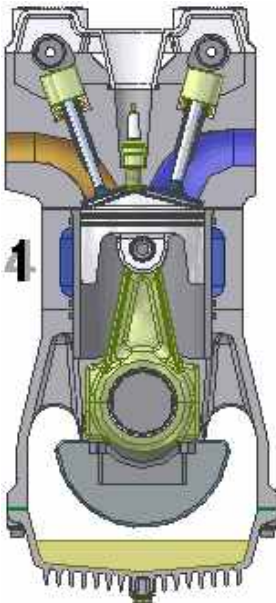


Ο Ψηφιακός Παλμογράφος



Παναγιώτης Γεώργιζας
BEng Cybernetics with Automotive Electronics
MSc Embedded Systems Engineering

Θέματα που θα αναλυθούν

1. Γενικά περί παλμογράφων
2. Λίγη Θεωρία για τους ψηφιακούς παλμογράφους
3. Παραδείγματα μέτρησης εξαρτημάτων
4. Ερωτήσεις - Παρατηρήσεις
5. Δοκιμάστηκες μετρήσεις σε αυτοκίνητο

Τι είναι ο παλμογράφος;

Παλμογράφος είναι μια συσκευή που επιτρέπει σε τάσεις σημάτων να αποτυπωθούν γραφικά, συνήθως ως δισδιάστατη γραφική παράσταση. Στις περισσότερες εφαρμογές η γραφική παράσταση επιδεικνύει το πώς αλλάζουν τα σήματα κατά τη διάρκεια του χρόνου. Ο κάθετος άξονας (Y) αντιπροσωπεύει την τάση και ο οριζόντιος άξονας (X) αντιπροσωπεύει το χρόνο.

Που τον χρησιμοποιούμε;

Ο παλμογράφος χρησιμοποιείται συνήθως από τεχνικούς και επιστήμονες. Είναι απαραίτητο εργαλείο για όποιον σχεδιάζει ή επισκευάζει ηλεκτρονικό εξοπλισμό. Η χρησιμότητα ενός παλμογράφου δεν περιορίζεται στον κόσμο της ηλεκτρονικής. Ένας παλμογράφος μπορεί να μετρήσει και μη ηλεκτρικά ερεθίσματα με την χρήση κατάλληλου μετατροπέα.

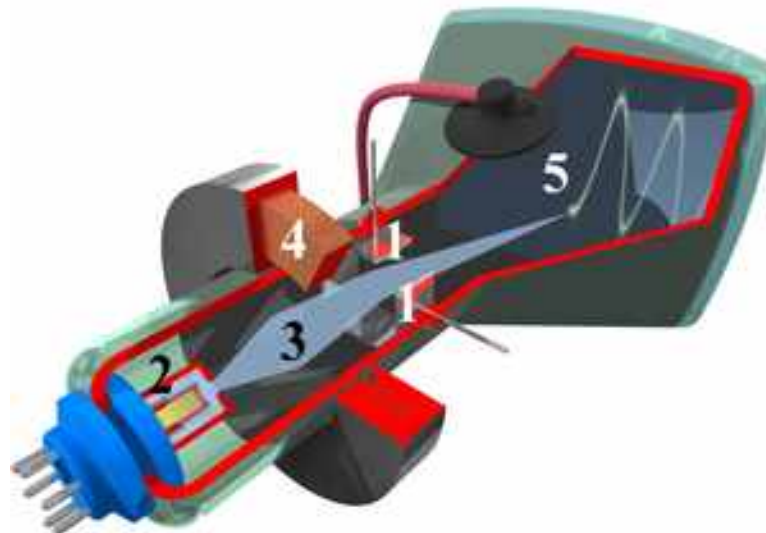
Ένας μετατροπέας είναι μια συσκευή που δημιουργεί ένα ηλεκτρικό σήμα σε απάντηση στα φυσικά ερεθίσματα, όπως ήχος, πίεση, φως, θερμότητα κτλ. Για παράδειγμα, ένα μικρόφωνο είναι ένας μετατροπέας.

Ένας μηχανικός αυτοκίνητων χρησιμοποιεί έναν παλμογράφο για να μετρήσει τις δονήσεις μηχανών. Ένας ιατρικός ερευνητής χρησιμοποιεί έναν παλμογράφο για να μετρήσει τα κύματα εγκεφάλου. Οι δυνατότητες είναι ατελείωτες...!

