**

Το 1995 στη Γερμανία δόθηκαν φορολογικά κίνητρα για τη χρήση πετρελαίου και υγραερίου. Η διάρκεια του προγράμματος ήταν μέχρι το 2009, και στόχος του η μείωση των εκπομπών ρύπων που οφείλονται στα αυτοκίνητα. Η κίνηση αυτή πλαισιώθηκε με ένα σύνολο πρότυπων προγραμμάτων του ομοσπονδιακού Υπουργείου περιβάλλοντος. Οι αυτοκινητοβιομηχανίες αποφάσισαν να εναρμονιστούν με την οδηγία, λαμβάνοντας υπ' όψη τις δαπάνες των μετατροπών για τη χρήση Φυσικού Αερίου, υπολογίζοντας και το οικολογικό όφελος.

Η φορολογική αναθεώρηση λαμβάνει υπ' όψη αυτήν την τάση και δίνει νέα κίνητρα, με τον καθορισμό ενός ευνοϊκού φόρου πετρελαίου και Φυσικού Αερίου μέχρι το 2020.

## ΟΙΚΟΛΟΓΙΚΑ ΠΛΕΟΝΕΚΤΗΜΑΤΑ ΤΩΝ ΟΧΗΜΑΤΩΝ Φ. ΑΕΡΙΟΥ



Σχ. 14. Πλεονεκτήματα από τη χρήση Φ. Αερίου



## ΠΡΩΤΟΤΥΠΑ ΟΧΗΜΑΤΑ ΤΕΧΝΟΛΟΓΙΑΣ Φ. ΑΕΡΙΟΥ

Τα τελευταία χρόνια ο όμιλος της Daimler Chrysler έχει δείξει ιδιαίτερο ενδιαφέρον για τον τομέα των εναλλακτικών καυσίμων. Γι' αυτόν ακριβώς το λόγο τα αυτοκίνητα που κινούνται με Φυσικό Αέριο αποτελούν το βασικό αντικείμενο μελέτης της συγκεκριμένης εταιρείας. Άλλωστε, σταθερός στόχος των μηχανικών της είναι η μείωση της κατανάλωσης στα σημερινά αυτοκίνητα, καθώς και της ποσότητας εκπομπής διοξειδίου του άνθρακα (CO<sub>2</sub>) από αυτά. Το γεγονός ότι είναι μια πρωτογενής μορφή ενέργειας δίνει τη δυνατότητα να χρησιμοποιηθεί στη φυσική του μορφή χωρίς καμία απώλεια λόγω επεξεργασίας του. Μη τοξικό και άοσμο, το Φυσικό Αέριο έχει πρωτίστως ως βάση το μεθάνιο (CH<sub>4</sub>), πράγμα που σημαίνει ότι περιέχει το χαμηλότερο ποσοστό άνθρακα από οποιαδήποτε άλλο φυσικό καύσιμο. Συνεπώς, οι εκπομπές του CO<sub>2</sub> μειώνονται έως και 20% σε σχέση με τη συμβατική βενζίνη.



Σχ. 15. Αυτοκίνητο της MERCEDES-BENZ κινούμενο με Φ. Αέριο

Η E 200 NGT (Natural Gas Technology, Τεχνολογία Φυσικού Αερίου) κατασκευάστηκε έχοντας ως βάση την πλατφόρμα του γνωστού μοντέλου E 200 Kompressor, στο τεχνολογικό κέντρο της Mercedes-Benz, στη Γερμανία.

Ο τετρακύλινδρος κινητήρας με τον οποίο εφοδιάζεται έχει ισχύ 163 ίππων (120 kW) και παράγει μέγιστη ροπή 240 Nm, τιμές που είναι απόλυτα ίσες με αυτές του συμβατικού βενζινοκινητήρα της E 200 Kompressor. Χάρη στις προσεκτικές παρεμβάσεις που έγιναν για να ενσωματώσουν το νέο μηχανικό σύνολο, η απόδοση του κινητήρα, η άνεση, η ποιότητα και η ασφάλεια παραμένουν στα ίδια υψηλά επίπεδα και στην E 200 NGT.

Παράλληλα, η E 200 NGT με το εξελιγμένο μηχανικό σύνολο βενζίνης/Φυσικού Αερίου συμμορφώνεται πλήρως με τα αυστηρά όρια εκπομπών του κανονισμού EU 4, που τηρούνται στη συμβατική έκδοση της E 200. Όταν μάλιστα ο κινητήρας χρησιμοποιεί το Φυσικό Αέριο ως καύσιμο, οι εκπομπές του διοξειδίου του άνθρακα είναι μειωμένες έως και 20% σε σχέση με τη βενζίνη.



Σχ. 16. Εσωτερικό της E 200 NGT

Το σημαντικό πλεονέκτημα του συγκεκριμένου μοντέλου είναι ότι ο οδηγός είναι σε θέση να επιλέξει μεταξύ της βενζίνης ή του Φυσικού Αερίου για την κίνησή του. Αυτό γίνεται με το πάτημα ενός κουμπιού που βρίσκεται πάνω στο τιμόνι, ενώ παράλληλα μια φωτεινή ένδειξη ενημερώνει τον οδηγό για την επιλογή του.

Η εξασφάλιση μιας ομαλής εναλλαγής μεταξύ των δυο ρυθμίσεων επιτυγχάνεται μέσω του ειδικού ηλεκτρονικού συστήματος ελέγχου που ρυθμίζει την αλλαγή σε κάθε κύλινδρο χωριστά. Ένας μετρητής στην κεντρική κονσόλα του αυτοκινήτου ενημερώνει τον οδηγό για την ποσότητα του Φυσικού Αερίου που υπάρχει κάθε στιγμή μέσα στη δεξαμενή. Μόλις εξαντληθεί η ποσότητά του, ο κινητήρας επιστρέφει αυτόματα στη λειτουργία βενζίνης, μέχρι τη στιγμή που η δεξαμενή θα ανεφοδιαστεί με Φυσικό Αέριο.

Ο συμβατικός υπερτροφοδοτούμενος κινητήρας τροποποιήθηκε με την προσθήκη εγχυτήρων καυσίμου από την κάτω πλευρά της πολλαπλής εισαγωγής. Ένας ρυθμιστής πίεσης εφοδιασμένος με ειδικό αισθητήρα και ηλεκτρομαγνητική βαλβίδα διακοπής της ροής έχει τοποθετηθεί κοντά στον κινητήρα, για να ρυθμίζει την παροχή του Φυσικού Αερίου και να διατηρεί σταθερή την απαιτούμενη πίεση του συστήματος. Τα επαναπρογραμματισμένα ηλεκτρονικά μέρη του κινητήρα εξασφαλίζουν βέλτιστη λειτουργία και στους δύο τρόπους κίνησης.





Σχ. 17. Φιάλες αποθήκευσης της E 200 NGT

Τα δυο είδη καυσίμου αποθηκεύονται ξεχωριστά, η βενζίνη σε ρεζερβουάρ 65 λίτρων και το Φυσικό Αέριο σε τέσσερις δεξαμενές με συνολική χωρητικότητα 18 kg, που βρίσκονται στο χώρο της ρεζέρβας. Οι υπεύθυνοι της εταιρείας έχουν πραγματοποιήσει αρκετές δοκιμές πρόσκρουσης για να αποδείξουν ότι τηρούνται τα υψηλά πρότυπα ασφαλείας.

Ιδιαίτερη προσοχή έχει δοθεί στην κατασκευή των δεξαμενών του Φυσικού Αερίου, μιας και αυτό αποθηκεύεται συμπιεσμένο στα 200 bar. Όταν οι δεξαμενές καυσίμου γεμίσουν πλήρως, η αυτονομία της E 200 NGT - βασισμένη σε μεικτό κύκλο κίνησης - είναι περίπου 1.000 χιλιόμετρα, από τα οποία τα 300 χιλιόμετρα καλύπτονται με τη χρήση του Φυσικού Αερίου και τα υπόλοιπα 700 χιλιόμετρα με τη συμβατική βενζίνη.

Ωστόσο, υπάρχει η δυνατότητα τοποθέτησης μεγαλύτερου ρεζερβουάρ για τη βενζίνη, χωρητικότητας 80 λίτρων, που αυξάνει την αυτονομία στα 1.200 χιλιόμετρα. Με την ύπαρξη των δεξαμενών αποθήκευσης για το Φυσικό Αέριο ο ελεύθερος χώρος του χώρου αποσκευών έχει χωρητικότητα 400 λίτρων. Στην πράξη αυτό σημαίνει ικανοποιητικός χώρος για δύο μεγάλες βαλίτσες, καθώς και για δύο μικρές χειραποσκευές.

Το ωφέλιμο φορτίο του γερμανικού σεντάν με το αυτόματο κιβώτιο πέντε σχέσεων είναι 510 κιλά, ουσιαστικά όσο είναι και του συμβατικού μοντέλου E 200 Kompressor. Εξωτερικά το μοντέλο E 200 NGT της Mercedes-Benz είναι ίδιο με οποιοδήποτε άλλο της σειράς E της εταιρείας.



Σχ. 18. Ανεφοδιασμός της E 200 NGT

Η μόνη διαφορά είναι το σημείο ανεφοδιασμού, το οποίο είναι εμφανώς πιο φαρδύ. Κι αυτό γιατί δεν περιλαμβάνει μόνο τη γνωστή υποδοχή για την πλήρωση του ρεζερβουάρ με βενζίνη, αλλά και μια ειδική υποδοχή για το Φυσικό Αέριο.

Αυτή η κατασκευαστική καινοτομία έγινε με σκοπό να εξασφαλίζει ασφαλή και εύκολο ανεφοδιασμό για κάθε είδος καυσίμου. Πέρα από τη δραστική μείωση στις εκπομπές του διοξειδίου του άνθρακα, όταν το αυτοκίνητο κινείται με Φυσικό Αέριο έχει ένα ακόμα πλεονέκτημα, το οικονομικό όφελος. Ενδεικτικά αναφέρουμε ότι αυτήν την περίοδο, ένα κιλό Φυσικού Αερίου κοστίζει περίπου 0,72 ευρώ στη Γερμανία, που



μεταφράζεται σε ένα κόστος περίπου 0,48 ευρώ ανά λίτρο αν συγκριθεί με την ενέργεια που παρέχεται από τη βενζίνη. Αυτό κάνει το φυσικό αέριο τουλάχιστον 50% πιο οικονομικό από τη συμβατική αμόλυβδη βενζίνη.

Επιπλέον, μια σειρά από οικονομικά κίνητρα - όπως τα φορολογικά οφέλη, τα δημόσια και ιδιωτικά προγράμματα υποστήριξης και δάνεια με χαμηλό επιτόκιο - εφαρμόζονται στη Γερμανία για όσους πολίτες αγοράσουν αυτοκίνητο το οποίο κινείται με Φυσικό Αέριο. Το Φυσικό Αέριο αντιπροσωπεύει μια εφικτή εναλλακτική λύση έναντι της βενζίνης και του πετρελαίου, τόσο από οικολογικής, όσο και από οικονομικής άποψης.



Σχ. 19. Χώρος ανεφοδιασμού Φ. Αερίου

Ο ανεφοδιασμός με Φυσικό Αέριο είναι εξαιρετικά απλός και δεν απαιτεί περισσότερο χρόνο σε σχέση με τα συμβατικά καύσιμα. Επιπλέον δεν έχουμε καμία απώλεια λόγω εξάτμισης, όπως επίσης και καμία δυσάρεστη μυρωδιά βλαβερή για τον ανθρώπινο οργανισμό.

Από όλα τα παραπάνω αποδεικνύεται για μια ακόμη φορά η αξία και η σημασία του Φυσικού Αερίου στον τομέα της αυτοκινητοβιομηχανίας.

Το σεντάν της Mercedes-Benz δεν έχει να ζηλέψει τίποτα από όλα τα σημερινά αυτοκίνητα που κινούνται με τα συνήθη καύσιμα, τη βενζίνη και το πετρέλαιο. Τα πλεονεκτήματά του είναι αρκετά και σημαντικά και σίγουρα αποτελεί μια δελεαστική πρόταση για κάθε αγοραστή.

## Η ΦΙΛΟΣΟΦΙΑ ΤΗΣ OPEL



Σχ. 20. Εσωτερικό δίκτυο στο OPEL ZAFIRA

Καθοριστικός παράγοντας στη δημοτικότητα των αυτοκινήτων που κινούνται με Φυσικό Αέριο της Opel είναι η φιλοσοφία "monovalentplus". Χάρη σ' αυτή, επιτυγχάνεται η μέγιστη απόδοσή τους. Αυτό έρχεται σε αντίθεση με τα αυτοκίνητα συμβατικής τεχνολογίας, τα οποία είναι βελτιστοποιημένα για να λειτουργούν με βενζίνη, με αποτέλεσμα να παρουσιάζουν μείωση επιδόσεων περίπου 10% με τη χρήση Φυσικού Αερίου.



Σχ. 21. Σημείο αποθήκευσης Φ. Αερίου στο OPEL CORSA

Όλα τα μοντέλα της κατηγορίας CNG αντλούν την ισχύ τους από έναν κινητήρα χωρητικότητας 1,6 λίτρων, απόδοσης 97 ίππων (71 kW) με μέγιστη ροπή 140 Nm. Το συγκεκριμένο μηχανικό σύνολο είναι δημιούργημα της Opel Special Vehicles (OSV), σε συνεργασία με τον αντίστοιχο τομέα του Διεθνούς Κέντρου Τεχνικής Εξέλιξης (ITDC) στο Ρίσελσχάϊμ. Βασίζεται τεχνικά στον ECOTEC βενζινοκινητήρα των 1,6 λίτρων και είναι σχεδιασμένο για βέλτιστη λειτουργία με Φυσικό Αέριο, βιοαέριο ή μείξη των δύο.

Το Μάιο η Opel φέρνει ένα τρίτο μοντέλο φυσικού αερίου στην αγορά, το Combo 1,6 CNG, διασφαλίζοντας τη συνεχιζόμενη επιτυχία των οχημάτων τύπου CNG.



Σχ. 22. αποθήκευσης Φ. Αερίου στο OPEL Combo 1,6 CNG

## ΣΥΓΚΡΙΣΗ ΜΕ BENZINOKINHΤΗΡΑ

Συγκριτικά με τον κλασικό βενζινοκινητήρα οι μηχανικοί έχουν τροποποιήσει το σύστημα ψεκασμού, τα έμβολα, τις βαλβίδες και τις έδρες των βαλβίδων. Επομένως, οι εκδόσεις CNG της Opel, συγκριτικά με τα υπόλοιπα οχήματα Φυσικού Αερίου, έχουν διπλό σύστημα ψεκασμού, με τέσσερα ανεξάρτητα μπεκ για Φυσικό Αέριο και βενζίνη.

Η αλλαγή λειτουργίας από Φυσικό Αέριο σε βενζίνη, για τα συγκεκριμένα μοντέλα απαιτεί απλά την περιστροφή ενός διακόπτη, που βρίσκεται στην κεντρική κονσόλα ή συμβαίνει αυτόματα όταν η παροχή Φυσικού Αερίου είναι πολύ χαμηλή. Το σύστημα αυτόματα αλλάζει τις ενδείξεις της αντίστοιχης πίεσης Φυσικού Αερίου ή στάθμης της βενζίνης στο ρεζερβουάρ.

Ένα τυποποιημένο στόμιο ανεφοδιασμού παρέχει τη δυνατότητα ανεφοδιασμού χωρίς αντάπτορα σε χώρες με διαφορετικούς κανονισμούς σταθμών Φυσικού Αερίου, όπως η Ιταλία.

Ένας ρυθμιστής πίεσης παρέχει σταθερά υψηλή πίεση ψεκασμού στα 8 bar. Για περαιτέρω αύξηση της αποδοτικότητας του κινητήρα η



σχέση συμπίεσης αυξάνεται στο 12,5 : 1 με χρήση ειδικών εμβόλων. Οι δυνατότητες καυσίμου, επομένως, αξιοποιούνται στο έπακρο, δεδομένου ότι με 130 οκτάνια το Φυσικό Αέριο είναι σαφώς πιο ανθεκτικό στην κρουστική καύση από τη βενζίνη. Με αυτό τον τρόπο επιτυγχάνονται τα χαρακτηριστικά και οι οδηγικές επιδόσεις ενός βενζινοκινητήρα. Το Astra CNG έχει τελική ταχύτητα 177 χλμ./ώρα και επιτάχυνση 0-100χλμ./ώρα σε 14,5 δευτερόλεπτα. Το Zafira CNG αγγίζει την τεχνική ταχύτητα των 170 χλμ./ώρα και φτάνει από στάση στα 100 χλμ./ώρα σε 15,5 δευτερόλεπτα. Ενώ το Combo CNG έχει τελική ταχύτητα 166 χλμ./ώρα και επιτάχυνση 0-100 χλμ./ώρα σε 14 δευτερόλεπτα.

