

# **ΑΝΩΤΑΤΟ ΤΕΧΝΟΛΟΓΙΚΟ ΙΔΡΥΜΑ ΠΕΙΡΑΙΑ**



**ΑΝΩΤΑΤΟ ΕΚΠΑΙΔΕΥΤΙΚΟ ΙΔΡΥΜΑ ΠΕΙΡΑΙΑ  
ΤΕΧΝΟΛΟΓΙΚΟΥ ΤΟΜΕΑ**

**ΣΧΟΛΗ ΤΕΧΝΟΛΟΓΙΚΩΝ ΕΦΑΡΜΟΓΩΝ**

**ΤΜΗΜΑ ΜΗΧΑΝΟΛΟΓΙΑΣ**

## **ΠΤΥΧΙΑΚΗ ΕΡΓΑΣΙΑ**

**ΕΓΚΑΤΑΣΤΑΣΗ ΣΥΣΤΗΜΑΤΟΣ ΠΑΡΑΚΟΛΟΥΘΗΣΗΣ ΣΕ  
ΠΡΑΓΜΑΤΙΚΟ ΧΡΟΝΟ ΛΕΙΤΟΥΡΓΙΑΣ ΕΡΓΑΣΤΗΡΙΑΚΗΣ ΜΕΚ**

**ΣΠΟΥΔΑΣΤΕΣ: ΤΣΙΟΥΝΗΣ ΓΕΩΡΓΙΟΣ (32062)**

**ΣΚΟΚΟΣ ΙΩΑΝΝΗΣ (25798)**

**ΕΙΣΗΓΗΤΗΣ: ΘΕΟΔΩΡΑΚΑΚΟΣ ΑΝΔΡΕΑΣ**

**ΠΕΙΡΑΙΑΣ 2015**

## ΠΕΡΙΕΧΟΜΕΝΑ

ΠΕΡΙΛΗΨΗ ΠΤΥΧΙΑΚΗΣ ΕΡΓΑΣΙΑΣ .....	5
ΠΡΟΛΟΓΟΣ.....	6
1. ΠΡΟΔΙΑΓΡΑΦΕΣ ΚΙΝΗΤΗΡΑ.....	8
ΠΙΝΑΚΑΣ 1 .....	8
ΠΙΝΑΚΑΣ 2 .....	9
ΠΙΝΑΚΑΣ 3 .....	10
ΠΙΝΑΚΑΣ 4.....	10
ΠΙΝΑΚΑΣ 5 .....	11
ΠΙΝΑΚΑΣ 6.....	11
2. ΠΛΗΡΟΦΟΡΙΕΣ ΚΑΙ ΣΧΕΔΙΑΓΡΑΜΜΑΤΑ ΗΛΕΚΤΡΙΚΗΣ.....	12
ΔΙΑΧΕΙΡΙΣΗΣ ΚΙΝΗΤΗΡΑ.....	12
ΣΧΕΔΙΑΓΡΑΜΜΑ ΚΑΛΩΔΙΩΣΗΣ.....	12
ΑΝΑΛΥΤΙΚΟΣ ΠΙΝΑΚΑΣ.....	12
ΗΛΕΚΤΡΙΚΟ ΣΥΣΤΗΜΑ ΚΙΝΗΤΗΡΑ ΗΛΕΚΤΡΙΚΑ ΕΞΑΡΤΗΜΑΤΑ - ΣΥΣΤΗΜΑ ΨΕΚΑΣΜΟΥ ΕΠΙΜΕΡΟΥΣ ΑΙΣΘΗΤΗΡΕΣ .....	13
2.1 ΕΓΧΥΤΗΡΑΣ.....	13
2.1.1 ΕΓΧΥΤΗΡΑΣ ΜΙΑΣ ΟΠΗΣ.....	13
2.1.2 ΕΓΧΥΤΗΡΑΣ ΠΟΛΛΑΠΛΩΝ ΟΠΩΝ .....	15
2.2 ΜΑΓΝΗΤΙΚΗ ΒΑΛΒΙΔΑ ΕΞΑΕΡΩΣΗΣ ΤΟΥ ΔΟΧΕΙΟΥ ΑΝΑΘΥΜΙΑΣΕΩΝ ΚΑΥΣΙΜΟΥ .....	17
2.3 ΑΝΤΛΙΑ ΚΑΥΣΙΜΟΥ .....	18
2.4 ΒΑΛΒΙΔΑ ΕΛΕΓΧΟΥ ΣΤΡΟΦΩΝ ΤΟΥ ΡΕΛΑΝΤΙ.....	19
2.5 ΤΡΑΝΖΙΣΤΟΡ ΑΝΑΦΛΕΞΗΣ .....	19
2.6 ΠΗΝΙΟ ΑΝΑΦΛΕΞΗΣ.....	20
2.7 ΜΕΤΡΗΤΗΣ ΡΟΗΣ ΑΕΡΑ .....	21
2.8 ΔΙΑΚΟΠΤΗΣ ΡΕΛΑΝΤΙ ΚΑΙ ΠΛΗΡΟΥΣ ΑΝΟΙΓΜΑΤΟΣ ΤΗΣ ΠΕΤΑΛΟΥΔΑΣ ΤΟΥ ΓΚΑΖΙΟΥ .....	22
2.9 ΑΙΣΘΗΤΗΡΑΣ ΟΞΥΓΟΝΟΥ.....	23
2.9.1 ΖΙΡΚΟΝΙΟ .....	25
2.9.2 ΤΙΤΑΝΙΟ.....	28
2.9.3 Αισθητήρες λάμδα ευρέως φάσματος (wideband) .....	30
2.10 ΑΙΣΘΗΤΗΡΑΣ HALL/MRE ΣΤΟΝ ΕΚΚΕΝΤΡΟΦΟΡΟ ΑΞΟΝΑ .....	31
2.11 ΑΙΣΘΗΤΗΡΑΣ ΘΕΡΜΟΚΡΑΣΙΑΣ ΤΟΥ ΨΥΚΤΙΚΟΥ ΥΓΡΟΥ.....	35
2.12 ΠΡΕΣΟΣΤΑΤΗΣ ΥΔΡΑΥΛΙΚΟΥ ΤΙΜΟΝΙΟΥ.....	37

2.13 ΚΛΙΜΑΤΙΣΜΟΣ.....	38
2.14 ΜΕΤΡΗΤΗΣ ΣΤΡΟΦΩΝ (ΣΤΡΟΦΟΜΕΤΡΟ) .....	38
2.15 ΣΥΝΔΕΣΜΟΣ ΔΙΑΓΝΩΣΗΣ .....	39
2.16 ΤΑΜΠΛΟ ΟΡΓΑΝΩΝ) .....	40
2.17 ΚΥΡΙΟ ΡΕΛΕ.....	40
2.18 ΜΟΝΑΔΑ ΕΛΕΓΧΟΥ .....	41
2.18.1 ΣΥΝΔΕΣΜΟΛΟΓΙΑ ΤΗΣ ΚΑΛΩΔΙΩΣΗΣ ΜΕΤΑΞΥ ΜΟΝΑΔΑΣ ΕΛΕΓΧΟΥ ΔΙΑΧΕΙΡΙΣΗΣ ΚΑΥΣΙΜΟΥ – ΑΝΑΦΛΕΞΗΣ ΚΑΙ ΗΛΕΚΤΡΟΝΙΚΩΝ ΕΞΑΡΤΗΜΑΤΩΝ ΠΟΥ ΕΙΝΑΙ ΤΟΠΟΘΕΤΗΜΕΝΑ ΠΑΝΩ ΣΤΟΝ ΚΙΝΗΤΗΡΑ. ....	43
2.19 ΣΗΜΑ ΦΡΕΝΟΥ .....	44
2.20 ΜΑΓΝΗΤΙΚΗ ΒΑΛΒΙΔΑ ΑΥΞΗΣΗΣ ΠΙΕΣΗΣ ΚΑΥΣΙΜΟΥ.....	45
2.21 ΔΙΑΚΟΠΤΗΣ ΣΤΑΘΜΕΥΣΗΣ.....	45
2.22 ΔΙΑΚΟΠΤΗΣ ΣΥΜΠΛΕΚΤΗ.....	45
2.23 ΑΝΕΜΙΣΤΗΡΑΣ ΨΥΞΗΣ .....	45
3. ΚΑΤΑΣΚΕΥΕΣ ΠΟΥ ΕΛΑΒΑΝ ΧΩΡΑ ΓΙΑ ΤΗΝ ΕΝ ΛΟΓΩ ΠΤΥΧΙΑΚΗ .....	46
3.1 ΚΑΤΑΣΚΕΥΗ ΠΡΟΣΤΑΤΕΥΤΙΚΟΥ ΚΟΥΤΙΟΥ.....	46
3.2 ΑΝΟΙΓΜΑ ΟΠΩΝ ΣΤΗΝ ΕΞΑΤΜΙΣΗ.....	48
3.3 ΚΑΤΑΣΚΕΥΗ ΣΥΣΤΗΜΑΤΟΣ ΑΠΕΙΚΟΝΙΣΗΣ ΛΕΙΤΟΥΡΓΙΑΣ EXTRA ΨΕΚΑΣΤΗΡΑ ΣΕ ΠΡΑΓΜΑΤΙΚΟ ΧΡΟΝΟ ΛΕΙΤΟΥΡΓΙΑΣ ΤΗΣ Μ.Ε.Κ. ....	49
3.4 ΔΗΜΙΟΥΡΓΙΑ ΠΑΡΟΧΗΣ 12V ΓΙΑ ΤΗΝ ΤΡΟΦΟΔΟΤΗΣΗ ΤΩΝ ΜΕΤΡΗΤΙΚΩΝ ΟΡΓΑΝΩΝ .....	50
4. ΨΗΦΙΑΚΑ ΚΑΙ ΜΕΤΡΗΤΙΚΑ ΟΡΓΑΝΑ ΠΟΥ ΧΡΗΣΙΜΟΠΟΙΗΘΗΚΑΝ ΓΙΑ ΤΗ ΠΕΙΡΑΜΑΤΙΚΗ ΔΙΑΔΙΚΑΣΙΑ .....	51
4.1 ΒΑΣΙΚΕΣ ΘΕΩΡΗΤΙΚΕΣ ΓΝΩΣΕΙΣ.....	51
4.1.1 ΛΟΓΟΣ ΑΕΡΑ / ΚΑΥΣΙΜΟΥ (AFR) .....	51
4.1.2 ΘΕΡΜΟΖΕΥΓΗ.....	51
4.1.3 ΥΠΟΠΙΕΣΗ – ΑΙΣΘΗΤΗΡΑΣ ΑΠΟΛΥΤΗΣ ΠΙΕΣΗΣ (MAP).....	56
4.1.4 ΣΥΣΤΗΜΑ ΑΝΑΦΛΕΞΗΣ - ΤΡΟΠΟΙ ΜΕΤΡΗΣΗΣ ΣΤΡΟΦΩΝ ΚΙΝΗΤΗΡΑ .	57
4.2 ΠΛΗΡΟΦΟΡΙΕΣ ΓΙΑ ΤΗΝ ΛΕΙΤΟΥΡΓΙΑ ΤΟΥ LM-2 DIGITAL AIR/FUEL RATIO METER & OBD SCAN TOOL.....	58
4.3 ΠΛΗΡΟΦΟΡΙΕΣ ΓΙΑ ΤΗΝ ΛΕΙΤΟΥΡΓΙΑ ΤΟΥ LMA-3 (MULTI SENSOR DEVICE) .....	59
4.4 ΠΛΗΡΟΦΟΡΙΕΣ ΓΙΑ ΤΟ ΛΟΓΙΣΜΙΚΟ LOGWORKS 3.0 .....	60
4.5 ΣΥΝΔΕΣΜΟΛΟΓΙΑ LM-2 ΜΕ LMA-3 ΚΑΙ ΕΙΣΟΔΟΣ ΣΗΜΑΤΩΝ.....	62
5. ΔΥΝΑΜΟΜΕΤΡΟ.....	64
5.1 ΟΡΘΗ ΧΡΗΣΗ ΚΑΙ ΧΑΡΑΚΤΗΡΙΣΤΙΚΑ ΔΥΝΑΜΟΜΕΤΡΟΥ .....	65
5.1.1 ΠΕΡΙΓΡΑΦΗ ΔΥΝΑΜΟΜΕΤΡΟΥ.....	65
5.1.2 ΥΠΟΛΟΓΙΣΜΟΣ ΙΠΠΟΔΥΝΑΜΗΣ.....	67

5.1.3 ΧΡΗΣΗ ΔΥΝΑΜΟΜΕΤΡΟΥ .....	67
5.1.4 ΡΥΘΜΙΣΗ ΦΟΡΤΙΟΥ. ....	69
5.1.5 ΠΑΡΟΧΗ ΝΕΡΟΥ.....	69
5.1.6 ΑΠΟΣΒΕΣΤΗΡΑΣ.....	71
5.1.7 ΠΑΡΕΜΒΥΣΜΑΤΑ. ....	71
6. ΔΙΑΔΙΚΑΣΙΑ - ΒΗΜΑΤΑ ΠΕΙΡΑΜΑΤΟΣ.....	72
Ξεκινώντας την πειραματική διαδικασία .....	72
Γενική φροντίδα και συντήρηση δυναμόμετρου .....	73
7. ΜΕΤΡΗΣΕΙΣ .....	76
7.1 ΜΕΤΡΗΣΕΙΣ ΡΟΠΗΣ ΙΣΧΥΟΣ ΚΑΙ ΔΙΑΓΡΑΜΜΑΤΑ.....	76
7.1.1 ΠΙΝΑΚΕΣ ΠΕΙΡΑΜΑΤΙΚΩΝ ΜΕΤΡΗΣΕΩΝ.....	77
7.1.2 ΔΙΑΓΡΑΜΜΑΤΑ ΠΕΙΡΑΜΑΤΙΚΩΝ ΜΕΤΡΗΣΕΩΝ.....	78
ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ – ΠΑΡΑΤΗΡΗΣΕΙΣ .....	86
ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ.....	89

## **ΠΕΡΙΛΗΨΗ ΠΤΥΧΙΑΚΗΣ ΕΡΓΑΣΙΑΣ**

Σκοπός της συγκεκριμένης πτυχιακής εργασίας είναι να πραγματοποιηθούν κάποιες κατασκευαστικές εργασίες πάνω στην εργαστηριακή Μ.Ε.Κ. ,η οποία μας παραδόθηκε στο εργαστήριο ΜΕΚ του ΤΕΙ Πειραιά, ούτως ώστε να γίνει πιο αντιληπτός ο τρόπος λειτουργίας της, καθώς επίσης και να μετρηθούν κάποια σημαντικά δεδομένα σε χρόνο πραγματικής λειτουργίας της με χρήση καταγραφικών συσκευών. Τα δεδομένα αυτά (ΑFR,θερμοκρασία καυσαερίων, υποπίεση εισαγωγής, ροπή στρέψης) θα καταγράφονταν με χρήση κάποιων μετρητικών οργάνων της εταιρίας Innovate κατά τη διάρκεια λειτουργίας της εν λόγω Μ.Ε.Κ. σε συλλειτουργία με το υδραυλικό δυναμόμετρο Redman Heenan Froude LTD της σειράς DPX. Τα αποτελέσματα των πειραματικών μετρήσεων μας οδήγησαν σε πολύ σημαντικά συμπεράσματα καθώς επίσης και στη διάγνωση των όποιων προβλημάτων υπάρχουν στη μηχανή αυτή και που την εμποδίζουν να αποδώσει σωστά.

## **DIPLOMA THESIS SUMMARY**

The purpose of this thesis is to be made some construction tasks on a laboratory MEK , which was delivered to us in MEK lab of TEI Piraeus, in order to become more perceptible it's functional way, as well as to measure some important data in real-time operation using recording devices. These data (AFR, exhaust gas temperature, intake vacuum, torque) would be recorded using some measuring instruments of Innovate's enterprise during operation the specific internal combustion engine; in cooperation with an hydraulic dynamometer of Redman Heenan Froude LTD industries, DPX series. The results of our experimental measurements led to very important conclusions and also helped us to diagnose any problems existed in this machine preventing it from functioning correctly.

## ΠΡΟΛΟΓΟΣ

Σκοπός της εργασίας αυτής είναι να μετρηθούν κάποια σημαντικά δεδομένα σε χρόνο πραγματικής λειτουργίας με χρήση καταγραφικών συσκευών, μιας μηχανής εσωτερικής καύσης (ΜΕΚ) η οποία μας παραδόθηκε στο εργαστήριο ΜΕΚ του ΤΕΙ Πειραιά. Ο συγκεκριμένος κινητήρας είναι τύπου ΟΤΤΟ (βενζίνης) κατασκευής ΚΙΑ, μοντέλο SEPHIA, τετρακύλινδρος σε σειρά, με συνολικό όγκο εμβολισμού 1600 cc, εμμέσου ψεκασμού (port fuel injection) με τύπο Β6 και τύπο ψεκασμού MAF-IEGI. Η μέτρηση των δεδομένων θα γινόταν με τον κινητήρα να λειτουργεί σε σύμπλεξη με τη δυναμοπέδη που διαθέτει το εργαστήριο, σε διάφορα στάδια στροφών και σύγκριση αυτών για τη δημιουργία συμπερασμάτων. Η χρονολογία κατασκευής της μηχανής είναι 1996.

Η μηχανή παραλήφθηκε από τους γράφοντες σε σχετικά λειτουργική κατάσταση. Απώτερος στόχος είναι η δημιουργία των κατάλληλων υποδομών ούτως ώστε να είναι δυνατή η χρήση της συγκεκριμένης Μ.Ε.Κ για εκπαιδευτικούς λόγους καθώς και για τη διεξαγωγή μετρήσεων οι οποίες θα μας παρέχουν σημαντικά συμπεράσματα για παράγοντες οι οποίοι επηρεάζουν τον τρόπο λειτουργίας της μηχανής. Έτσι, σε συνδυασμό με το υπάρχον δυναμόμετρο θα δίνεται η ευκαιρία για περαιτέρω διερεύνηση και μεγαλύτερη ακρίβεια του τι συμβαίνει κατά τη διάρκεια λειτουργίας της Μ.Ε.Κ.

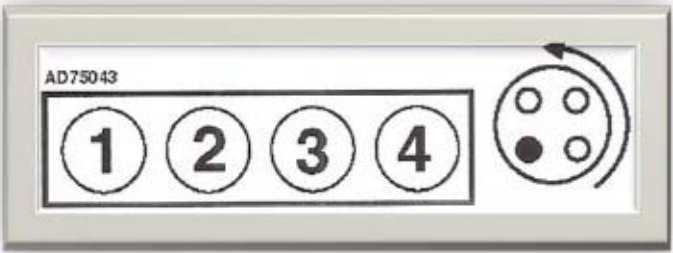
Οι μετρήσεις των παραγόντων οι οποίοι αναφέρονται παρακάτω, έγιναν στο τελικό στάδιο της εργασίας αυτής, χρησιμεύουν και σαν σημείο αναφοράς για μελλοντικές μετρήσεις του συγκεκριμένου κινητήρα, καθώς επίσης επιβεβαιώνουν και τη λειτουργική κατάσταση στη οποία έχει περιέλθει η μηχανή και το τι μπορεί να χρειαστεί ούτως ώστε να βελτιώσουμε την απόδοση λειτουργίας της.

Με την παράδοση της παρούσας πτυχιακής εργασίας και ξεπερνώντας τα διάφορα προβλήματα τα οποία κατά καιρούς ανέκυψαν, παραδίδεται και ο συγκεκριμένος κινητήρας με αισθητήρες λήψης σημάτων σε ικανοποιητικό επίπεδο λειτουργίας.

Θα πρέπει να αναφερθεί ότι στην επιτυχή ολοκλήρωση της πτυχιακής αυτής εργασίας συνέβαλε η ενασχόληση των γραφόντων με τον χώρο επισκευής οχημάτων – κινητήρων καθώς και η χρήση εξοπλισμού συνεργείου τον οποίο οι γράφοντες είχαν διαθέσιμο. Στο σημείο αυτό θα θέλαμε να ευχαριστήσουμε τον καθηγητή Κο Θεοδωρακάκο Ανδρέα που μας ανέθεσε αυτό το συγκεκριμένο θέμα της πτυχιακής και στην υποστήριξη που μας παρείχε στα προβλήματα τα οποία αντιμετωπίσαμε κατά την περάτωση της πτυχιακής εργασίας. Τέλος να ευχαριστήσουμε τον ιδιοκτήτη και το προσωπικό της εταιρίας Αλεξανδρής που μας προσέφεραν τα εργαλεία και τις γνώσεις τους ώστε να αποπερατώσουμε το κατασκευαστικό μέρος της πτυχιακής.

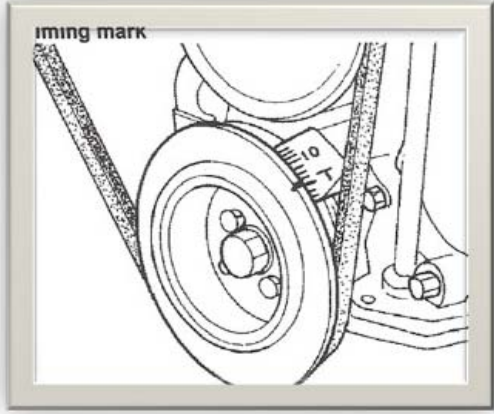
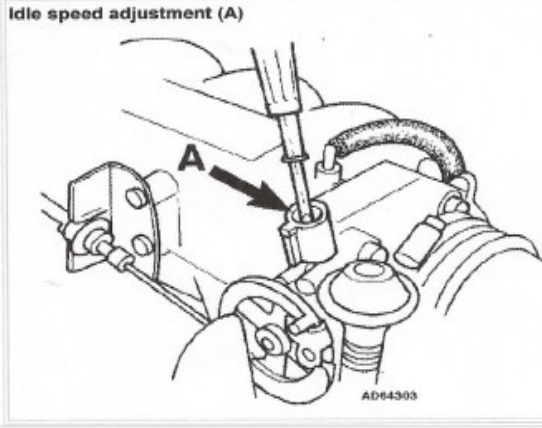
## 1. ΠΡΟΔΙΑΓΡΑΦΕΣ ΚΙΝΗΤΗΡΑ

**ΠΙΝΑΚΑΣ 1**

<b>ΚΙΝΗΤΗΡΑΣ</b>	
Κωδικός κινητήρα	B6
Χωρητικότητα/ισχύς	1597cc / 65hp
Αριθμός κυλίνδρων	4/εν σειρά (OHC)
Αριθμός στροφών ρελαντί	700-800 rpm
Συμπίεση	
Σχέση συμπίεσης	9.3/1
Κανονική συμπίεση	13.5 bar
Ελάχιστη συμπίεση	9.5 bar
Πίεση λαδιού	1.95/1000 – 2.94/1000 (bar/rpm)
Τύπος καυσίμου	Αμόλυβδη βενζίνη
Ελάχιστος αριθμός οκτανίων καυσίμου	95 RON
Σύστημα ανάφλεξης	Map-i
Θέση αισθητήρα ενεργοποίησης	Διανομέας
Τάση τροφοδοσίας πηνίου ανάφλεξης	12 volt
Ηλεκτρική αντίσταση πρωτεύοντος πηνίου	0,81-0,99 Ω
Ηλεκτρική αντίσταση δευτερεύοντος πηνίου	10000-16000 Ω
Σειρά ανάφλεξης	1-3-4-2 



## ΠΙΝΑΚΑΣ 2

<b>ΣΥΣΤΗΜΑ ΒΕΝΖΙΝΗΣ</b>	
Κατασκευαστής	Mazda
Τύπος	EGI
Περιγραφή	Πολλαπλού ψεκασμού(MFI-i)
Μέτρηση αέρα εισαγωγής	Αισθητήρας ροής αέρα (flow)
Έλεγχος και σύζευξη ανάφλεξης και έκχυσης από τον εγκέφαλο	ΝΑΙ
<b>ΡΥΘΙΣΕΙΣ ΚΑΙ ΕΚΠΙΟΜΠΕΣ ΚΑΥΣΑΕΡΙΩΝ</b>	
Χρονισμός ανάφλεξης – (ΑΝΣ) 1ου Κυλίνδρου	$7 \pm 1 / 750$ degeng/rpm 
Εξειδικευμένοι έλεγχοι ανάφλεξης	Από μονάδα εγκεφάλου
Στροφές ρελαντί	$750 \pm 50$ rpm 
Θερμοκρασία λαδιού για έλεγχο CO	60 °C
Όριο CO για κινητήρα στο ρελαντί	0,5 vol.% max μη ρυθμιζόμενο

### ΠΙΝΑΚΑΣ 3

Όρια HC στο ρελαντί	100 ppmmax
Όρια CO <sub>2</sub> στο ρελαντί	14.5-16 vol.%
Όρια O <sub>2</sub> στο ρελαντί	0.1-0.5 vol.%
Επιθυμητές στροφές για την μέτρηση CO	2000-3000 rpm
Όρια CO για τις επιθυμητές στροφές	0.3 vol.%
Συντελεστής λ στις επιθυμητές στροφές	0.97-1.03
<b>ΜΠΟΥΖΙ</b>	
Μάρκα	NGK
Τύπος	BPR6ES-11
Διάκενο ακίδας	1.1 mm
<b>ΣΥΣΤΗΜΑ ΠΑΡΟΧΗΣ ΚΑΥΣΙΜΟΥ</b>	
Μέγιστη πίεση αντλίας καυσίμου	4.5-6.0 bar
Πίεση κυκλώματος βενζίνης	2.7-3.2 bar
Ρυθμισμένη πίεση από ρυθμιστή κενού	2.2-2.7 bar
Αισθητήρας θερμοκρασίας νερού	{20oC=290Ω} {80oC=350Ω}
Εγχυτήρας καυσίμου	12-16Ω
Ηλεκτροβαλβίδα εισαγωγής αέρα για ρελαντί	12-16Ω

### ΠΙΝΑΚΑΣ 4

Διάκενο βαλβίδας εισαγωγής	Υδραυλικά ρυθμιζόμενο
Διάκενο βαλβίδας εξαγωγής	Υδραυλικά ρυθμιζόμενο
Πίεση κυκλώματος ψύξης κινητήρα	0.75-1.05 bar

## ΠΙΝΑΚΑΣ 5

<b>ΠΡΟΔΙΑΓΡΑΦΕΣ ΟΡΥΚΤΕΛΑΙΟΥ ΚΙΝΗΤΗΡΑ</b>	
Κλίμα	Ψυχρό
Ρευστότητα ορυκτέλαιου	5W/30
Προδιαγραφές ορυκτέλαιου	SG/A2-96 (API/ACEA)
Κλίμα	Ενδιάμεσο
Ρευστότητα ορυκτέλαιου	10W/40
Προδιαγραφές ορυκτέλαιου	SG/A2-96 (API/ACEA)
Κλίμα	Θερμό
Ρευστότητα ορυκτέλαιου	20W/50
Προδιαγραφές ορυκτέλαιου	SG/A2-96 (API/ACEA)
Ποσότητα ορυκτελαίου μαζί με φίλτρο	3.2 litre

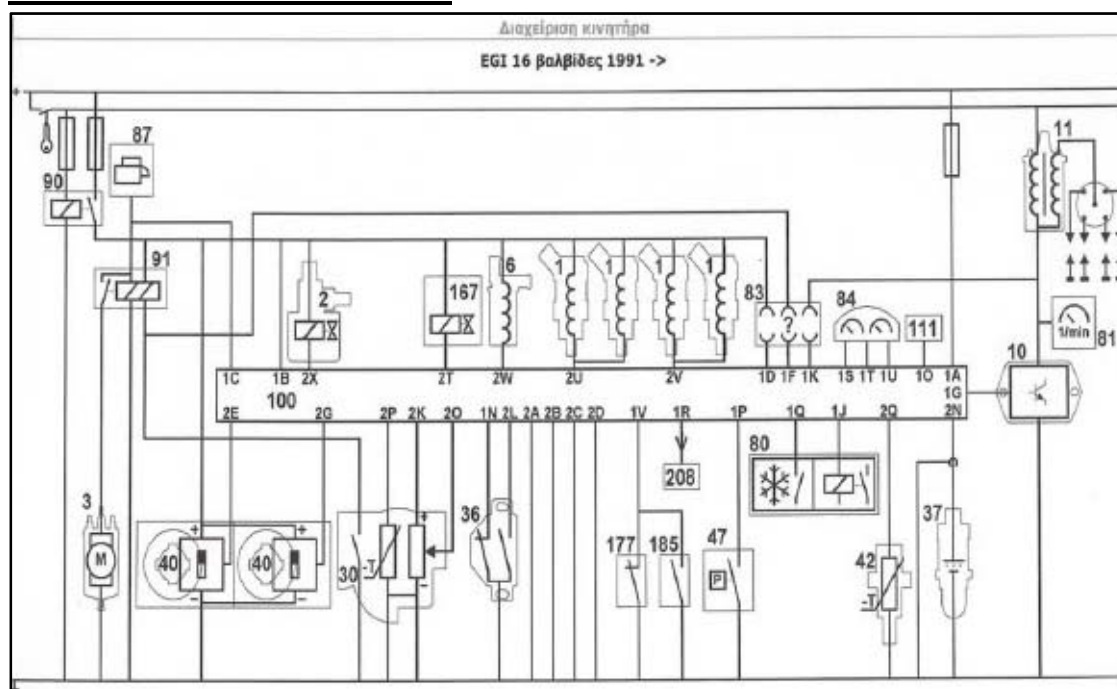
## ΠΙΝΑΚΑΣ 6

<b>ΕΚΚΙΝΗΣΗ – ΦΟΡΤΙΣΗ</b>	
<b>Μπαταρία</b>	
Τάση	12 volt
Συνεχόμενη ένταση ρεύματος	48 Ampere
Στιγμιαία έντασης ρεύματος	80 Ampere

## 2. ΠΛΗΡΟΦΟΡΙΕΣ ΚΑΙ ΣΧΕΔΙΑΓΡΑΜΜΑΤΑ ΗΛΕΚΤΡΙΚΗΣ ΔΙΑΧΕΙΡΙΣΗΣ ΚΙΝΗΤΗΡΑ.

Η ηλεκτρική διαχείριση του συγκεκριμένου κινητήρα είναι denso EGI

### ΣΧΕΔΙΑΓΡΑΜΜΑ ΚΑΛΩΔΙΩΣΗΣ



### ΑΝΑΛΥΤΙΚΟΣ ΠΙΝΑΚΑΣ

1. Εγχυτήρας	2. Μαγνητική βαλβίδα εξαέρωσης του δοχείου αναθυμιάσεων καυσίμου
3. αντλία καυσίμου	6. βαλβίδα ελέγχου των στροφών του ρελαντί
10. ολοκληρωμένο ανάφλεξης	11. πηνίο ανάφλεξης
30. μετρητής ροής αέρα	36. διακόπτης του ρελαντί και πλήρους ανοίγματος της πεταλούδας γκαζιού
37. αισθητήρας οξυγόνου	40. αισθητήρας HALL / MRE στον εκκεντροφόρο άξονα
42. αισθητήρας θερμοκρασίας ψυκτικού	47. πρεσοστάτης υδραυλικού τιμονιού υγρού
80. κλιματισμός	81. μετρητής στροφών
83. σύνδεσμος διάγνωσης	84. ταμπλό των οργάνων
87. σήμα εκκίνησης	90. κύριο ρελέ
91. ρελέ αντλίας καυσίμου	100. μονάδα ελέγχου
111. σήμα φρένου	167. μαγνητική βαλβίδα αύξησης πίεσης καυσίμου
177. διακόπτης στάθμευσης / νεκρής	185. διακόπτης συμπλέκτη ταχύτητας
208. ανεμιστήρας ψύξης	

## ΗΛΕΚΤΡΙΚΟ ΣΥΣΤΗΜΑ ΚΙΝΗΤΗΡΑ ΗΛΕΚΤΡΙΚΑ ΕΞΑΡΤΗΜΑΤΑ - ΣΥΣΤΗΜΑ ΨΕΚΑΣΜΟΥ ΕΠΙΜΕΡΟΥΣ ΑΙΣΘΗΤΗΡΕΣ

Παρακάτω γίνεται μια αναφορά των βασικών ηλεκτρικών εξαρτημάτων και αισθητήρων που υπάρχουν σε ένα αυτοκίνητο και που είναι απαραίτητα για τη σωστή λειτουργία μιας Μ.Ε.Κ., καθώς επίσης και μία σύντομη περιγραφή τους.