## **ΠΛΕΟΝΕΚΤΗΜΑΤΑ ΤΟΥ ΚΙΝΗΤΗΡΑ ΤΗΣ OPEL**

Το βασικό πλεονέκτημα αυτού του κινητήρα εστιάζεται στο ότι ο ψεκασμός του Φυσικού Αερίου ως καυσίμου είναι βελτιστοποιημένος, βασική προϋπόθεση για ύψιστη απόδοση και χαμηλές εκπομπές ρύπων. Όλα τα μοντέλα Φυσικού Αερίου της Opel μπορούν να χρησιμοποιούν βιοαέριο ή βιομεθάνιο. Η παραγωγή τους αποτελεί μέρος του φυσικού κύκλου της φωτοσύνθεσης και επομένως είναι ουδέτερα σε CO<sub>2</sub>. Αυτό σημαίνει ότι η ατμόσφαιρα χάνει τόσο CO<sub>2</sub> κατά τη διάρκεια της δημιουργίας του βιοαερίου/βιομεθανίου, όσο αποκτά κατά την καύση αυτών των ουσιών.

Αυτό προσφέρει στα αυτοκίνητα που κινούνται με βιοαέριο μία ισορροπία CO<sub>2</sub> εφάμιλλη με αυτή των οχημάτων τα οποία λειτουργούν με υδρογόνο από ηλιακή ή αιολική ενέργεια. Χάρη στην υψηλή αναλογία υδρογόνου και το χαμηλό ποσοστό άνθρακα στο Φυσικό Αέριο, δημιουργούνται σημαντικά λιγότεροι ρύποι κατά τη διάρκεια της καύσης σε σχέση με τους βενζινοκινητήρες και τους πετρελαιοκινητήρες.

Οι εκπομπές μονοξειδίου του άνθρακα (CO) μειώνονται μέχρι 90%, των υδρογονανθράκων (HC) μέχρι 45% και του διοξειδίου του άνθρακα (CO<sub>2</sub>) κατά 25% περίπου. Οι εκπομπές οξειδίων του αζώτου (NOX) μειώνονται επίσης κατά 90%, περιορίζοντας σημαντικά τη δημιουργία όζοντος στα πολύ χαμηλά στρώματα της ατμόσφαιρας. Το Φυσικό Αέριο είναι σχεδόν απαλλαγμένο από θείο και καίγεται χωρίς να παράγει άνθρακα.

## ΑΠΟΘΗΚΕΥΣΗ ΤΩΝ ΡΕΖΕΡΒΟΥΑΡ ΦΥΣΙΚΟΥ ΑΕΡΙΟΥ



Σχ. 23. Φιάλες αποθήκευσης Φ. Αερίου

Η αποθήκευσή του Φυσικού Αερίου γίνεται σε υποδαπέδια ρεζερβουάρ - δύο στο Astra CNG, τρία στο Combo CNG και τέσσερα στο Zafira CNG - με συνολική χωρητικότητα 110 λίτρων (19 κιλών) για κάθε αυτοκίνητο. Όλα τα μοντέλα έχουν επίσης ένα ρεζερβουάρ βενζίνης 14 λίτρων το οποίο χρησιμεύει σε περίπτωση που δεν υπάρχει σταθμός ανεφοδιασμού Φυσικού Αερίου στην περιοχή.

Η φιλοσοφία "monovalentplus" διασφαλίζει επομένως την οδηγική απόλαυση και την απεριόριστη καθημερινή χρηστικότητα, καθώς και μεγάλη αυτονομία λειτουργίας.

Χάρη στις χαμηλές τιμές κατανάλωσης των 4,4 (Astra CNG), 5,0 (Zafira CNG) και 4,9 (Combo CNG) kg Φυσικού Αερίου ανά 100 χιλιόμετρα, η αυτονομία λειτουργίας ανέρχεται στα 570 χλμ., 500 χλμ. και 550 χλμ. αντίστοιχα για τα τρία μοντέλα.



Σχ. 24. Αντικατάσταση φιαλών Φ. Αερίου

Χάρη στην έξυπνη υποδαπέδια διάταξη των ρεζερβουάρ αερίου γύρω από τον, μικρών διαστάσεων, πίσω άξονα τα μοντέλα της Opel δεν συμβιβάζονται στον τομέα της πρακτικότητας.

Όπως στις αντίστοιχες συμβατικές εκδόσεις, το Zafira CNG διαθέτει επτά καθίσματα και τη μοναδική ευελιξία εσωτερικού του επιτυχημένου πολυμορφικού μοντέλου της Opel.

Το Astra CNG, που βασίζεται στο Astra δεύτερης γενιάς, προσφέρει άφθονη άνεση και ευρυχωρία, εφάμιλλες των αντίστοιχων βενζινοκίνητων και πετρελαιοκίνητων εκδόσεων. Όσον αφορά το Combo CNG, στην πενταθέσια έκδοση Tour, έχει χωρητικότητα 2.695 λίτρων για τη μεταφορά φορτίων. Το σύστημα του ρεζερβουάρ του Zafira CNG είναι κατασκευασμένο από στιβαρό χάλυβα, τοποθετημένο κάτω από το



δάπεδο όπως προαναφέρθηκε. Στα Astra CNG και Combo CNG, τα ρεζερβουάρ ασφαλιζονται μέσω ελαστικών ιμάντων και προφυλάσσονται μέσω ειδικού καλύμματος.

## ΑΣΦΑΛΕΙΑ

Όλα τα μοντέλα Opel CNG εφοδιάζονται με κιτ επισκευής ελαστικών αντί ρεζέρβας. Λόγω του ότι τα ρεζερβουάρ αερίου και οι σωλήνες αερίου από ανοξείδωτο χάλυβα βρίσκονται εκτός ζώνης σύγκρουσης, διασφαλίζεται η μέγιστη δυνατή προστασία για τους επιβάτες, αλλά και το περιβάλλον.

Τα υψηλής αντοχής χαλύβδινα ρεζερβουάρ όπου αποθηκεύεται το Φυσικό Αέριο με πίεση 200 bar δοκιμάζονται ένα προς ένα και πριν την τοποθέτησή τους με πίεση 300 bar. Η οριακή υπερπίεση που αντέχουν είναι πάνω από 450 bar. Το καθένα εφοδιάζεται με μία ηλεκτρομαγνητική βαλβίδα, που διακόπτει τη ροή αερίου μόλις η ταχύτητα περιστροφής της μίζας του κινητήρα πέσει κάτω από ένα συγκεκριμένο όριο.

Σε περίπτωση σύγκρουσης μία μηχανική βαλβίδα επιστροφής πίεσης στο πίσω ρεζερβουάρ αερίου διακόπτει αυτόματα τη ροή αερίου. Σε περίπτωση πυρκαγιάς μία ειδική ασφάλεια σε κάθε βαλβίδα διασφαλίζει ελεγχόμενη ροή Φυσικού Αερίου μόλις ξεπεραστεί η θερμοκρασία των 110 βαθμών Κελσίου. Η πρόσθετη ασφάλεια υπερπίεσης κάνει το ίδιο πράγμα σε περίπτωση μη αποδεκτής υψηλής πίεσης στο ρεζερβουάρ αερίου.



Ο διεθνής οργανισμός ADAC πραγματοποίησε στα τέλη του 2004 με ένα Opel Zafira 1.6 CNG μετωπική σύγκρουση με 64 χλμ./ώρα. Το αποτέλεσμα ήταν και τα δύο υποδαπέδια ρεζερβουάρ αερίου, καθώς και οι σωλήνες που βρίσκονται ακριβώς στη ζώνη σύγκρουσης να μην υποστούν κάποια σοβαρή ζημιά. Όλες οι σωληνώσεις και οι σύνδεσμοί τους παρέμειναν στεγανοί, χωρίς διαρροές. Ακόμα και μία πυρκαγιά που έθεσαν κάτω από το αυτοκίνητο, ειδική ομάδα της πυροσβεστικής, μετά από μία σύγκρουση δεν είχε δραματικές συνέπειες. Η βαλβίδα εκτόνωσης πίεσης άνοιξε όπως ήταν αναμενόμενο, επιτρέποντας στο αέριο να διαφύγει σταδιακά, αποκλείοντας την περίπτωση έκρηξης.

Επειδή το Φυσικό Αέριο είναι ελαφρύτερο από τον αέρα, είναι φυσιολογικό να διαχέεται στην ατμόσφαιρα σε περίπτωση διαρροής, π.χ. μετά από μία σοβαρή σύγκρουση, αντί να διαρρέει στο έδαφος. Γι' αυτόν το λόγο, επιτρέπεται το παρκάρισμα των οχημάτων CNG και σε κλειστούς χώρους στάθμευσης.

## ΑΝΕΦΟΔΙΑΣΜΟΣ



Σχ. 25. Σημείο ανεφοδιασμού σε όχημα OPEL.

Ο ανεφοδιασμός με Φυσικό Αέριο είναι επίσης πολύ εύκολος. Ένα προηγμένο σύστημα με τυποποιημένα στόμια ανεφοδιασμού φροντίζει για ασφάλεια και άνεση στη διαδικασία. Ο ανεφοδιασμός γίνεται με τη βοήθεια ενός συμπιεστή αερίου και διαρκεί όσο και στην περίπτωση του υγρού καυσίμου.

Όπως αποδεικνύεται από όλα τα παραπάνω στοιχεία τα τρία μοντέλα του "οικολογικού" στόλου της Opel δεν έχουν να ζηλέψουν τίποτα από τα σημερινά συμβατικά μοντέλα παραγωγής. Ήδη στη Γερμανία έχουν αποδείξει την αξία τους σε συνδυασμό με την ασφάλεια, την άνεση και τις εξαιρετικές επιδόσεις που προσφέρουν.

## **ΑΠΑΙΤΟΥΜΕΝΕΣ ΜΕΤΑΤΡΟΠΕΣ ΓΙΑ ΧΡΗΣΗ Φ. ΑΕΡΙΟΥ**

Σε γενικές γραμμές κάθε όχημα βενζίνης μπορεί να ρυθμιστεί έτσι ώστε να λειτουργήσει εναλλακτικά με Φυσικό Αέριο. Οι αλλαγές που πρέπει να γίνουν είναι να εγκατασταθούν μια δεξαμενή αερίου, ένα σύστημα κολπίσκων στο σωλήνα αναρρόφησης και ένας ηλεκτρονικός έλεγχος, στον πίνακα του οχήματος. Αυτή η εγκατάσταση αντιπροσωπεύει μια ουσιαστική παρέμβαση στο σύστημα κίνησης του οχήματός τους, χρειάζεται επομένως ο έλεγχος της μετατροπής από αρμόδιο μηχανολόγο. Επίσης απαιτείται και η έγγραφη έγκριση του κατασκευαστή για τις σχετικές εργασίες. Σημειώνεται ότι η εγκατάσταση των δεξαμενών αερίου συνεπάγεται απώλεια αρκετού χώρου αποθήκευσης.



Σχ. 26. Χώρος αποσκευών μετά την τοποθέτηση φιαλών Φ. Αερίου

Στο παρελθόν οι μετατροπές σε οχήματα κίνησης αερίου έφεραν δυσαρέσκεια στους οδηγούς / πελάτες. Οι αιτίες ήταν είτε πληροφορίες που λείπουν πάνω στον εξοπλισμό, προβλήματα στην ποιότητα των υλικών που χρησιμοποιούνται κατά τη μετατροπή, είτε λόγω κακοτεχνιών από μη εξουσιοδοτημένες εταιρίες. Δεδομένου ότι με μια τέτοια μετατροπή αίρεται η εγγύηση που δίνει ο κατασκευαστής για τον κινητήρα, θα πρέπει κανείς να το σκεφτεί αρκετά καλά, προτού προχωρήσει σε μια τέτοια μετατροπή.

## ΣΥΝΤΗΡΗΣΗ –ΈΛΕΓΧΟΣ

Η συντήρηση του κινητήρα ενός οχήματος Φυσικού Αερίου δεν διαφέρει από ένα όχημα βενζίνης. Αυτή τη στιγμή τα βενζινοκίνητα

οχήματα πρέπει να περνούν από ΚΤΕΟ στα πέντε χρόνια από το έτος που κυκλοφόρησε το όχημα, και το αργότερο τρία χρόνια από τον προηγούμενο έλεγχο. Με δεδομένο ότι δεν υπάρχει νομοθετικό πλαίσιο για τα πετρελαιοκίνητα και τα κινούμενα με Φυσικό Αέριο I.X., δεν έχει οριστεί κάθε πότε θα ελέγχονται τέτοιου είδους οχήματα. Στα οχήματα που κινούνται με υγραέριο (ταξί κτλ.), ο έλεγχος στις μεταλλικές δεξαμενές καυσίμου γίνεται κάθε πέντε έτη στο ΚΤΕΟ. Στις δεξαμενές χάλυβα είναι προσαρμοσμένη η εγγύηση κατά της διάβρωσης, όπου είναι περίπου δέκα έτη, κατά συνέπεια οι δεξαμενές από σύνθετα υλικά πρέπει να εξεταστούν, ανάλογα με τον τύπο του οχήματος, ανά τρία έως πέντε έτη. Το κόστος αυτής της συμπληρωματικής εξέτασης είναι γύρω στα 600 €, διότι πρέπει να γίνει η αφαίρεση των δεξαμενών αερίου, προκειμένου να εξεταστούν.

Μερικά από τα αυτοκίνητα τεχνολογίας Φυσικού Αερίου που κυκλοφορούν παγκοσμίως είναι τα εξής:



CITROEN BERLINGO





CITROEN C-MAX



FIAT DOBLO



FIAT MULTIPLA



FIAT PUNTO



VOLKSWAGEN GOLF VARIANT



VOLVO S60



VOLVO S80



VOLVO V70



ΟΡΕΛ ΑΣΤΡΑ CΑRΑVΑΝ

## ΑΥΤΟΚΙΝΗΣΗ ΜΕ Φ. ΑΕΡΙΟ ΣΤΗΝ ΕΛΛΑΔΑ

Το Φυσικό Αέριο αποτελεί την πλέον ενδεδειγμένη λύση για το σύστημα των δημόσιων αστικών συγκοινωνιών της Αθήνας και Θεσσαλονίκης, σύμφωνα με έρευνα της Πολυτεχνικής Σχολής του ΑΠΘ. Στη μελέτη εξετάστηκαν τρία εναλλακτικά σενάρια για μια περίοδο είκοσι ετών, που προβλέπουν τη σταδιακή μέχρι πλήρη αποκατάσταση των πετρελαιοκίνητων λεωφορείων με αντίστοιχα Φυσικού Αερίου. Το κυριότερο πλεονέκτημα των τελευταίων είναι οι περιορισμένες εκπομπές ρύπων και τα χαμηλά επίπεδα θορύβου, καθώς καταναλώνει 25% περισσότερη ενέργεια και παράγει 85% λιγότερες συνολικές εκπομπές ρύπων. Εκτιμάται ακόμη πως με τη χρήση Φυσικού Αερίου επιτυγχάνεται μείωση του λειτουργικού κόστους κατά 20%.

Στην Ελλάδα, όσον αφορά τα οχήματα που χρησιμοποιούν εναλλακτικές μορφές ενέργειας, διατίθενται μόνο το Toyota Prius, το οποίο χρησιμοποιεί υβριδική τεχνολογία, και το Opel Zafira, το οποίο

μπορεί να χρησιμοποιήσει και Φυσικό Αέριο. Το νομοθετικό πλαίσιο που θα επιτρέψει την κίνηση με Φυσικό Αέριο στα επιβατηγά αυτοκίνητα, εκτιμάται ότι θα είναι έτοιμο μέχρι το καλοκαίρι. Σημειώνεται ωστόσο πως τα οικολογικά μοντέλα έχουν πολύ υψηλό κόστος κτήσης, ενώ η τεχνική υποστήριξή τους είναι ελλιπής.

Στα επόμενα κεφάλαια θα γίνει λεπτομερής ανάλυση των κυκλωμάτων και λειτουργιών των αστικών λεωφορείων RENAULT AGORA, τα οποία κυκλοφορούν από το 2002 στην Αθήνα, και χρησιμοποιούν ως καύσιμο Φυσικό Αέριο.

## ΚΕΦΑΛΑΙΟ 3<sup>ο</sup> - ΚΙΝΗΤΗΡΑΣ ΦΥΣΙΚΟΥ ΑΕΡΙΟΥ

Η κύρια διαφορά μεταξύ του λεωφορείου AGORA και των συμβατικών λεωφορείων είναι η χρήση Φυσικού Αερίου ως καύσιμου στον κινητήρα. Έχει ιδιαίτερο ενδιαφέρον η μελέτη της καύσης του Φυσικού Αερίου, τα αποτελέσματα αυτής (επιδόσεις, ρύποι) και οι απαιτούμενες επεμβάσεις πάνω στον κινητήρα, ώστε να είναι συμβατός με το Φυσικό Αέριο.

Η μελέτη μας θα γίνει πάνω σε τρεις άξονες:

- Γενικά περί του κινητήρα Φυσικού Αερίου. Θα δούμε τις επιδόσεις ενός τέτοιου κινητήρα, θα δούμε πάνω σε ποιες αρχές βασίζεται η λειτουργία του και θα εξετάσουμε τις θετικές επιπτώσεις που έχει στο περιβάλλον ο κινητήρας, όσον αφορά στους ρύπους.

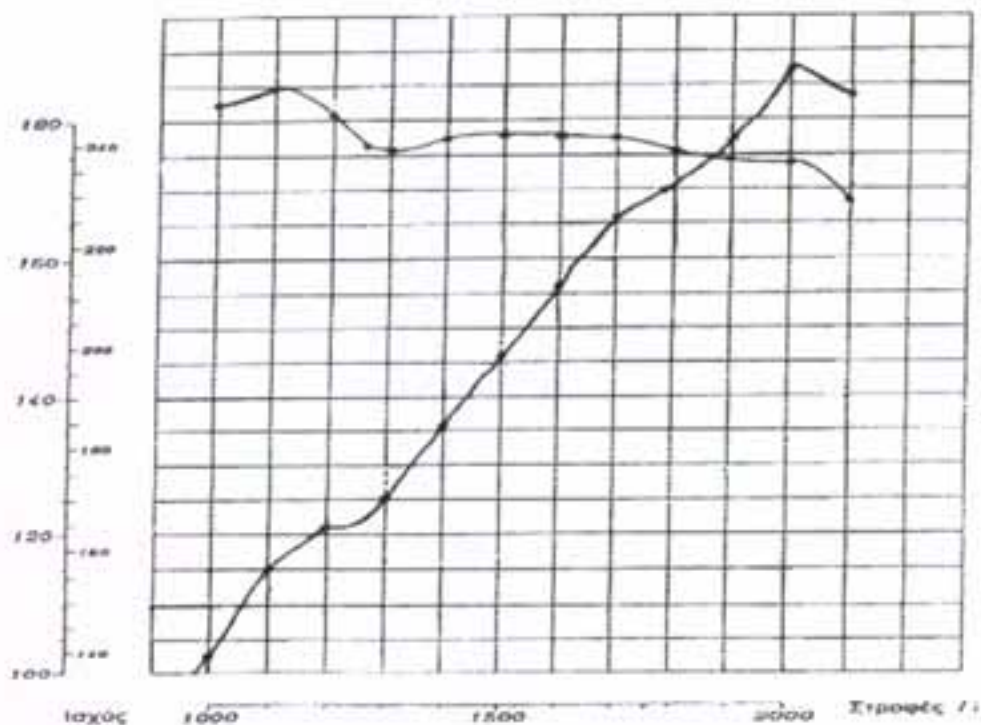
- Ανάλυση των επί μέρους εξαρτημάτων του κινητήρα. Θα προσδιορίσουμε δηλαδή τις διάφορες αλλαγές που πρέπει να γίνουν στα εξαρτήματα του κινητήρα, ώστε αυτός να λειτουργεί με Φυσικό Αέριο.

- Τέλος, θα εξεταστούν οι διαφορές του κινητήρα Φυσικού Αερίου με έναν αντίστοιχο DIESEL, και τα πλεονεκτήματα μιας τέτοιας μετατροπής.



## ΓΕΝΙΚΑ ΠΕΡΙ ΚΙΝΗΤΗΡΑ ΦΥΣΙΚΟΥ ΑΕΡΙΟΥ

Ισχύς: 188 kW στις 2100 σ.α.λ.  
Ροπή: 1000 Nm στις 1100 σ.α.λ.

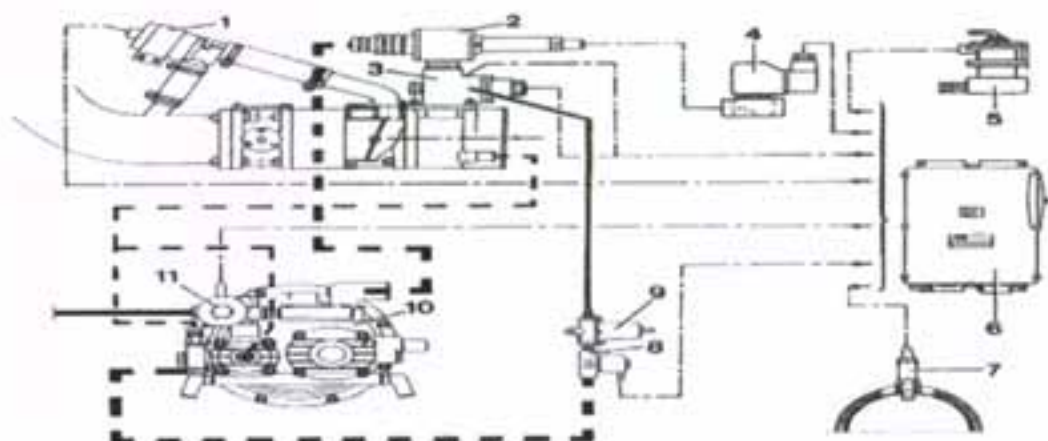


Σχ. 27. Ισχύς και ροπή κινητήρα Φ. Αερίου






Η πρώτη παρτίδα των λεωφορείων που χρησιμοποιούσαν Φυσικό Αέριο ήρθε στην Ελλάδα στις αρχές του 2002. Τα οχήματα αυτά ήταν εφοδιασμένα με τον κινητήρα MGDR 06.20.45 της Renault V.I. Πρόκειται για έναν 6-κύλινδρο υπερτροφοδοτούμενο κινητήρα εγκάρσιας τοποθέτησης, κυβισμού 10 lt, ο οποίος αποτελεί μετατροπή του αντίστοιχου κινητήρα DIESEL, με ορισμένες μικρές αλλαγές. (Εδώ, κάνοντας μια μικρή παρένθεση, να σημειώσουμε ότι τα οχήματα που παρέλαβε η ΕΘΕΑ τον Ιούλιο του 2005 έχουν σημαντικότερες διαφορές

στον κινητήρα, δείγμα της αλματώδους ανάπτυξης της τεχνολογίας στη χρήση Φυσικού Αερίου.) Ο κινητήρας αυτός, για λόγους που θα εξηγήσουμε παρακάτω, έχει σχετικά υψηλή σχέση συμπίεσης που φτάνει το 17:1 και αποδίδει 186 KW (250 HP) στις 2100 σ.α.λ., με τη ροπή να φτάνει τα 1000 Nm στις 1100 σ.α.λ. Η σειρά ανάφλεξης είναι 1-5-3-6-2-4, με την αρίθμηση των κυλίνδρων να ξεκινά από την πλευρά του βολάν. Τέλος, η υπερτροφοδότηση γίνεται από έναν στροβιλοσυμπιεστή, με ταυτόχρονη ψύξη του θερμού αέρα (intercooler).

Η αρχή λειτουργίας του κινητήρα είναι η εξής :



Σχεδιάγραμμα αρχής λειτουργίας

	Καύσιμο υψηλής πίεσης
	Καύσιμο χαμηλής πίεσης
	Καύσιμο μίλιαντ
	Ηλεκτρικές συνδέσεις
	Καύσιμα εκκένωσης του αερίου (ελαττωματικός μετρητής πίεσης)

- 1 - Ηλεκτροβελβίδα (ρόθμιση των στροφών του μίλιαντ)
- 2 - Πνευματική βελβίδα (δικαστή τροφοδοσίας του αερίου)
- 3 - Ηλεκτροβελβίδα (διοίκηση της παραγωγής αερίου)
- 4 - Ηλεκτροβελβίδα (τροφοδοτεί με αέρα τη βελβίδα 3)
- 5 - Ηλεκτροβελβίδα (ρόθμιση της πίεσης του υπερσυμπιεστή)
- 6 - Υπολογιστής
- 7 - Αισθητήρας (μετρά το ποσοστό οξυγόνου στην εξάντληση)
- 8 - Ηλεκτροβελβίδα (τροφοδοτεί το καύσιμο του μίλιαντ)
- 9 - Μετρητής πίεσης (ελαττώνει την πίεση του αερίου για να τροφοδοτήσει το καύσιμο του μίλιαντ)
- 10 - Μετρητής πίεσης (ελαττώνει την υψηλή πίεση για να τροφοδοτήσει το κύριο καύσιμο)
- 11 - Ηλεκτροβελβίδα (τροφοδοτεί τον μετρητήρα υψηλής πίεσης)

Σχ. 28. Αρχή λειτουργίας κινητήρα

Ο κινητήρας MGDR 06.20.45 λειτουργεί με καύσιμο μίγμα αερίου-αέρα, τροφοδοτούμενο στην πολλαπλή εισαγωγής και αναφλεγόμενο μέσω σπινθήρα στο τέλος της συμπίεσης. Το μίγμα καίγεται σχεδόν πλήρως με ένα λόγο αέρα από 0,97 έως 1,6. Υπάρχει τοποθετημένη στο σύστημα εισαγωγής μια πεταλούδα η οποία είναι απαραίτητη για τον περιορισμό της παροχής αερίου και αέρα, έτσι ώστε ο κινητήρας να μπορεί να λειτουργεί σε μερικά φορτία.

Ο κινητήρας λειτουργεί με τη χρήση αναμίκτη (πνεύμονα) στο χώρο της εισαγωγής. Ο αναμίκτης είναι τοποθετημένος μετά την υπερτροφοδότηση και τον ενδιάμεσο ψύκτη, πάνω στην πολλαπλή εισαγωγής. Το αέριο φτάνει μέσω ενός μειωτήρα πίεσης στον πνεύμονα, με πίεση που μεταβάλλεται ανάλογα με την πίεση του υπερτροφοδότη. Το φορτίο του κινητήρα καθορίζεται από μία πεταλούδα που βρίσκεται αμέσως μετά τον πνεύμονα.

Η υπερτροφοδότηση είναι ειδικά μελετημένη για χρήση Φυσικού Αερίου. Η Renault χρησιμοποιεί τον στροβίλοσυμπιεστή TBP 4 E της GARRETT. Για την αποφυγή υπερβολικής ροπής τοποθετείται μια βαλβίδα παράκαμψης στο στρόβιλο, για τη μείωση της πίεσης υπερτροφοδότησης. Τέλος, για τον έλεγχο της σωστής λειτουργίας του κινητήρα υπάρχει σύστημα διαχείρισης με μικροϋπολογιστή. Το σύστημα αυτό μεταβάλλει την παροχή αερίου, την προπορεία ανάφλεξης (αβάνς), την πίεση του υπερτροφοδότη, το λόγο αέρα/αερίου και τις στροφές του ρελαντί.

Η χρήση Φυσικού Αερίου ως καύσιμο συμβάλλει στη μείωση των ρύπων. Το Φυσικό Αέριο ως γνωστόν έχει κατά πολύ λιγότερες εκπομπές HC και CO σε σχέση με το DIESEL, και αυτό λόγω της τελειότερης καύσης. Ο κινητήρας MGDR 06.20.45 λοιπόν είναι πλήρως εναρμονισμένος με την Ευρωπαϊκή Νομοθεσία που ισχύει για την εκπομπή ρύπων (EURO 1), ενώ καλύπτει και τις προδιαγραφές EURO 2.

## ΠΡΟΔΙΑΓΡΑΦΕΣ ΡΥΠΑΝΣΗΣ

### ΤΙΜΕΣ ΕΓΚΡΙΣΗΣ (τιμές ορίων)

	Σε g / kWh			
	NOx	HC	CO	Σωματίδια
Euro 0	14,4	2,45	11,2	
Euro 1	8	1,1	4,5	0,36
Euro 2	7	1,1	4	0,15

### Παροδείγματα εκπομπών (Λεωφορεία)

Euro 0	11,97	0,45	1,79	0,36
Euro 1	7,35	0,8	0,82	0,221
Euro 2	6,61	0,42	0,7	0,133
<b>Αέριο</b>	4,5	0,3 (μεθάνια) 2,5	0,5	Άνευ
Προσωρινή τιμή κινητήρα αερίου με καταλύτη				

Πίνακας 3. Εκπομπές ρύπων

Παρατηρούμε λοιπόν ότι η μείωση των ρύπων είναι σημαντικά μεγάλη, γεγονός που κάνει τους κινητήρες Φυσικού Αερίου μία πολύ φιλική προς το περιβάλλον πρόταση. Η ιδιότητα του Φυσικού Αερίου να παράγει σχετικά μικρές τιμές ρύπων οδήγησαν στην απόφαση για την προμήθεια τέτοιων οχημάτων για το στόλο των λεωφορείων της Αθήνας, ενώ συζητείται το νομικό πλαίσιο για τη μετατροπή και χρήση του Φυσικού Αερίου και στα επιβατηγά αυτοκίνητα Ι.Χ.



## ΕΞΑΡΤΗΜΑΤΑ ΤΟΥ ΚΙΝΗΤΗΡΑ

Σε γενικές γραμμές δεν απαιτούνται πολλές αλλαγές στα εξαρτήματα ενός κινητήρα DIESEL, όταν αυτός μετατρέπεται σε κινητήρα Φυσικού Αερίου. Είναι όμως η φύση του καυσίμου αυτή που υποχρεώνει τον κατασκευαστή σε κάποιες αλλαγές. Αρχικά, λόγω της αέριας μορφής του καυσίμου, προτιμάται η χρήση καρμπυρατέρ αντί του ψεκασμού\*. Η διάταξη αυτή, που για τα υγρά καύσιμα παρουσιάζει πολλά μειονεκτήματα, για το Φυσικό Αέριο κρίνεται ως επαρκής, αφού έχουμε σχετικά καλή ανάμιξη αέρα-καυσίμου, και αρκετά χαμηλό κόστος.



Σχ. 29. Καρμπυρατέρ

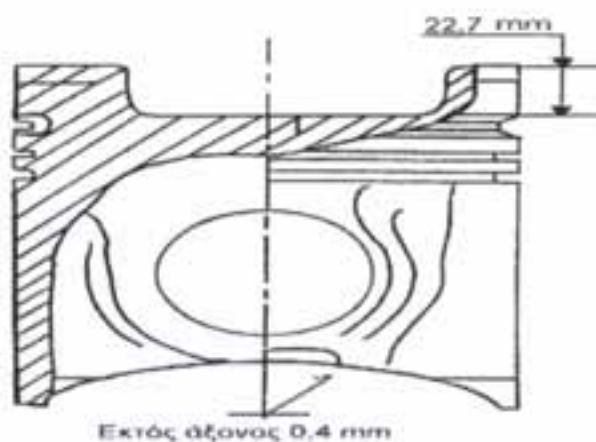
---

Σημείωση: Τα λεωφορεία που παρέλαβε η ΕΘΕΛ τον Ιούλιο του 2005 χρησιμοποιούν διάταξη άμεσου ψεκασμού, αντί για καρμπυρατέρ. Θυμίζουμε ότι ο ψεκασμός αυξάνει την απόδοση του κινητήρα, ενώ παράλληλα μειώνεται σημαντικά η κατανάλωση καυσίμου

κατασκευής. Το καρμπυρατέρ που χρησιμοποιεί η Renault είναι ειδικά κατασκευασμένο για κινητήρα Φυσικού Αερίου, αφού για παράδειγμα τα «βαρελάκια» δε γίνεται να λειτουργήσουν με αέριο καύσιμο.

## ΕΜΒΟΛΑ-ΕΛΑΤΗΡΙΑ

Τα έμβολα που χρησιμοποιούνται στον κινητήρα Φυσικού Αερίου είναι τα ίδια και για τον αντίστοιχο κινητήρα DIESEL. Πρόκειται για έμβολα δακτυλιοειδούς μορφής, που σχηματίζουν κενό στο άνω μέρος τους.



Σχ. 30. Έμβολο

Παρά τις διαφορές των καυσίμων, το υλικό κατασκευής τους είναι το ίδιο (κράμα αλουμινίου). Αντίθετα, τα ελατήρια των εμβόλων επιλέγονται να είναι σκληρότερα από τα αντίστοιχα του κινητήρα DIESEL. Συγκεκριμένα η Renault δίνει τιμές  $46,6 \pm 9,3$  N για Φυσικό

Αέριο, ενώ για DIESEL χρησιμοποιεί ελατήρια σκληρότητας  $30,5 \pm 6,1$  N. Τα ελατήρια έχουν επικάλυψη με Molly. Αυτή η κατεργασία μειώνει τις τριβές ανάμεσα στο έμβολο και το ελατήριο, και αυξάνει τη διάρκεια ζωής του ελατηρίου. Στη συναρμολόγησή τους ο κατασκευαστής δίνει ανοχές 0,4 - 0,6 mm για το ελατήριο συμπίεσης, 0,8 - 1 mm για το αντίστοιχο στεγανότητας, και για το ελατήριο λίπανσης 0,35 - 0,7 mm.

## ΠΕΙΡΟΙ ΕΜΒΟΛΩΝ

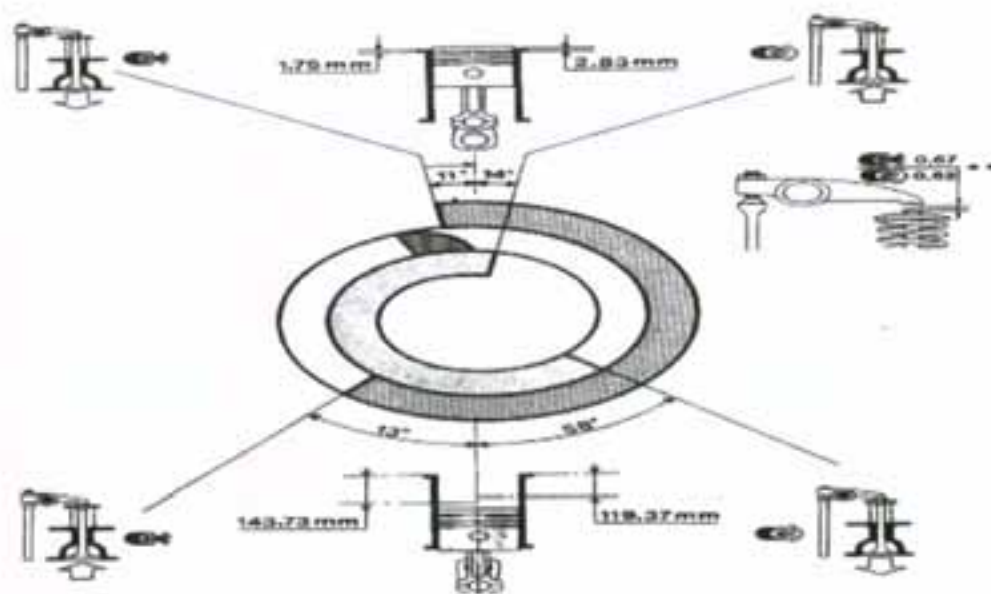
Ο πείρος του εμβόλου παραμένει ο ίδιος κατά τη μετατροπή. Πρόκειται περί χαλύβδινου πείρου ο οποίος είναι ακινητοποιημένος στο έμβολο με τη χρήση 2 κλιπ, και ελεύθερος στον διωστήρα.