### 2.1 ΕΓΧΥΤΗΡΑΣ (1)

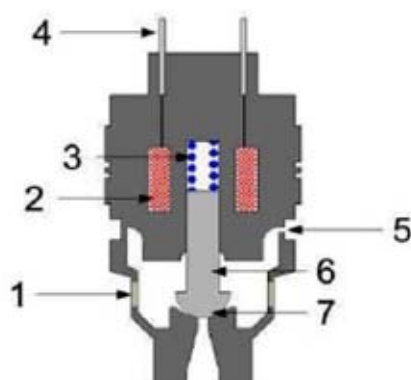
Ο εγχυτήρας καυσίμου είναι μια ηλεκτρονικά ελεγχόμενη ηλεκτρομαγνητική βαλβίδα, η οποία ελέγχεται από τη μονάδα ECU. Με τη συγκέντρωση πληροφοριών από τους διάφορους αισθητήρες γύρω από τον κινητήρα, η μονάδα ECU προσδιορίζει την ακριβή ποσότητα της απαιτούμενης βενζίνης και την κατάλληλη χρονική στιγμή που αυτή χρειάζεται. Μετά στέλνει ένα σήμα για τη σωστή διάρκεια και το χρονισμό στον εγχυτήρα. Το σήμα ανοίγει τον εγχυτήρα και επιτρέπει να περάσει η βενζίνη μέσα από τον εγχυτήρα στον κινητήρα.

#### Λειτουργία :

Η προβλεπόμενη τάση τροφοδοσίας για τους εγχυτήρες είναι κανονικά 12 V. Σε αυτά τα συστήματα ψεκασμού τεχνολογίας EUROII υπάρχουν δυο είδη που είναι τα εξής :

#### 2.1.1 ΕΓΧΥΤΗΡΑΣ ΜΙΑΣ ΟΠΗΣ

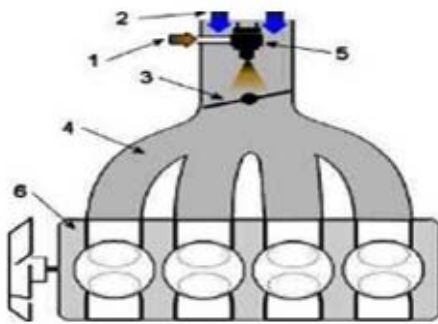
Το σχήμα 1 δείχνει μια τομή ενός τυπικού εγχυτήρα μιας οπής.



ΣΧΗΜΑ 1.

- 1) Φίλτρο
- 2) Πηνίο
- 3) Ελατήριο επιστροφής
- 4) Σύνδεσμος
- 5) Εξαγωγή καυσίμου
- 6) Οπλισμός
- 7) Σφαιρική βαλβίδα

Αυτό το σύστημα χρησιμοποιεί μόνο έναν εγχυτήρα, ο οποίος είναι τοποθετημένος πριν από την πεταλούδα του γκαζιού και τροφοδοτεί με καύσιμο όλους τους κυλίνδρους (σχήμα 2). Αυτοί οι τύποι των εγχυτήρων είναι συνήθως τύποι χαμηλής εμπέδησης.



- 1) Τροφοδοσία καυσίμου
- 2) Τροφοδοσία αέρα
- 3) Πεταλούδα γκαζιού
- 4) Πολλαπλή εισαγωγής
- 5) Εγχυτήρας
- 6) Κινητήρας

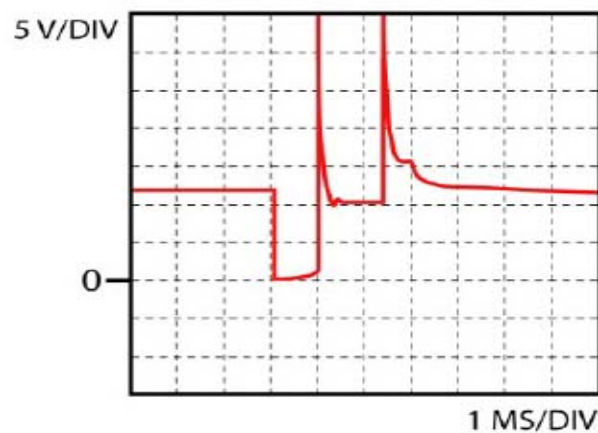
ΣΧΗΜΑ 2.

Η λειτουργία αυτών των εγχυτήρων είναι βασικά η ίδια σε όλες τις περιπτώσεις, παρόλο που η κατασκευή μπορεί να διαφέρει ανάλογα με την εφαρμογή ή τον κατασκευαστή. Το σχήμα 3 αποτελεί παράδειγμα ενός συνήθως χρησιμοποιούμενου εγχυτήρα μιας οπής.



ΣΧΗΜΑ 3.

Το σχήμα 4 δείχνει μια βασική κυματομορφή τάσης της οποίας η συνολική διαμόρφωση είναι κοινή στους περισσότερους εγχυτήρες χαμηλής εμπέδησης.

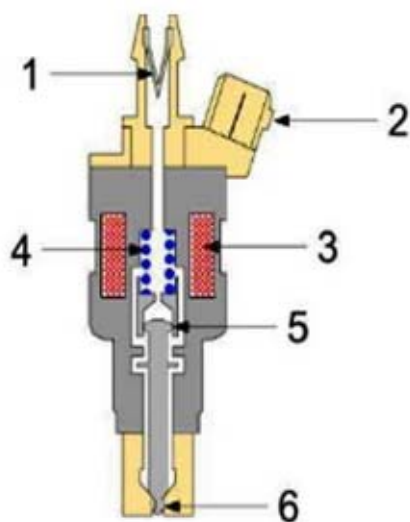


ΣΧΗΜΑ 4.

Οι δυο κορυφές (peaks) που κάνει ο εγχυτήρας μετά το βύθισμα της φορτίσεως είναι διότι με το που κλείσει η βελόνα του εγχυτήρα το ελατήριο που εμπεριέχεται σε αυτό είναι μικρής σταθεράς  $K$  οπότε και υπάρχει αυτή η ταλάντωση

## 2.1.2 ΕΓΧΥΤΗΡΑΣ ΠΟΛΛΑΠΛΩΝ ΟΠΩΝ

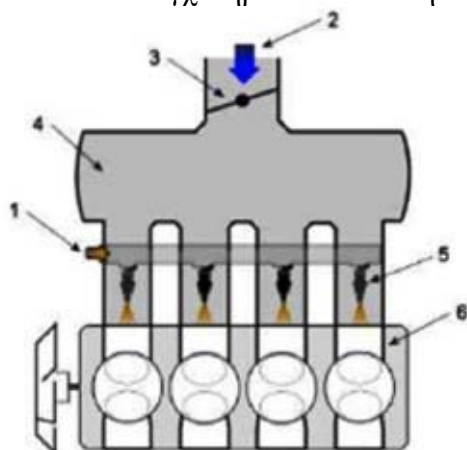
Το σχήμα 5 δείχνει μια τομή ενός τυπικού εγχυτήρα πολλαπλών οπών



- 1) Φίλτρο
- 2) Σύνδεσμος
- 3) Πηνίο
- 4) Ελατήριο επιστροφής
- 5) Οπλισμός
- 6) Βαλβίδα βελόνας

ΣΧΗΜΑ 5.

Αυτό το σύστημα χρησιμοποιεί ένα εγχυτήρα για κάθε κύλινδρο, οι εγχυτήρες είναι τοποθετημένοι μετά την πεταλούδα του γκαζιού. Αυτοί είναι τοποθετημένοι έτσι, ώστε να δείχνουν στην πίσω πλευρά της βαλβίδας εισαγωγής (σχήμα 6). Αυτοί οι τύποι των εγχυτήρων είναι συνήθως τύποι υψηλής εμπέδησης.



- 1) Τροφοδοσία καυσίμου
- 2) Τροφοδοσία αέρα
- 3) Πεταλούδα γκαζιού
- 4) Πολλαπλής εισαγωγής
- 5) Εγχυτήρας
- 6) Κινητήρας

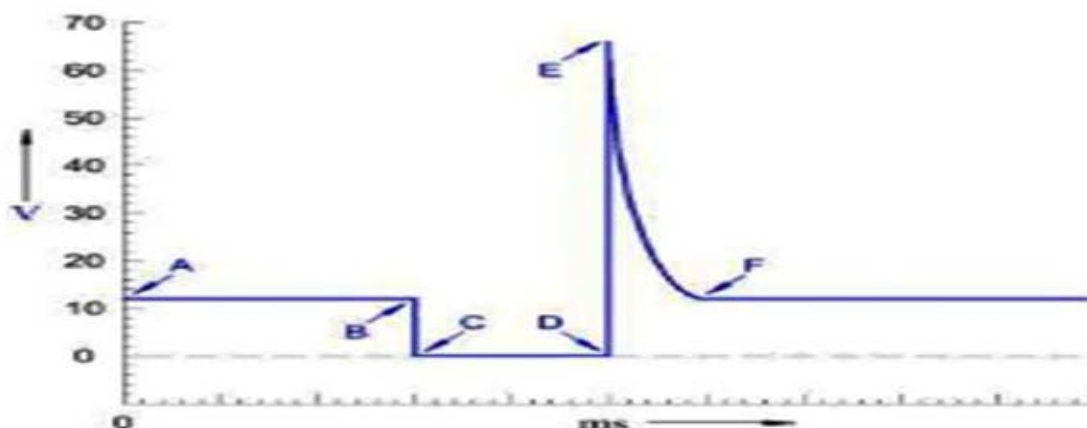
ΣΧΗΜΑ 6.

Η λειτουργία αυτών των εγχυτήρων είναι βασικά η ίδια σε όλες τις περιπτώσεις, παρόλο που η κατασκευή μπορεί να διαφέρει ανάλογα με την εφαρμογή ή τον κατασκευαστή. Το σχήμα 7 δείχνει δύο παραδείγματα συνήθως χρησιμοποιούμενων εγχυτήρων πολλών οπών.



ΣΧΗΜΑ 7.

Το σχήμα 8 δείχνει μια βασική κυματομορφή τάσης της οποίας η συνολική διαμόρφωση είναι κοινή στους περισσότερους εγχυτήρες υψηλής εμπέδησης.



ΣΧΗΜΑ 8.

A. Η μονάδα ECU θέτει τον εγχυτήρα σε λειτουργία.

B. Η τάση μηδενίζεται .

C. Όταν η μονάδα ECU εξακριβώσει ότι έχει παραδοθεί αρκετό καύσιμο, θέτει τον εγχυτήρα εκτός λειτουργίας.

D. Υπάρχει μια ποσότητα αποθηκευμένης ενέργειας στο πηνίο του εγχυτήρα, έτσι δημιουργείται μια μεγάλη EMF επιστροφής (Electro Motive Force) η οποία δημιουργεί μια μεγάλη αιχμή τάσης.

E. Αυτή η τάση καταναλώνεται από την εμπέδηση του πηνίου του εγχυτήρα και επανέρχεται γρήγορα στα 12 V στο σημείο F.



## 2.2 ΜΑΓΝΗΤΙΚΗ ΒΑΛΒΙΔΑ ΕΞΑΕΡΩΣΗΣ ΤΟΥ ΔΟΧΕΙΟΥ ΑΝΑΘΥΜΙΑΣΕΩΝ ΚΑΥΣΙΜΟΥ (2)

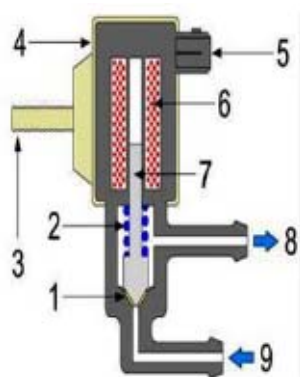
Η λειτουργία αυτών των ηλεκτρομαγνητικών βαλβίδων είναι βασικά η ίδια σε όλες τις περιπτώσεις, παρόλο που η κατασκευή μπορεί να διαφέρει ανάλογα με την εφαρμογή ή τον κατασκευαστή. Το σχήμα 9 δείχνει δύο παραδείγματα συνήθως χρησιμοποιούμενων ηλεκτρομαγνητικών βαλβίδων εξαέρωσης του δοχείου αναθυμιάσεων καυσίμου.



ΣΧΗΜΑ 9.

Η ηλεκτρομαγνητική βαλβίδα εξαέρωσης δοχείου αναθυμιάσεων καυσίμου βρίσκεται συνήθως στο διαμέρισμα του κινητήρα συνδεδεμένη μέσω εύκαμπτων σωλήνων με το δοχείο αναθυμιάσεων καυσίμου και την πολλαπλή εισαγωγή. Η ηλεκτρομαγνητική βαλβίδα εξαέρωσης του δοχείου αναθυμιάσεων καυσίμου είναι μια ηλεκτρομηχανική βαλβίδα που συνδέει το δοχείο αναθυμιάσεων του καυσίμου με την πολλαπλή εισαγωγή (σχήμα 10). Όλες οι αναθυμιάσεις από το δοχείο καυσίμου συλλέγονται στο ενεργό φίλτρο άνθρακα το οποίο βρίσκεται δοχείο αναθυμιάσεων του καυσίμου.

Ανά τακτά χρονικά διαστήματα η μονάδα ECU ενεργοποιεί την ηλεκτρομαγνητική βαλβίδα και οι συγκεντρωμένες αναθυμιάσεις καυσίμου αναρροφούνται στην πολλαπλή εισαγωγή όπου και καίγονται μετά στον κινητήρα.

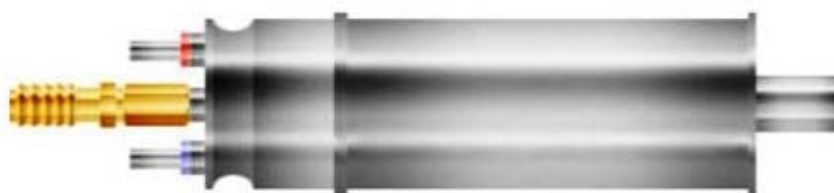


- 1) Έδρα βαλβίδας
- 2) Ελατήριο επιστροφής
- 3) Στερέωση
- 5) Σύνδεσμος
- 6) Πηνίο
- 7) Οπλισμός
- 8) Προς πολλαπλή εισαγωγή
- 9) Από δοχείο αναθυμιάσεων καυσίμου

ΣΧΗΜΑ 10.

## 2.3 ΑΝΤΛΙΑ ΚΑΥΣΙΜΟΥ (3)

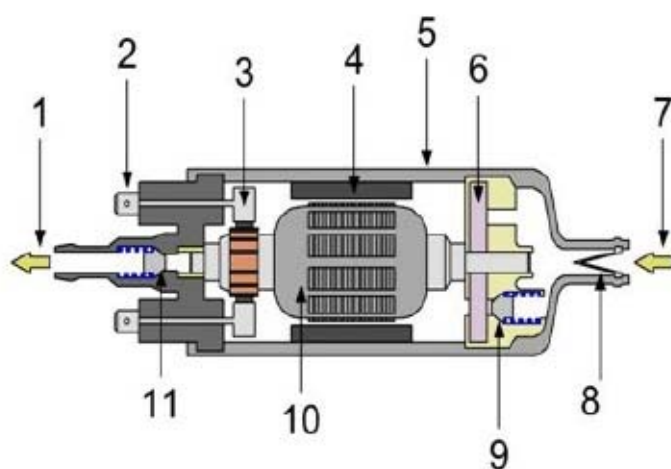
Η λειτουργία των αντλιών καυσίμου είναι βασικά η ίδια σε όλες τις περιπτώσεις, παρόλο που η κατασκευή μπορεί να διαφέρει ανάλογα με την εφαρμογή ή τον κατασκευαστή. Το σχήμα 11 αποτελεί παράδειγμα μιας συνήθως χρησιμοποιούμενης αντλίας καυσίμου υψηλής πίεσης. Η αντλία καυσίμου βρίσκεται συνήθως κοντά ή ενσωματωμένη στο δοχείο καυσίμου.



ΣΧΗΜΑ 11.

### Λειτουργία

Η αντλία καυσίμου υψηλής πίεσης έχει σχεδιαστεί για την τροφοδοσία περισσότερου καυσίμου από ότι ο κινητήρας μπορεί ποτέ να χρησιμοποιήσει. Το πλεονάζων καύσιμο επιστρέφεται στο δοχείο καυσίμου με τη βοήθεια του ρυθμιστή πίεσης. Μια βαλβίδα εκτόνωσης της πίεσης είναι ενσωματωμένη στο σώμα του στροφέα (9) για να διατηρήσει μια σταθερή πίεση εξόδου του καυσίμου. Μια βαλβίδα ελέγχου είναι ενσωματωμένη στην έξοδο (11) για να αποφευχθεί ότι καύσιμο στους εύκαμπτους σωλήνες και στους συλλέκτες εγχυτήρων επιστρέφει πίσω στο δοχείο καυσίμου, όταν ο κινητήρας δε λειτουργεί και η αντλία είναι εκτός λειτουργίας.



- 1) Εξαγωγή καυσίμου
- 2) Σύνδεσμος
- 3) Ψήκτρες
- 4) Μόνιμος μαγνήτης
- 5) Κέλυφος
- 6) Στροφέιο αντλίας
- 7) Εισαγωγή καυσίμου
- 8) Φίλτρο
- 9) Βαλβίδα εκτόνωσης της πίεσης
- 10) Οπλισμός
- 11) Βαλβίδα ελέγχου

ΣΧΗΜΑ 12.

## 2.4 ΒΑΛΒΙΔΑ ΕΛΕΓΧΟΥ ΣΤΡΟΦΩΝ ΤΟΥ ΡΕΛΑΝΤΙ (6)

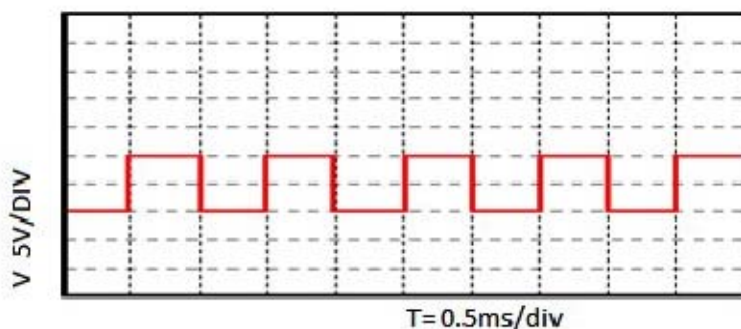
### Λειτουργία

Σκοπός αυτής της ηλεκτροβαλβίδας είναι να μην σβήσει ο κινητήρας από την έλλειψη αέρα στο χώρο εισαγωγής στην περιοχή του ρελαντί όπου είναι τελείως κλειστή η πεταλούδα του γκαζιού. Για τον σκοπό αυτό τροφοδοτεί την εισαγωγή με αέρα σε συγκεκριμένη ποσότητα την οποία ελέγχει ECU μέσω ενός παρακαμπτηρίου από την πεταλούδα αγωγού. Με αυτό τον τρόπο κινητήρας καταφέρνει να διατηρεί συγκεκριμένες στροφές.

## 2.5 ΤΡΑΝΖΙΣΤΟΡ ΑΝΑΦΛΕΞΗΣ (10)

### Λειτουργία

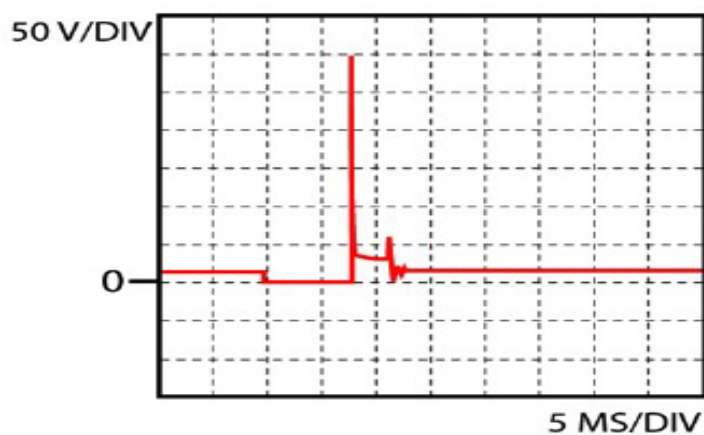
Σκοπός αυτού το ηλεκτρονικού εξαρτήματος είναι να παίρνει την διακοπτόμενη τάση που δίνει ο εγκέφαλος η οποία είναι τετραγωνικός παλμός (σχήμα 13) της τάξης (0-5V) και να το κάνει διακοπτόμενη γείωση στο πρωτεύον πηνίο του πολλαπλασιαστής τάξης (0 - 12V).



ΣΧΗΜΑ 13.

## 2.6 ΠΗΝΙΟ ΑΝΑΦΛΕΞΗΣ (11)

Το πηνίο ανάφλεξης έχει πρωτεύον πηνίο και δευτερεύον πηνίο. Το πρωτεύον πηνίο δημιουργεί ένα μαγνητικό πεδίο όταν ενεργοποιείται. Όταν η τάση διακοπεί, το δευτερεύον πηνίο παράγει υψηλή τάση που προκαλείται από την αλλαγή μαγνητικού πεδίου (φαινόμενο αυτεπαγωγής). Η τάση που παράγεται από το δευτερεύον πηνίο προωθείται προς τον σπινθηριστήρα (μπουζί, είτε κατευθείαν είτε μέσω διανομέα) που τελικά οδηγεί σε μια σπίθα και σε ανάφλεξη.



ΣΧΗΜΑ 14.

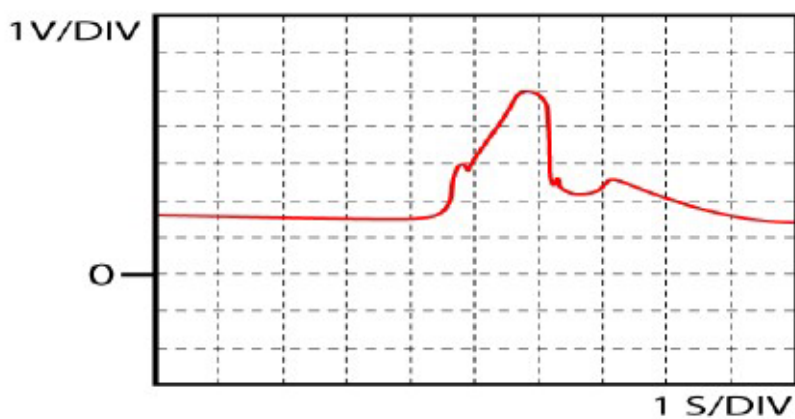
## 2.7 ΜΕΤΡΗΤΗΣ ΡΟΗΣ ΑΕΡΑ (30)



ΣΧΗΜΑ 15.

### Λειτουργία

Το ποσό του αέρα που εισέρχεται στον κινητήρα μετριέται με ένα κινητό πτερύγιο που έχει τοποθετηθεί στην παροχή αέρα εισαγωγής. Η άτρακτος στην οποία είναι τοποθετημένο το πτερύγιο το οποίο περιστρέφεται, είναι συνδεδεμένο με ένα ποτενσιόμετρο που στέλνει ένα σήμα τάσης με τη μονάδα ελέγχου ανάλογο προς το ποσό του αέρα που εισέρχεται στον κινητήρα.



ΣΧΗΜΑ 16.

## 2.8 ΔΙΑΚΟΠΤΗΣ ΡΕΛΑΝΤΙ ΚΑΙ ΠΛΗΡΟΥΣ ΑΝΟΙΓΜΑΤΟΣ ΤΗΣ ΠΕΤΑΛΟΥΔΑΣ ΤΟΥ ΓΚΑΖΙΟΥ (36)



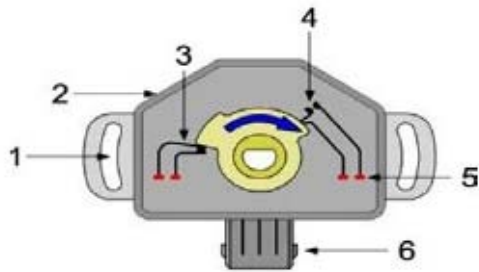
ΣΧΗΜΑ 17.

Η λειτουργία αυτών των αισθητήρων είναι βασικά η ίδια σε όλες τις περιπτώσεις, παρόλο που η κατασκευή μπορεί να διαφέρει ανάλογα με την εφαρμογή ή τον κατασκευαστή. Το σχήμα 17 αποτελεί παράδειγμα ενός συνήθως χρησιμοποιούμενου διακόπτη του ρελαντί και πλήρους ανοίγματος της πεταλούδας του γκαζιού. Ο αισθητήρας βρίσκεται συνήθως στην εξωτερική πλευρά της πεταλούδας στραγγαλισμού, στην άκρη της ατράκτου της πεταλούδας γκαζιού. (Βλέπε Θέσεις εξαρτημάτων).

### Λειτουργία

Ένας διακόπτης του ρελαντί και πλήρους ανοίγματος της πεταλούδας του γκαζιού έχει δύο διακόπτες μέσα σε ένα περίβλημα (σχήμα ). Ένας διακόπτης ανιχνεύει πότε η πεταλούδα γκαζιού είναι στη θέση του ρελαντί και ο άλλος πότε είναι στην πλήρως ανοιχτή θέση. Αυτές οι πληροφορίες χρησιμοποιούνται από τη μονάδα ECU για τον έλεγχο της σωστής τροφοδοσίας κατά τη διάρκεια των πλήρως ανοιχτών θέσεων της πεταλούδας γκαζιού και κατά τη διάρκεια συνθηκών υπερστροφίας.

Το παρακάτω σχήμα 18 δείχνει μια τομή ενός τυπικού διακόπτη του ρελαντί και πλήρους ανοίγματος της πεταλούδας του γκαζιού.



- 1) Οπή στερέωσης
- 2) Κέλυφος
- 3) Επαφές ρελαντί
- 4) Πλήρως ανοιχτές επαφές
- 5) Εσωτερικές συνδέσεις
- 6) Σύνδεσμος

ΣΧΗΜΑ 18.

## 2.9 ΑΙΣΘΗΤΗΡΑΣ ΟΞΥΓΟΝΟΥ (37)



ΣΧΗΜΑ 19.

Υπάρχουν δύο διαφορετικοί τύποι αισθητήρων οξυγόνου, ο περισσότερο χρησιμοποιούμενος είναι ο τύπος από ζirkόνιο και ο λιγότερο χρησιμοποιούμενος είναι ο τύπος από τιτάνιο.

Το σχήμα 19 αποτελεί παράδειγμα ενός συνήθως χρησιμοποιούμενου αισθητήρα οξυγόνου.



ΣΧΗΜΑ 20.

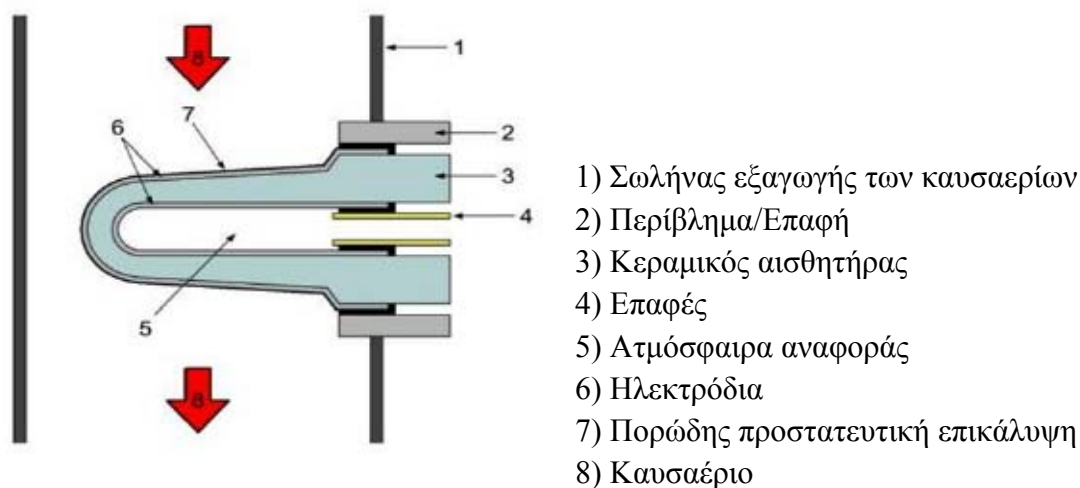
Ο αισθητήρας βρίσκεται συνήθως στο σωλήνα εξαγωγής των καυσαερίων μπροστά από τον καταλυτικό μετατροπέα. Σε νεότερα αυτοκίνητα μπορεί να υπάρχει άλλος ένας κατευθείαν πίσω από τον καταλυτικό μετατροπέα. Σε κινητήρες διαμόρφωσης V μπορεί να υπάρχει ένας ή περισσότεροι αισθητήρες οξυγόνου ανά σειρά κυλίνδρων.

**Σημείωση:** Τον συγκεκριμένο χρησιμοποιεί και ο κινητήρας που χρησιμοποιήθηκε στην παρούσα εργασία, ο οποίος είναι μονού καλωδίου και από ζirkόνιο. Είναι τοποθετημένος αμέσως μετά την πολλαπλή εξαγωγής των καυσαερίων ώστε να θερμαίνεται γρήγορα από την θερμοκρασία των καυσαερίων



## 2.9.1 ΖΙΡΚΟΝΙΟ

Ένας αισθητήρας οξυγόνου συγκρίνει την περιεκτικότητα οξυγόνου των καυσαερίων με αυτή μιας ατμόσφαιρας αναφοράς που περιέχεται μέσα στον αισθητήρα (σχήμα 21). Τα καυσαέρια περνούν πάνω από την εξωτερική πλευρά του αδιαπέραστου από τα αέρια κεραμικού, κατασκευασμένου από διοξείδιο του ζirkονίου. Η ατμόσφαιρα αναφοράς βρίσκεται στην εσωτερική πλευρά. Ηλεκτρόδια είναι συνδεδεμένα και στις δύο πλευρές του κεραμικού υλικού και η τάση που δημιουργείται δείχνει στη μονάδα ECU εάν το μείγμα αέρα καύσης/καυσίμου είναι πλούσιο (λ μικρότερο από 1) ή φτωχό (λ μεγαλύτερο από 1). Η μονάδα ECU παρακολουθεί συνεχώς το σήμα και ρυθμίζει την τροφοδοσία καυσίμου έτσι, ώστε το μείγμα αέρα καύσης/καυσίμου να είναι σωστό (λ ίσο με 1).



ΣΧΗΜΑ 21.

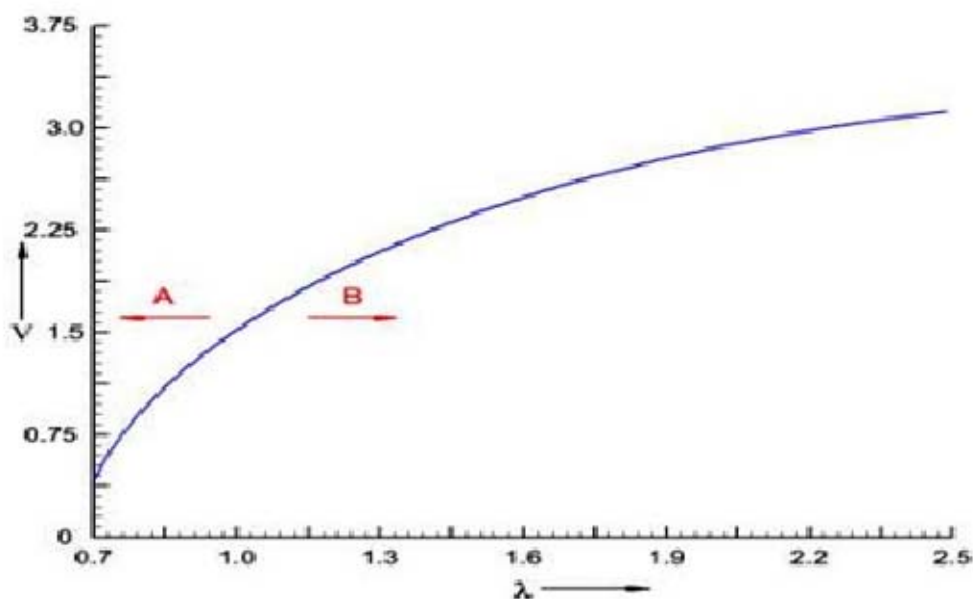
Ένας αισθητήρας οξυγόνου ξεκινά μόνο να λειτουργεί σωστά, όταν το κεραμικό υλικό έχει θερμοκρασία πάνω από 350 °C. Παλαιότεροι αισθητήρες έπρεπε να περιμένουν μέχρι τα καυσαέρια να θερμάνουν τον αισθητήρα στη θερμοκρασία λειτουργίας του. Νεότεροι αισθητήρες έχουν έναν ενσωματωμένο ηλεκτρικό θερμαντήρα, έτσι η θερμοκρασία λειτουργίας επιτυγχάνεται πολύ γρηγορότερα.

## Προδιαγραφή:

### ΖΙΡΚΟΝΙΟ

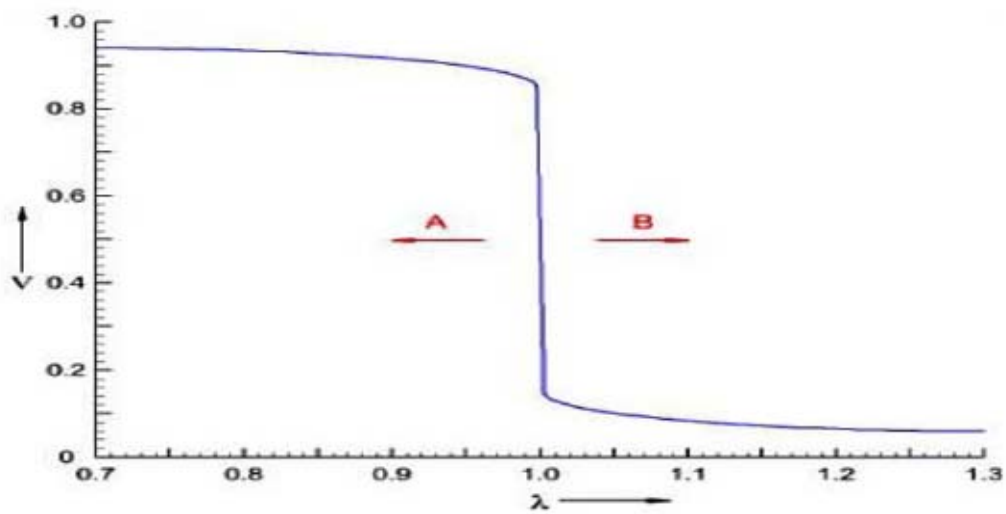
Οι δύο βασικοί τύποι αισθητήρων οξυγόνου οι οποίοι χρησιμοποιούνται για την παρακολούθηση των καυσαερίων είναι: Ένας ευρυζωνικού τύπου (wideband) και ο άλλος τύπου δύο σημείων. Ο ευρυζωνικός αισθητήρας είναι τοποθετημένος πριν τον καταλυτικό μετατροπέα και ο αισθητήρας δύο σημείων είναι τοποθετημένος μετά τον καταλυτικό μετατροπέα. Και οι δύο τύποι αισθητήρων έχουν μια πολύ όμοια κατασκευή αλλά οι εξαγωγές τους είναι διαφορετικές. Η μονάδα ελέγχου (ECU) χρησιμοποιεί τον πρώτο αισθητήρα για να ρυθμίσει κατά προσέγγιση το μείγμα αέρα/καυσίμου και το δεύτερο αισθητήρα για την ακριβή ρύθμιση του μείγματος. Παίρνοντας μετρήσεις από πριν και μετά τον καταλυτικό μετατροπέα, η μονάδα ελέγχου (ECU) μπορεί επίσης να παρακολουθήσει τη λειτουργία του καταλυτικού μετατροπέα.

Το σχήμα 22 παρουσιάζει την τάση που δημιουργείται από έναν ευρυζωνικό αισθητήρα οξυγόνου καθώς αλλάζει η περιεκτικότητα οξυγόνου των καυσαερίων. Α είναι η ανταπόκριση για ένα πλούσιο μείγμα και Β είναι η ανταπόκριση για ένα φτωχό μείγμα.



ΣΧΗΜΑ 22.

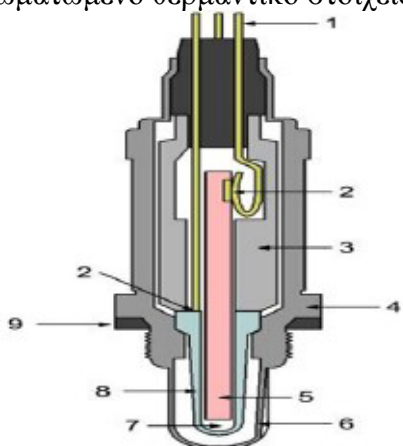
Το σχήμα 23 παρουσιάζει την αλλαγή στην τάση που δημιουργείται από έναν αισθητήρα οξυγόνου δύο σημείων καθώς αλλάζει η περιεκτικότητα οξυγόνου των καυσαερίων. Α είναι η ανταπόκριση για ένα πλούσιο μείγμα και Β είναι η ανταπόκριση για ένα φτωχό μείγμα.



ΣΧΗΜΑ 23.

## 2.9.2 ΤΙΤΑΝΙΟ

Η κατασκευή ενός αισθητήρα οξυγόνου από τιτάνιο είναι πολύ όμοια με αυτήν ενός αισθητήρα οξυγόνου από ζirkόνιο, αλλά αντί της δημιουργίας μιας αλλαγής στην τάση λόγω της περιεκτικότητας οξυγόνου στην εξαγωγή, αλλάζει αντί αυτού η αντίσταση. Το σχήμα 24 δείχνει μια τομή ενός τυπικού αισθητήρα οξυγόνου με ένα ενσωματωμένο θερμαντικό στοιχείο.



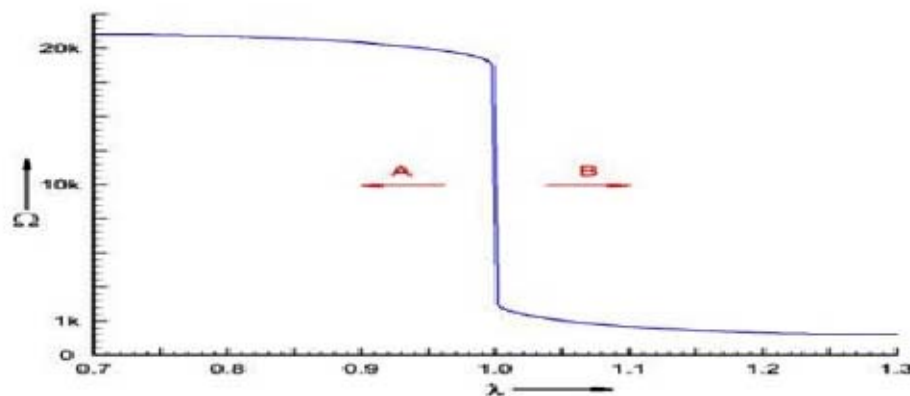
- 1) Καλώδια σύνδεσης
- 2) Εσωτερικές επαφές
- 3) Κεραμικό στήριγμα
- 4) Κέλυφος
- 5) Θερμαντικό στοιχείο
- 6) Χαραγμένος σωλήνας
- 7) Ατμόσφαιρα αναφοράς
- 8) Κεραμικός αισθητήρας
- 9) Ροδέλα

ΣΧΗΜΑ 24.

### Προδιαγραφή:

## ΤΙΤΑΝΙΟ

Το σχήμα 25 παρουσιάζει την αλλαγή στην αντίσταση που δημιουργείται από έναν αισθητήρα οξυγόνου από τιτάνιο καθώς αλλάζει η περιεκτικότητα οξυγόνου των καυσαερίων. Α είναι η ανταπόκριση για ένα πλούσιο μείγμα και Β είναι η ανταπόκριση για ένα φτωχό μείγμα.



ΣΧΗΜΑ 25.

## Διάφοροι τύποι αισθητήρων λ

### ΔΥΟ ΚΑΛΩΔΙΑ (ΣΧΗΜΑ 26)



- 1) Σήμα (μαύρο)
- 2) Γείωση (γκρι ή άσπρο)

### ΤΡΙΑ ΚΑΛΩΔΙΑ (ΣΧΗΜΑ 27)



- 1) Σήμα (μαύρο)
- 2) Θερμαντήρας (άσπρο)
- 3) Θερμαντήρας (άσπρο)

### ΤΕΣΣΕΡΑ ΚΑΛΩΔΙΑ (ΣΧΗΜΑ 28)



- 1) Σήμα (μαύρο)
- 2) Γείωση (γκρι)
- 3) Θερμαντήρας (άσπρο)
- 4) Θερμαντήρας (άσπρο)

Οι δύο συνήθως χρησιμοποιούμενες διαμορφώσεις καλωδίων για τον αισθητήρα τιτανίου εμφανίζονται παρακάτω.

### ΤΡΙΑ ΚΑΛΩΔΙΑ (ΣΧΗΜΑ 29)



- 1) Χωρίς αναφορά (μαύρο)
- 2) Με αναφορά και θερμαντήρα + (κόκκινο)
- 3) Θερμαντήρας – (άσπρο)

### ΤΕΣΣΕΡΑ ΚΑΛΩΔΙΑ (ΣΧΗΜΑ 30)



- 1) Χωρίς αναφορά (μαύρο)
- 2) Θερμαντήρας + (κόκκινο)
- 3) Θερμαντήρας – (άσπρο)
- 4) Με αναφορά (κίτρινο)

### 2.9.3 Αισθητήρες λάμδα ευρέως φάσματος (wideband)

Συνήθως είναι τοποθετημένοι πριν τον καταλύτη και σε κινητήρες που δουλεύουν κατά κόρον με πολύ φτωχά μίγματα  $\lambda > 1$ .

Το πεδίο μέτρησης περιλαμβάνει τιμές λάμδα από 0,75 έως 2,8. Σε αυτό το διευρυμένο πεδίο μέτρησης είναι δυνατή η ρύθμιση του μίγματος τόσο με φτωχό μίγμα καυσίμου/αέρα όσο και με πλούσιο μίγμα καυσίμου/αέρα.

Ο αισθητήρα HO<sub>2</sub>S ευρέως φάσματος αποτελείται από μία στήλη συγκέντρωσης Nernst και μία στήλη άντλησης που μεταφέρει τα ιόντα οξυγόνου. Ανάμεσα στη στήλη άντλησης οξυγόνου και το ηλεκτρόδιο μέτρησης Nernst υπάρχει ένα διάκενο διάχυσης που λειτουργεί ως θάλαμος μέτρησης και συνδέεται με το σύστημα εξαγωγής. Η στήλη συγκέντρωσης Nernst συνδέεται μέσω ενός αγωγού με τον περιβάλλοντα αέρα αναφοράς και με το θάλαμο μέτρησης και ανιχνεύει την σύνθεση του μίγματος στο θάλαμο μέτρησης. Στο θάλαμο μέτρησης η συγκέντρωση ρυθμίζεται μέσω της ροής ιόντων οξυγόνου σε  $\lambda = 1$ . Αυτό συμβαίνει με την εφαρμογή μιας τάσης αναφοράς που δημιουργεί ρεύμα άντλησης.

Σε περίπτωση φτωχών καυσαερίων η στήλη άντλησης οξυγόνου ενεργοποιείται έτσι ώστε τα ιόντα οξυγόνου να μεταφέρονται έξω από το θάλαμο μέτρησης. Αυτό ανιχνεύεται από το κύκλωμα ρύθμισης και δημιουργείται ροή ρεύματος σε θετική κατεύθυνση.

Σε περίπτωση πλουσίων καυσαερίων η κατεύθυνση της ροής αντιστρέφεται και η στήλη άντλησης μεταφέρει ιόντα οξυγόνου μέσα στο θάλαμο μέτρησης. Αυτό ανιχνεύεται από το κύκλωμα ρύθμισης το οποίο αντιστρέφει τη ροή του ρεύματος σε αρνητική κατεύθυνση.

Το ρεύμα άντλησης αποτελεί το μέτρο για την εξακρίβωση στις σύνθεσης του μίγματος. Όταν ο λόγος λάμδα είναι 1 (14,7 κ. αέρας / 1 κ. καύσιμου) το ρεύμα άντλησης είναι ίσο με 0 mA.

## 2.10 ΑΙΣΘΗΤΗΡΑΣ HALL/MRE ΣΤΟΝ ΕΚΚΕΝΤΡΟΦΟΡΟ ΑΞΟΝΑ (40)

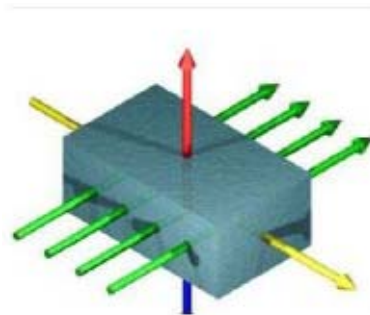
Η λειτουργία αυτών των αισθητήρων είναι βασικά η ίδια σε όλες τις περιπτώσεις, παρόλο που η κατασκευή μπορεί να διαφέρει ανάλογα με την εφαρμογή ή τον κατασκευαστή. Το σχήμα 31 δείχνει δύο παραδείγματα συνήθως χρησιμοποιούμενων αισθητήρων λήψης εκκεντροφόρου άξονα φαινομένου Hall.



ΣΧΗΜΑ 31.

Ο αισθητήρας βρίσκεται συνήθως στην κυλινδροκεφαλή, πολύ κοντά στον εκκεντροφόρο άξονα ή στους έκκεντρους τροχούς.

### Λειτουργία



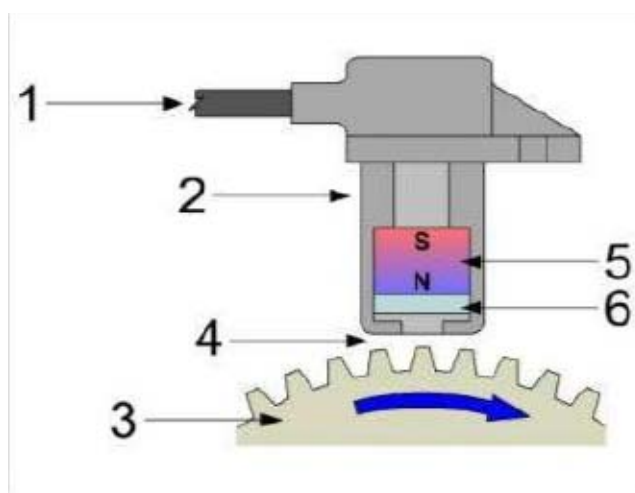
ΣΧΗΜΑ 32.

Αυτός ο τύπος αισθητήρα χρησιμοποιεί έναν ειδικό τύπο ημιαγωγού για να μετατρέψει ένα μεταβαλλόμενο μαγνητικό πεδίο σε μια μεταβαλλόμενη τάση σχήμα 32. Ένα δυνατότερο μαγνητικό πεδίο δημιουργεί μια μεγαλύτερη τάση. Μια ροή ηλεκτρονίων (κίτρινο βέλος) διαπερνά τη διάταξη και, όταν ένα μαγνητικό πεδίο (πράσινα βέλη) εφαρμόζεται κάθετα στη ροή ηλεκτρονίων, αυτό έχει ως αποτέλεσμα

τα ηλεκτρόνια να μετακινούνται κάτω μέσω του υλικού όπου συλλέγονται στο αρνητικό ηλεκτρόδιο (μπλε βέλος). Επειδή το αρνητικό ηλεκτρόδιο έχει πλεόνασμα ηλεκτρονίων, η άλλη πλευρά της διάταξης έχει μια έλλειψη και για αυτό σχηματίζει το θετικό ηλεκτρόδιο (κόκκινο βέλος). Η κίνηση της ροής ηλεκτρονίων λόγω μεταβολών στην ένταση του μαγνητικού πεδίου είναι γνωστή ως φαινόμενο Hall.

Σε αντίθεση με τις μαγνητικές διατάξεις λήψης, η έξοδος μιας διάταξης φαινομένου Hall δεν επηρεάζεται από το ρυθμό αλλαγής του μαγνητικού πεδίου. Η τάση που δημιουργείται από τον αισθητήρα Hall βρίσκεται στην περιοχή των millivolt και ενισχύεται από ηλεκτρονικά μέσα στην ίδια τη διάταξη. Η προκύπτουσα τάση εξόδου προσδιορίζεται βασικά από την τάση τροφοδοσίας, δηλαδή εάν η τάση τροφοδοσίας είναι 5 V το σήμα εξόδου θα είναι 5 V και εάν η τάση τροφοδοσίας είναι 12 V τότε το σήμα εξόδου θα είναι 12 V. Δημιουργείται μια ολόκληρη ταλάντωση για κάθε δόντι που περνά (σχήμα 33).

Ο τροχός σκανδαλισμού αποτελεί συνήθως μέρος του εκκεντροφόρου άξονα και ο αισθητήρας δημιουργεί μια σειρά από παλμούς τους οποίους η μονάδα ελέγχου (ECU) χρησιμοποιεί σε συνδυασμό με τον αισθητήρα του στροφαλοφόρου άξονα και για την ανάφλεξη και για το χρονισμό ψεκασμού.

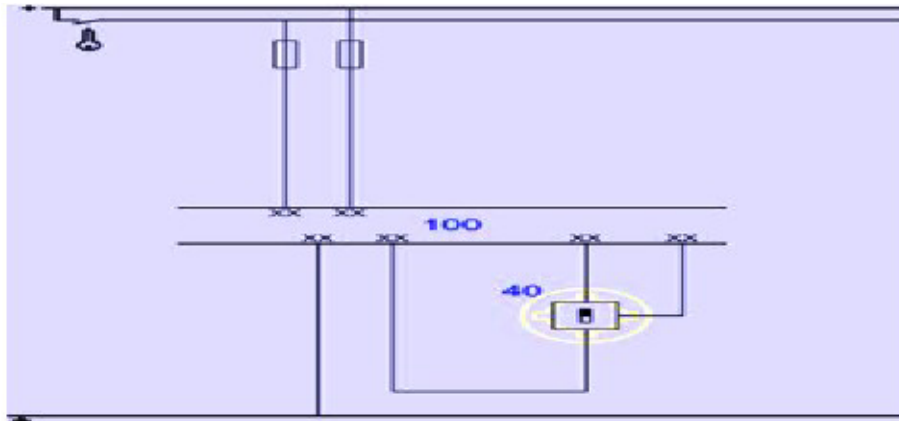


- 1) Μονωμένα καλώδια
- 2) Κέλυφος
- 3) Τροχός σκανδαλισμού
- 4) Διάκενο αέρα
- 5) Μόνιμος μαγνήτης
- 6) Διάταξη φαινομένου Hall

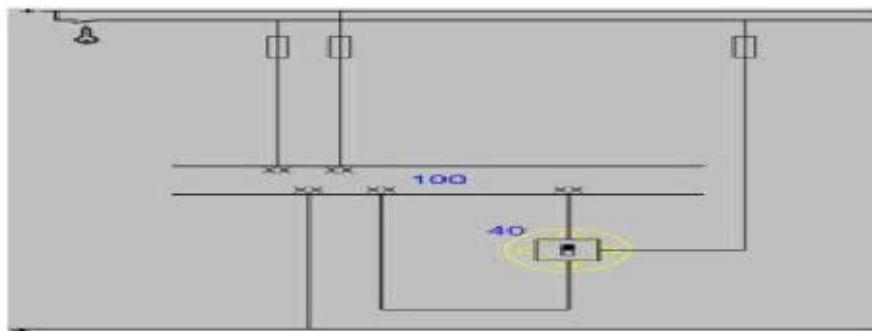


### Τροφοδοσία

Η διάταξη φαινομένου Hall μπορεί να τροφοδοτηθεί με σταθεροποιημένα 5 V απευθείας από τη μονάδα ελέγχου (ECU) (σχήμα 34) ή 12 V (σχήμα 35)



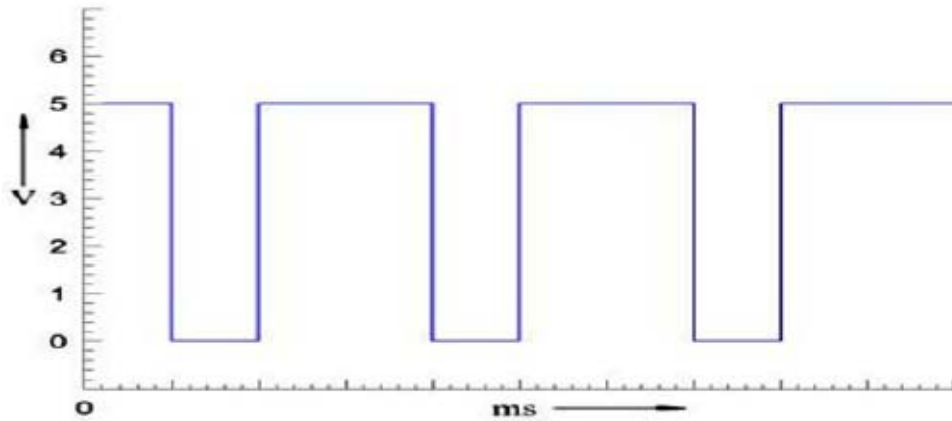
ΣΧΗΜΑ 34.



ΣΧΗΜΑ 35.

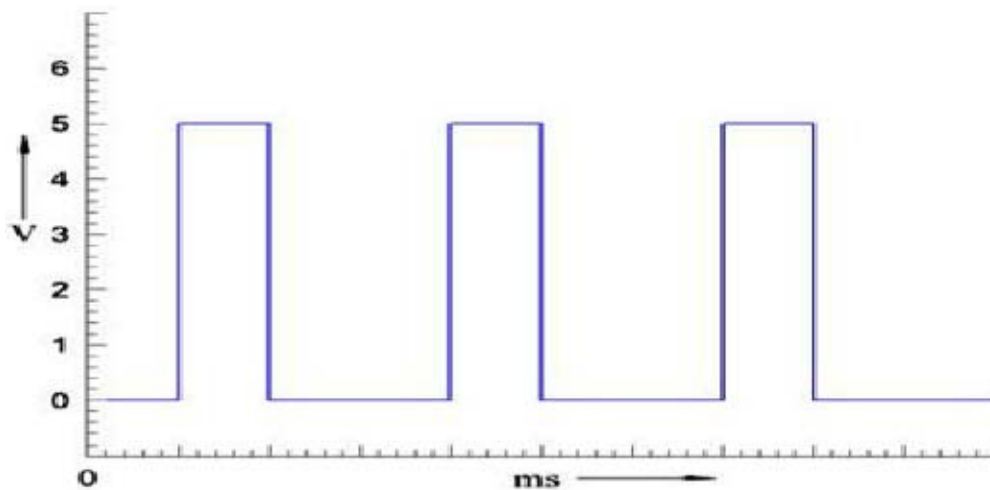
Σε εξάρτηση από τα εσωτερικά ηλεκτρονικά του αισθητήρα, η έξοδος μπορεί να είναι είτε θετική είτε αρνητική.