## ΒΑΛΒΙΔΕΣ

Οι βαλβίδες αντίθετα είναι ειδικά σχεδιασμένες για Φυσικό Αέριο. Αυτό άλλωστε είναι λογικό, αν αναλογιστεί κανείς ότι οι θερμοκρασίες που αναπτύσσονται στο θάλαμο καύσης είναι μεγαλύτερες για χρήση Φυσικού Αερίου. Έτσι λοιπόν οι βαλβίδες είναι από ειδικό κράμα χάλυβα εμπλουτισμένου με κοβάλτιο, για μεγαλύτερη αντοχή στις αναπτυσσόμενες θερμοκρασίες. Επίσης ειδική επεξεργασία γίνεται και στους οδηγούς των βαλβίδων, όπου γίνεται εναζώτωση για την αποφυγή φθορών, ενώ τοποθετούνται και ειδικοί δακτύλιοι. Επιπλέον οι έδρες των βαλβίδων εξαγωγής τοποθετούνται σε γωνία  $120^\circ$ , σε αντίθεση με τις αντίστοιχες των κινητήρων DIESEL που είναι τοποθετημένες υπό γωνία  $90^\circ$ . Οι βαλβίδες εισαγωγής βρίσκονται υπό γωνία  $120^\circ$  και για τα δύο καύσιμα. Το διάκενο των βαλβίδων εισαγωγής ρυθμίζεται στα 0,96-1,46 mm και για τις βαλβίδες εξαγωγής στα 1,06 - 1,66 mm. Το άνοιγμα των βαλβίδων εισαγωγής γίνεται  $11^\circ$  πριν το ΑΝΣ και το κλείσιμο  $13^\circ$  μετά

το ΚΝΣ. Αντίστοιχα για τις βαλβίδες εξαγωγής το άνοιγμα γίνεται  $58^\circ$  πριν το ΚΝΣ και το κλείσιμο  $14^\circ$  μετά το ΑΝΣ. Τέλος, το θεωρητικό διάκενο μεταξύ ζύγωθρου-βαλβίδας είναι  $0,67\text{ mm}$  για τις βαλβίδες εισαγωγής και  $0,62\text{ mm}$  για τις αντίστοιχες εξαγωγής. Η προπορεία ανάφλεξης είναι  $5^\circ \pm 30'$ , ανάλογα φυσικά με το φορτίο του κινητήρα.

Ο χρονισμός του κινητήρα φαίνεται στο παρακάτω σχήμα:



Σχ. 31. Χρονισμός κινητήρα

## ΜΠΟΥΖΙ

Τέλος, τα μπουζί που χρησιμοποιούνται είναι τα Z 147 της εταιρίας BERY. Τροφοδοτούνται με τάση  $12\text{ kV}$  και το διάκενο ρυθμίζεται στα  $0,25\text{ mm}$ .



## ΔΙΑΦΟΡΕΣ ΚΙΝΗΤΗΡΩΝ DIESEL ΚΑΙ ΦΥΣΙΚΟΥ ΑΕΡΙΟΥ

Η κύρια και μεγαλύτερη διαφορά μεταξύ των δύο αυτών κινητήρων είναι η φύση των καυσίμων που χρησιμοποιούν. Το πετρέλαιο, ένα υγρό και σχετικά βαρύ καύσιμο, χρησιμοποιήθηκε στα προηγούμενα χρόνια σε όλες σχεδόν τις τεχνολογικές εφαρμογές. Οι υψηλοί ρύποι που παράγονται όμως με τη χρήση πετρελαίου, καθώς και η μείωση των κοιτασμάτων στο υπέδαφος, οδήγησε τους κατασκευαστές στην αναζήτηση νέων καυσίμων, πιο φιλικών στο περιβάλλον, και με μεγαλύτερα αποθέματα στο υπέδαφος της γης. Το Φυσικό Αέριο είναι ένα καύσιμο συγγενές με το πετρέλαιο και τη βενζίνη, όχι όμως με τις ίδιες ιδιότητες:

- Το πετρέλαιο και η βενζίνη είναι υγρά καύσιμα. Επομένως μια δεξαμενή αποθήκευσης παρέχει την απαιτούμενη ασφάλεια. Σε ένα αέριο καύσιμο όμως δεν αρκεί απλά μια δεξαμενή: πρέπει να χρησιμοποιηθούν ειδικές φιάλες αποθήκευσης, που να παρέχουν στεγανότητα σε υψηλές πιέσεις, καθώς και ένα κύκλωμα υψηλής

πίεσης μέχρι το καρμπυρατέρ.

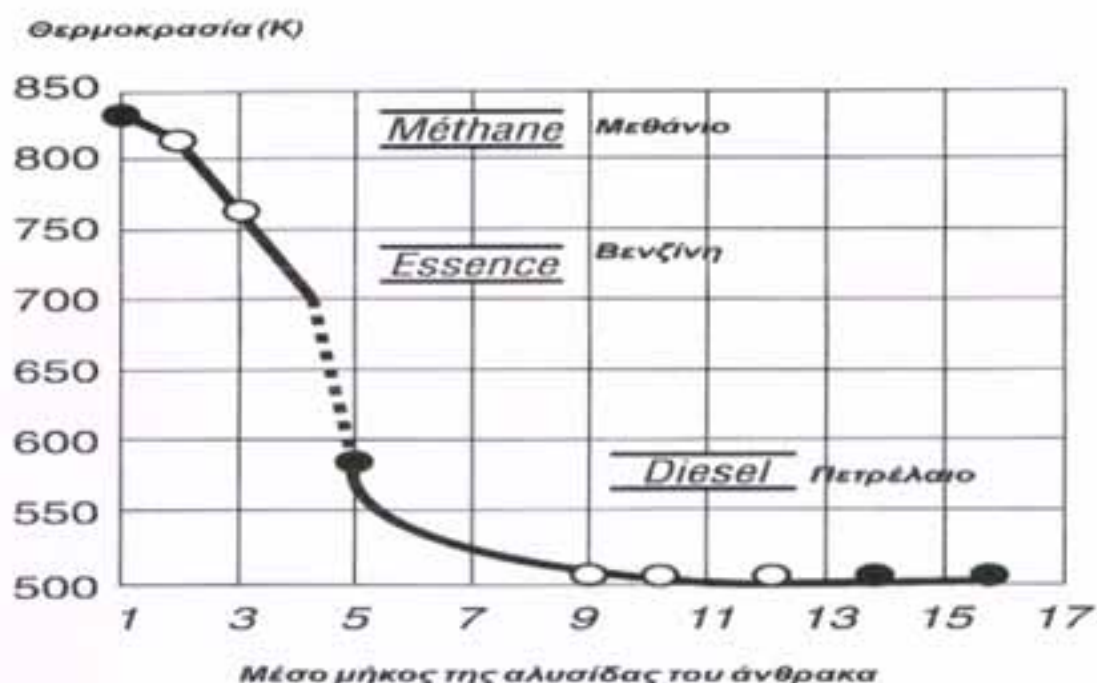
	ΠΕΤΡΕΛΑΙΟ	ΚΑΥΣΙΜΟ ΣΟΥΠΕΡ	L.P.G.	ΦΥΣΙΚΟ ΑΕΡΙΟ
ΠΙΕΣΗ ΑΠΟΘΗΚΕΥΣΗΣ (ΒΑΡ)			4 έως 5	
ΧΗΜΙΚΟΣ ΤΥΠΟΣ	$C_{12}H_{26}$	$C_7H_{16}$	$\alpha C_{12}H_{26} + \beta C_4H_{10}$	$CH_4$
ΠΥΚΝΟΤΗΤΑ (kg/l ΑΠΟΘΗΚΕΥΣΗΣ)	0,83	0,75	0,57	0,16
ΠΥΚΝΟΤΗΤΑ (kg/l ΑΠΟΘΗΚΕΥΣΗΣ)*				0,198
ΠΥΚΝΟΤΗΤΑ ΩΣ ΠΡΟΣ ΤΟΝ ΑΕΡΑ (ΑΤΜΟΙ)	ΜΕΤΑΒΛΗΤΗ ΚΑΙ ΠΟΛΥ ΥΨΗΛΗ	4	1,55	0,65 έως 0,65
ΚΑΤΩΤΕΡΗ ΘΕΡΜΟΓΟΝΟΣ ΔΥΝΑΜΗ -ΣΕ kWh / kg -ΣΕ kWh / m <sup>3</sup> (N)	11,7	12,8 25,4		12,5 έως 13,8 10,1 έως 11,2
ΟΡΙΑ ΑΝΑΦΛΕΞΙΜΟΤΗΤΑΣ ΣΤΟΝ ΑΕΡΑ (% ΚΑΤ' ΟΓΚΟ)		1,2 έως 7,6	2,4 έως 9,3	5 έως 14
ΘΕΡΜΟΚΡΑΣΙΑ ΑΝΑΦΛΕΞΗΣ ΣΤΟΝ ΑΕΡΑ (°C) ΣΤΟΙΧΕΙΟΜΕΤΡΙΚΑ	235	255	420 έως 480	537
ΑΡΙΘΜΟΣ ΟΚΤΑΝΙΟΥ (RON)		95/98	88	125/130

\* Τιμή έγκρισης των δεξαμενών

Πίνακας 4. Σύγκριση καυσίμων

- Το πετρέλαιο και η βενζίνη, ως υγρά καύσιμα, πρέπει να αεριοποιηθούν, για να αναμιχθούν σωστά με τον αέρα για την καύση. Η λύση του καρμπυρατέρ εγκαταλείφθηκε, διότι η αεριοποίηση δεν επιτυγχάνονταν πλήρως: αυτό οδηγούσε στην εισαγωγή σταγονιδίων στο θάλαμο καύσης και στη μη ομαλή καύση του μίγματος. Σήμερα χρησιμοποιείται ο ψεκασμός του καυσίμου, μια διάταξη που μας δίνει την αεριοποίηση του καυσίμου που επιθυμούμε, έχει όμως υψηλό κόστος κατασκευής. Αντίθετα, με ένα αέριο καύσιμο η λύση του καρμπυρατέρ κρίνεται επαρκής, αφού δύο αέρια είναι πιο εύκολο να αναμιχθούν.

- Μια σημαντική διαφορά είναι η θερμοκρασία ανάφλεξης των καυσίμων. Το πετρέλαιο καίγεται στους 235°C, η βενζίνη στους 255°C, και το φυσικό αέριο στους 537°C. Γίνεται εύκολα αντιληπτό ότι ο θάλαμος καύσης του Φυσικού Αερίου αναπτύσσει μεγαλύτερες θερμοκρασίες, επομένως πρέπει να χρησιμοποιηθούν υλικά που να αντέχουν στις αναπτυσσόμενες θερμοκρασίες. Είδαμε προηγουμένως ότι τα ελατήρια των εμβόλων και οι βαλβίδες είναι ειδικές για το Φυσικό Αέριο, ακριβώς για να ανταποκρίνονται στις ιδιότητες του καυσίμου.
- Μια τελευταία διαφορά που αξίζει να αναφερθεί είναι η θερμοκρασία αυτανάφλεξης των καυσίμων. Η θερμοκρασία αυτανάφλεξης του Φυσικού Αερίου είναι 850 °C, ενώ οι αντίστοιχες για βενζίνη και πετρέλαιο είναι 550-600 °C και 500 °C.



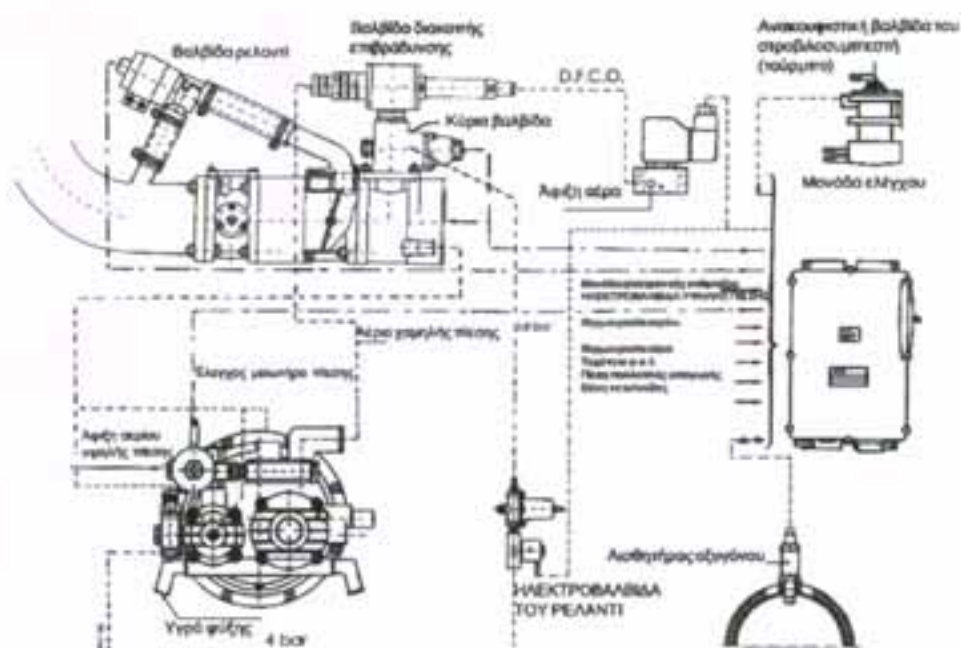
Πίνακας 5. Θερμοκρασία αυτανάφλεξης καυσίμων

Η ιδιότητα αυτή του Φυσικού Αερίου μας επιτρέπει την αύξηση της σχέσης συμπίεσης στο 17:1 χωρίς να υπάρχει κίνδυνος αυτανάφλεξης. Υπενθυμίζουμε εδώ ότι μια ικανοποιητική σχέση συμπίεσης για τη βενζίνη είναι το 10:1. Ο κινητήρας DIESEL αντίθετα, που η λειτουργία του βασίζεται στην αυτανάφλεξη του πετρελαίου, έχει μια ενδεικτική σχέση συμπίεσης στο 16:1.



## ΚΕΦΑΛΑΙΟ 4<sup>ο</sup> - ΚΥΚΛΩΜΑ ΦΥΣΙΚΟΥ ΑΕΡΙΟΥ

Με δεδομένη την ιδιαιτερότητα του καυσίμου, ήταν επιβεβλημένη η εξ' αρχής σχεδίαση ολόκληρου του κυκλώματος Φυσικού Αερίου. Δόθηκε ιδιαίτερη βαρύτητα στην ασφαλή αποθήκευση και παροχή του αερίου στο όχημα, χρησιμοποιώντας υλικά και τεχνικές που εξασφαλίζουν τη στεγανότητα του κυκλώματος και τον εύκολο έλεγχό του.



Σχ. 32. Κύριο κύκλωμα

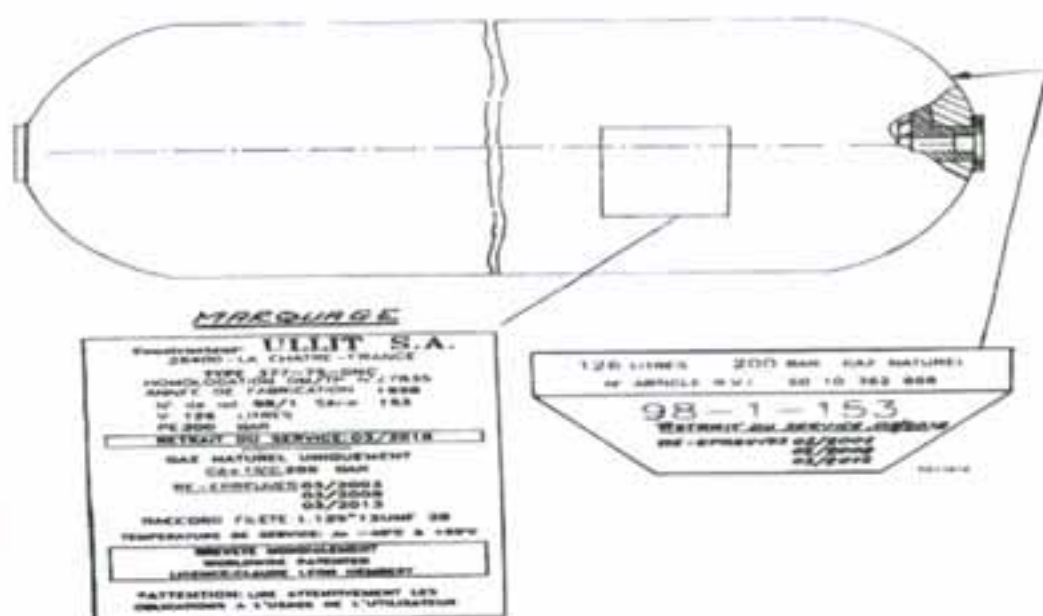
Το κύκλωμα Φυσικού Αερίου περιλαμβάνει τις φιάλες αποθήκευσης (ρεζερβουάρ) και το μειωτήρα Landi Renzo με τα επί μέρους εξαρτήματά του. Γενικά το κύκλωμα χωρίζεται σε δύο υποκύκλωμα: το κύκλωμα υψηλής πίεσης, στο οποίο η υπερπίεση φτάνει στα 200 bar, είναι το κύκλωμα από το ρεζερβουάρ μέχρι τη διάταξη του μειωτήρα. Το κύκλωμα χαμηλής πίεσης, στο οποίο η υπερπίεση είναι στην περιοχή 0,7-4 bar, είναι το κύκλωμα που παρέχει το καύσιμο στην επιθυμητή πίεση στον πνεύμονα.