Το σχήμα 36 δείχνει μια βασική θετική κυματομορφή τάσης της οποίας η συνολική διαμόρφωση είναι κοινή στους περισσότερους αισθητήρες φαινομένου Hall.



ΣΧΗΜΑ 36.

Το σχήμα 37 δείχνει μια απλή αρνητική κυματομορφή τάσης της οποίας η συνολική διαμόρφωση είναι κοινή στους περισσότερους αισθητήρες φαινομένου Hall.



ΣΧΗΜΑ 37.

## 2.11 ΑΙΣΘΗΤΗΡΑΣ ΘΕΡΜΟΚΡΑΣΙΑΣ ΤΟΥ ΨΥΚΤΙΚΟΥ ΥΓΡΟΥ (42)

Η λειτουργία αυτών των αισθητήρων είναι βασικά η ίδια σε όλες τις περιπτώσεις, παρόλο που η κατασκευή μπορεί να διαφέρει ανάλογα με την εφαρμογή ή τον κατασκευαστή. Το σχήμα 38 αποτελεί παράδειγμα ενός συνήθως χρησιμοποιούμενου αισθητήρα θερμοκρασίας του ψυκτικού υγρού.



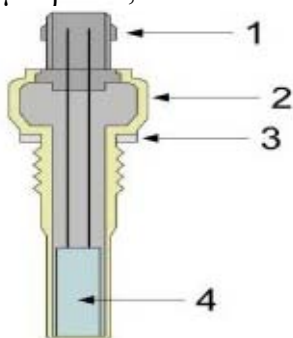
ΣΧΗΜΑ 38.

Ο αισθητήρας βρίσκεται συνήθως στο περίβλημα της αντλίας νερού ή στην πολλαπλή πριν από το θερμοστάτη.

### Λειτουργία

Η πιο συνηθισμένη διάταξη που χρησιμοποιείται για τη μέτρηση της θερμοκρασίας είναι μια θερμοαντίσταση (θερμίστορ) προσαρμοσμένη στην εσωτερική πλευρά ενός περιβλήματος (ΣΧΗΜΑ 39). Οι θερμοαντιστάσεις (θερμίστορ) είναι κατασκευασμένες από υλικό ημιαγωγού σχεδιασμένες να αλλάζουν την αντίστασή τους με αλλαγές της θερμοκρασίας. Είναι πολύ χρήσιμες επειδή προσφέρουν μια μεγάλη αλλαγή αντίστασης για μια μικρή αλλαγή θερμοκρασίας και για αυτό είναι δυνατές ακριβείς μετρήσεις. Οι περισσότερο χρησιμοποιούμενοι τύποι μειώνουν την αντίσταση όσο αυξάνεται η θερμοκρασία, αυτοί είναι γνωστοί ως διατάξεις αρνητικού συντελεστή θερμοκρασίας.

Λιγότερο χρησιμοποιούμενοι τύποι αυξάνουν την αντίσταση όσο αυξάνεται η θερμοκρασία, αυτοί είναι γνωστοί ως διατάξεις θετικού συντελεστή θερμοκρασίας.



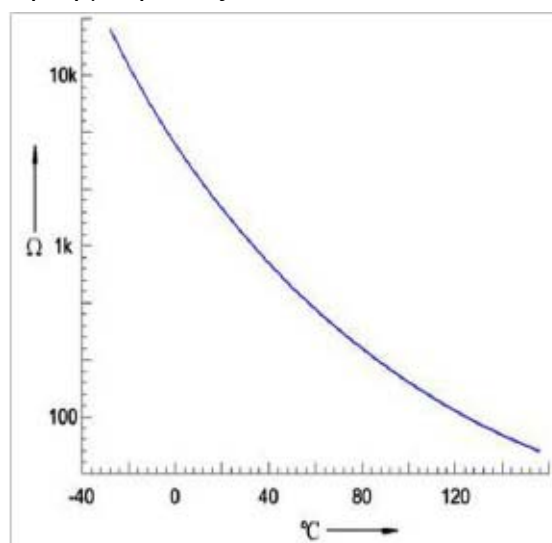
- 1) Σύνδεσμος
- 2) Κέλυφος
- 3) Ροδέλα
- 4) Θερμοαντίσταση (θερμίστορ)

ΣΧΗΜΑ 39.

## Προδιαγραφή

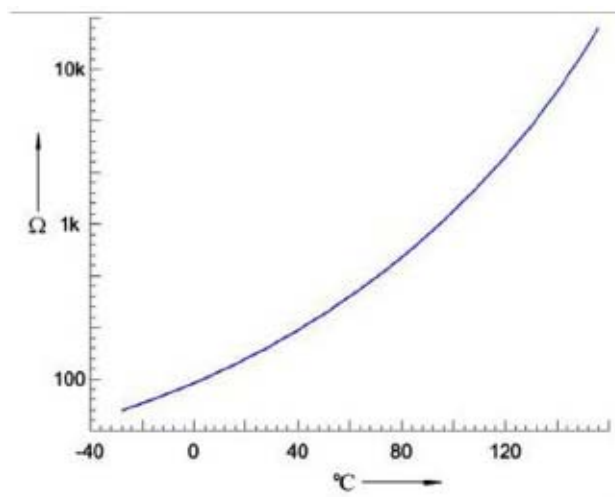
### ΑΝΤΙΣΤΑΣΗ

Διαφορετικοί αισθητήρες θα έχουν διαφορετικές αντιστάσεις, αλλά βασικά μια τυπική θερμοαντίσταση (θερμίστορ) αρνητικού συντελεστή θερμοκρασίας θα έχει μια αντίσταση από 10000 Ω στους 0°C και 100 Ω στους 100°C. Το σχήμα 40 δείχνει μια γραφική παράσταση της αντίστασης έναντι της θερμοκρασίας για μια τυπική διάταξη αρνητικού συντελεστή θερμοκρασίας.



ΣΧΗΜΑ 40.

Διαφορετικοί αισθητήρες θα έχουν διαφορετικές αντιστάσεις, αλλά βασικά μια τυπική θερμοαντίσταση (θερμίστορ) θετικού συντελεστή θερμοκρασίας θα έχει μια αντίσταση από 100 Ω στους 0°C και 10000 Ω στους 100°C. Το σχήμα 41 δείχνει μια γραφική παράσταση της αντίστασης έναντι της θερμοκρασίας για μια τυπική διάταξη θετικού συντελεστή θερμοκρασίας.



ΣΧΗΜΑ 41.

## 2.12 ΠΡΕΣΟΣΤΑΤΗΣ ΥΔΡΑΥΛΙΚΟΥ ΤΙΜΟΝΙΟΥ (47)

### Αναγνώριση



ΣΧΗΜΑ 42.

Η λειτουργία αυτών των διακοπών είναι βασικά η ίδια σε όλες τις περιπτώσεις, παρόλο που η κατασκευή μπορεί να διαφέρει ανάλογα με την εφαρμογή ή τον κατασκευαστή. Το σχήμα 42 αποτελεί παράδειγμα ενός συνήθως χρησιμοποιούμενου διακόπτη πίεσης του υδραυλικού τιμονιού.

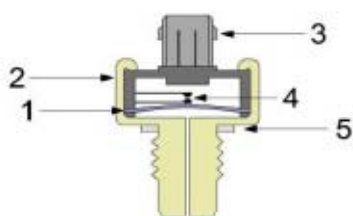
Ο διακόπτης βρίσκεται συνήθως συνδεδεμένος σε έναν από τους υδραυλικούς σωλήνες κοντά, είτε στην αντλία του υδραυλικού τιμονιού ή στον οδοντωτό κανόνα (κρεμαγιέρα) του συστήματος διεύθυνσης.

### Λειτουργία

Η πιο συνηθισμένη διάταξη που χρησιμοποιείται για τη μέτρηση μιας αλλαγής στην πίεση του συστήματος του υδραυλικού τιμονιού, είναι ένας διακόπτης που βρίσκεται ενσωματωμένος σε ένα περίβλημα στεγανοποίησης (σχήμα 43).

Ο διακόπτης ενεργοποιείται από ένα διάφραγμα, του οποίου η θέση καθορίζεται από την πίεση που εφαρμόζεται σε αυτό. Η πίεση στο σύστημα αυξάνει, όταν χρησιμοποιηθεί το υδραυλικό τιμόνι, αυτή η αύξηση της πίεσης ανιχνεύεται από το διακόπτη ο οποίος επιστρέφει ένα σήμα στη μονάδα ECU. Η μονάδα ECU αυξάνει τον αριθμό των στροφών του ρελαντί για να αντισταθμίσει το αυξημένο φορτίο του κινητήρα. Ο διακόπτης μπορεί να είναι είτε κανονικά ανοιχτός (NO) ή κανονικά κλειστός (NC).

Το παρακάτω σχήμα δείχνει μια τομή ενός τυπικού κανονικά ανοιχτού (NO) διακόπτη πίεσης του υδραυλικού τιμονιού.



- 1) Διάφραγμα
- 2) Κέλυφος
- 3) Σύνδεσμος
- 4) Επαφές διακόπτη
- 5) Ροδέλα

ΣΧΗΜΑ 43.

## 2.13 ΚΛΙΜΑΤΙΣΜΟΣ (80)

Από εδώ αντιλαμβάνεται ο εγκέφαλος του αυτοκινήτου τότε ο οδηγός έχει βάλει air condition ώστε να κάνει τις απαραίτητες διορθώσεις στον ψεκασμό καυσίμου και στον χρονισμό της ανάφλεξης. Διότι το κομπρεσέρ του κλιματισμού καταναλώνει μία μεγάλη ισχύ την οποία την παίρνει ακτινικά από τον στρόφαλο

## 2.14 ΜΕΤΡΗΤΗΣ ΣΤΡΟΦΩΝ (ΣΤΡΟΦΟΜΕΤΡΟ) (81)

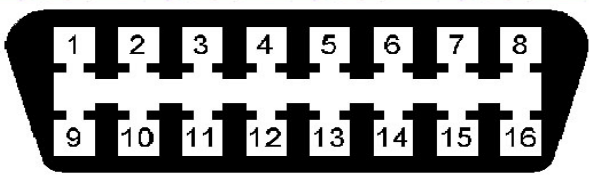
Είναι το όργανο εκείνο το οποίο δείχνει στον οδηγό πόσες στροφές έχει ο κινητήρας



ΣΧΗΜΑ 44.

## 2.15 ΣΥΝΔΕΣΜΟΣ ΔΙΑΓΝΩΣΗΣ (83)

Στα σύγχρονα οχήματα η ευρωπαϊκή έχει επιβάλει να υπάρχει σύνδεσμος διάγνωσης. Η GM εισήγαγε το OBD II σε πρότυπα οχήματα το 1994. Περισσότερες προδιαγραφές προστέθηκαν το 1995. Από το 1996 όμως όλα τα βενζινοκίνητα οχήματα και τα ελαφρά φορτηγά της GM που πωλούνται στις ΗΠΑ είναι εξοπλισμένα με το OBD II. Το OBD II είναι όργανο ελέγχου εκπομπών καυσαερίων, που εξετάζει συνεχώς τη λειτουργία του συστήματος. Το σύστημα μπορεί να πραγματοποιήσει περισσότερες από 100 διαφορετικές δοκιμές κάθε φορά που χρησιμοποιείται το όχημα. Ο υπολογιστής OBD II «θυμάται» ορισμένους όρους για τα συστήματα και τους αισθητήρες που ελέγχει. Μερικοί από αυτούς τους όρους είναι φορτίο κινητήρα, ταχύτητα περιστροφής κινητήρα, ταχύτητα οχήματος και θερμοκρασία ψυκτικού μέσου του κινητήρα. Εάν ο υπολογιστής διαπιστώσει ότι υπάρχει πρόβλημα, ένας διαγνωστικός κώδικας (DTC) αποθηκεύεται στη μνήμη του υπολογιστή. Το πρόβλημα που σχετίζεται με τον κωδικό αυτό (DTC), καθώς επίσης και οι αναφερόμενοι όροι, μπορούν να αντιμετωπισθούν από τον τεχνικό. Κάθε όχημα που έχει OBD II είναι εξοπλισμένο με «βύσμα συνδέσεων στοιχείων» (DLC), ένα τερματικό, δηλαδή, με 16 ακροδέκτες που συνδέονται με τον υπολογιστή του αυτοκινήτου. Το DLC βρίσκεται συχνά κάτω από την κονσόλα των οργάνων κοντά στη θέση οδήγησης. Οι καταρτισμένοι τεχνικοί συνδέουν τα διαγνωστικά εργαλεία με το DLC και με κώδικες DTC εντοπίζουν το πρόβλημα.



PIN	DESCRIPTION	PIN	DESCRIPTION
1	Vendor Option	9	Vendor Option
2	J1850 Bus +	10	j1850 BUS
3	Vendor Option	11	Vendor Option
4	Chassis Ground	12	Vendor Option
5	Signal Ground	13	Vendor Option
6	CAN (J-2234) High	14	CAN (J-2234) Low
7	ISO 9141-2 K-Line	15	ISO 9141-2 Low
8	Vendor Option	16	Battery Power

OBD-II Connector and Pinout

ΣΧΗΜΑ 45.

Τα ίδια εργαλεία μπορούν να ελέγξουν τις επισκευές που εκτελούνται στο σύστημα, προτού να επιστραφεί το όχημα στον πελάτη.

## 2.16 ΤΑΜΠΛΟ ΟΡΓΑΝΩΝ (84)

Είναι ένα σύνολο από δεικτικά όργανα τα οποία πληροφορούν τον οδηγό για διάφορες λειτουργίες – καταστάσεις τις οποίες βρίσκεται το όχημα.

## 2.17 ΚΥΡΙΟ ΡΕΛΕ (90)

Η λειτουργία αυτών των ρελέ είναι βασικά η ίδια σε όλες τις περιπτώσεις, παρόλο που η κατασκευή μπορεί να διαφέρει ανάλογα με την εφαρμογή ή τον κατασκευαστή. Το σχήμα 44 δείχνει δύο παραδείγματα συνήθως χρησιμοποιούμενων κύριων ρελέ.



ΣΧΗΜΑ 46.

### Λειτουργία

Ένα ρελέ είναι ένας διακόπτης που λειτουργεί ηλεκτρομαγνητικά, όπου ένα ρεύμα εισόδου της τάξης των 135 mA μπορεί να αυξηθεί μέχρι και 70 A. Όταν ένα ρεύμα ρέει μέσω του πηνίου δημιουργείται ένα μαγνητικό πεδίο που έλκει μια στρεφόμενη μαλακιά σιδερένια πλάκα, η οποία με τη σειρά της είναι μηχανικά συνδεδεμένη σε μια επαφή του διακόπτη.



## 2.18 ΜΟΝΑΔΑ ΕΛΕΓΧΟΥ (100)

### Αναγνώριση

Η ηλεκτρονική μονάδα ελέγχου (ECU) διεκπεραιώνει όμοιες λειτουργίες σε όλα τα συστήματα διαχείρισης κινητήρα. Ωστόσο η κατασκευή και περιπλοκότητα της μονάδας ECU μπορεί να διαφέρει δραματικά σε εξάρτηση με την εφαρμογή και τον κατασκευαστή. Το σχήμα 45 αποτελεί παράδειγμα μιας συνήθως χρησιμοποιούμενης μονάδας ECU.



ΣΧΗΜΑ 47.

Η μονάδα ECU βρίσκεται συνήθως κάτω από τον πίνακα οργάνων ή στο χώρο του κινητήρα.

### Λειτουργία

Η ηλεκτρονική μονάδα ελέγχου (ECU) είναι ο ελεγκτής του συστήματος διαχείρισης κινητήρα. Λαμβάνει πληροφορίες από τους διάφορους αισθητήρες γύρω από τον κινητήρα και επεξεργάζεται τα δεδομένα, είτε μέσω υπολογισμού ή μέσω σύγκρισης με πίνακες αντιστοίχισης. Τα αποτελέσματα εξάγονται τότε στους διάφορους σερβοκινητήρες. Όταν ένας αισθητήρας ανιχνεύει μια αλλαγή στο σύστημα το οποίο παρακολουθεί, η μονάδα ECU ρυθμίζει τον κατάλληλο ενεργοποιητή ώστε να διατηρήσει το σύστημα εντός των παραμέτρων λειτουργίας του. Όταν αυτός ο τύπος

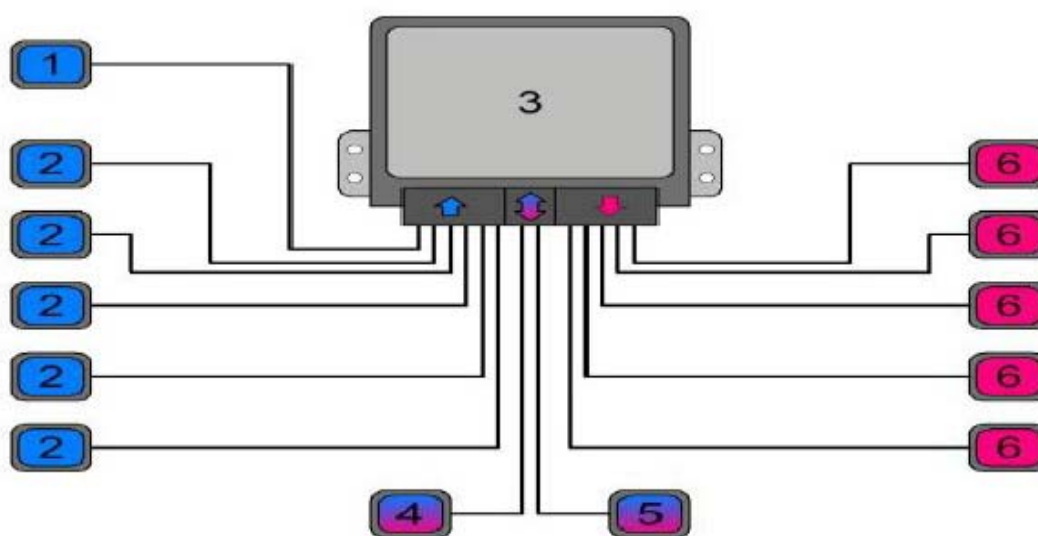
αιτίας και λειτουργίας απόδοσης είναι αυτόματος, το σύστημα αποκαλείται σύστημα κλειστού βρόχου.

Στα παραδείγματα συστημάτων κλειστού βρόχου περιλαμβάνονται:

- Έλεγχος του μεγέθους προπορείας (ΑΒΑΝΣ) στο σύστημα ανάφλεξης χρησιμοποιώντας τον αισθητήρα κρουστικής καύσης.
- Έλεγχος του μείγματος καυσίμου/αέρα για καύση χρησιμοποιώντας τον αισθητήρα οξυγόνου.
- Έλεγχος του μείγματος καυσίμου/αέρα για καύση κατά τη διάρκεια κρύων εκκινήσεων χρησιμοποιώντας τον αισθητήρα θερμοκρασίας του ψυκτικού υγρού.

Εκτός από τον έλεγχο του κινητήρα, η μονάδα ελέγχου (ECU) μπορεί να ανιχνεύσει προβλήματα και με τους δύο αισθητήρες και σερβοκινητήρες παρακολουθώντας διάφορες ροές του ρεύματος ή τάσεις και συγκρίνοντας τα αποτελέσματα με δεδομένα αποθηκευμένα σε έναν πίνακα αντιστοίχισης. Εάν η σύγκριση των αποτελεσμάτων δείχνει ότι ένα συγκεκριμένο εξάρτημα έχει βλάβη ή βρίσκεται εκτός περιοχής λειτουργίας, η μονάδα ECU αποθηκεύει το σφάλμα στη μνήμη και προειδοποιεί τον οδηγό για το πρόβλημα. Το σφάλμα μπορεί τότε να εκφορτωθεί από τον τεχνικό του συνεργείου χρησιμοποιώντας έναν αναγνώστη κωδικού και να πραγματοποιηθούν επισκευές.

Το σχήμα 48 δείχνει ένα απλοποιημένο σχηματικό διάγραμμα ενός συστήματος διαχείρισης κινητήρα.



ΣΧΗΜΑ 48.

- 1) τροφοδοσία από μπαταρία/διακόπτη ανάφλεξης
- 2) αισθητήρες
- 3) ECU
- 4) επικοινωνία με άλλα συστήματα
- 5) επικοινωνία με συστήματα διάγνωσης
- 6) σερβοκινητήρες

## 2.18.1 ΣΥΝΔΕΣΜΟΛΟΓΙΑ ΤΗΣ ΚΑΛΩΔΙΩΣΗΣ ΜΕΤΑΞΥ ΜΟΝΑΔΑΣ ΕΛΕΓΧΟΥ ΔΙΑΧΕΙΡΙΣΗΣ ΚΑΥΣΙΜΟΥ – ΑΝΑΦΛΕΞΗΣ ΚΑΙ ΗΛΕΚΤΡΟΝΙΚΩΝ ΕΞΑΡΤΗΜΑΤΩΝ ΠΟΥ ΕΙΝΑΙ ΤΟΠΟΘΕΤΗΜΕΝΑ ΠΑΝΩ ΣΤΟΝ ΚΙΝΗΤΗΡΑ.

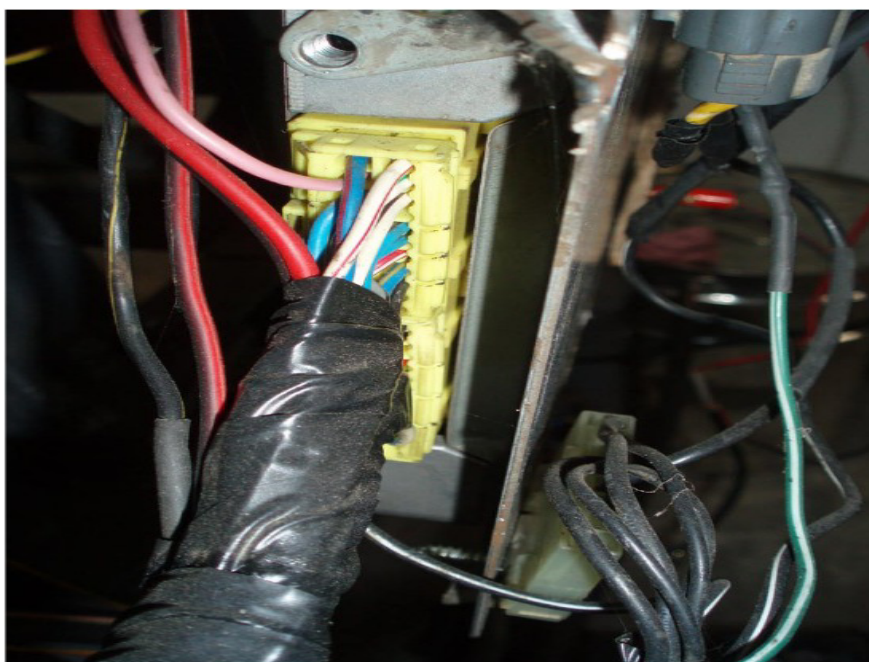
Η συνδεσμολογία των αισθητήρων και των ενεργοποιητών επάνω στην μονάδα έλεγχου του κινητήρα είναι ένα πολύπλοκο θέμα διότι χρειάζεται:

- Γνώση των θεωρητικών μερών που αφορούν τα εξαρτήματα.
- Καλή γνώση βασικών ηλεκτρονικών
- Καλή χρήση παλμογράφου – πολύμετρου
- Γνώση μηχανής συγκόλλησης ηλεκτρικών καλωδίων

Αρχικά αγοράσθηκε το βύσμα (pin-out) της μονάδας ελέγχου από εξουσιοδοτημένο κατάστημα της κατασκευάστριας εταιρίας. Η μορφή και η αρίθμηση των καλωδίων του βύσματος φαίνεται στο παρακάτω σχήμα :



Όπου τα γράμματα και οι αριθμοί που είναι γραμμένοι αντιστοιχούν στο σχεδιάγραμμα καλωδίωσης των ηλεκτρικών εξαρτημάτων που είχε αναφερθεί στην αρχή.



*Το σύνολο των καλωδίων των περιφερειακών ηλεκτρολογικών και ηλεκτρονικών εξαρτημάτων που καταλήγουν στην ECU*

## **2.19 ΣΗΜΑ ΦΡΕΝΟΥ (111)**

Είναι μία βαλβίδα η οποία είναι τύπου on/off με την οποία ο εγκέφαλος λαμβάνει σήμα πότε ο οδηγός του οχήματος πατά φρένο και κόβει το καύσιμο έτσι ώστε να επιβραδύνει το όχημα όσο μπορεί γρηγορότερα.



**ΣΧΗΜΑ 49.**

## **2.20 ΜΑΓΝΗΤΙΚΗ ΒΑΛΒΙΔΑ ΑΥΞΗΣΗΣ ΠΙΕΣΗΣ ΚΑΥΣΙΜΟΥ (167)**

Είναι μία πιεζοηλεκτρική επαφή την οποία τροφοδοτεί η ECU με τάση 12V και βάσει των ιδιοτήτων του πιεζοκρυστάλλου, όταν του εφαρμοστεί τάση αυτό διαστέλλεται οπότε μικραίνει η διατομή του αγωγού παροχής του καυσίμου οπότε αυξάνεται η πίεση του καυσίμου.

## **2.21 ΔΙΑΚΟΠΤΗΣ ΣΤΑΘΜΕΥΣΗΣ (177)**

Είναι μία επαφή on/off η οποία έχει σκοπό να πληροφορεί τον εγκέφαλο πότε το όχημα είναι σταθμευμένο.

## **2.22 ΔΙΑΚΟΠΤΗΣ ΣΥΜΠΛΕΚΤΗ (185)**

Είναι μία επαφή on/off από αυτόν τον αισθητήρα παίρνει σήμα η μονάδα ECU στον αν είναι πατημένος ο συμπλέκτης ή όχι ώστε να κάνει τις απαραίτητες διορθώσεις στο μίγμα.

## **2.23 ΑΝΕΜΙΣΤΗΡΑΣ ΨΥΞΗΣ (208)**

Από εδώ δίνει η μονάδα ECU εντολή πότε θα δουλέψει ο ανεμιστήρας στο σύστημα ψύξης ώστε να ελαττώσει την θερμοκρασία στον εναλλάκτη (ψυγείο).

### 3. ΚΑΤΑΣΚΕΥΕΣ ΠΟΥ ΕΛΑΒΑΝ ΧΩΡΑ ΓΙΑ ΤΗΝ ΕΝ ΛΟΓΩ ΠΤΥΧΙΑΚΗ

#### 3.1 ΚΑΤΑΣΚΕΥΗ ΠΡΟΣΤΑΤΕΥΤΙΚΟΥ ΚΟΥΤΙΟΥ

Η κατασκευή του προστατευτικού κουτιού έγινε σύμφωνα με τις υποδείξεις του επιβλέποντα καθηγητή και με γνώμονα την ασφάλεια του εκάστοτε χειριστή της εν λόγω Μ.Ε.Κ προς αποφυγή της οποιασδήποτε εμπλοκής του με τον άξονα μετάδοσης κίνησης στη δυναμοπέδη.



*Ο άξονας μετάδοσης κίνησης όπως ήταν πριν*

Τα υλικά που χρησιμοποιήθηκαν είναι φύλλα ανοξείδωτης λαμαρίνας πάχους 2mm. Η κοπή τους, η διαμόρφωσή τους και η συγκόλλησή τους έγινε από εξειδικευμένο τεχνικό αφού πρώτα είχαμε μετρήσει τις κατάλληλες διαστάσεις.

Αφού κατασκευάστηκε το προστατευτικό κουτί, η τοποθέτηση του έγινε πάνω στη βάση στήριξης της μηχανής και της δυναμοπέδης με χρήση βιδών αφού πρώτα έγιναν οι απαραίτητες οπές και διανοίχτηκαν τα κατάλληλα σπειρώματα.