## ΡΕΖΕΡΒΟΥΑΡ

Ο χώρος αποθήκευσης του καυσίμου φροντίστηκε ώστε να βρίσκεται εξωτερικά του οχήματος. Παρ' όλο που στα επιβατηγά οχήματα οι φιάλες συνήθως τοποθετούνται στον αντίστοιχο χώρο του ρεζερβουάρ της βενζίνης, στα λεωφορεία της Renault έχουν τοποθετηθεί πάνω στην οροφή του. Αυτό αποσκοπεί στην ασφαλή διαφυγή του αερίου προς το περιβάλλον σε περίπτωση διαρροής, αφού ως γνωστόν το Φυσικό Αέριο έχει μικρότερο ειδικό βάρος έναντι του ατμοσφαιρικού αέρα και επομένως απελευθερώνεται στην ατμόσφαιρα.

Το ρεζερβουάρ αποτελείται από οκτώ φιάλες συνδεδεμένες μεταξύ τους, μάζας 64 kg σε πλήρωση(39 kg άδεια) και χωρητικότητας 125 lt έκαστη. Άρα η συνολική μάζα του ρεζερβουάρ είναι 512 kg και η συνολική χωρητικότητα 1000 lt. Η συγκράτησή τους γίνεται με τοξοειδή χαλύβδινα ελάσματα. Οι φιάλες είναι κατασκευασμένες από χάλυβα υλικού Z 6 CND 17.11, που εγγυάται την ασφαλή αποθήκευση του αερίου σ' αυτές. Είναι δε μελετημένες έτσι ώστε να αποκλείουν την εκτόνωση του αερίου, ακόμα και αν πέσουν από ύψος 3 m. Οι φιάλες παρέχουν ασφάλεια για θερμοκρασίες μέχρι 65 °C. Για την αποφυγή υπερθέρμανσής τους τοποθετείται πλαστικό κάλυμμα από πάνω, που εξασφαλίζει τη διατήρηση της θερμοκρασίας τους σε αυτά τα πλαίσια.

Επίσης είναι εφοδιασμένες με αισθητήρες για τον έλεγχο της πίεσης, με ηλεκτροβαλβίδες για τη διακοπή της παροχής και με χειροκίνητες, στην περίπτωση βλάβης των αντίστοιχων ηλεκτρικών. Τέλος, για την εξαέρωσή τους χρησιμοποιούνται ειδικές σπές(σφυρίχτρες).



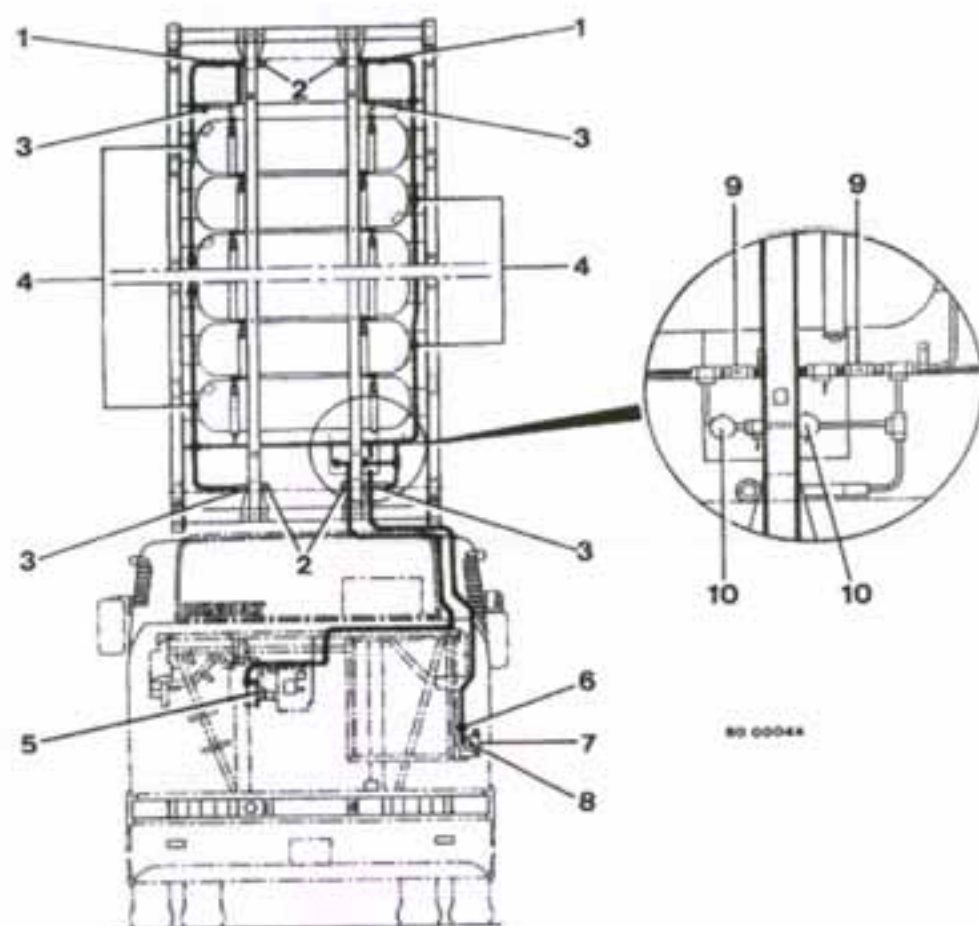
Σχ. 33. Φιάλη αποθήκευσης

Για την πλήρωσή τους χρησιμοποιείται Φυσικό Αέριο που προμηθεύεται από το δίκτυο. Η πλήρωση γίνεται από την ειδική τάπα, η οποία είναι τοποθετημένη στο πίσω δεξιά μέρος του οχήματος. Η πλήρωση γίνεται με μεγάλη υπερπίεση. Για αυτόν ακριβώς το λόγο στο κύκλωμα υψηλής πίεσης χρησιμοποιούνται χαλύβδινοι σωλήνες υλικού Z 2 CND 17.12. Οι σωλήνες αυτοί είναι κατασκευασμένοι έτσι ώστε να αντέχουν στις υψηλές πιέσεις του αερίου, παράλληλα όμως είναι αρκετά μαλακοί ώστε να μπορούν να διαμορφωθούν, για να μπορούν να τοποθετηθούν οι σύνδεσμοι. Οι σωλήνες έχουν διάμετρο εξωτερική Φ 12

ή 16 και εσωτερική  $\Phi$  9 ή 12 (οι διαστάσεις σε mm). Η τυποποίηση είναι κατά ASTM ή DIN.

Η αποθήκευση του αερίου στις φιάλες γίνεται σε πίεση 200 bar. Η ελάχιστη πίεση αερίου είναι 30 bar και η πλήρωση γίνεται στα 50 bar, ενώ η μέγιστη πίεση είναι 288 bar. Οι πιέσεις αυτές είναι αρκετά μεγάλες, και ενδεχόμενη μη ελεγχόμενη εκτόνωση του αερίου θα ήταν σημαντικός κίνδυνος για την ασφάλεια του οχήματος. Για αυτόν το λόγο υπάρχουν ειδικοί αισθητήρες που ελέγχουν την πίεση σε κάθε φιάλη ξεχωριστά και την απομονώνουν (με ηλεκτρικό σήμα στην ηλεκτροβαλβίδα), σε περίπτωση απότομης πτώσης της πίεσης, ενώ υπάρχει και προειδοποιητική ένδειξη στον πίνακα ελέγχου του οδηγού. Στην περίπτωση που δε λειτουργήσει το ηλεκτρικό κύκλωμα, η απομόνωση γίνεται χειροκίνητα.





**Σχεδιάγραμμα του κυκλώματος υψηλής πίεσης**

- 1 - Στρόφιγγες εξαέρωσης
  - 2 - Τρύπες εξαέρωσης (σφυρίχτρες)
  - 3 - Ασφάλειες
  - 4 - Στρόφιγγες ρεζερβουάρ με ασφάλεια
  - 5 - Σύνολο βαλβίδων εκτόνωσης + ηλεκτροβαλβίδων
  - 6 - Φίλτρο εισόδου
  - 7 - Μανόμετρο ελέγχου
  - 8 - Ρακόρ πλήρωσης
  - 9 - Βαλβίδα αντεπιστροφής
  - 10 - Ηλεκτροβαλβίδες οροφής υψηλής πίεσης
- A, B, C, D, E - Ρεζερβουάρ αερίου

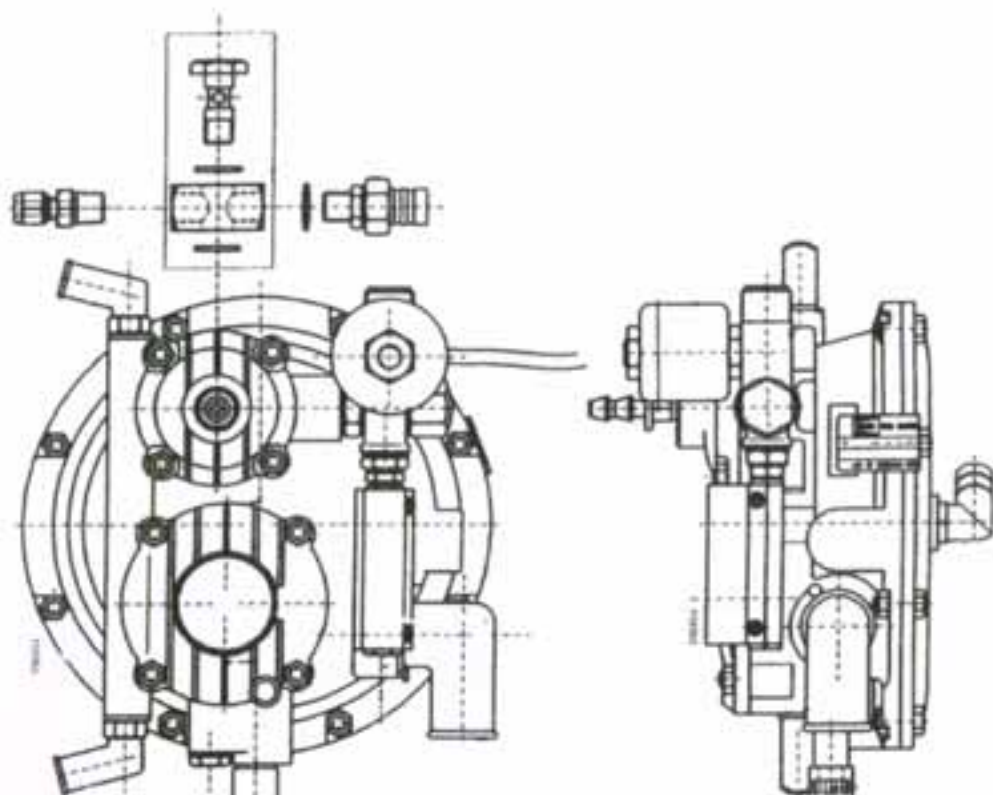
**Σχ. 34. Κύκλωμα υψηλής πίεσης**

Γίνεται εύκολα αντιληπτό ότι η πρόληψη των βλαβών στο συγκεκριμένο κύκλωμα είναι σημαντική. Ο έλεγχος του κυκλώματος γίνεται κάθε πέντε χρόνια με την παροχή πίεσης 300 bar στο κύκλωμα. Η εξαέρωση των φιαλών γίνεται χειροκίνητα: αφού απομονωθούν οι φιάλες

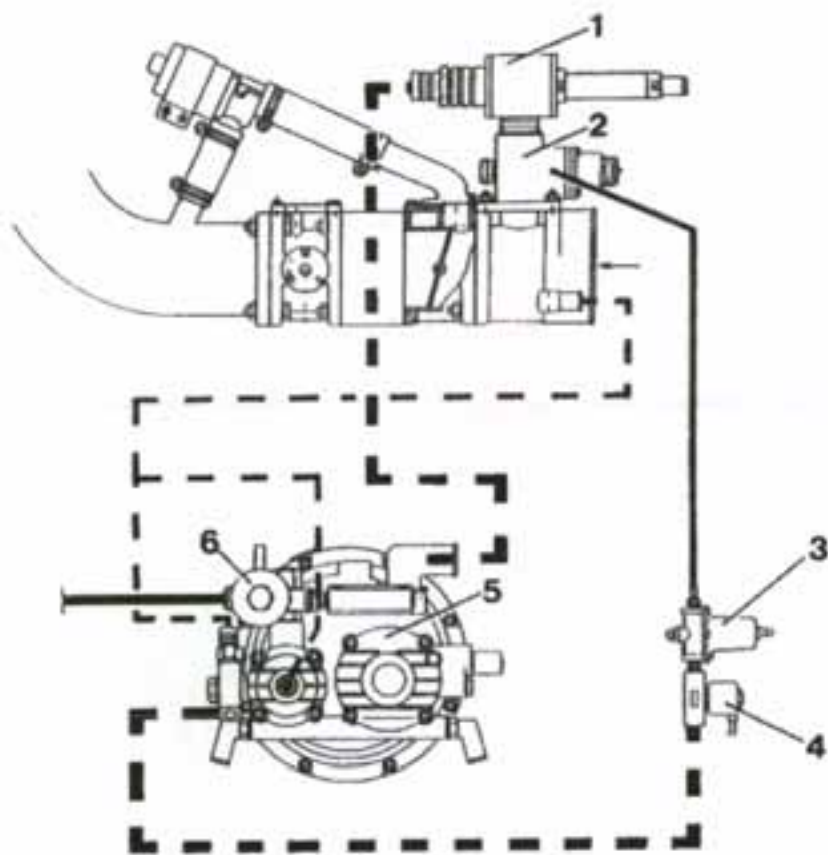
και αφαιρεθούν οι ειδικές τάπες, ανοίγουν οι σφυρίχτρες, αφήνοντας έτσι τον αέρα που έχει παρεμβληθεί στο κύκλωμα να ελευθερωθεί στο περιβάλλον.

## **ΜΕΙΩΤΗΡΑΣ LANDI RENZO**

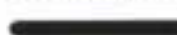



Ο μειωτήρας πίεσης Landi Renzo είναι μια μηχανική διάταξη η οποία χρησιμοποιείται για τη μείωση της πίεσης του Φυσικού Αερίου από την τιμή αποθήκευσης (200 bar) στην απαιτούμενη πίεση τροφοδοσίας (0,6 bar). Ο μειωτήρας πρέπει επίσης να είναι σε θέση να διατηρήσει σταθερή την πίεση τροφοδοσίας, προσφέροντας τις ποσότητες καυσίμου που απαιτεί ο αναμίκτης (πνεύμονας) σε όλες τις συνθήκες φορτίου.



Σχ. 9 Μειωτήρας Landi Renzo



#### Σχεδιάγραμμα του κυκλώματος αερίου

-  Κύκλωμα υψηλής πίεσης (200 bar)
-  Κύριο κύκλωμα
-  Κύκλωμα ρελαντί (0,7 bar με τον κινητήρα σε λειτουργία)
-  Κύκλωμα εκκίνησης του αερίου (ελαττωματικός μειωτήρας πίεσης)

- 1 - Πνευματική βαλβίδα
- 2 - Ηλεκτροβαλβίδα δόσολογίας της παροχής αερίου
- 3 - Μειωτήρας πίεσης του κυκλώματος του ρελαντί
- 4 - Ηλεκτροβαλβίδα διακοπής του κυκλώματος του ρελαντί
- 5 - Μειωτήρας του κυκλώματος υψηλής πίεσης
- 6 - Ηλεκτροβαλβίδα διακοπής τροφοδοσίας

Σχ. 35. Κύκλωμα αερίου χαμηλής πίεσης



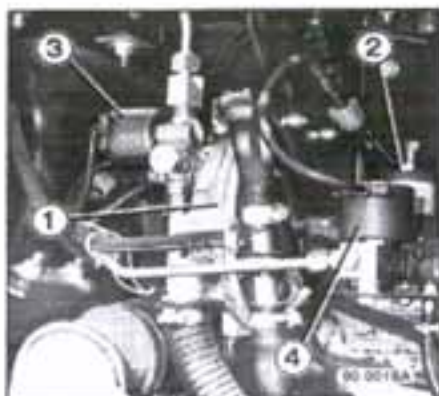
Ο μειωτήρας Landi Renzo για πεπιεσμένο Φυσικό Αέριο (ΠΦΑ) αποτελείται από τα ακόλουθα στοιχεία:

- Τον μειωτήρα πίεσης κυκλώματος υψηλής πίεσης (1). Είναι μια διάταξη τριών μειωτήρων συνδεδεμένων σε κιβώτιο. Είναι υπεύθυνος για τη μείωση της πίεσης του καυσίμου από την πίεση αποθήκευσης(200 bar) στην πίεση τροφοδοσίας(4 bar).