*Εργαστηριακή Μ.Ε.Κ. με το προστατευτικό κουτί*

### 3.2 ΑΝΟΙΓΜΑ ΟΠΩΝ ΣΤΗΝ ΕΞΑΤΜΙΣΗ

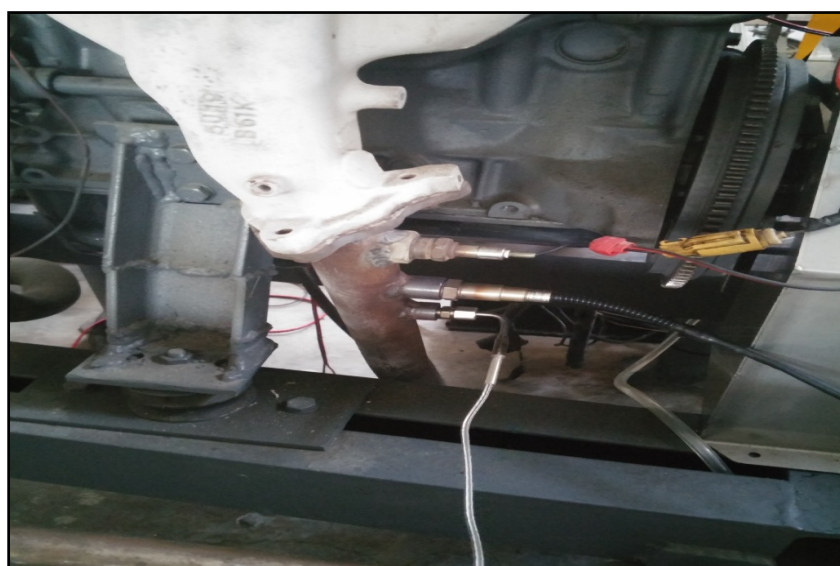
Για να τοποθετηθούν οι κατάλληλοι αισθητήρες πάνω στο σώμα της εξάτμισης (θερμοζεύγος τύπου K, αισθητήριο wideband συσκευής μέτρησης innovate motorsports LM-2) χρειάστηκε να γίνουν οι κατάλληλες οπές και η συγκόλληση των κατάλληλων “μούφών”.



*Η εξάτμιση όπως ήταν στην αρχή.  
Διακρίνονται*



*Η εξάτμιση όπως πλέον είναι με τις 2 “μούφες”  
Διακρίνονται και οι 2 προς τοποθέτηση “μούφες”*



*Το σώμα της εξάτμισης με τοποθετημένα το θερμοζεύγος τύπου K και τον wideband αισθητήρα του LMA-2*



### 3.3 ΚΑΤΑΣΚΕΥΗ ΣΥΣΤΗΜΑΤΟΣ ΑΠΕΙΚΟΝΙΣΗΣ ΛΕΙΤΟΥΡΓΙΑΣ EXTRA ΨΕΚΑΣΤΗΡΑ ΣΕ ΠΡΑΓΜΑΤΙΚΟ ΧΡΟΝΟ ΛΕΙΤΟΥΡΓΙΑΣ ΤΗΣ Μ.Ε.Κ.

Για να μπορέσουμε να προσομοιώσουμε τον τρόπο με τον οποίο ψεκάζει ένας ψεκαστήρας κατά τη διάρκεια λειτουργίας της μηχανής, τοποθετήθηκε ένας extra ψεκαστήρας ίδιος με αυτούς που χρησιμοποιεί η συγκεκριμένη μηχανή. Εν συνεχεία η ηλεκτρολογική του σύνδεση έγινε μέσω χρήσης “κλεφτών” καλωδίων οι οποίοι παίρνουν το σήμα από έναν ψεκαστήρα της υπάρχουσας μηχανής. Οπότε, τη στιγμή που θα ψεκάζει ο ψεκαστήρας από τον οποίο παίρνουμε το σήμα, την ίδια ώρα θα ψεκάζει και ο extra ψεκαστήρας. Επίσης, τοποθετήθηκε και ένας διακόπτης με σκοπό να επιλέγουμε εμείς πότε θα θέτουμε τον ψεκαστήρα σε λειτουργία ή όχι. Όσον αφορά τη τροφοδοσία του extra ψεκαστήρα με καύσιμο χρησιμοποιήσαμε έναν μεταλλικό διακλαδωτή και κάναμε μια διακλάδωση στο σωληνάκι καυσίμου λίγο πιο πριν αυτό καταλήξει στη μπεκιέρα. Το τελικό “σύστημα” με το οποίο μπορούμε να έχουμε και οπτική αλλά και πειραματική (ποσότητα ψεκασμού βενζίνης ανά μονάδα χρόνου) παρακολούθηση της λειτουργίας του extra ψεκαστήρα έχει τη παρακάτω μορφή, τοποθετήθηκε και βιδώθηκε πάνω στο προστατευτικό κουτί και περιλαμβάνει:



*Πειραματική διάταξη απεικόνισης λειτουργίας ψεκαστήρα σε πραγματικό χρόνο λειτουργίας της Μ.Ε.Κ.*

### 3.4 ΔΗΜΙΟΥΡΓΙΑ ΠΑΡΟΧΗΣ 12V ΓΙΑ ΤΗΝ ΤΡΟΦΟΔΟΤΗΣΗ ΤΩΝ ΜΕΤΡΗΤΙΚΩΝ ΟΡΓΑΝΩΝ

Για πρακτικούς κυρίως λόγους αλλά και για αισθητικούς δημιουργήσαμε μια παροχή 12V ούτως ώστε να παρέχουμε τη κατάλληλη τροφοδοσία στα μετρητικά μας όργανα Im-2 και Im-3. Η κύρια πρίζα τροφοδοτείται κατευθείαν από τη μπαταρία την οποία χρησιμοποιεί και η Μ.Ε.Κ, η οποία διαθέτει και ενσωματωμένο Βολτόμετρο.



*Παροχή 12V με ενσωματωμένο Βολτόμετρο*

## 4. ΨΗΦΙΑΚΑ ΚΑΙ ΜΕΤΡΗΤΙΚΑ ΟΡΓΑΝΑ ΠΟΥ ΧΡΗΣΙΜΟΠΟΙΗΘΗΚΑΝ ΓΙΑ ΤΗ ΠΕΙΡΑΜΑΤΙΚΗ ΔΙΑΔΙΚΑΣΙΑ

### 4.1 ΒΑΣΙΚΕΣ ΘΕΩΡΗΤΙΚΕΣ ΓΝΩΣΕΙΣ

#### 4.1.1 ΛΟΓΟΣ ΑΕΡΑ / ΚΑΥΣΙΜΟΥ (AFR)

Ο λόγος αέρα/καυσίμου είναι ο λόγος της μάζας του αέρα προς τη μάζα του καυσίμου (AFR ή A/F)

- περίσσεια οξυγόνου  $\Rightarrow$  φτωχό μίγμα
- περίσσεια καυσίμου  $\Rightarrow$  πλούσιο μίγμα

**Στοιχειομετρικός λόγος αέρα/καυσίμου** είναι αυτός που η ποσότητα του περιεχομένου στον αέρα οξυγόνου είναι όση ακριβώς χρειάζεται για την πλήρη καύση του καυσίμου (τέλεια ή στοιχειομετρική καύση).

Στοιχειομετρικός λόγος βενζίνης: 14.7:1 περίπου

Στοιχειομετρικός λόγος αιθανόλης: 9:1

#### 4.1.2 ΘΕΡΜΟΖΕΥΓΗ

##### Ο ρόλος της θερμοκρασίας

Η θερμοκρασία των καυσαερίων μπορεί να παρέχει πολύτιμες πληροφορίες για την κατάσταση στην οποία βρίσκεται ο κινητήρας. Για παράδειγμα, ένα φραγμένο φίλτρο αέρος θα παρέχει χαμηλότερη θερμοκρασία λειτουργίας, ενώ μια κακή τροφοδοσία καυσίμου θα αυξήσει την θερμοκρασία των εξαγόμενων καυσαερίων. Αυτό δίνει την δυνατότητα επέμβασης και διόρθωσης των προβλημάτων, πριν ο κινητήρας υποστεί βλάβες. Εκτός από την λειτουργία χωρίς λιπαντικό ή τον εφοδιασμό με νοθευμένα καύσιμα, λίγα πράγματα μπορούν να καταστρέψουν μια μηχανή εσωτερικής καύσης τόσο όσο η αύξηση θερμοκρασίας των εξαγόμενων καυσαερίων. Αυτό δηλώνει το πόσο σημαντικό είναι το συγκεκριμένο αισθητήριο για την προστασία των μηχανών και πόσο χαμηλό το κόστος εγκατάστασης συγκρινόμενο με την προστασία που παρέχει. Τα αισθητήρια τοποθετούνται άμεσα στους κυλίνδρους των μηχανών για να

μετρήσουν τη θερμοκρασία εξάτμισης, και παρέχουν πολύτιμες πληροφορίες στους οδηγούς για την απόδοση του κινητήρα.

Το αισθητήριο αποτελείται από τρία μέρη, από το θερμοηλεκτρικό ζεύγος (thermocouple), από το πυρόμετρο (gauge) και, φυσικά, από το καλώδιο που συνδέει αυτά τα δύο.

Οι βασικές αρχές του θερμοηλεκτρικού ζεύγους ανακαλύφθηκαν το 1821 από τον Τόμας Γιόχαν Ζέεμπεκ (Thomas Seebeck). Το θερμοηλεκτρικό ζεύγος αποτελεί το ζωτικό όργανο του όλου αισθητηρίου, καθώς είναι αυτό που εκτελεί τη μέτρηση της θερμοκρασίας των εξαγόμενων καυσαερίων μετατρέποντας τη θερμότητα σε ηλεκτρισμό. Υπάρχουν αρκετοί διαφορετικοί τύποι θερμοηλεκτρικών ζευγών, που χρησιμοποιούν διαφορετικά υλικά για διαφορετικές θερμοκρασίες, αλλά όλα βασίζονται στην ίδια αρχή λειτουργίας, δηλαδή στο φαινόμενο Ζέεμπεκ.

### **Φαινόμενο Ζέεμπεκ**

Όταν δύο διαφορετικά μέταλλα συνδεθούν και τα σημεία συνδέσεων βρίσκονται σε διαφορετικές θερμοκρασίες, τότε αναπτύσσεται μια διαφορά τάσεως στα δύο μη συνδεδεμένα άκρα που είναι ανάλογη προς τη διαφορά θερμοκρασίας. Η διάταξη ονομάζεται θερμοζεύγος. Έτσι, εάν το σημείο T1 κρατείται σε γνωστή θερμοκρασία, η μέτρηση της τάσεως V θα δώσει την άγνωστη θερμοκρασία T2. Η σύνδεση στην T1 ονομάζεται σύνδεση αναφοράς καθώς η θερμοκρασία T1 μετριέται σε σχέση με την T1. Η τάση V, ανάλογη προς τη διαφορά θερμοκρασίας T2 - T1, είναι γνωστή σαν το φαινόμενο Ζέεμπεκ και ο συντελεστής α ονομάζεται θερμοηλεκτρική ισχύς. Μέταλλα που συνηθέστερα χρησιμοποιούνται για την κατασκευή θερμοζευγών είναι ο σίδηρος, ο χαλκός, ο λευκόχρυσος και διάφορα κράματα, όπως χρώμελ (κράμα νικελίου και χρωμίου), αλούμελ (κράμα αλουμινίου και νικελίου), κονσταντάνη (κράμα χαλκού και νικελίου) και λευκόχρυσος - ρόδιο. Τα υλικά αυτά χρησιμοποιούνται ανά ζεύγη έτσι ώστε να αναπτύσσουν τη μεγαλύτερη θερμοηλεκτρική ισχύ. Για τις περισσότερες εφαρμογές, τα θερμοζεύγη κατασκευάζονται από τα μέταλλα που αναφέρονται παραπάνω σε μορφή σύρματος. Εφόσον η θερμοηλεκτρική ισχύς των θερμοζευγών είναι αρκετά μικρή, το μέγεθος της αναπτυσσόμενης τάσης περιορίζεται σε λίγα μίλιβολτ (mV) για κάθε διαφορά θερμοκρασίας 100° C. Έτσι, για ακριβείς

μετρήσεις θερμοκρασίας απαιτείται η χρήση οργάνων υψηλής ευαισθησίας. Στις περισσότερες περιπτώσεις χρησιμοποιείται ένα ποτενσιόμετρο ή μικροβολτόμετρο.

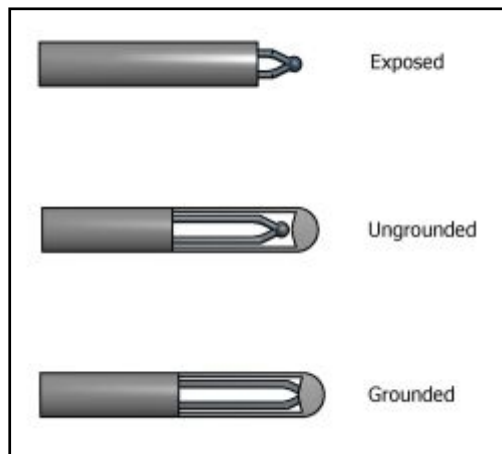
Η επιλογή του βέλτιστου τύπου θερμοηλεκτρικών ζευγών (μέταλλα που χρησιμοποιούνται στην κατασκευή τους) είναι βασισμένη στη θερμοκρασία εφαρμογής, την ατμόσφαιρα, το απαραίτητο μήκος, την ακρίβεια και το κόστος. Ένα πραγματικό επίτευγμα της μηχανικής είναι ότι αυτά τα θερμοηλεκτρικά ζεύγη είναι εντυπωσιακά αξιόπιστα και ανθεκτικά στις υψηλές θερμοκρασίες. Τα λεπτά μέρη που απαρτίζουν το θερμοηλεκτρικό ζεύγος θεωρείται ότι είναι σχεδόν αδύνατον να σπάσουν εκτός και εάν ξεπεραστεί η μέγιστη θερμοκρασία λειτουργίας. Αυτή η παραδοχή είναι πολύ σημαντική διότι η θέση στην οποία τοποθετούνται τα ζεύγη δεν επιτρέπει την αποκόλληση τμημάτων του θερμοηλεκτρικού ζεύγους γιατί κάτι τέτοιο θα κατάστρεφε τμήματα της μηχανής.

### **Τεχνικές δοκιμών καλής λειτουργίας**

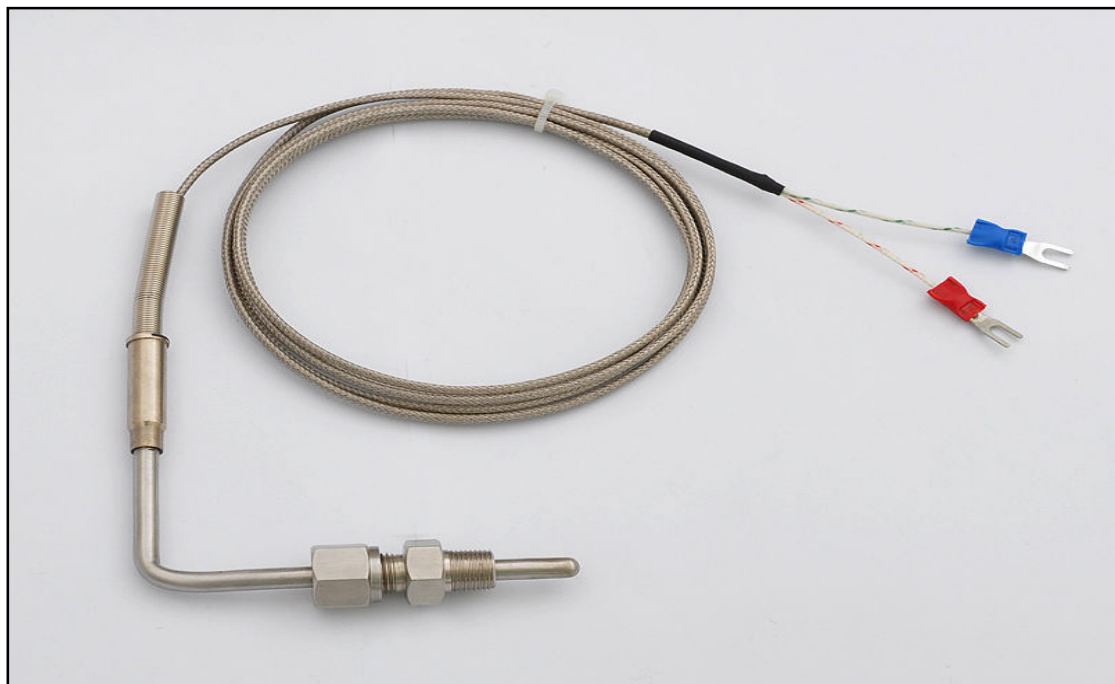
Για την δοκιμή ενός αισθητηρίου εξαγόμενων καυσαερίων (EGT) απαιτείται να έχουμε θέσει σε λειτουργία τη μηχανή ώστε το αισθητήριο να φθάσει μέχρι τη θερμοκρασία λειτουργίας του και έπειτα με ένα βολτόμετρο μεγάλης ευαισθησίας να μετρήσουμε την έξοδό του. Η επιλογή της ευαισθησίας του βολτομέτρου θα πρέπει να είναι τέτοια ώστε να ανταποκρίνεται στη μετρούμενη τιμή. Πιο συγκεκριμένα, σε θερμοκρασία δωματίου και όταν πρόκειται για θερμοηλεκτρικά ζεύγη j και k το βολτόμετρο θα διαβάσει λιγότερο από μισό μίλιβολτς (0,0005 volt). Και όταν το θερμοηλεκτρικό ζεύγος είναι τύπου K και θερμαίνεται σε μια θερμοκρασία 760° C το αισθητήριο παράγει τάση περίπου 25 μίλιβολτ (millivolts). Έτσι, το βολτόμετρο θα πρέπει να έχει την δυνατότητα να διαβάζει κλάσματα του μίλιβολτ (millivolt). Τα καλώδια των πόλων (+) συν και πλύν (-) εξαρτώνται από τον τύπο του αισθητηρίου που διαθέτουμε. Σε ένα θερμοηλεκτρικό ζεύγος τύπου K, το κίτρινο καλώδιο είναι το θετικό και το κόκκινο καλώδιο είναι το αρνητικό. Σε ένα ζεύγος τύπων J, το μαύρο καλώδιο είναι το θετικό και το κόκκινο καλώδιο είναι το αρνητικό.

<b>Τυποποιημένα θερμοζεύγη που υπάρχουν στο εμπόριο (αλφαβητική σειρά)</b>			
<b>Τύπος</b>	<b>Αποτελείται από</b>	<b>Θερμοκρασία λειτουργίας</b>	<b>Συντελεστής (Seebeck)/ θερμοκρασία</b>
B	(94%Pt / 6%Rh)(+) / (70%Pt / 30%Rh)(-)	0 - 1820 °C	6.0 μV/°C / 600 °C
C	(95%W / 5%Re)(+) / (74%W / 26%Re)(-)	0 - 2320 °C	19.5 μV/°C / 600 °C
D	(97%W / 3%Re)(+) / (75%W / 25%Re)(-)	0 - 2320 °C	19.5 μV/°C / 600 °C
E	Chromel(+)/ Constantan(-)	270 - 1000 °C	58.5 μV/°C / 0 °C
G	W(+)/ (74%W / 26%Re)(-)	0 - 2320 °C	19.5 μV/°C / 600 °C
J	Fe(+)/ Consrantan(-)	210 - 760 °C	50.2 μV/°C / 0 °C
K	Chromel(+)/ Alumel(-)	270 - 1370 °C	39.4 μV/°C / 0 °C
R	(87%Pt / 13%Rh)(+) / Pt(-)	50 - 1768 °C	11.5 μV/°C / 600 °C
S	(90%Pt / 10%Rh)(+) / Pt(-)	50 - 1768 °C	10.3 μV/°C / 600 °C
T	Cu(+)/ Constantan(-)	270 - 400 °C	38.0 μV/°C / 0 °C

*Πίνακας τυποποιημένων θερμοζευγών και χαρακτηριστικά λειτουργίας*



*Τύποι θερμοζευγών*



*Θερμοζεύγος K τύπου EGT όπως αυτό που χρησιμοποιήθηκε στη πειραματική διαδικασία*

### 4.1.3 ΥΠΟΠΙΕΣΗ – ΑΙΣΘΗΤΗΡΑΣ ΑΠΟΛΥΤΗΣ ΠΙΕΣΗΣ (MAP)

Το σήμα του αισθητήρα απόλυτης πίεσης (MAP) χρησιμοποιείται για την μέτρηση του φορτίου του κινητήρα (σε συνάρτηση με τον αριθμό στροφών) και είναι βασικό για τον υπολογισμό της διάρκειας ψεκασμού. Επίσης, χρησιμοποιείται για τη μέτρηση της βαρομετρικής πίεσης (επομένως του υψομέτρου) ώστε να γίνεται διόρθωση στη βασική διάρκεια ψεκασμού. Ο αισθητήρας είναι συνδεδεμένος μέσω ενός σωλήνα υποπίεσης στην πολλαπλή εισαγωγής μετά την πεταλούδα γκαζιού.

Είναι ένας πιεζοηλεκτρικός αισθητήρας και αυτό σημαίνει ότι η αντίστασή του μεταβάλλεται όταν μεταβάλλεται η πίεση. Αποτελείται από ένα κύκλωμα ενίσχυσης του σήματος και ένα τσιπ πυριτίου, που επάνω του έχει 4 ηλεκτρικές αντιστάσεις συνδεδεμένες σε γέφυρα. Το τσιπ βρίσκεται μέσα σε ένα στεγανό θάλαμο που έχει μία πίεση αναφοράς (ατμοσφαιρική). Ο θάλαμος χωρίζεται σε δυο μέρη. Στο ένα βρίσκεται το τσιπ (όπου επικρατεί ατμοσφαιρική πίεση) και στο άλλο μέρος έχουμε την πίεση που θέλουμε να μετρήσουμε, δηλαδή η πίεση της πολλαπλής εισαγωγής. Όταν μεταβάλλεται η πίεση στην πολλαπλή εισαγωγής, η μεμβράνη πάνω στην οποία στηρίζεται το τσιπ κάμπτεται και αλλάζει η αντίστασή του. Επομένως αλλάζει και η τάση που διαβάζει η Μονάδα Ελέγχου Κινητήρα (Engine Control Unit / ECU), η οποία μεταφράζει την αλλαγή της τάσης σαν αλλαγή της πίεσης στην πολλαπλή εισαγωγής.



*Αισθητήρας Απόλυτης Πίεσης KIA SEPHIA*



#### 4.1.4 ΣΥΣΤΗΜΑ ΑΝΑΦΛΕΞΗΣ - ΤΡΟΠΟΙ ΜΕΤΡΗΣΗΣ ΣΤΡΟΦΩΝ ΚΙΝΗΤΗΡΑ

Οι περισσότερες μέθοδοι μέτρησης των στροφών ενός κινητήρα χρησιμοποιούν το σύστημα ανάφλεξης του αυτοκινήτου ως μια πηγή από την οποία προκύπτουν οι παλμοί περιστροφής του. Άλλες μέθοδοι χρησιμοποιούν έναν αισθητήρα στροφάλου (έναν παλμό ανά περιστροφή), αισθητήρα εκκεντροφόρου, ή τους παλμούς έγχυσης καυσίμου (ο αριθμός παλμών / περιστροφή εξαρτάται από το σύστημα έγχυσης καυσίμου). Μια μέθοδος επίσης είναι η μέτρηση της συχνότητας του εναλλασσόμενου ρεύματος (AC) που δημιουργείται από τον εναλλάκτη του αυτοκινήτου.

Επειδή ο αριθμός των παλμών ανά περιστροφή στροφάλου εξαρτάται από το σύστημα και τον τύπο ανάφλεξης του κινητήρα, μια καθολική μέθοδος μέτρησης στροφών πρέπει να προσαρμοστεί για τα διαφορετικού τύπου περιβάλλοντα που έχει να αντιμετωπίσει. Ένα τυπικό σύστημα ανάφλεξης αποτελείται από ένα πηνίο ανάφλεξης, ένα οδηγό πηνίο που αλλάζει ρεύμα στο πηνίο ανάβοντας και σβήνοντας και ένα διανομέα. Όταν το ρεύμα είναι ενεργοποιημένο στο πρωτεύον πηνίο, το πηνίο αποθηκεύει ενέργεια στο μαγνητικό πεδίο του. Όταν το ρεύμα είναι απενεργοποιημένο, η ενέργεια αυτή αποφορτίζεται σε παλμό πολύ υψηλής τάσης στο δευτερεύον πηνίο, δημιουργώντας μια σπίθα.

Ένα σύστημα ανάφλεξης χωρητικής εκκένωσης (CDI) χρησιμοποιεί έναν πυκνωτή για να αποθηκεύσει την ενέργεια της σπίθας. Ο πυκνωτής είναι φορτισμένος στα περίπου 400V και στη συνέχεια αποφορτίζεται ταχύτατα στο πρωτεύον πηνίο ανάφλεξης. Έτσι, το πηνίο ενεργεί μόνο ως μετασχηματιστής και δεν αποθηκεύει την ενέργεια (και συνεπώς μπορεί να έχει μικρές διαστάσεις). Το πλεονέκτημα ενός συστήματος CDI είναι η πολύ υψηλή και ταχύτατη ανερχόμενη τάση υπερπήδησης (λιγότερο επιρρεπές στο να προκαλέσει ρύπανση). Η αδυναμία του συστήματος CDI είναι η πολύ σύντομη διάρκεια σπινθήρα, η οποία μπορεί να μην είναι αρκετά μεγάλη ώστε να αναφλέξει το μίγμα. Συστήματα ανάφλεξης Multispark προσπαθούν να ξεπεράσουν αυτή την αδυναμία δημιουργώντας πολλαπλούς παλμούς σπινθήρα για κάποιες μοίρες περιστροφής του στροφάλου για να αυξήσουν το ενδεχόμενο ανάφλεξης του μίγματος. Ο διανομέας αλλάζει την τάση του σπινθήρα στο κατάλληλο μπουζί.

## 4.2 ΠΛΗΡΟΦΟΡΙΕΣ ΓΙΑ ΤΗΝ ΛΕΙΤΟΥΡΓΙΑ ΤΟΥ LM-2 DIGITAL AIR/FUEL RATIO METER & OBD SCAN TOOL

Το LM-2 Kit (Single Wideband O<sub>2</sub>) περιλαμβάνει το όργανο LM-2, τον αισθητήρα Bosch wide-band oxygen, 2,5 μέτρα καλώδιο αισθητήρα, τον μετατροπέα που προσαρμόζεται στη θέση του αναπτήρα του οχήματος, αναλογικό καλώδιο εισόδου/εξόδου in/out, OBD-II/CAN καλώδιο, USB καλώδιο για την σύνδεση με το PC, το σπείρωμα για να βιδωθεί ο αισθητήρας στην εξάτμιση, το CD με το πρόγραμμα LogWorks



*LM-2: Digital Air/Fuel Ratio Wideband Meter Single O<sup>2</sup> Kit*

Το LM-2 συνδυάζει ένα "δυνατό" μετρητή air/fuel ratio ενώ παράλληλα έχει 32 κανάλια καταγραφής (datalogger). Το όργανο με την ψηφιακή ανάλυση σήματος παρέχει ακριβή δεδομένα για το μείγμα αέρα καυσίμου στο κινητήρα σε διάφορα φορτία μηχανής. Το LM-2 αυτό-καλιμπράρεται ώστε να παρέχει πάντα ίδια αποτελέσματα αντισταθμίζοντας τις αλλαγές στη θερμοκρασία, υψόμετρο και την κατάσταση του αισθητήρα.

Το LM-2 διαθέτει δυο πλήρως προγραμματιζόμενες αναλογικές εξόδους. Η πρώτη αναλογική έξοδος έρχεται εγκατεστημένη και ρυθμισμένη από το εργοστάσιο και είναι έτοιμη για οποιαδήποτε προσομοίωση, η δεύτερη αναλογική έξοδος είναι ρυθμισμένη στα 0 volt = 7.35 AFR και 5 volts = 22.39 AFR. Με το κατάλληλο λογισμικό LM που το προμηθευτήκαμε μαζί με την συσκευή μας δίνεται η δυνατότητα να επαναπρογραμματίσουμε τις εξόδους.

### 4.3 ΠΛΗΡΟΦΟΡΙΕΣ ΓΙΑ ΤΗΝ ΛΕΙΤΟΥΡΓΙΑ ΤΟΥ LMA-3 (MULTI SENSOR DEVICE)

Το AuxBox συνδέεται στην είσοδο του LM-2 και επιτρέπει στο χρήστη να καταγράφει και να αναλύει έως και 5 μεταβλητές του κινητήρα. Το AuxBox συμπληρώνει το LM-2 κάνοντάς το ένα πλήρες σύστημα καταγραφής, επιτρέποντας στον χρήστη να καταγράφει, να βλέπει και να αναλύει δεδομένα από πολλά κανάλια ταυτόχρονα.