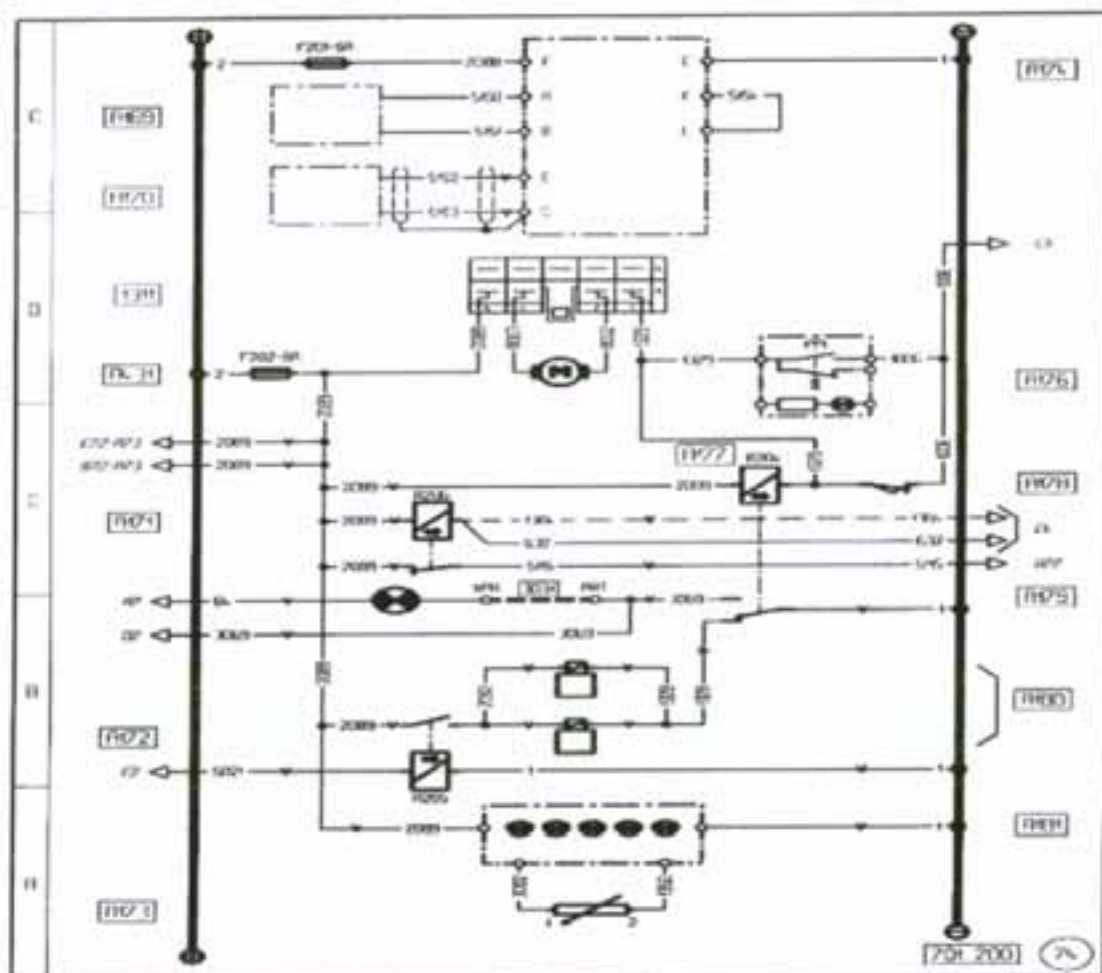
- Την ηλεκτροβαλβίδα παροχής καυσίμου υψηλής πίεσης (2). Παρεμβάλλεται στο κύκλωμα υψηλής πίεσης πριν το μειωτήρα και ρυθμίζει τη ροή του καυσίμου, ανάλογα με τις στροφές του κινητήρα και το φορτίο του. Τίθεται σε λειτουργία 3 sec μετά το γύρισμα της μίζας.

- Το μειωτήρα πίεσης στη λειτουργία ρελαντί (3). Βρίσκεται ανάμεσα στο μειωτήρα υψηλής πίεσης και της ηλεκτροβαλβίδας δοσολογίας παροχής αερίου και είναι υπεύθυνος για την περαιτέρω μείωση της πίεσης του καυσίμου στα 0,7 bar.

- Την ηλεκτροβαλβίδα ενεργοποίησης του μειωτήρα ρελαντί (4). Η βαλβίδα αυτή είναι υπεύθυνη για την παρεμβολή του μειωτήρα πίεσης στη λειτουργία ρελαντί.



Σχ. 36. Μειωτήρας Landi Renzo



#### ΥΠΟΜΝΗΜΑ

- Α169 – Ενεργοποιητής υπερτάχυνσης
- Α170 – Αισθητήρας ταχύτητας
- Α171 – Ρελέ πληροφορίας ανοχτού καλώμματος κινητήρα
- Α172 – Ρελέ τροφοδοσίας ηλεκτροβαλβίδας υψηλής πίεσης
- Α173 – Μεταδότης στάθμης καυσίμου
- Α174 – Υπολογιστής υπερτάχυνσης
- Α175 – Χειριστήριο ανοίγματος θυρίδας
- Α177 – Ρελέ τέλους διαδρομής θυρίδας
- Α178 – Τέλος διαδρομής θυρίδας
- Α179 – Ενδοκτική λυχνία ανοχτής θυρίδας
- Α180 – Ηλεκτροβαλβίδες υψηλής πίεσης (οροφή)
- Α181 – Ένδειξη στάθμης αερίου
- Α431 – Μοτέρ κλειδώματος θυρίδας
- 1.311 – Φως

Σχ. 37. Ηλεκτρικό κύκλωμα παροχής Φυσικού Αερίου

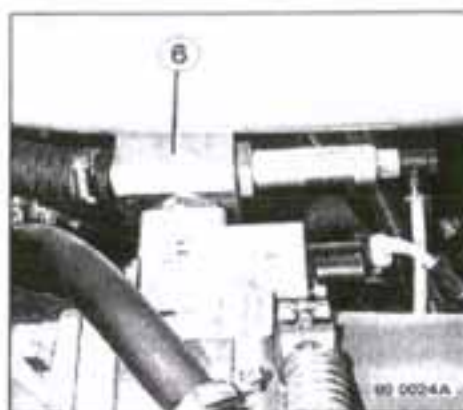
Στο κύκλωμα χαμηλής πίεσης περιλαμβάνονται επιπλέον τρεις βαλβίδες οι οποίες συμβάλλουν στην εύρυθμη λειτουργία του κινητήρα:

- Η ηλεκτροβαλβίδα δοσολογίας παροχής καυσίμου (5). Η βαλβίδα αυτή βρίσκεται ανάμεσα στον πνεύμονα και το μειωτήρα ρελαντί και ρυθμίζει τη δοσολογία του καυσίμου στον πνεύμονα ανάλογα με τις στροφές και το φορτίο του κινητήρα. Είναι εφοδιασμένη με έναν ρυθμιστικό κοχλία, που επιτρέπει τη ρύθμιση του μίγματος.



Σχ. 38. Βαλβίδα δοσολογίας

- Η πνευματική βαλβίδα (6). Είναι τοποθετημένη πάνω από τη βαλβίδα δοσολογίας και, σε συνεργασία με αυτή, επιτρέπει τη διακοπή της τροφοδοσίας καυσίμου στον πνεύμονα κατά την επιβράδυνση του οχήματος.



**Σχ. 39. Πνευματική βαλβίδα**

- Η ηλεκτροβαλβίδα ενεργοποίησης της πνευματικής βαλβίδας (7). Βρίσκεται δίπλα στην πνευματική βαλβίδα και την ενεργοποιεί τροφοδοτώντας την με αέρα κατά την επιβράδυνση του οχήματος.



**Σχ. 40. Ηλεκτροβαλβίδα**

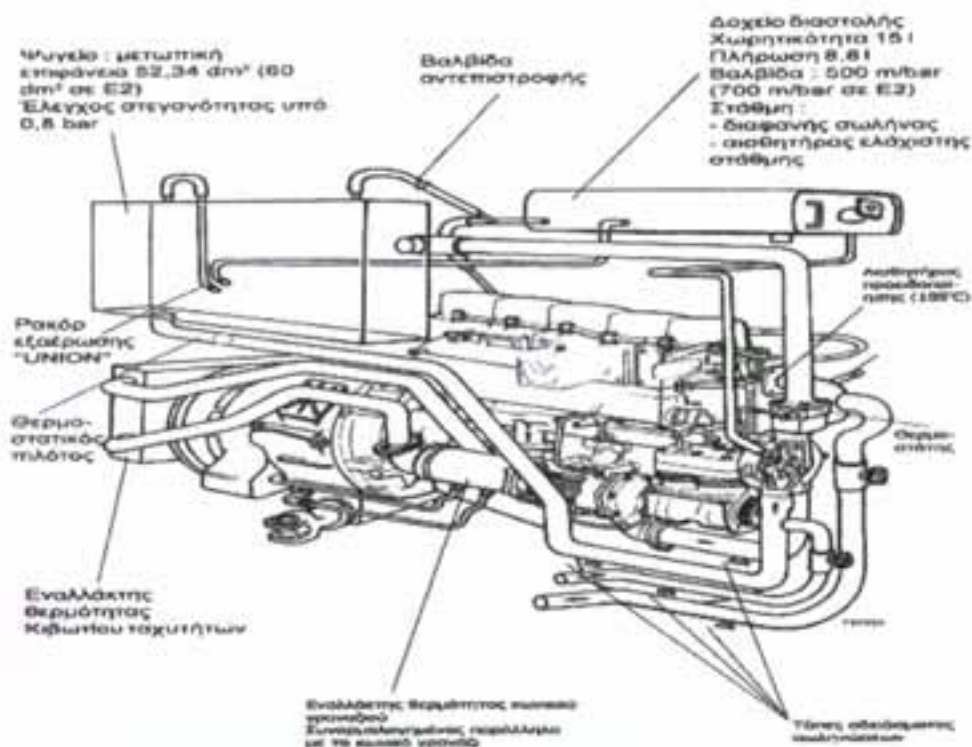


## ΚΕΦΑΛΑΙΟ 5<sup>ο</sup> - ΚΥΚΛΩΜΑ ΨΥΞΗΣ ΚΙΝΗΤΗΡΑ Φ. ΑΕΡΙΟΥ

Το κύκλωμα ψύξης, ως γνωστόν, είναι ένας πολύ σημαντικός τομέας κατά τη σχεδίαση μιας θερμικής μηχανής. Είναι γνωστό ότι σε έναν κινητήρα Φ.Α. οι θερμοκρασίες που αναπτύσσονται είναι μεγαλύτερες σε σχέση με έναν αντίστοιχο Diesel (και φυσικά πολύ μεγαλύτερες από τον αντίστοιχο βενζινοκινητήρα). Αυτό συμβαίνει διότι η θερμοκρασία ανάφλεξης για το Φυσικό Αέριο είναι  $537^{\circ}\text{C}$ , ενώ οι αντίστοιχες βενζίνης και Diesel είναι  $255^{\circ}\text{C}$  και  $235^{\circ}\text{C}$ . Όπως γίνεται αντιληπτό λοιπόν, το κύκλωμα ψύξης ενός κινητήρα Φ.Α. πρέπει να έχει τη δυνατότητα μεγαλύτερης απόδοσης θερμότητας στο περιβάλλον σε σχέση με τους κινητήρες άλλων καυσίμων.

Όπως και με το σύστημα λίπανσης, έτσι και το σύστημα ψύξης δεν διαφέρει σε γενικές γραμμές με το αντίστοιχο ενός κινητήρα Diesel. Το κύκλωμα περιλαμβάνει το ψυκτικό υγρό, το δοχείο διαστολής, το ψυγείο, το θερμοστάτη, την εκτονωτική βαλβίδα, τον αισθητήρα προειδοποίησης, όπως επίσης και δευτερεύοντα εξαρτήματα (εναλλάκτες θερμότητας, ρακόρ, τάπες).

Ακολουθεί το σχεδιάγραμμα του κυκλώματος ψύξης του κινητήρα:



Σχ. 41. Σύστημα ψύξης

Αναλυτικότερα, τα επί μέρους εξαρτήματα του κυκλώματος είναι τα εξής:

- Το ψυκτικό υγρό. Ο κατασκευαστής δεν συστήνει κάποιο συγκεκριμένο αντιψυκτικό (π.χ. ragaflu), επομένως σαν ψυκτικό υγρό χρησιμοποιείται νερό. Η ποσότητα πλήρωσης ορίζεται 8,8 lt.

- Το δοχείο διαστολής. Είναι το μέρος όπου αποθηκεύεται το ψυκτικό υγρό, έχει δε χωρητικότητα 15 lt. Η πλήρωσή του γίνεται στα 8,8 lt.

- Το ψυγείο. Είναι η μονάδα όπου γίνεται η αποβολή θερμότητας του ψυκτικού υγρού προς το περιβάλλον. Το ψυγείο του κυκλώματος έχει ωφέλιμο εμβαδό 52,34 dm<sup>2</sup>, το οποίο φτάνει στα 60 dm<sup>2</sup> για τον τύπο E2.

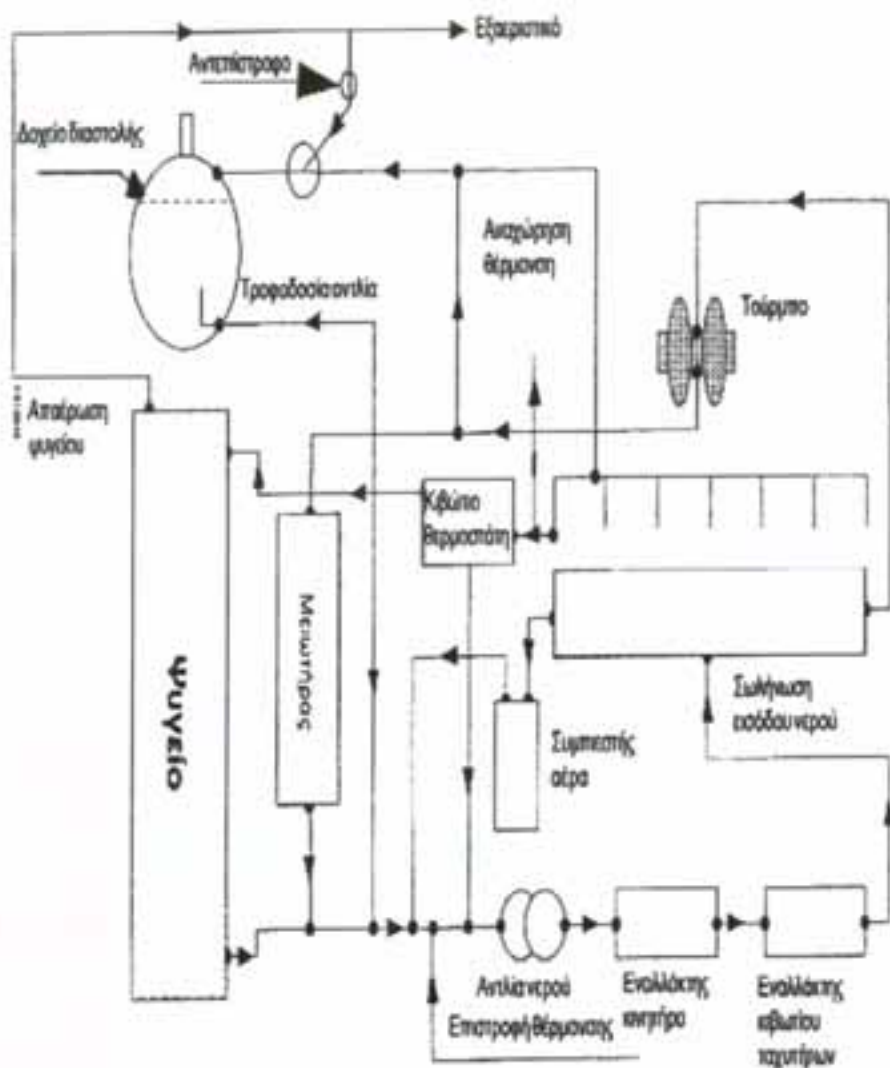
-Ο θερμοστάτης. Είναι μια βαλβίδα, η οποία επιτρέπει (ή αποτρέπει) την κυκλοφορία του ψυκτικού υγρού στον κινητήρα. Η βαλβίδα αυτή ανοίγει στους 83 °C και κλείνει στους 96 °C. Το κλείσιμο της βαλβίδας

αποσκοπεί στην απομόνωση του υγρού στο ψυγείο, με σκοπό την γρήγορη ψύξη του. Το ελάχιστο επιτρεπόμενο πλήρες άνοιγμα του θερμοστάτη ορίζεται απ' τον κατασκευαστή στα 9 mm.

-Η εκτονωτική βαλβίδα. Είναι μια βαλβίδα που τοποθετείται στο ψυγείο και χρησιμεύει για την εκτόνωση του κυκλώματος, όταν λόγω υπερθέρμανσης αναπτύσσονται υδρατμοί στο κύκλωμα ψύξης, αυξάνοντας έτσι την πίεση μέσα στο κύκλωμα. Η ενεργοποίησή της γίνεται στο 0,5 bar (0,7 bar για τον τύπο E2).

-Ο αισθητήρας προειδοποίησης. Είναι ένα όργανο ελέγχου, που ο σκοπός του είναι η ειδοποίηση του οδηγού σε περίπτωση υπερθέρμανσης. Ενεργοποιείται σε θερμοκρασία 105 °C ,δίνοντας σήμα σε μια ενδεικτική λυχνία στον πίνακα οργάνων.

Ακολουθεί το σχεδιάγραμμα που δείχνει την κίνηση του ψυκτικού υγρού στο κύκλωμα:



Σχ. 42. Κίνηση ψυκτικού υγρού στον κινητήρα

Το ψυγείο βρίσκεται πάντα σε σημείο που να επιτυγχάνεται η βέλτιστη αποβολή θερμότητας, συνήθως στην άκρη του κινητήρα και σε σημείο που να το ψύχει ο αέρας. Για αυτόν ακριβώς το λόγο το ψυγείο κινδυνεύει από διάφορα μικροαντικείμενα (πετραδάκια, ακόμα και έντομα) που μπορούν να το τρυπήσουν, προκαλώντας έτσι διαρροή ψυκτικού υγρού και επομένως ελλιπή ψύξη. Για να διαπιστωθεί η στεγανότητα του ψυγείου (αλλά και ολόκληρου του κυκλώματος, δεδομένου ότι διαρροές μπορεί να παρουσιαστούν και στις ενώσεις των ρακόρ) ο κατασκευαστής προτείνει έλεγχο στεγανότητας, ο οποίος



γίνεται με την παροχή υπερπίεσης 0,8 bar στο κύκλωμα ψύξης για μικρό χρονικό διάστημα. Αν διαπιστωθεί στο μανόμετρο πτώση πίεσης, ή μικρή διαρροή από κάποιο σημείο (δάκρυσμα), τότε εντοπίζεται το σημείο διαρροής και επισκευάζεται η βλάβη.

## ΚΕΦΑΛΑΙΟ 6<sup>ο</sup> - ΛΙΠΑΝΣΗ ΚΙΝΗΤΗΡΑ Φ. ΑΕΡΙΟΥ

Το σύστημα λίπανσης ενός κινητήρα Φ.Α. δεν διαφέρει σε γενικές γραμμές από το αντίστοιχο άλλων καυσίμων. Γενικά, συστήματα λίπανσης υπάρχουν, εκτός φυσικά του κινητήρα, στο σύστημα διεύθυνσης, στο κιβώτιο ταχυτήτων, στο διαφορικό και τέλος στο σύστημα ψύξης (βεντιλατέρ).

### ΛΙΠΑΝΣΗ ΚΙΝΗΤΗΡΑ

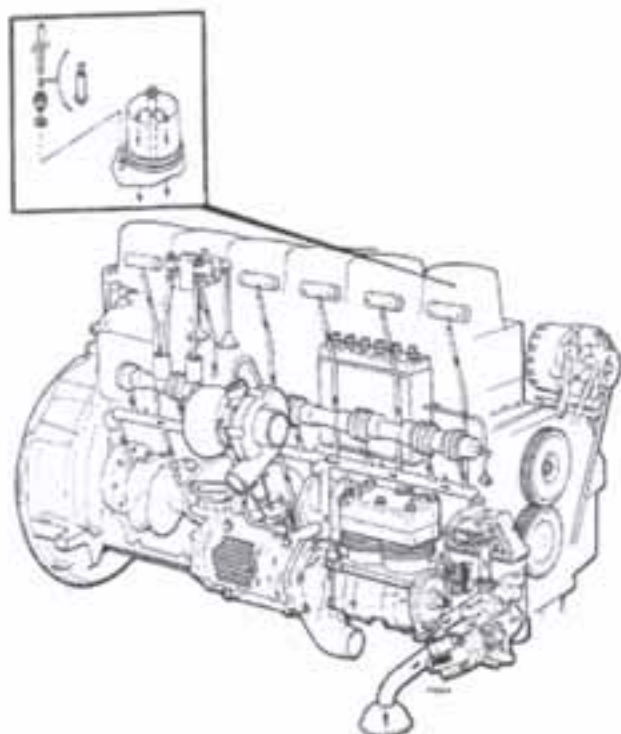
Ο κατασκευαστής των λεωφορείων RENAULT Agora Gaz Naturel προτείνει για τον κινητήρα MGDR το λιπαντικό RENAULT V.I. PREMIA R, με ιξώδες 15 W40 προδιαγραφών ACEA 96Q E2 R. Το λιπαντικό αυτό έχει αντίστοιχες προδιαγραφές με το λιπαντικό PREMIA R 15 W40, της Huiles Renault Diesel, το οποίο χρησιμοποιείται από τη Renault για κινητήρες Diesel. Ανάλογα με τη θερμοκρασία χρήσης, ο κατασκευαστής προτείνει επίσης τα ιξώδη 15 W30 και 10 W30. Επίσης, προτείνονται και τα αντίστοιχα λιπαντικά MAXIMA R/PREXIMA R, με προδιαγραφές ACEA 96Q E3/E3R.

Λάδι	Θερμοκρασία χρήσης
SAE 10 W 30 .....	-20°C à +30°C
SAE 15 W 30 .....	-15°C à +35°C
SAE 15 W 40 .....	-15°C à +50°C

Λάδι	Θερμοκρασία χρήσης
PREMIA R 15 W 40 .....	-15°C à +50°C
MAXIMA R 15 W 40 .....	-15°C à +50°C
MAXIMA R 15 W 40 .....	-15°C à +50°C
PREXIMA 15 W 40 .....	-15°C à +50°C

**Πίνακας 6. Συνιστάμενα λιπαντικά**

Η χωρητικότητα του λεκανοδοχείου (κάρτερ) είναι 25 lt, ενώ ο δείκτης minimum είναι στα 18 lt. Για την κυκλοφορία του λιπαντικού στον κινητήρα χρησιμοποιείται απλή αντλία λαδιού στον τύπο MIDS-MIDR, και διπλή στον τύπο MIPS-MIPR. Η πίεση του λαδιού είναι 7 bar  $\pm$  1 στην κεφαλή του φίλτρου λαδιού, και 6 bar  $\pm$  1 στο διανομέα λαδιού, με τη θερμοκρασία του κινητήρα στους 70-80 °C. Για το φιλτράρισμα του λιπαντικού χρησιμοποιείται ένα φυγοκεντρικό φίλτρο, το οποίο αντικαθίσταται με κάθε αλλαγή λαδιών. Το σύστημα λίπανσης στον κινητήρα έχει την εξής μορφή:



Σχ. 43. Σύστημα λίπανσης

Για την Ελλάδα ο κατασκευαστής συστήνει το PREMIA R 15 W40 E2 R, με αλλαγή κάθε 10.000 km, μαζί με το φίλτρο.

Στα υπόλοιπα επί μέρους συστήματα λίπανσης ο κατασκευαστής προτείνει λιπαντικά ίδιου τύπου με τα οχήματα που χρησιμοποιούν κινητήρες Diesel. Αναλυτικότερα έχουμε:

## ΚΙΒΩΤΙΟ ΤΑΧΥΤΗΤΩΝ

Για το κιβώτιο ταχυτήτων προτείνεται το ATF DEXRON II D STARMATIC, της εταιρείας RENAULT V.I. Η χωρητικότητά του



κάρτερ είναι 35 lt και η αλλαγή του γίνεται ανά 20.000 km, μαζί με το φίλτρο.

## **ΔΙΑΦΟΡΙΚΟ**

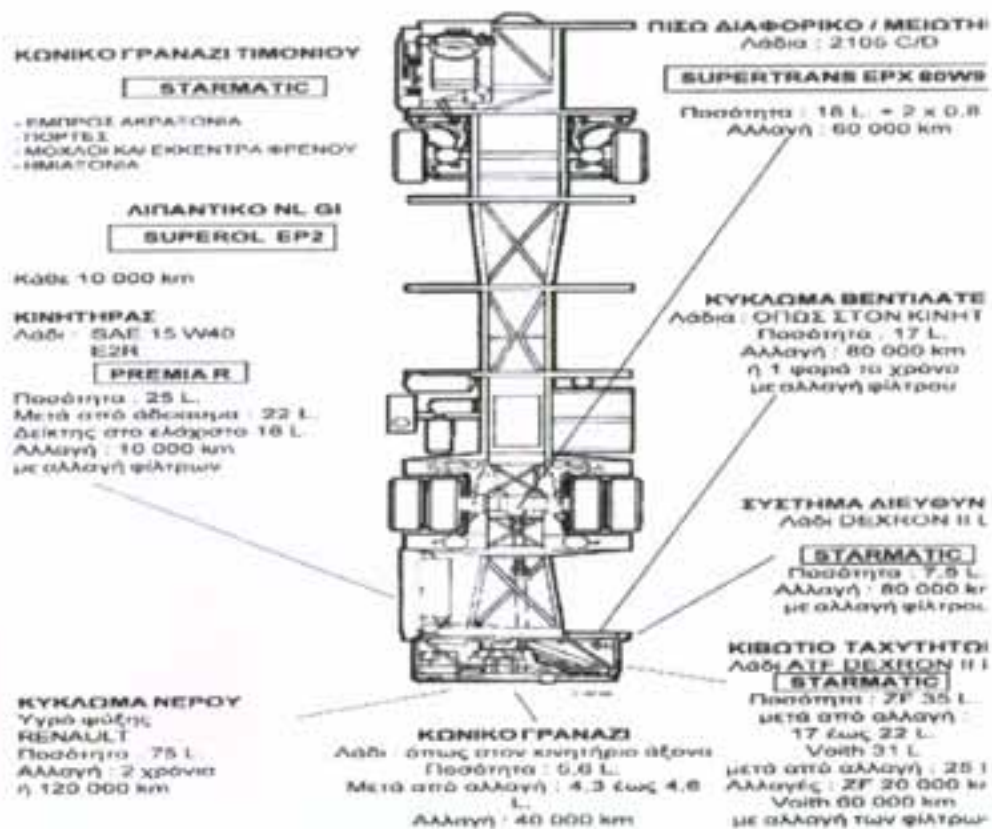
Για το διαφορικό χρησιμοποιείται όπως είναι λογικό λάδι μεγαλύτερου ιξώδους, και συγκεκριμένα το SUPERTRANS EPX 80 W90, της ίδιας εταιρείας. Η χωρητικότητα του συστήματος είναι 18 lt + 2 x 0.8 l, και η αλλαγή του γίνεται κάθε 60.000 km.

## **ΣΥΣΤΗΜΑ ΔΙΕΥΘΥΝΣΗΣ**

Στο σύστημα διεύθυνσης η λίπανση γίνεται σε δύο σημεία: στον άξονα του τιμονιού και στο κωνικό γρανάζι. Το λιπαντικό που χρησιμοποιείται είναι το DEXRON II D STARMATIC της ίδιας εταιρείας. Για τον άξονα η απαιτούμενη ποσότητα είναι 25 l και η αλλαγή γίνεται κάθε 80.000 km μαζί με το φίλτρο, ενώ στο κωνικό γρανάζι η απαιτούμενη ποσότητα είναι 5,6 l και η αλλαγή γίνεται κάθε 40.000 km.

- Τέλος, λόγω των σχετικά μεγάλων θερμοκρασιών που παρατηρούνται στον κινητήρα, η χρήση των ανεμιστήρων ψυγείου (βεντιλατέρ) είναι αυξημένη, σε σχέση με τα συμβατικά οχήματα. Έτσι κρίθηκε επιβεβλημένη η λίπανση και του βεντιλατέρ, η οποία γίνεται με τη χρήση του λιπαντικού του κινητήρα, σε ξεχωριστό κύκλωμα. Η χωρητικότητα του κυκλώματος είναι 17 lt και η αλλαγή γίνεται κάθε 80.000 km ή μια φορά το χρόνο, μαζί με τα φίλτρα.

Συνοπτικά τα συστήματα λίπανσης του οχήματος παρουσιάζονται στο ακόλουθο διάγραμμα:



Σχ. 44. Λίπανση οχήματος

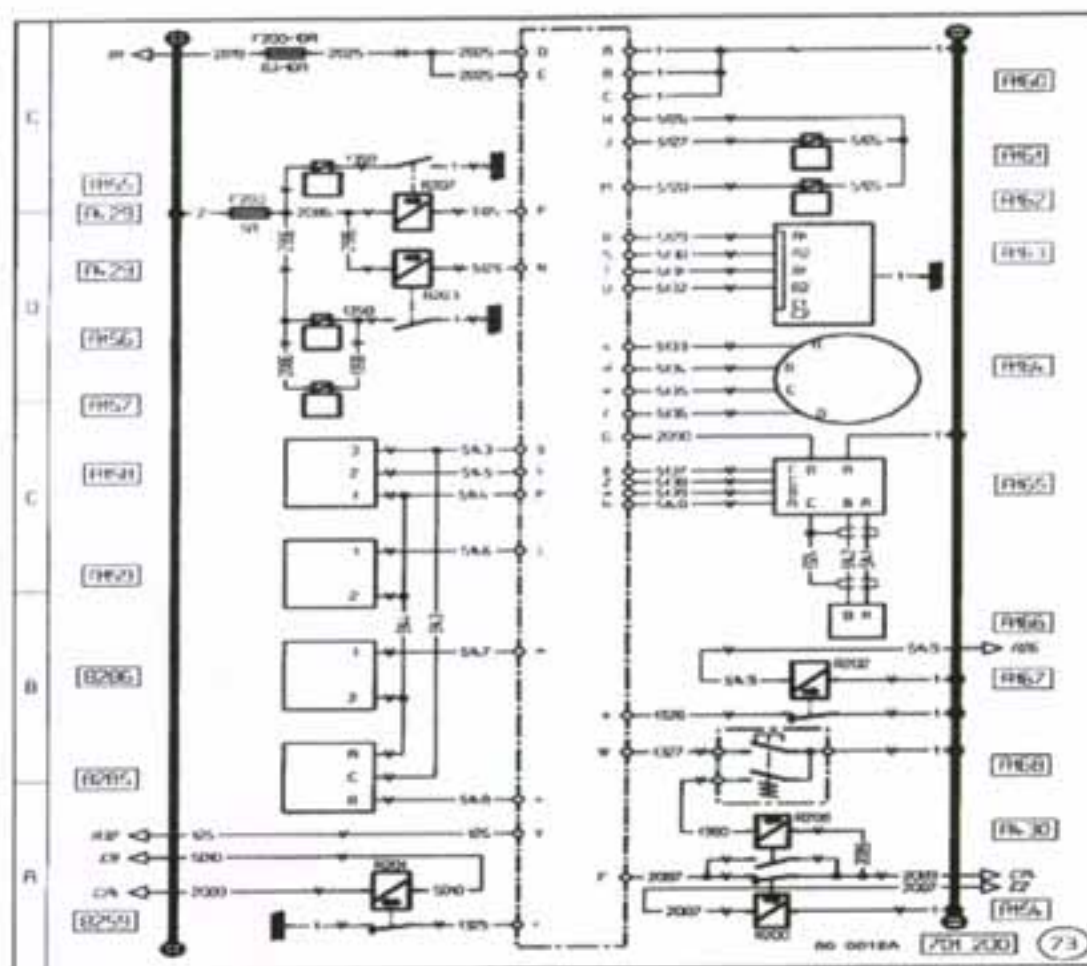
## ΚΕΦΑΛΑΙΟ 7<sup>ο</sup> - ΗΛΕΚΤΡΙΚΟ ΚΥΚΛΩΜΑ

Η σύγχρονη τεχνολογία στην αυτοκίνηση απαιτεί τη χρήση διαφόρων ηλεκτρικών κυκλωμάτων, που παρέχουν καλύτερο έλεγχο της λειτουργίας του οχήματος και περισσότερη ασφάλεια. Η τεχνολογική αυτή επανάσταση, που ξεκίνησε στα τέλη της δεκαετίας του 1980 εισήγαγε μια νέα επιστήμη, τη μηχανοτρονική, που πραγματεύεται την εγκατάσταση και συντήρηση αυτών των κυκλωμάτων.

Τα σημερινά αυτοκίνητα χρησιμοποιούν ηλεκτρικά κυκλώματα για τις περισσότερες λειτουργίες τους. Ενδεικτικά αναφέρουμε ότι η λειτουργία του κινητήρα και του κυκλώματος Φυσικού Αερίου βασίζεται σε ηλεκτροβαλβίδες, οι οποίες συνεργάζονται μεταξύ τους μέσω ενός ηλεκτρονικού εγκεφάλου. Η Renault, εκ των πρωτοπόρων στην εξέλιξη της αυτοκίνησης, χρησιμοποιεί στα λεωφορεία AGORA διάφορα ηλεκτρονικά εξαρτήματα, τα οποία θα μελετήσουμε σ' αυτό το κεφάλαιο.