*LMA-3 Multi-sensor Device (AuxBox) Kit*

Το AuxBox συνδέεται στην OUTPUT υποδοχή του LM-2 και γενικότερα επικοινωνεί με όλες τις συσκευές της Innovate που έχουν το σύστημα MTS serial chain. Το AuxBox έχει 5 ενσωματωμένους αισθητήρες. Οι αισθητήρες αυτοί είναι: Πίεση τούρμπο (MAP or Boost), Πυρόμετρο (EGT), Μετρητής στροφών RPM (από ανάλογο σήμα ή από το ειδικό εξάρτημα), Επιταχυνσιόμετρο, και μετρητή Duty Cycle (or Dwell). Ο εσωτερικός αισθητήρας πίεσης MAP είναι 3-bar απόλυτης πίεσης, δίνοντας ακριβή δεδομένα έως και 44.1 PSIA. Το κύκλωμα του πυρομέτρου υποστηρίζει K-type θερμοζεύγη. Το εσωτερικό επιταχυνσιόμετρο μετρά δύο διευθύνσεις με διάφορες επιλογές. Το AuxBox έχει 5 εξαιρετικές αναλογικές εισόδους. Αυτό δίνει την δυνατότητα στον χρήστη να καταγράφει δεδομένα από άλλους αισθητήρες όπως θέση γκαζιού TPS ή MAF.

## 4.4 ΠΛΗΡΟΦΟΡΙΕΣ ΓΙΑ ΤΟ ΛΟΓΙΣΜΙΚΟ LOGWORKS 3.0

Το λογισμικό Logworks είναι μια εφαρμογή η οποία αλληλεπιδρά με τις συσκευές της Innnovate. Επιτρέπει την εύκολη ανάλυση και χειρισμό των δεδομένων του κινητήρα που αποκτήθηκαν από τις συσκευές καταγραφής Innnovate καθώς επίσης και να δούμε σε πραγματικό χρόνο λειτουργίας του κινητήρα και σε εικονικά όργανα σημαντικά δεδομένα.

### Χαρακτηριστικά της εφαρμογής Logworks:

Ελάχιστες απαιτήσεις υπολογιστή:

- Λειτουργικό Σύστημα Windows 98 και νεότερες εκδόσεις
- Ταχύτητα Επεξεργαστή Pentium I 600 MHZ ή ταχύτερος
- Μνήμη RAM Ελαχ. 100Mbyte από τη συνιστώμενη του λειτουργικού συστήματος
- Χώρος σκληρού δίσκου Ελαχ. 100Mbyte ελεύθερου χώρου
- Οθόνη Χιλιάδων χρωμάτων, 800x600 ελάχιστη ανάλυση

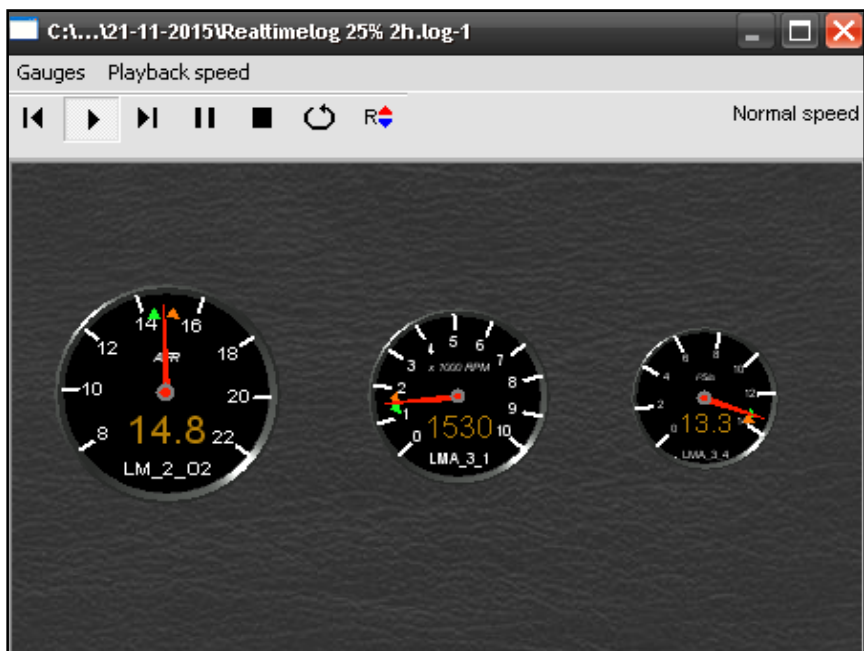
### Λίγα λόγια για τον τρόπο χειρισμού της εφαρμογής Logworks 3.0 για την ανάκτηση δεδομένων κατά τη διάρκεια διεξαγωγής του πειράματος.

Τα δεδομένα τα οποία μελετήθηκαν κατά τη διάρκεια της πειραματικής διαδικασίας ήταν:

- Ο λόγος αέρα / καυσίμου (AFR)
- Η υποπίεση στην εισαγωγή του αέρα
- Η θερμοκρασία των καυσαερίων αμέσως μετά την πολλαπλή εξαγωγής
- Οι στροφές του κινητήρα (RPM)
- Η Ροπή που ανέπτυξε η Μ.Ε.Κ

**Σημαντικό επίσης** είναι να αναφερθεί το γεγονός ότι για να έχουμε σωστές μετρήσεις του AFR θα έπρεπε πρώτα να έχουμε καλιμπράρει το LMA-2 με τον αισθητήρα εκτεθειμένο στο περιβάλλοντα χώρο και όχι βιδωμένο στο σώμα της εξάτμισης. Αφού γινόταν το καλιμπράρισμα θα έπρεπε σε αυτές τις συνθήκες το AFR να είναι **20.9**.

Οι τιμές του λόγου αέρα / καυσίμου, της υποπίεσης και των στροφών του κινητήρα εμφανίζονταν σε πραγματικό χρόνο στην οθόνη του υπολογιστή με τη χρήση της εφαρμογής LogWorks 3.0 και είχαν τη παρακάτω εμφάνιση:



*Τιμές των προαναφερόμενων δεδομένων σε μια τυχαία χρονική στιγμή του πειράματος*

Κάθε συνεδρία που γινόταν για την εκάστοτε θέση που είχαμε την πεταλούδα την εγγράφαμε και μετέπειτα την είχαμε διαθέσιμη και σε μορφή απεικόνισης όπως φαίνεται στη παραπάνω εικόνα και σε διαγράμματα τα οποία αναγράφονται στις επόμενες σελίδες.

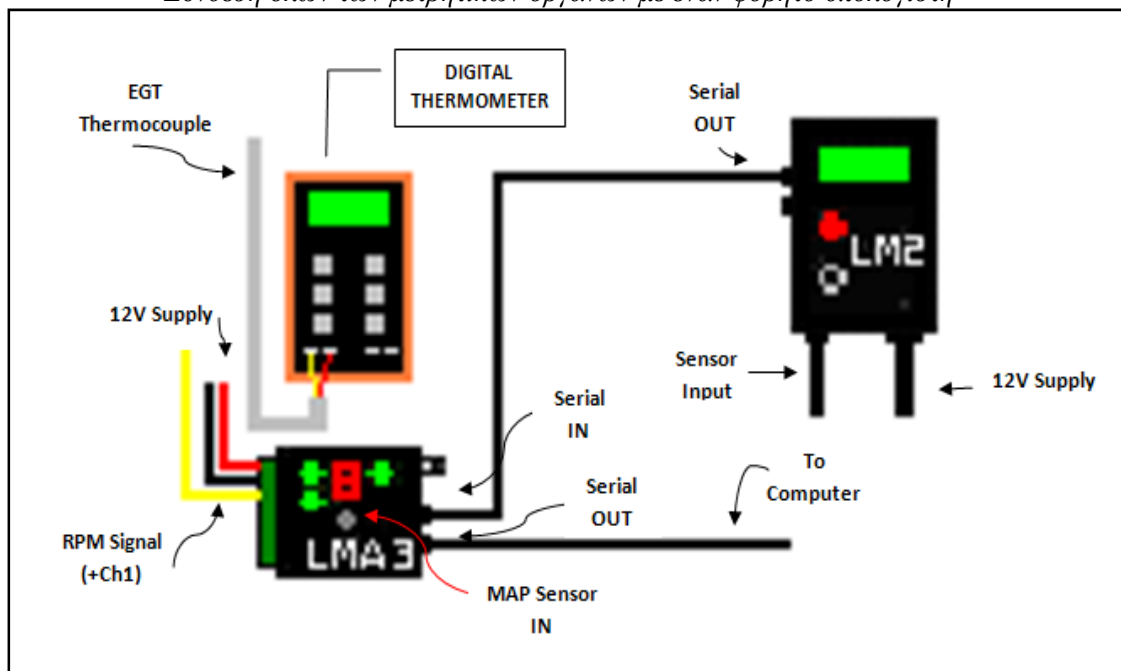
Επίσης, θα μπορούσαμε να έχουμε και καταγραφή της θερμοκρασίας των καυσαερίων αλλά υποθέτουμε ότι το θερμοζεύγος που είχαμε διαθέσιμο από το εργαστήριο δεν ήταν συμβατό με το LMA-3 (μάλλον δεν ήταν γειωμένου τύπου) καθώς οι μετρήσεις θερμοκρασίας δεν έβγαιναν καθόλου σωστές όσο και να προσπαθούσαμε. Πιθανόν ένα θερμοζεύγος τύπου K γειωμένο ή ακόμα καλύτερα το θερμοζεύγος τύπου K EGT της εταιρίας Innomate να μας έβγαζε σωστές μετρήσεις. Έτσι, επιλέξαμε χρήση του ψηφιακού θερμομέτρου (φαίνεται στην επόμενη εικόνα) και είχαμε μια προσεγγιστική αντίληψη των θερμοκρασιών που αναπτυσσόταν από τα καυσαέρια.

#### 4.5 ΣΥΝΔΕΣΜΟΛΟΓΙΑ LM-2 ΜΕ LMA-3 ΚΑΙ ΕΙΣΟΔΟΣ ΣΗΜΑΤΩΝ.

Στη παρακάτω φωτογραφία παρουσιάζεται η συνδεσμολογία που πραγματοποιήθηκε μεταξύ των μετρητικών συσκευών lm-2 και lma-3 (αυχβοx) καθώς επίσης και με ένα ψηφιακό θερμομέτρο και του ηλεκτρονικού υπολογιστή τύπου laptop που μας διέθεσε ο Κος Θεοδωρακάκος Ανδρέας ούτως ώστε να έχουμε και σε πραγματικό χρόνο απεικόνιση των δεδομένων που μελετούσαμε.



*Σύνδεση όλων των μετρητικών οργάνων με έναν φορητό υπολογιστή*



*Σχηματική απεικόνιση συνδεσμολογίας των μετρητικών οργάνων μεταξύ τους*

Οι βασικοί παράμετροι που θέλαμε να μελετήσουμε καθώς και να πάρουμε ακριβή δεδομένα σε πραγματική λειτουργία της Μ.Ε.Κ είναι:

- Ο λόγος air/fuel ratio (AFR)
- Θερμοκρασία καυσαερίων, αμέσως μετά τη πολλαπλή εξαγωγή
- Στροφές περιστροφής του κινητήρα (rpm)
- Υποπίεση, αμέσως μετά τη πεταλούδα εισαγωγής

Οι δυνατότητες λήψης δεδομένων και υπολογισμού πολλών παραμέτρων που έχουν να κάνουν με το πραγματικό χρόνο λειτουργίας της Μ.Ε.Κ είναι χωρίς υπερβολή πάρα πολλές, θα μπορούσαμε να πάρουμε και πολλά άλλα σήματα από αισθητήρες της Μ.Ε.Κ αλλά αυτά μπορούν να γίνουν αντικείμενο μελέτης και πραγματοποίησης σε επόμενη πτυχιακή εργασία.



*Πολλαπλασιαστής εργαστηριακής Μ.Ε.Κ. όπου παίρνουμε σήμα για μέτρηση των RPM*



*Εισαγωγή αέρα εργαστηριακής Μ.Ε.Κ. όπου παίρνουμε μετρήσεις για υποπίεση*

## 5. ΔΥΝΑΜΟΜΕΤΡΟ.

Το δυναμόμετρο πού χρησιμοποιούμε είναι υδραυλικού τύπου, κατασκευής Redman Heenan Froude LTD της σειράς DPX με τα παρακάτω στοιχεία:

Μέγεθος: DPX 2.

Αριθμός παραγγελίας: BX 32879.

Μέγιστη μετρούμενη ισχύς: 112 Kw.

Φάσμα ορθών μετρήσεων: 4000÷7500 RPM.

$Kw = (Nm \times rev/min) / 9549,305$



*Υδραυλικού τύπου δυναμόμετρο στον εργαστηριακό χώρο*



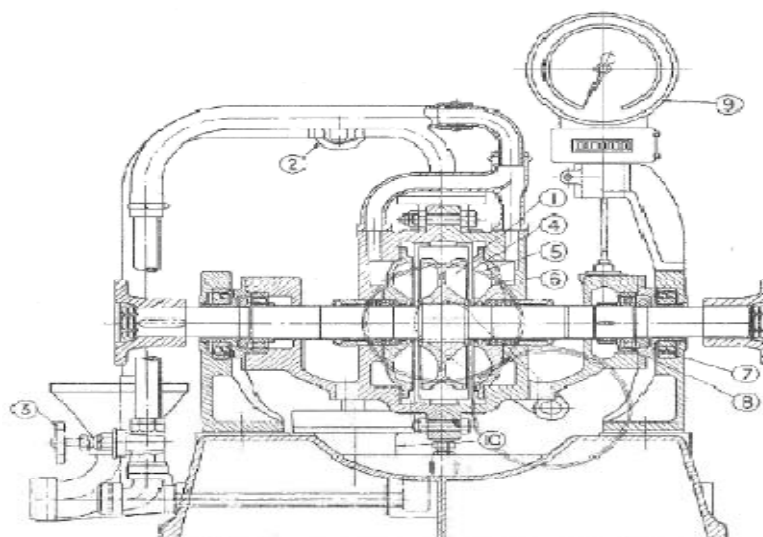


## 5.1 ΟΡΘΗ ΧΡΗΣΗ ΚΑΙ ΧΑΡΑΚΤΗΡΙΣΤΙΚΑ ΔΥΝΑΜΟΜΕΤΡΟΥ.

Παρακάτω θα δούμε από τι αποτελείται, πως λειτουργεί και τι απαιτήσεις συντήρησης έχει το υδραυλικό δυναμόμετρο που χρησιμοποιήσαμε κατά τη διάρκεια της πειραματικής διαδικασίας για την ολοκλήρωση αυτής της εργασίας.

### 5.1.1 ΠΕΡΙΓΡΑΦΗ ΔΥΝΑΜΟΜΕΤΡΟΥ.

Το παρακάτω σχέδιο είναι γενικό για όλη τη σειρά δυναμόμετρων DPX της Redman Heenan Froude LTD . Στο δυναμόμετρο που χρησιμοποιήσαμε απουσιάζει το ταχύμετρο.



Τομή δυναμόμετρου τύπου DPX

- |                                      |                            |
|--------------------------------------|----------------------------|
| 1) Ρότορας                           | 6) Χιτόνια κελύφους        |
| 2) Βαλβίδα εξαγωγής νερού            | 7) Έδρανο στροφέα κελύφους |
| 3) Βαλβίδα εισαγωγής νερού           | 8) Έδρανο άτρακτου         |
| 4) Υδατοφράκτες για έλεγχο φορτίου   | 9) Ταχύμετρο (δεν υπάρχει) |
| 5) Τρύπες εισαγωγής νερού στις βάνες | 10) Αποσβεστήρας           |

Η κύρια άτρακτος στηρίζεται σε έδρανα στερεωμένα πάνω στο κέλυφος. Το κέλυφος με τη σειρά του στηρίζεται σε αντιτριβικούς στροφείς, ώστε να είναι ελεύθερο να περιστρέφεται στον ίδιο άξονα με την κύρια άτρακτο. Κατά τη χρήση, ο κινητήρας συνδέεται απευθείας στην κύρια άτρακτο μεταφέροντας τη δύναμη σε ένα ρότορα που περιστρέφεται μέσα στο κέλυφος, μέσα από το οποίο κυκλοφορεί νερό για να παρέχει την υδραυλική αντίσταση και παράλληλα να διώχνει τη θερμότητα που παράγεται από την καταστροφή της δύναμης.

Σε κάθε πλευρά του ρότορα δημιουργούνται κοιλότητες ημιελλειπτικής διατομής που διαχωρίζονται από πλάγια περύγια. Οι εσωτερικές πλευρές του κελύφους έχουν χιτώνια με κοιλότητες ιδίου τύπου. Έτσι οι κοιλότητες στους ρότορες και τα χιτώνια μαζί σχηματίζουν τριγύρω ελλειπτικά δοχεία που τα διατρέχουν νερό σε υψηλή ταχύτητα.

Κατά τη λειτουργία ο ρότορας αποβάλλει νερό σε υψηλή ταχύτητα από την περιφέρεια στις κοιλότητες που σχηματίζονται στα χιτώνια του κελύφους, από τα οποία έπειτα επιστρέφει με μειωμένη ταχύτητα στις κοιλότητες του ρότορα σε ένα σημείο κοντά στην άτρακτο.

Η αντίσταση του νερού στην κίνηση του ρότορα αντιδρά στο κέλυφος, το οποίο τείνει να στρίψει στους αντιτριβικούς στροφείς του. Η τάση αυτή αντιμετωπίζεται από ένα μοχλοβραχίονα και τερματίζεται σε μια συσκευή ζύγισης που μετρά τη ροπή.

Από την παραπάνω περιγραφή βλέπουμε πως οι δυνάμεις που αντιστέκονται στην περιστροφή της ατράκτου του δυναμόμετρου χωρίζονται σε τρεις(3) κύριες κατηγορίες:

1. Η υδραυλική αντίσταση από το ρότορα
2. Η τριβή από τα έδρανα της ατράκτου, συνήθως σφαιρικού τύπου
3. Η τριβή των παρεμβυσμάτων

Κάθε μια από αυτές τις δυνάμεις επιδρά πάνω στο κέλυφος, το οποίο όντας ελεύθερο να περιστραφεί πάνω σε αντιτριβικούς στροφείς μεταφέρει όλη τη δύναμη στο μηχανισμό ζύγισης. Έτσι κάθε δύναμη που αντιστέκεται στην περιστροφή της ατράκτου του κινητήρα επιδρά πάνω στο μηχανισμό ζύγισης. Αυτό εγγυάται την επιστημονική ακρίβεια.

## 5.1.2 ΥΠΟΛΟΓΙΣΜΟΣ ΙΠΠΟΔΥΝΑΜΗΣ.

Το μήκος του βραχίονα είναι τέτοιο ώστε να χρησιμοποιείται ένας πολύ βολικός τύπος για τον υπολογισμό της ιπποδύναμης.

Αν:  $W$  = καθαρό βάρος που σηκώνεται από το δυναμόμετρο

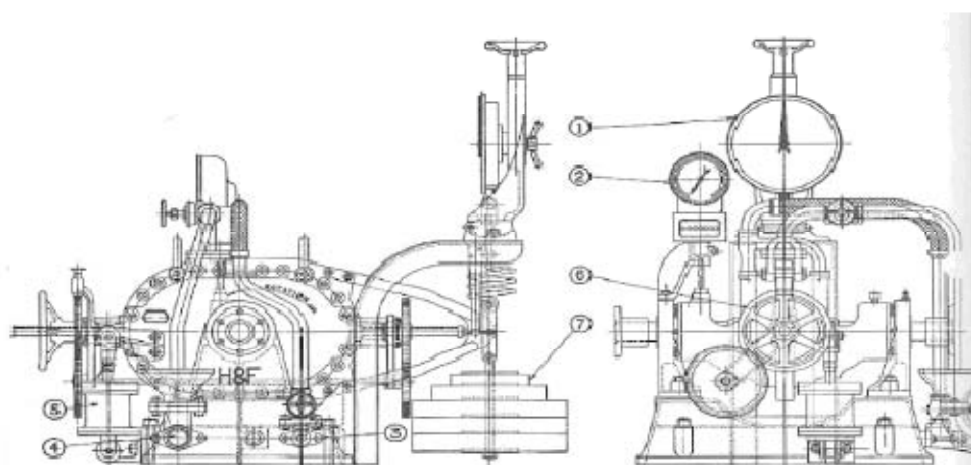
$N$  = ταχύτητα σε στροφές ανά λεπτό

$K$  = σταθερά η τιμή της οποίας είναι πάνω στην πλακέτα ονόματος

Τότε:  $BHP = (W \times N) / K$

## 5.1.3 ΧΡΗΣΗ ΔΥΝΑΜΟΜΕΤΡΟΥ

Το παρακάτω σχέδιο μας δείχνει μια γενική άποψη ενός δυναμόμετρου τύπου DPX έτοιμο για χρήση.



Γενικά άποψη δυναμομέτρου τύπου DPX

- 1) Ζυγαριά
- 2) Ταχύμετρο (δεν υπάρχει)
- 3) Εισαγωγή νερού
- 4) Εξαγωγή νερού
- 5) Αποσβεστήρας
- 6) Βαλβίδα χειρός ελέγχου φορτίου
- 7) Βάρη ζυγαριάς

Πριν μπορέσουμε να λάβουμε μετρήσεις με το δυναμόμετρο πρέπει να σιγουρευτούμε πως η στατική του ισορροπία είναι σωστή. Η διαδικασία που πρέπει να ακολουθήσουμε για αυτό είναι η ακόλουθη:

1. Αποσυνδέουμε τον κινητήρα από το δυναμόμετρο.
2. Ρυθμίζουμε τις βαλβίδες ώστε το νερό που περνάει από το δυναμόμετρο να είναι το ίδιο όπως υπό συνθήκες λειτουργίας.
3. Ελευθερώνουμε τον αποσβεστήρα απασφαλίζοντας το κάτω περικόχλιο.
4. Βγάζουμε όλα τα βάρη αφήνοντας μόνο το σταθερό στατικό μέρος.
5. Ρυθμίζουμε τη βαλβίδα χειρός στο πλαίσιο της ζυγαριάς ώστε τα κέντρα του βραχίονα να είναι οριζόντια, αυτό διευκολύνεται από ένα μικρό δείκτη.
6. Ρυθμίζουμε το δείκτη στη ζυγαριά για να καταχωρήσουμε το μηδέν. Για τη διευκόλυνση ρυθμίσεων μικρών ασυμφωνιών ο δείκτης είναι εφοδιασμένος με βίδα ρύθμισης. Το δυναμόμετρο έπειτα είναι έτοιμο για χρήση και μπορεί να ξανασυνδεθεί με τον κινητήρα αφού ο τελευταίος έχει ευθυγραμμιστεί προσεκτικά με τον άξονα του δυναμόμετρου.
7. Για να διασφαλίσουμε πως η ζυγαριά μεταφέρει όλο το βάρος του στατικού βάρους, κτλ., έπειτα από το τέλος των παραπάνω διαδικασιών, ο βραχίονας της ζυγαριάς πρέπει να σηκωθεί και να κατέβει με το χέρι. Ο δείκτης θα πρέπει να επανέλθει στο μηδέν και θα πρέπει να είναι δυνατό να μετακινήσουμε το δείκτη μερικές μοίρες υπό το μηδέν χωρίς δυσκολία.
8. Σπρώχνουμε μέσα το κάτω περικόχλιο του αποσβεστήρα. (Κάνουμε τις ρυθμίσεις με το άνω περικόχλιο κατά τη λειτουργία.)

#### **5.1.4 ΡΥΘΜΙΣΗ ΦΟΡΤΙΟΥ.**

Για να ρυθμίσουμε το φορτίο ώστε να ταιριάζει στη δυναμική του κινητήρα χρησιμοποιούμε μια βαλβίδα χειρός με την οποία μπορούμε να μετακινήσουμε τους λεπτούς μεταλλικούς υδατοφράκτες οι οποίοι παρεμβάλλονται ανάμεσα στο ρότορα και τα χιτώνια του κελύφους.

Αν μετακινηθούν προς την κύρια άτρακτο διακόπτουν την επικοινωνία μεταξύ του ρότορα και ενός αριθμού κυπέλλων στα χιτώνια του κελύφους, έχοντας ως αποτέλεσμα τη μείωση της ενεργής αντίδρασης του δυναμόμετρου και αντίθετα.

Αύτη η βαλβίδα χειρός μπορεί να χειρισθεί ενώ το δυναμόμετρο είναι σε λειτουργία έτσι ώστε σε μικρό χρονικό διάστημα να μπορεί να αποκτηθεί μια καμπύλη δύναμης σε ένα μεγάλο εύρος ταχύτητας.

#### **5.1.5 ΠΑΡΟΧΗ ΝΕΡΟΥ.**

Κατά τη λειτουργία του δυναμόμετρου χρειαζόμαστε συνεχή παροχή νερού είτε από την κεντρική παροχή είτε ανακυκλούμενο από μία υπερυψωμένη δεξαμενή. Το νερό το χρειαζόμαστε για την ψύξη του δυναμόμετρου αλλά και για τη δημιουργία υδραυλικής αντίστασης.

Η ποσότητα του νερού που απαιτείται για να απομακρύνει τη θερμότητα που παράγεται μπορεί να υπολογιστεί με σχετική ακρίβεια. Κάθε άλογο που απορροφάται παράγει 2.545 BTU την ώρα ή 42.4 BTU το λεπτό, εκ των οποίων σχεδόν όλα περνάνε στο νερό.

Η ποσότητα που παρέχεται στο δυναμόμετρο πρέπει να είναι ικανή ώστε η θερμοκρασία εξόδου (του νερού) να μην ξεπερνάει τους 60 βαθμούς κελσίου.

Μεγαλύτερη θερμοκρασία από αυτή αν και δε θα επηρεάσει την ασφαλή και ακριβή λειτουργία του δυναμόμετρου, τείνει να μειώσει τη ζωή του. Συνεπώς αν το δυναμόμετρο τροφοδοτείται με νερό από την κεντρική παροχή, και υποθέτοντας εισερχόμενη θερμοκρασία περίπου 10 βαθμούς κελσίου, η ελάχιστη παροχή είναι 13.64 λίτρα νερού ανά άλογο ανά ώρα, οι σωλήνες όμως θα πρέπει να είναι

σχεδιασμένοι να περνάνε 18.2 λίτρα νερού ανά άλογο ανά ώρα χωρίς μεγάλη πτώση στην πίεση.

Η ελάχιστη πίεση εισόδου του νερού, μετρούμενη στην είσοδο του δυναμόμετρου δίνεται από τον παρακάτω πίνακα:

Μέγεθος Δυναμόμετρου		Πιέσεις εισαγωγής νερού					
		1.03 bar		1.7 bar		2.76 bar	
D.P.X.	0	Up to	5500 r.p.m.	Up to	8000 r.p.m.	Up to	10000 r.p.m.
"	1	"	4500 "	"	6500 "	"	9000 "
"	2	"	3500 "	"	5500 "	"	7500 "
"	3	"	3000 "	"	4500 "	"	6000 "
"	4	"	2500 "	"	3500 "	"	5000 "
"	5	"	2000 "	"	2750 "	"	3500 "
"	6	"	1400 "	"	2000 "	"	2750 "
"	7	"	1200 "	"	1800 "	"	2500 "
"	8	"	850 "	"	1400 "	"	2000 "

*Πίνακας 1.3 : Πιέσεις εισαγωγής νερού ανά μοντέλο.*

Πρέπει να επιλέγει η πίεση που να αρκεί για το μέγιστο αριθμό στροφών που θα απαιτηθούν και να παραμείνει ίδια ακόμα και όταν το δυναμόμετρο τρέχει σε μικρότερες ταχύτητες.

Το νερό πρέπει να είναι ελεύθερο από αέρια και η πίεση του να μην έχει γρήγορες μεταβολές. Αν η παροχή γίνεται από πηγή που καλύπτει και άλλες ανάγκες που επηρεάζουν την πίεση η καλύτερη επιλογή είναι η εγκατάσταση μιας υπερυψωμένης δεξαμενής χωρητικότητας 4.5 λίτρων ανά αναρροφούμενο άλογο και η τροφοδοσία της να γίνεται με μια πλωτή αντλία από την κεντρική παροχή. Η δεξαμενή θα πρέπει να τοποθετηθεί στο κατάλληλο ύψος ώστε να μπορεί να δώσει την απαιτούμενη πίεση όπως αυτή αναγράφεται στον παραπάνω πίνακα.

### **5.1.6 ΑΠΟΣΒΕΣΤΗΡΑΣ**

Αυτός θα πρέπει να είναι γεμάτος με καλής ποιότητας λάδι μηχανής. Είναι σημαντικό να εξασφαλιστεί ότι ο αποσβεστήρας είναι εντελώς γεμάτος και χωρίς αέρα. Η απόσβεση μπορεί να μειωθεί ή να αυξηθεί ρυθμίζοντας το άνω περικόχλιο το οποίο ασφαλίζει στη θέση του από ένα επίπεδο ελατήριο. Όποια και αν είναι η θέση του άνω περικόχλιου η παράκαμψη του αποσβεστήρα μπορεί να αποκαλυφθεί πλήρως (χωρίς να διαταραχτεί η ρύθμιση) με την απελευθέρωση του κάτω περικόχλιου. Αυτή η διάταξη επιτρέπει τη σχεδόν πλήρη απομάκρυνση των ταλαντώσεων του αποσβεστήρα με σκοπό τον έλεγχο της στατικής ισορροπίας του δυναμόμετρου.