Σε προηγούμενο κεφάλαιο είδαμε πώς το ηλεκτρικό κύκλωμα εξασφαλίζει τη σωστή, στοιχειομετρικά ακριβή, και ασφαλή μεταφορά του Φυσικού Αερίου από τις φιάλες αποθήκευσης στον κινητήρα. Εδώ θα δούμε τα αντίστοιχα κυκλώματα που χρησιμοποιούνται στον κινητήρα, και μας εξασφαλίζουν την (πλήρως ελεγχόμενη) λειτουργία του. Όπως φαίνεται και στο σχεδιάγραμμα της επόμενης σελίδας, τα ηλεκτρονικά εξαρτήματα που χρησιμοποιούνται είναι η ηλεκτροβαλβίδα ρελαντί, η ηλεκτροβαλβίδα του υπερσυμπιεστή, οι αισθητήρες θερμοκρασίας αέρα και Φυσικού Αερίου, ο αισθητήρας πίεσης του αέρα, ο αναλυτής αερίου, ο αισθητήρας της θέσης της πεταλούδας, ο αισθητήρας της θέσης του αβάνς, ο υπολογιστής ανάφλεξης μαζί με τους πολλαπλασιαστές, ο ηλεκτρονικός εγκέφαλος του οχήματος, ο ενεργοποιητής υπερτάχυνσης, ο αισθητήρας στροφών και ο υπολογιστής υπερτάχυνσης.

Ας δούμε τα εξαρτήματα ξεχωριστά:



#### Υπόμνημα

- A154 – Ρελέ σταματήματος κινητήρα
- A155 – Ηλεκτροβαλβίδα υψηλής πίεσης (είσοδος μειωτήρας πίεσης κυρίου κυκλώματος)
- A156 – Ηλεκτροβαλβίδα (τροφοδοσία πνευματικής βαλβίδας)
- A157 – Ηλεκτροβαλβίδα χαμηλής πίεσης (είσοδος μειωτήρας πίεσης του κυκλώματος του βελαντι)
- A158 – Αισθητήρας θέσης πεταλούδας
- A159 – Αισθητήρας θερμοκρασίας αερίου
- A160 – Υπολογιστής ψεκασμού
- A161 – Ηλεκτροβαλβίδα ρύθμισης του βελαντι
- A162 – Ηλεκτροβαλβίδα ρύθμισης πίεσης υπερπλήρωσης
- A163 – Αισθητήρας (μετρά το ποσοστό αζωγόνου)
- A164 – Ηλεκτροβαλβίδα παραχής αερίου
- A165 – Υπολογιστής ανάφλεξης
- A166 – Αισθητήρας γωνιακής θέσης του ατμοσφαιροφόρου άξονα
- A167 – Ρελέ πληροφορίας νεκρού σημείου
- A168 – Εντολή διάγνωσης
- A429 – Ρελέ ενεργοποίησης ηλεκτροβαλβίδων
- A430 – Ρελέ τροφοδοσίας υπολογιστή ψεκασμού
- B259 – Ρελέ μηδενικής ταχύτητας
- B265 – Αισθητήρας πίεσης αέρα υπερπλήρωσης
- B266 – Αισθητήρας θερμοκρασίας αέρα εισαγωγής

Σχ. 45. Ηλεκτρικό κύκλωμα



- Η ηλεκτροβαλβίδα του ρελαντί (1). Βρίσκεται πάνω από τον πνεύμονα. Η ηλεκτροβαλβίδα αυτή επιτρέπει τη ρύθμιση των στροφών του κινητήρα στο ρελαντί.



Σχ. 46. Ηλεκτροβαλβίδα ρελαντί

- Η ηλεκτροβαλβίδα του υπερσυμπιεστή (2). Είναι τοποθετημένη στον υπερσυμπιεστή και είναι υπεύθυνη για τη σωστή ρύθμιση της υπερπίεσής του, για κάθε φορτίο και για οποιοσδήποτε στροφές του κινητήρα.



Σχ. 47. Ηλεκτροβαλβίδα υπερσυμπιεστή

- Ο αισθητήρας θερμοκρασίας του Φυσικού Αερίου (3). Ο αισθητήρας αυτός λειτουργεί με τη χρήση μιας ηλεκτρικής αντίστασης, η οποία τοποθετείται στην παροχή του καυσίμου. Με δεδομένο ότι η τιμή μιας αντίστασης μεταβάλλεται με τη θερμοκρασία, γνωρίζοντας ανά πάσα στιγμή την τιμή της,

γνωρίζουμε και τη θερμοκρασία του αερίου. Όταν είναι γνωστή η θερμοκρασία του καυσίμου, γίνεται η σωστή ρύθμιση του μίγματος.



Σχ. 48. Αισθητήρας θερμοκρασίας καυσίμου

- Ο αισθητήρας θερμοκρασίας αέρα (4). Είναι τοποθετημένος στην πολλαπλή εισαγωγής. Έχοντας την ίδια αρχή λειτουργίας με τον αντίστοιχο αισθητήρα καυσίμου, υπολογίζει τη θερμοκρασία του αέρα, και την αναλογούμενη ποσότητα αέρα για τη στοιχειομετρική καύση του Φυσικού Αερίου. Οι δύο αυτοί αισθητήρες, σε συνεργασία με τον αισθητήρα πίεσης, είναι υπεύθυνοι για τη ρύθμιση της τροφοδοσίας καυσίμου στον κινητήρα, ανάλογα με το φορτίο και τις στροφές του κινητήρα.



Σχ. 49. Αισθητήρας θερμοκρασίας αέρα

- Ο αισθητήρας πίεσης αέρα (5). Βρίσκεται και αυτός στην πολλαπλή εισαγωγής, και υπολογίζει την πίεση του αέρα στην εισαγωγή του. Έχοντας την πίεση του αέρα δεδομένη, ο εγκέφαλος ρυθμίζει το μίγμα, την πίεση του υπερσυμπιεστή και την προπορεία της ανάφλεξης.



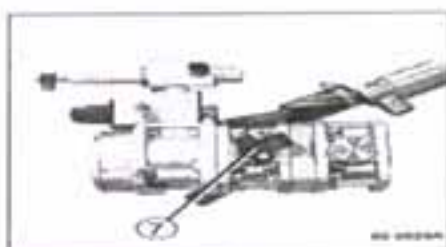
Σχ. 50. Αισθητήρας πίεσης αέρα

- Ο αναλυτής αερίου (6). Είναι ο αντίστοιχος αναλυτής με τον αισθητήρα λ στα καταλυτικά βενζινοκίνητα αυτοκίνητα. Βρίσκεται επομένως στην εξάτμιση, και ενημερώνει τον εγκέφαλο για την ποσότητα οξυγόνου στα καυσαέρια, έτσι ώστε να ρυθμιστεί εκ νέου το μίγμα.



Σχ. 51. Αναλυτής αερίου

- Ο αισθητήρας της θέσης της πεταλούδας (7). Είναι τοποθετημένος στον πνεύμονα, και η λειτουργία του είναι η πληροφόρηση του εγκεφάλου για τη θέση της πεταλούδας στην εισαγωγή, για τη ρύθμιση του μίγματος και του αβάνς.



Σχ. 52. Αισθητήρας θέσης πεταλούδας

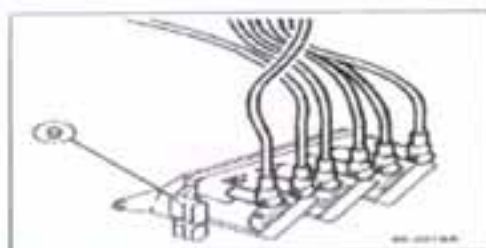
- Ο αισθητήρας θέσης αβάνς (8). Είναι τοποθετημένος δίπλα από την τροχαλία του στροφάλου. Στην τροχαλία αυτή υπάρχει μια εγκοπή, η οποία αντιστοιχεί στο ΑΝΣ του πρώτου κυλίνδρου. Υπολογίζοντας λοιπόν τη θέση της εγκοπής, γνωρίζουμε τις μοίρες του αβάνς.



Σχ. 53. Αισθητήρας θέσης αβάνς



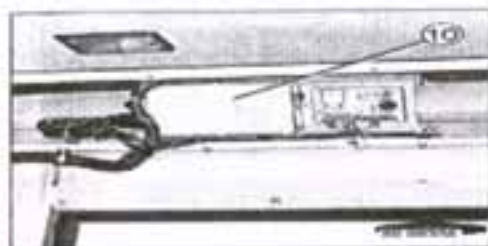
- Ο υπολογιστής ανάφλεξης, μαζί με τους πολλαπλασιαστές (9). Καθήκον του υπολογιστή είναι ο καθορισμός του σημείου ανάφλεξης του κάθε κυλίνδρου, έχοντας σαν δεδομένα τις στροφές του κινητήρα, και την τυχόν επιτάχυνση. Ο υπολογιστής είναι συνδεδεμένος με τρεις πολλαπλασιαστές υψηλής τάσης, οι οποίοι δημιουργούν την απαιτούμενη τάση (10-12 kV) για την ανάφλεξη. Η μεταφορά αυτής της τάσης γίνεται με έξι μπουζοκαλώδια, με γραμμική αντίσταση 5600 Ω/m, και ανοχή 20%.



Σχ. 54. Υπολογιστής ανάφλεξης και πολλαπλασιαστές

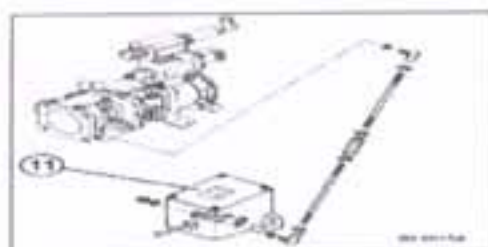
- Ο ηλεκτρονικός εγκέφαλος (10). Δεν είναι υπερβολή να πούμε ότι είναι το βασικότερο εξάρτημα του κινητήρα. Έχει τοποθετηθεί σε ειδικό χώρο στο σασί, για να αποφεύγονται χτυπήματά του. Ο εγκέφαλος διαχειρίζεται τη ρύθμιση της ηλεκτροβαλβίδας δοσολογίας μίγματος (βλ. Κεφάλαιο ΚΥΚΛΩΜΑ ΦΥΣΙΚΟΥ ΑΕΡΙΟΥ), τη ρύθμιση της ηλεκτροβαλβίδας ρελαντί (1), τη ρύθμιση της πίεσης του υπερσυμπιεστή μέσω της ηλεκτροβαλβίδας (2), τη διακοπή παροχής Φυσικού Αερίου κατά τη φάση της επιβράδυνσης (ό.π.), την τροφοδοσία της ηλεκτροβαλβίδας υψηλής πίεσης πάνω στο μειωτήρα (ό.π.), την τροφοδοσία της ηλεκτροβαλβίδας ενεργοποίησης του κυκλώματος ρελαντί (ό.π.) και τέλος, τη ρύθμιση του αβάνς της ανάφλεξης. Τα δεδομένα που

διαχειρίζεται ο εγκέφαλος προέρχονται από τον υπολογιστή ανάφλεξης (9), τους αισθητήρες θερμοκρασίας καυσίμου και αέρα (3) και (4), τον αισθητήρα πίεσης αέρα (5), τον αναλυτή αερίου (6), και τους αισθητήρες θέσης πεταλούδας και αβάνς (7) και (8).



Σχ. 55. Ηλεκτρονικός εγκέφαλος

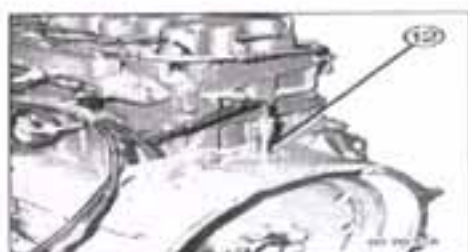
- Ο ενεργοποιητής υπερτάχυνσης (11). Βρίσκεται στον πνεύμονα, δίπλα στην πεταλούδα. Σε περίπτωση υπερτάχυνσης μετατοπίζει την πεταλούδα, ώστε να μειωθούν οι στροφές του κινητήρα.



Σχ. 56. Ενεργοποιητής υπερτάχυνσης

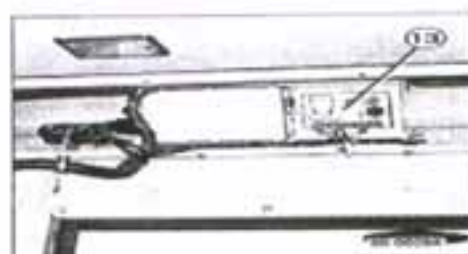
- Ο αισθητήρας στροφών (12). Βρίσκεται στον κορμό του κινητήρα. Χρησιμοποιώντας μια απλή διάταξη οπτικής ίνας («ματάκυ»)

υπολογίζει τις στροφές του κινητήρα απ' τον στρόφαλο, και μεταφέρει την πληροφορία στον υπολογιστή υπερτάχυνσης



Σχ. 57. Αισθητήρας στροφών

- Ο υπολογιστής υπερτάχυνσης (13). Δέχεται το σήμα από τον αισθητήρα στροφών, και όταν οι στροφές του κινητήρα υπερβούν τη μέγιστη τιμή (2200 rpm), τότε θέτει σε λειτουργία τον ενεργοποιητή υπερτάχυνσης.



Σχ. 58. Υπολογιστής υπερτάχυνσης

## ΚΕΦΑΛΑΙΟ 8<sup>ο</sup> - ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ

Το Φυσικό Αέριο είναι η νέα μορφή ενέργειας, που αναμένεται να παίξει πρωταγωνιστικό ρόλο στα ενεργειακά δρώμενα της χώρας μας. Ήδη, όλο και πιο πολλά νοικοκυριά επιλέγουν το Φυσικό Αέριο για τη θέρμανση του σπιτιού τους, κατανοώντας τα πολλαπλά οφέλη από τη χρήση του.

Στην αυτοκίνηση, όπως έχουμε αναφέρει αρκετές φορές, η χρήση Φυσικού Αερίου ήδη συζητείται, και πιθανότατα θα είναι πραγματικότητα σε λίγο καιρό. Άλλωστε, όλοι θα είναι ικανοποιημένοι:

- Το κράτος, διότι πρέπει να εναρμονιστεί με τις κοινοτικές οδηγίες, σχετικά με τη χρήση Ήπιων Μορφών Ενέργειας.
- Οι εισαγωγείς, διότι θα έχουν την ευκαιρία να λανσάρουν νέα μοντέλα, επομένως θα έχουν την ευκαιρία να επενδύσουν σε μια νέα αγορά, που μπορεί να τους αποφέρει μεγαλύτερα κέρδη.
- Οι περιβαλλοντικές οργανώσεις, καθώς η νέα ενέργεια είναι φιλική στο περιβάλλον, και θα συμβάλει στη μείωση της ατμοσφαιρικής ρύπανσης.
- Οι καταναλωτές, που θα έχουν την ευκαιρία να επωφεληθούν από μια φθηνότερη μορφή ενέργειας.

Όμως είναι όλα τόσο «αγγελικά πλασμένα»;

Πιθανότατα όχι. Ο καταναλωτής που θα επιλέξει ένα αυτοκίνητο που κινείται με Φυσικό Αέριο, θα πρέπει να αντιμετωπίσει πολλά προβλήματα. Κατ' αρχάς, οι σταθμοί ανεφοδιασμού θα είναι ελάχιστοι,



περιορίζοντας έτσι τη χρήση του οχήματος μόνο μέσα στην πόλη. Έπειτα, το δίκτυο συντήρησης θα είναι ελλιπές, τόσο σε ανταλλακτικά, όσο και σε ειδικούς τεχνίτες. Και φυσικά, οι καταναλωτές που θα επιλέξουν τη μετατροπή του οχήματος που ήδη διαθέτουν για τη χρήση Φυσικού Αερίου, θα πρέπει να είναι πολύ προσεκτικοί στην επιλογή του μηχανικού που θα εκτελέσει την εργασία αυτή, για να έχουν το επιθυμητό αποτέλεσμα, και να μη δουν την περιουσία τους να καταστρέφεται από διάφορους επιτήδειους.

Σε βάθους χρόνου όμως το Φυσικό Αέριο θα είναι η ιδανική επιλογή. Καθαρό, φθηνό και αποδοτικό, σίγουρα πρόκειται για μια λύση που θα επιλεγεί από πολλούς καταναλωτές. Και όταν, περνώντας τις δυσκολίες του πρώτου καιρού, υπάρξει αξιόλογο δίκτυο ανεφοδιασμού και συντήρησης, η αυτοκίνηση με Φυσικό Αέριο θα αποτελέσει μία από τις ευνοϊκότερες προτάσεις της αγοράς.



## ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ

- Δημήτριος Γ. Παπανίκας, Τεχνολογία Φυσικού Αερίου, ΤΟΜΟΣ 1  
Αθήνα 1997
- Νικόλαος Κιούρος, Φυσικό Αέριο, Θεσσαλονίκη 1996
- Κων. Χ. Λέφας, Εισαγωγή στην Τεχνολογία του Φυσικού Αερίου,  
Αθήνα 1993
- Ιστοσελίδες του Διαδικτύου
- Οδηγίες της RENAULT