### **5.1.7 ΠΑΡΕΜΒΥΣΜΑΤΑ.**

Ο βαθμός στεγανότητας των παρεμβυσμάτων δεν επηρεάζουν στο ελάχιστο την ακρίβεια του δυναμόμετρου. Ωστόσο είναι επιθυμητό να δουλεύει το δυναμόμετρο, ειδικά όταν χρησιμοποιείται σε μεγάλες ταχύτητες, με τα παρεμβύσματα χαλαρωμένα ώστε ο άξονας να περιστρέφεται όσο το δυνατόν πιο ελεύθερα και να επιτρέπουν το περιστασιακό στάξιμο νερού.

Οι οπές αποστράγγισης ή οι σωλήνες από το διαμέρισμα κάτω από τα παρεμβύσματα πρέπει να διατηρούνται καθαρά και το νερό δε θα πρέπει να συσσωρεύεται αλλιώς μπορεί να εισέλθει στο κέλυφος του εδράνου.

## 6. ΔΙΑΔΙΚΑΣΙΑ - ΒΗΜΑΤΑ ΠΕΙΡΑΜΑΤΟΣ

### Ξεκινώντας την πειραματική διαδικασία

Ανοίγουμε τη βαλβίδα εισαγωγής εντελώς και την εξαγωγής ελάχιστα.

Προτείνεται στις περισσότερες περιπτώσεις το ξεκίνημα με μικρό φορτίο και αυτό μπορεί να επιτευχθεί βιδώνοντας τις δικλείδες του υδατοφράκτη όσο πιο μέσα στο μηχανήμα γίνεται. Ο κινητήρας μπορεί τώρα να ξεκινήσει. Όλες οι βαλβίδες στις σωληνώσεις μεταξύ της παροχής και της εισαγωγής του δυναμόμετρου πρέπει να είναι εντελώς ανοιχτές.

Δυο σημεία στα οποία πρέπει να δώσουμε προσοχή κατά τη διάρκεια της πειραματικής διαδικασίας είναι τα παρακάτω:

### 1. Ρύθμιση φορτίου

Ανοίγουμε τον υδατοφράκτη με τη βαλβίδα χειρός χειριζόμενοι ταυτόχρονα το γκάτζι του κινητήρα, μέχρι να επιτευχθεί το επιθυμητό φορτίο και ταχύτητα.

Ρυθμίσουμε τη βαλβίδα εξαγωγής ώστε να περνάει αρκετό νερό για να παραμείνει η θερμοκρασία σε λογική τιμή, 60 βαθμούς κελσίου όταν έχουμε νερό από την κεντρική παροχή. Σε πολύ μικρά φορτία με τον υδατοφράκτη πλήρως κλειστό επιπλέον μείωση στο φορτίο μπορείς να επιτευχθεί ανοίγοντας τη βαλβίδα εξαγωγής και κλείνοντας σταδιακά της εισαγωγής. Αυτό ισχύει για μηχανήματα “Ανοικτής Ροής” και η βαλβίδα εισαγωγής δεν πρέπει να κλείσει εντελώς, ώστε να επιτρέπει τη ροή νερού. Σε μηχανήματα “Κλειστής Ροής”, η εξαγωγή θα πρέπει προσωρινά να παρακαμφθεί ώστε να στεγνώσει, αν απαιτείται τόσο μικρό φορτίο, πράγμα που απαιτεί το μερικό άνοιγμα της βαλβίδας εισαγωγής.

### 2. Θέση του βραχίονα

Μια βαλβίδα χειρός υπάρχει στο πλαίσιο της ζυγαριάς για τη ρύθμιση του ύψους του βραχίονα, αυτός πρέπει πάντα να είναι οριζόντιος όταν παίρνουμε μετρήσεις ιπποδύναμης.



### Γενική φροντίδα και συντήρηση δυναμόμετρου

Για τη σωστή λειτουργία του δυναμόμετρου μας απαιτείται αρχικά η προσοχή μας στο νερό που χρησιμοποιούμε και στη συνέχεια κάποιες εργασίες συντήρησης. Ειδικότερα για το νερό πρέπει να δώσουμε ιδιαίτερη προσοχή στα παρακάτω σημεία τα οποία έχουν μεγάλη επίδραση στην αντοχή των στοιχείων απορρόφησης δύναμης:

1. Καθαρότητα νερού
2. Διατήρηση του PH ανάμεσα σε συγκεκριμένα όρια

Είναι σημαντικό το νερό που περνάει από το δυναμόμετρο και το κύκλωμα ψύξης να είναι καθαρό από ακαθαρσίες όπως άμμος, χώμα, κομμάτια τσιμέντου και σκόνη κλπ.

Η ζωή των στοιχείων απορρόφησης δύναμης θα αυξηθεί με περιστασιακή προσοχή στο νερό, συμπεριλαμβανομένων των παρακάτω:

1. Στην περίπτωση νέας εγκατάστασης, πριν την εκκίνηση του δυναμόμετρου ολόκληρο το σύστημα θα πρέπει να ξυθεί όσο καλύτερα γίνεται και να πλυθεί με νερό το οποίο θα αντικατασταθεί δύο (2) φορές πριν εισαχθεί στο δυναμόμετρο.
2. Η συμπληρωματική παροχή νερού στο σύστημα ψύξης θα πρέπει να είναι ελεύθερη από λειαντικά και θα πρέπει να περνάει από κατάλληλη επεξεργασία ώστε να αυξάνεται το PH στο 8-8.4.
3. Το σύνολο του κυκλοφορούντος νερού θα πρέπει να εξετάζεται σε τακτά χρονικά διαστήματα ώστε το PH να διατηρείται στα παραπάνω όρια.
4. Μία (1) φορά το μήνα το σύστημα ψύξης πρέπει να αδειάσει και η δεξαμενή να ξύνεται και να καθαρίζεται με καθαρό νερό. Γεμίζοντας πάλι το σύστημα το νερό θα πρέπει να έχει PH περίπου 8.4 για ετοιμότητα της λειτουργία κατά τον ερχόμενο μήνα, κατά τη διάρκεια του οποίου δεν πρέπει να πέσει κάτω από το
5. Η χρήση καλών φίλτρων (σουρωτήρι, ακριβής μετάφραση) στη δεξαμενή εισαγωγής νερού στο σύστημα ψύξης βοηθά σημαντικά στην εξαγωγή επικίνδυνων ακαθαρσιών. Τα φίλτρα πρέπει να ελέγχονται και να καθαρίζονται συχνά.

6. Η βαλβίδα εξαγωγής πρέπει να ρυθμιστεί έτσι ώστε όταν το νερό βγαίνει από το δυναμόμετρο να έχει θερμοκρασία 60 βαθμούς κελσίου η και λιγότερη. Η βαλβίδα εισαγωγής φυσικά παραμένει πλήρως ανοικτή.

7. Μία (1) φορά κάθε δώδεκα (12) μήνες το εσωτερικό του περιβλήματος του συστήματος ψύξης και τα πλαίσια πρέπει να ξύνονται και να βάζονται με βαφή Bitumastic.

Ως προς τις εργασίες συντήρησης πρέπει να γίνονται τα παρακάτω έτσι ώστε να εγγυάται η καλύτερη λειτουργία και ακρίβεια κατά τη λήψη των μετρήσεων:

1. Πρέπει να γρασάρουμε όλα τα μέρη των εδράνων τουλάχιστον μια (1) φορά την εβδομάδα, πιο συχνά αν το μηχάνημα χρησιμοποιείται συχνά. Είναι πολύ σημαντικό να μη φτάσει ποτέ νερό ή υγρασία στα έδρανα. Η ποιότητα του γράσου πρέπει να επιλεγθεί με προσοχή, κατάλληλη ποιότητα γράσου προτείνεται παρακάτω. Υπερβολική χρήση γράσου μπορεί να οδηγήσει σε υπερθέρμανση. Τα έδρανα δεν πρέπει να είναι γεμάτα πάνω από τα τρία - τέταρτα (3/4)

2. Τα παρεμβύσματα πρέπει να είναι επαρκώς στεγανά χωρίς όμως να προκαλούν αχρείαστα μεγάλη τριβή. Πρέπει να αντικαθίστανται όταν κρίνεται απαραίτητο από αντίστοιχα. Αν η γέμιση είναι ελαφρά φαγωμένη ίσως αρκεί απλά η εισαγωγή ενός καινούριου δακτυλιδιού. Αν τα παρεμβύσματα συνεχίσουν να έχουν μεγάλη διαρροή είναι κάλο να αφαιρεθούν εντελώς και να τοποθετηθούν νέα δακτυλίδια. Τα νέα δακτυλίδια θα πρέπει να τοποθετούνται στα παρεμβύσματα με τους συνδέσμους στα κοντινά δακτυλίδια σε απόσταση 180 μοιρών.

3. Το νερό θα πρέπει να αποστραγγίζεται από το κέλυφος μετά την ολοκλήρωση της δοκιμής, ώστε να αποφευχθεί η διάβρωση και σε ακραίες καιρικές συνθήκες το πάγωμα.

4. Το λάδι στον αποσβεστήρα πρέπει να αλλάζεται όσο συχνά χρειάζεται και δεν πρέπει να αφήνεται να γίνεται παχύρευστο και κολλώδες.

5. Το συνδετικό γρανάζι της ζυγαριάς του δυναμόμετρου πρέπει να το λιπαίνουμε περιοδικά για να προστατεύεται από τη σκουριά. Όποτε ετοιμαζόμαστε για δοκιμή ελέγχουμε προσεκτικά τους συνδέσμους ώστε να μην υπάρχει σύσφιξη. Μετά την ολοκλήρωση της δοκιμής πρέπει να βγαίνει το φορτίο από τη ζυγαριά αφαιρώντας τα ελεύθερα βάρη και χρησιμοποιώντας τη βαλβίδα χειρός ώστε όλο το φορτίο του

στατικού βάρους να φορτίζει τον κάτω βραχίονα της ζυγαριάς και ο δείκτης να δείχνει το μέγιστο.

6. Τα βάρη της ζυγαριά πρέπει να είναι σε καλή κατάσταση και να τα ελέγχουμε περιστασιακά για την ακρίβεια.

7. Συντηρούμε τα παρεμβύσματα ικανοποιητικά. Λιπαίνουμε περιστασιακά με λάδι τις βιδωμένες ράβδους ανασχέσεως, τον άξονα ζυγοστάθμισης και τις αρθρώσεις τους. Γρασάρουμε τα γρανάζια.

Τα λιπαντικά που προτείνονται καθώς και τα διαστήματα αλλαγής τους μπορούμε να τα δούμε στο παρακάτω πίνακα:

Προτεινόμενοι τύποι								
Εφαρμογή	Λιπαντικό	Mobil Oil Co. Ltd.	Shell Mex & B.P. Limited	G. C. Wakefield & Co. Limited	Power Petroleum Co. Ltd, B.P. Companies	Anglo-American Oil Co. Ltd.	W. B. Dick & Co. Ltd.	Διαστήματα αλλαγής
Έδρανα ατράκτου	Γράσο	Mobilux Grease No. 2	Unedo Grease I.	Spheerol "L"	Energrease Pressure I	Firmax I.	ILO R.B.	1 μήνας
Στροφείς κελύφους και έδρανα γραναζιού ζυγαριάς	Γράσο	Mobilux Grease No. 2	Unedo Grease I.	Spheerol "L"	Energrease Pressure I	Firmax I.	ILO R.B.	6 μήνες
Αποσβεστήρας γραναζιού ζυγαριάς	Λάδι	Vactra Oil Heavy Medium	Talpa Oil 20	Magna "ED"	Energol CE. 125	Teresso 85	ILO Hydraulic oil T.4	Κρατήστε γεμάτο
Όλοι οι σύνδεσμοι κλπ.	Λάδι	Vactra Oil Heavy Medium	Talpa Oil 20	Magna "ED"	Energol CE. 125	Teresso 85	ILO AA oil	2 εβδομάδες

*Λίστα προτεινόμενων λιπαντικών και εναλλακτικών*

## 7. ΜΕΤΡΗΣΕΙΣ

### 7.1 ΜΕΤΡΗΣΕΙΣ ΡΟΠΗΣ ΙΣΧΥΟΣ ΚΑΙ ΔΙΑΓΡΑΜΜΑΤΑ.

Σκοπός της εργασίας αυτής είναι η κατασκευή διαγραμμάτων ισχύος-ροπής σε ένα ευρύ φάσμα στροφών καθώς επίσης και η καταγραφή διαφόρων δεδομένων κατά τη διάρκεια λειτουργίας του κινητήρα (AFR, θερμοκρασία καυσαερίων μετά τη πολλαπλή εξαγωγή, στροφές, υποπίεση). Οι τιμές πάρθηκαν με την πεταλούδα σε τέσσερις διαφορετικές θέσεις, 25%, 50%, 75% και 100%. Υπάρχουν επίσης και δύο διαγράμματα για άμεση σύγκριση ροπής και ισχύος για όλες τις θέσεις της πεταλούδας.



*Διάταξη Πεταλούδας - Ποτενσιόμετρο*

## 7.1.1 ΠΙΝΑΚΕΣ ΠΕΙΡΑΜΑΤΙΚΩΝ ΜΕΤΡΗΣΕΩΝ

### ΠΕΤΑΛΟΥΔΑ ΣΤΟ 25%

Ροπή (Nm)	Ροπή (Kg)	Rpm	Ισχύς (HP)	T °C
37	3,77	1220	6,44	530
38	3,87	1350	7,32	570
38	3,87	1520	8,25	600
40	4,08	1770	10,11	630
35	3,57	2090	10,44	650
28	2,86	2690	10,75	660

### ΠΕΤΑΛΟΥΔΑ ΣΤΟ 50%

Ροπή (Nm)	Ροπή (Kg)	Rpm	Ισχύς (HP)	T °C
35	3,57	1270	6,35	560
40	4,08	1410	8,05	605
41	4,18	1580	9,25	650
45	4,59	1780	11,44	680
46	4,69	1910	12,54	700
48	4,89	2100	14,39	710
51	5,20	2700	19,66	750

### ΠΕΤΑΛΟΥΔΑ ΣΤΟ 75%

Ροπή (Nm)	Ροπή (Kg)	Rpm	Ισχύς (HP)	T °C
34	3,47	1210	5,87	580
39	3,98	1400	7,79	600
42	4,28	1610	9,65	640
45	4,59	1810	11,63	670
47	4,79	2120	14,22	700
54	5,51	2630	20,27	740
58	5,91	2910	24,10	800

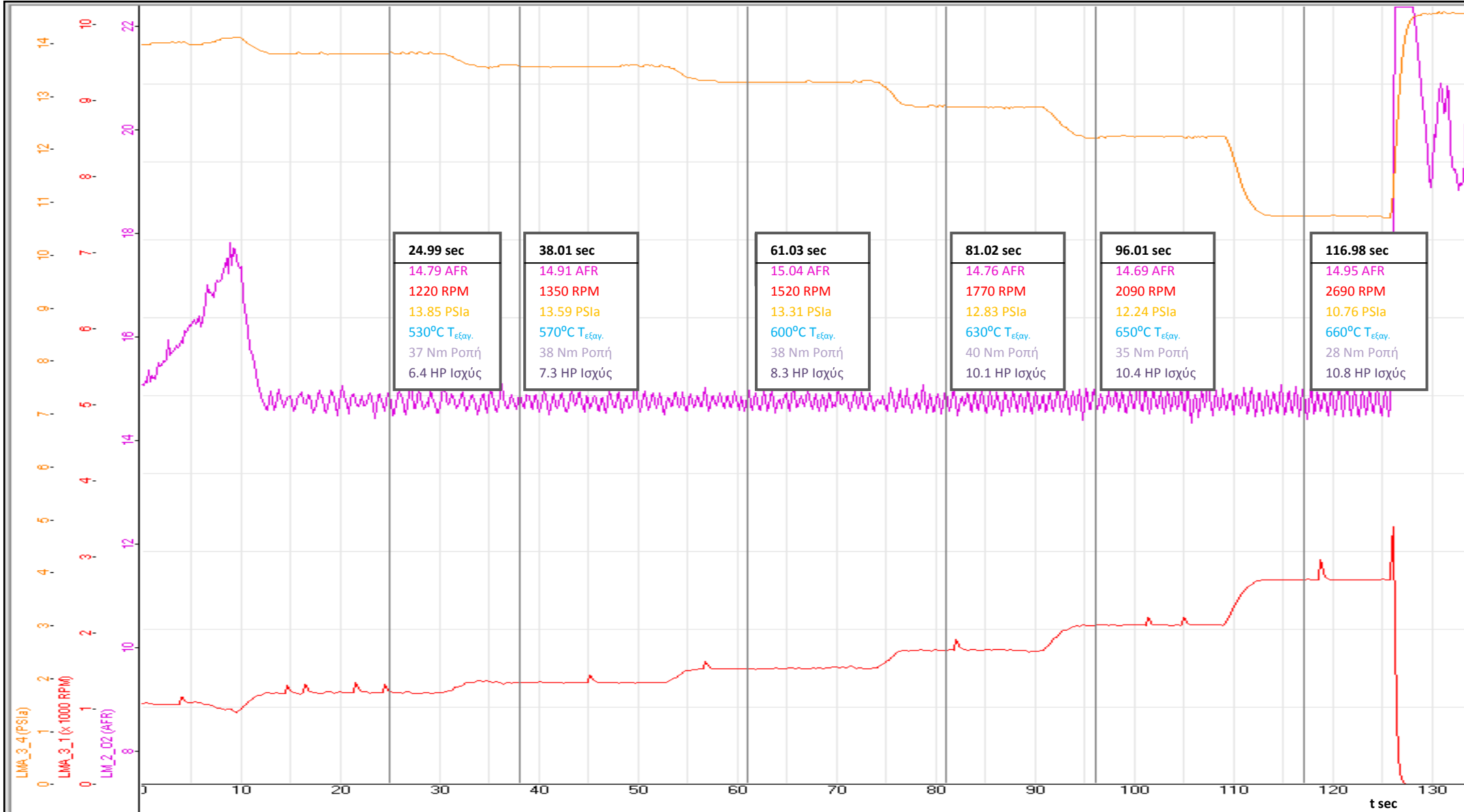
### ΠΕΤΑΛΟΥΔΑ ΣΤΟ 100%

Ροπή (Nm)	Ροπή (Kg)	Rpm	Ισχύς (HP)	T °C
37	3,77	1290	6,81	600
39	3,98	1440	8,02	640
43	4,38	1600	9,82	660
45	4,59	1750	11,24	700
47	4,79	1950	13,08	720
50	5,10	2350	16,77	730
58	5,91	2910	24,10	770

## 7.1.2 ΔΙΑΓΡΑΜΜΑΤΑ ΠΕΙΡΑΜΑΤΙΚΩΝ ΜΕΤΡΗΣΕΩΝ

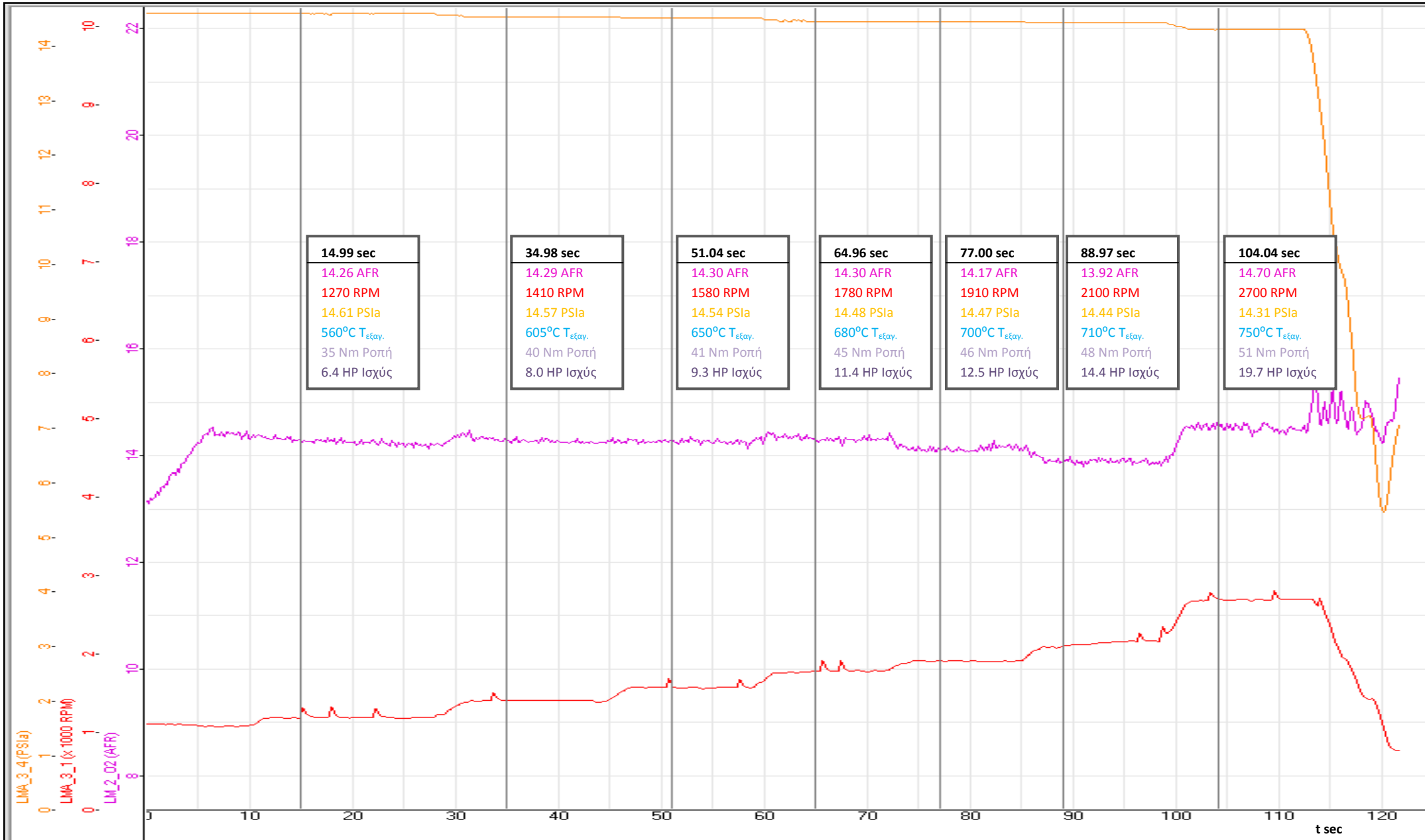
### ΔΙΑΓΡΑΜΜΑ (ΥΠΟΠΙΕΣΗ-AFR-RPM) – t(sec)

#### ΠΕΤΑΛΟΥΔΑ ΣΤΟ 25%



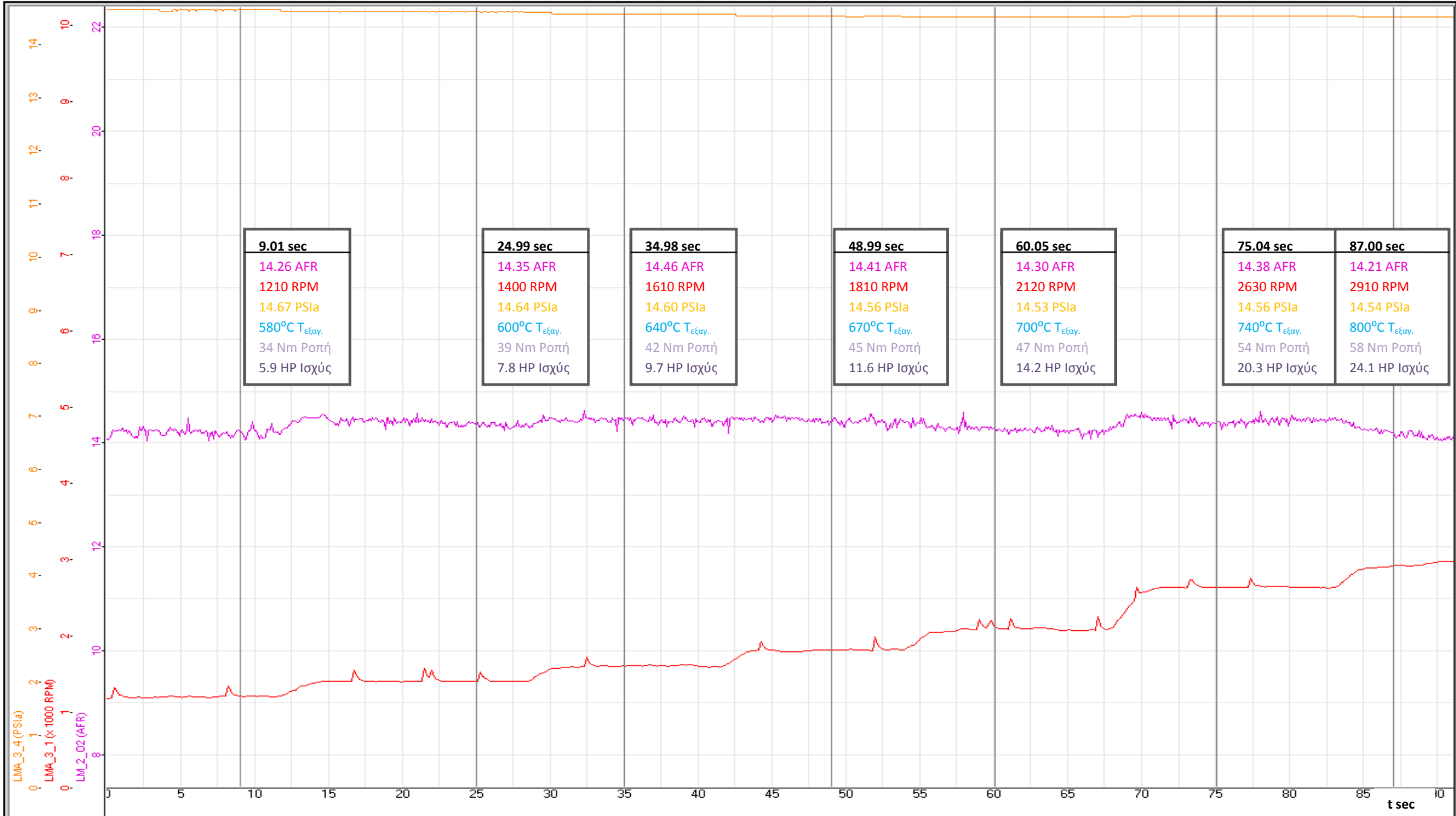
# ΔΙΑΓΡΑΜΜΑ (ΥΠΟΠΙΕΣΗ-AFR-RPM) – t(sec)

## ΠΕΤΑΛΟΥΔΑ ΣΤΟ 50%



# ΔΙΑΓΡΑΜΜΑ (ΥΠΟΠΙΕΣΗ-AFR-RPM) – t(sec)

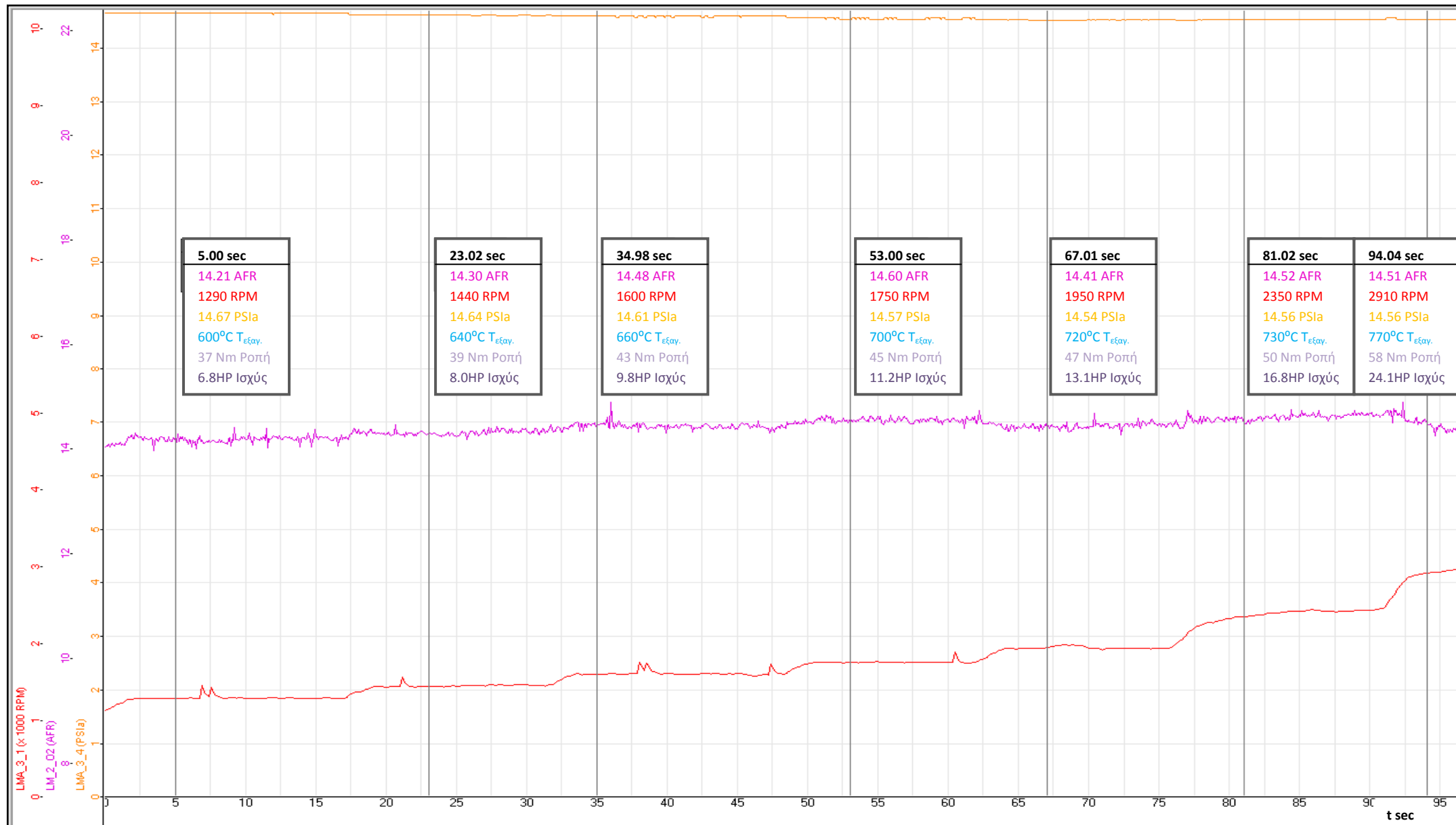
## ΠΕΤΑΛΟΥΔΑ ΣΤΟ 75%



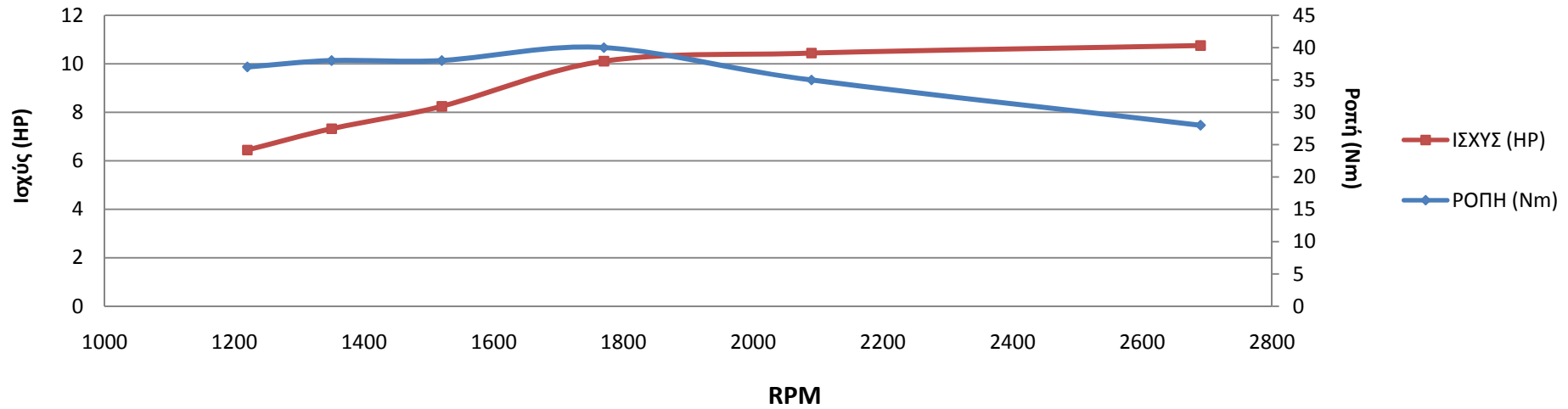


# ΔΙΑΓΡΑΜΜΑ (ΥΠΟΠΙΕΣΗ-AFR-RPM) – t(sec)

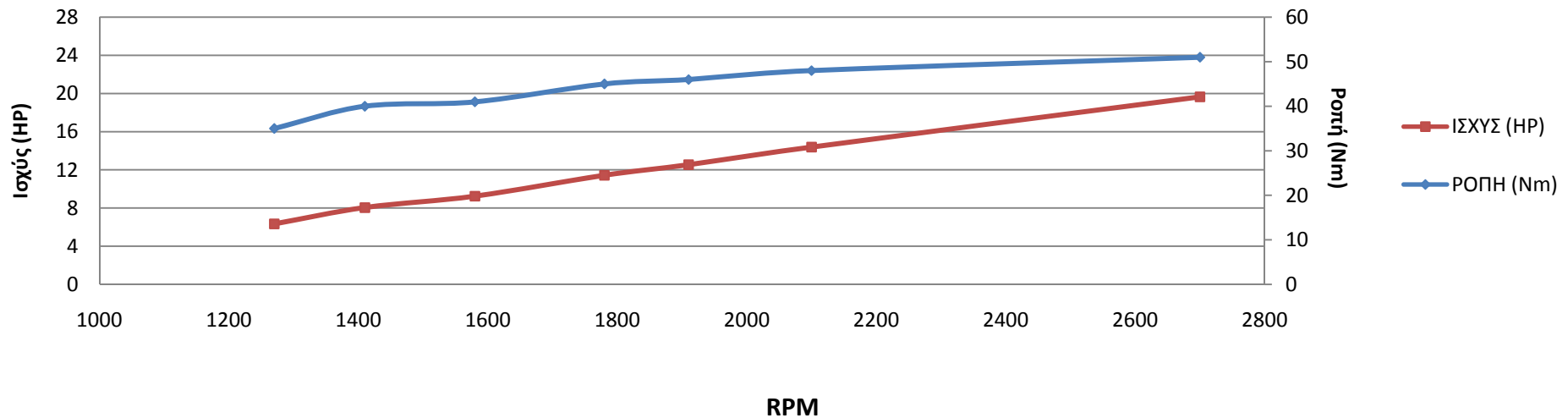
## ΠΕΤΑΛΟΥΔΑ ΣΤΟ 100%



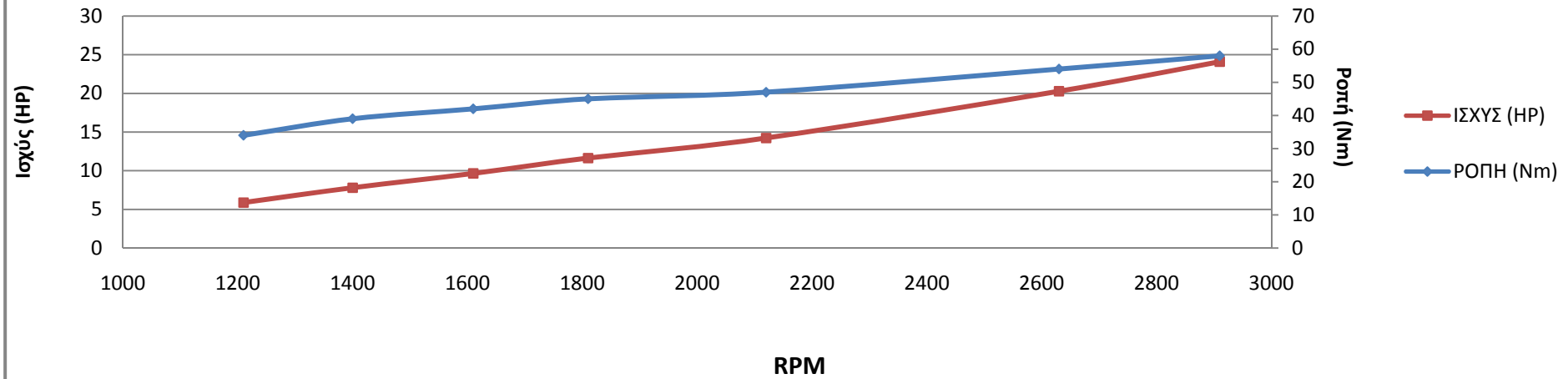
### ΔΙΑΓΡΑΜΜΑ (ΡΟΠΗΣ-ΙΣΧΥΟΣ) -RPM ΠΕΤΑΛΟΥΔΑ ΣΤΟ 25%



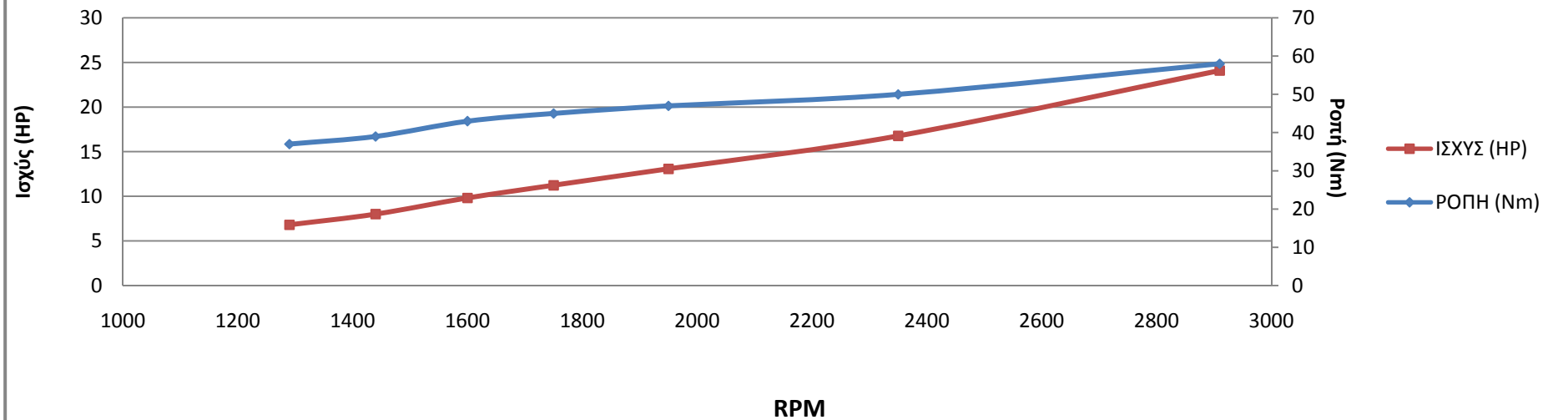
### ΔΙΑΓΡΑΜΜΑ (ΡΟΠΗΣ-ΙΣΧΥΟΣ) -RPM ΠΕΤΑΛΟΥΔΑ ΣΤΟ 50%



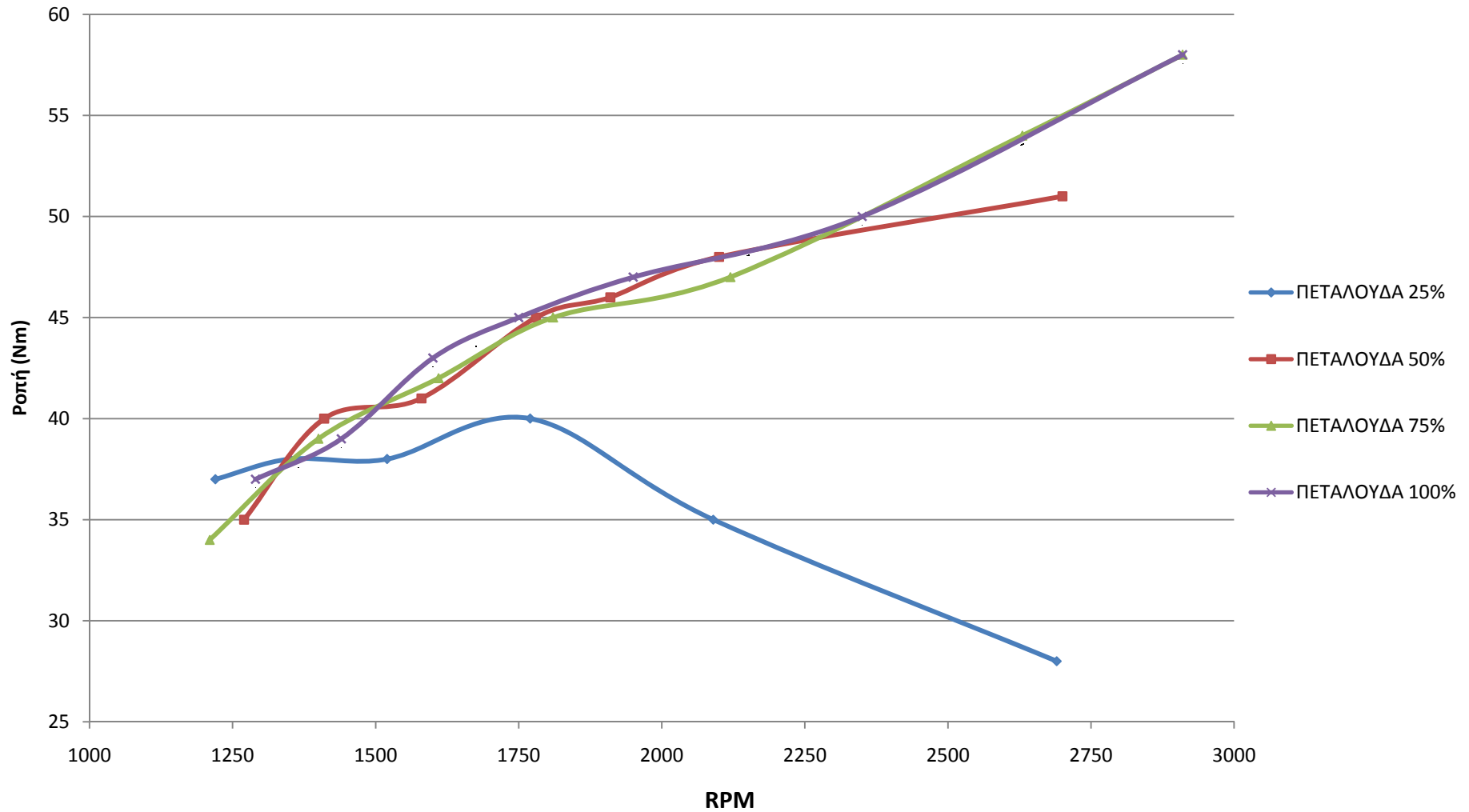
**ΔΙΑΓΡΑΜΜΑ (ΡΟΠΗΣ-ΙΣΧΥΟΣ) -RPM  
ΠΕΤΑΛΟΥΔΑ ΣΤΟ 75%**



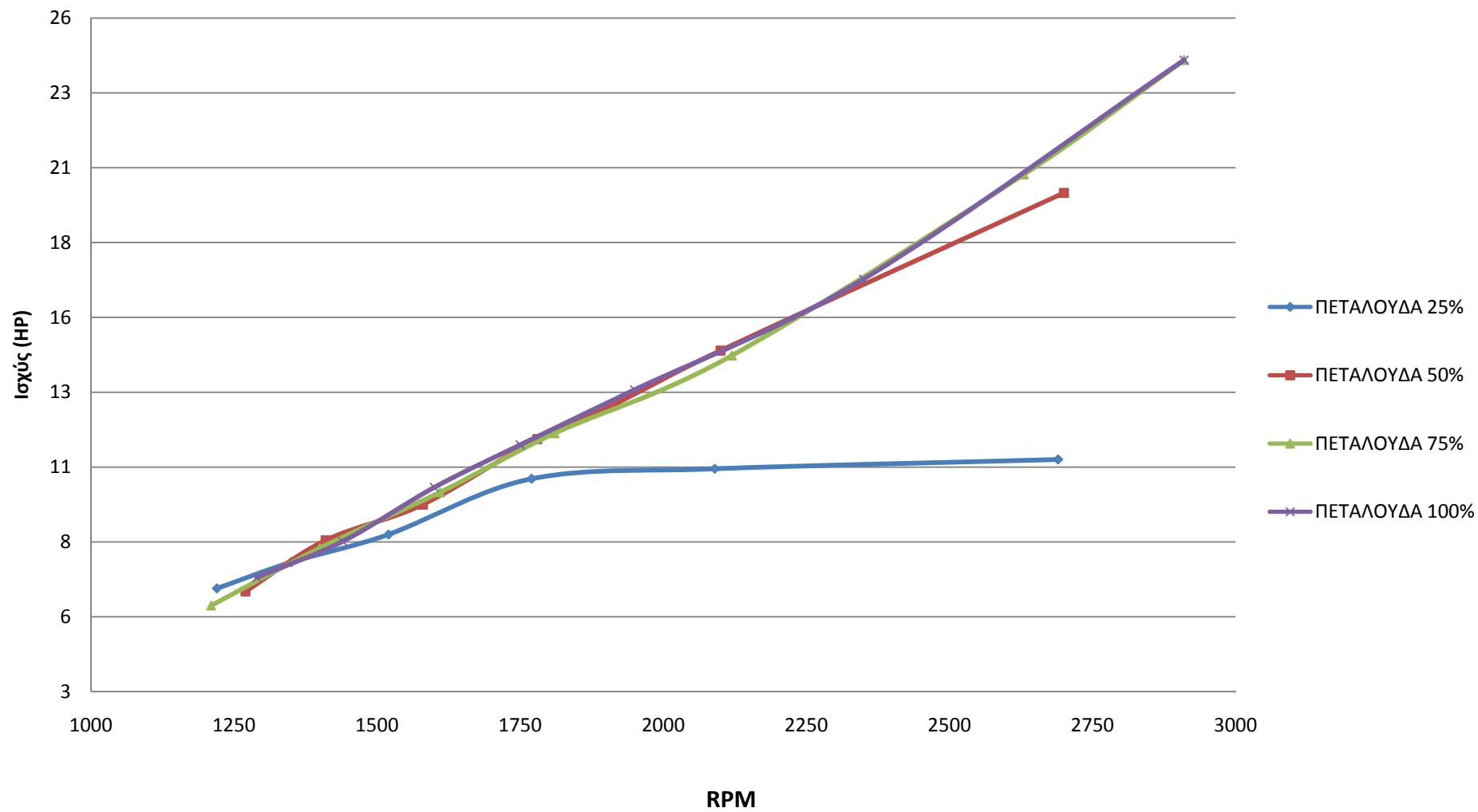
**ΔΙΑΓΡΑΜΜΑ (ΡΟΠΗΣ-ΙΣΧΥΟΣ) -RPM  
ΠΕΤΑΛΟΥΔΑ ΣΤΟ 100%**



### ΔΙΑΓΡΑΜΜΑ ΡΟΠΗΣ - RPM



### ΔΙΑΓΡΑΜΜΑ ΙΣΧΥΟΣ - RPM



## ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ – ΠΑΡΑΤΗΡΗΣΕΙΣ

- Οι καμπύλες που προκύπτουν από την επεξεργασία των μετρήσεων ακολουθούν τη λογική των ατμοσφαιρικών κινητήρων, όσο αυξάνουν οι στροφές αυξάνεται ομαλά και η απόδοση του κινητήρα αν και παρουσιάστηκε πρόβλημα με το σύστημα τροφοδοσίας με αποτέλεσμα οι μετρούμενες τιμές να μην είναι οι αναμενόμενες σε σχέση με τις εργοστασιακές τιμές.
- Η όλη πειραματική διαδικασία επαναλήφθηκε για 2<sup>η</sup> φορά διότι τα αποτελέσματα των μετρήσεων τη 1<sup>η</sup> φορά δεν ήταν πολύ λογικά. Τη 2<sup>η</sup> φορά τα αποτελέσματα ήταν πιο λογικά αλλά πολύ πιο χαμηλά σε σχέση με τις εργοστασιακές τιμές. Επίσης παρατηρήθηκε ότι η απόδοση της μηχανής, την ίδια μέρα και με επανάληψη των μετρήσεων για άνοιγμα πεταλούδας στο 25% στο τέλος του πειράματος και αφού είχαμε ολοκληρώσει όλες τις υπόλοιπες μετρήσεις, είχε πέσει αρκετά. Αυτό έδειχνε τουλάχιστον η δυναμοπέδη.
- Στα διαγράμματα ισχύος – ροπής παρατηρούμε ότι για το συγκεκριμένο εύρος στροφών λειτουργίας της εργαστηριακής Μ.Ε.Κ. για τις θέσεις της πεταλούδας στο 50 – 75 – 100 % δεν υπάρχει μεγάλη διαφορά απόδοσης μεταξύ τους σε κάποια σημεία μάλιστα υπάρχει και ταύτιση. Η τάση όμως των δεδομένων που συλλέξαμε μας οδηγεί στο λογικό συμπέρασμα ότι σε υψηλότερο εύρος στροφών η διαφορά απόδοσης μεταξύ 25 – 50 – 75 – 100 % θα ήταν εμφανέστερα μεγαλύτερη.
- Αν και ακολουθήσαμε τις οδηγίες της εταιρίας κατά τη λήψη των μετρήσεων θα πρέπει να έχουμε υπ' όψιν τα παρακάτω δεδομένα τα οποία μπορεί να έχουν επηρεάσει την ορθότητα των μετρήσεων και των συμπερασμάτων που προκύπτουν από αυτές:
  1. Ο κινητήρας χρειάζεται επισκευή γεγονός το οποίο έκανε αδύνατη την αύξηση των στροφών πέρα ενός συγκεκριμένου ορίου. Επίσης χρήζει αλλαγή η φλάντζα εκκεντροφόρου από την οποία κατά τη διάρκεια των μετρήσεων παρατηρήθηκε μικρή διαρροή λιπαντικού.

2. Δεν μπορούσαμε να έχουμε επαρκή ροή αέρα προς το ψυγείο του κινητήρα κάτι που οδήγησε και στην υπερθέρμανσή του κατά τη διάρκεια των μετρήσεων.

3. Το δυναμόμετρο δεν είχε καμία συντήρηση για αρκετά χρόνια.

4. Ο αποσβεστήρας του δυναμόμετρου είναι τελείως χαλασμένος.

Παρατηρήθηκε διαρροή υγρού κατά τη χρήση του.

5. Αν και η πίεση του νερού ήταν επαρκής για τις ανάγκες του πειράματος η ψύξη του ήταν ελλιπής κάτι που οδήγησε σε υπερθέρμανσή του κατά τη διάρκεια των μετρήσεων.

- Για τον υπολογισμό της ιπποδύναμης που παρήγαγε η Μ.Ε.Κ. εργαστήκαμε ως εξής:

Αν ξέρουμε τη ροπή που αποδίδει ένας κινητήρας σε κάποιο ρυθμό περιστροφής μπορούμε εύκολα να βρούμε πόσοι ίπποι αποδίδονται εκείνη τη στιγμή: Χοντρικά, πολλαπλασιάζοντας την τιμή της ροπής (σε χιλιογραμμόμετρα) επί τον αριθμό στροφών (ανά λεπτό) και επί τον διορθωτικό συντελεστή  $14/10.000$ , βρίσκουμε την ισχύ που αντιστοιχεί σε αυτό τον αριθμό στροφών.

- Ο τρόπος διεξαγωγής της πειραματικής διαδικασίας έγινε λίγο διαφορετικά σε σχέση με τον προτεινόμενο τρόπο. Δηλαδή, ξεκινούσαμε τη δυναμοπέδη με μέγιστο φορτίο. Αυτό το επιτυγχάναμε περιστρέφοντας τις δικλείδες του υδατοφράκτη όσο πιο έξω στο μηχάνημα γινόταν, κι αυτό διότι ακόμα και με τη πεταλούδα στο 25% και με πολύ μικρό φορτίο στη δυναμοπέδη η Μ.Ε.Κ. ανέβαζε πολλές στροφές με αποτέλεσμα να έχουμε μεγαλύτερη καταπόνηση με ότι αυτό συνεπάγεται, πόσο μάλλον με τη πεταλούδα στο 75% ή και στο 100%. Έτσι, με χρήση του μέγιστου φορτίου στην αρχή της κάθε μέτρησης είχαμε μεγαλύτερο έλεγχο των στροφών του κινητήρα μειώνοντας σιγά σιγά το φορτίο της δυναμοπέδης. Παρόλα αυτά, ο κινητήρας και πάλι υπερθερμαινόταν και διακόπταμε τη πειραματική διαδικασία και αναγκαστικά περιορίζαμε τις μετρήσεις μας σε ένα συγκεκριμένο εύρος στροφών λειτουργίας.

- Οι μετρήσεις θερμοκρασίας των καυσαερίων που έγιναν με χρήση του ψηφιακού θερμόμετρου περιέχουν μεγάλο ποσοστό σφάλματος και αυτό διότι η απόκριση του θερμοζεύγους δεν ήταν άμεση (όπως γίνεται με τα θερμοζεύγη που είναι κατασκευασμένα ειδικά γι αυτό το σκοπό). Αυτό φαίνεται και από τον πίνακα μετρήσεων της θερμοκρασίας όπου οι θερμοκρασίες ξεκινούσαν από τους 400°C στην αρχή της κάθε μέτρησης και έφτανε έως και τους 880°C στο τέλος των μετρήσεων. Όπως προαναφέραμε, η χρήση, όπως αναγράφεται και στο εγχειρίδιο του LMA-3, θερμοζεύγους τύπου K γειωμένου τύπου ή και του θερμοζεύγους που προμηθεύει η εταιρία Innovate γι' αυτό ακριβώς το σκοπό σε συνεργασία με το LMA-3 θα μας έδινε πολλή μεγάλη ακρίβεια μετρήσεων αλλά και μεγάλο αριθμό δειγματοληψίας και απεικόνισης της στο ίδιο datalog που μας έδινε το πρόγραμμα LogWorks 3.0 και για τα άλλα μεγέθη που μελετούσαμε. Οι περιορισμένες οικονομικές μας δυνατότητες δυστυχώς δεν μας άφησαν να το προμηθευτούμε.
- Οι δυνατότητες λήψης δεδομένων και υπολογισμού πολλών παραμέτρων που έχουν να κάνουν με το πραγματικό χρόνο λειτουργίας της Μ.Ε.Κ με τη χρήση των παρόντων μετρητικών οργάνων της Innovate είναι χωρίς υπερβολή πάρα πολλές, θα μπορούσαμε να πάρουμε και πολλά άλλα σήματα από αισθητήρες της Μ.Ε.Κ αλλά αυτά μπορούν να γίνουν αντικείμενο μελέτης και πραγματοποίησης σε επόμενη πτυχιακή εργασία.



## ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ

### Συγγράμματα:

- ΠΤΥΧΙΑΚΗ ΕΡΓΑΣΙΑ ΜΕ ΤΙΤΛΟ “ΜΕΤΡΗΣΗ ΚΑΥΣΑΕΡΙΩΝ ΣΕ ΜΗΧΑΝΗ ΕΣΩΤΕΡΙΚΗΣ ΚΑΥΣΗΣ” ΣΥΝΤΑΚΤΗΣ ΜΩΡΑΪΤΗΣ ΙΩΑΝΝΗΣ, ΠΕΙΡΑΙΑΣ 2010
- ΠΤΥΧΙΑΚΗ ΕΡΓΑΣΙΑ ΜΕ ΤΙΤΛΟ “ΔΥΝΑΜΟΜΕΤΡΗΣΗ ΚΙΝΗΤΗΡΑ ΜΕ ΧΡΗΣΗ ΥΔΡΑΥΛΙΚΗΣ ΠΕΔΗΣΚΑΙ ΜΕΤΡΗΣΗ ΚΑΥΣΑΕΡΙΩΝ ΥΠΟ ΦΟΡΤΙΟ” ΣΥΝΤΑΚΤΕΣ ΕΛΒΑΝΙΔΗΣ ΙΩΑΚΕΙΜ - ΝΙΚΗΤΑΣ ΝΙΚΟΛΑΟΣ, ΠΕΙΡΑΙΑΣ 2013
- “ΤΕΧΝΟΛΟΓΙΑ ΑΥΤΟΚΙΝΗΤΟΥ ΠΕΡΑ ΑΠΟ ΤΟ 2000”  
5<sup>Η</sup> ΕΚΔΟΣΗ ΙΔΕΕΑ  
Θ.ΖΑΧΜΑΝΟΓΛΟΥ – Γ. ΚΑΠΕΤΑΝΑΚΗΣ – Π. ΚΑΡΑΜΠΙΛΑΣ – Γ. ΠΑΤΣΙΑΒΟΣ

### Διαδίκτυο:

- <http://iceal.wikidot.com/ropi-strepsis>
- [https://el.wikipedia.org/wiki/Αισθητήριο\\_θερμοκρασίας\\_εξαγομένων\\_καυσαερίων](https://el.wikipedia.org/wiki/Αισθητήριο_θερμοκρασίας_εξαγομένων_καυσαερίων)
- [www.innovatemotorsports.com](http://www.innovatemotorsports.com)