Τα δύο βασικά είδη παλμογράφων

- **Αναλογικός**

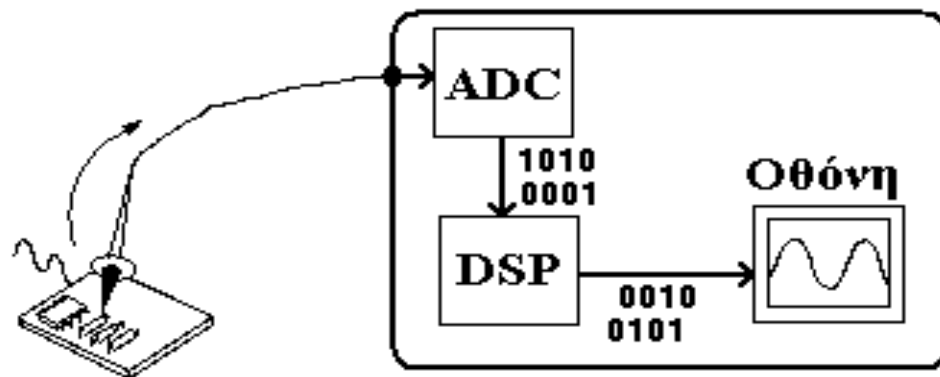
Ένας αναλογικός παλμογράφος λειτουργεί με την άμεση εφαρμογή της τάσης που μετριέται σε μια δέσμη ηλεκτρονίων που κινείται από την μία άκρη της οθόνης στην άλλη. Η τάση εκτρέπει την ακτίνα πάνω-κάτω αναλογικά και σχηματίζει την κυματομορφή της μετρούμενης τάσης στην οθόνη.



Τα δύο βασικά είδη παλμογράφων

- Ψηφιακός

Ένας ψηφιακός παλμογράφος παίρνει δείγματα (samples) από τη μετρούμενη τάση ανά σταθερά χρονικά διαστήματα και τα διοχετεύει σε ένα μετατροπέα αναλογικό σε ψηφιακό σήμα (ADC). Ο μετατροπέας ADC, μετατρέπει τα δείγματα τάσεων σε ψηφιακές πληροφορίες. Αυτές οι ψηφιακές πληροφορίες χρησιμοποιούνται έπειτα για να ξαναδημιουργήσει την κυματομορφή του μετρούμενου σήματος στην οθόνη.

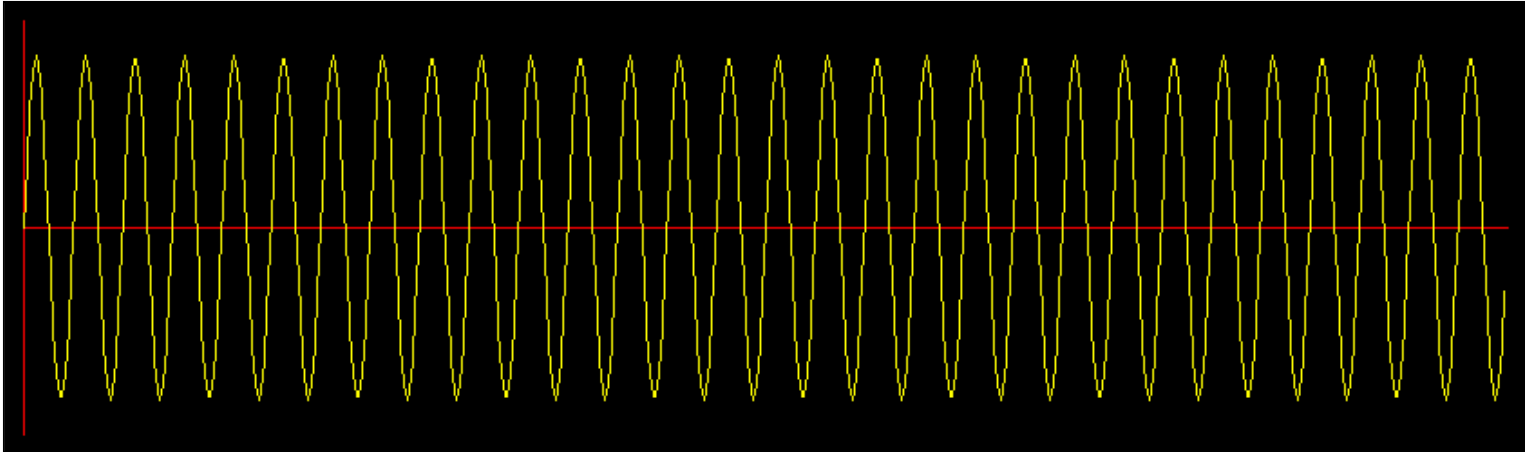


Ψηφιακός Παλμογράφος

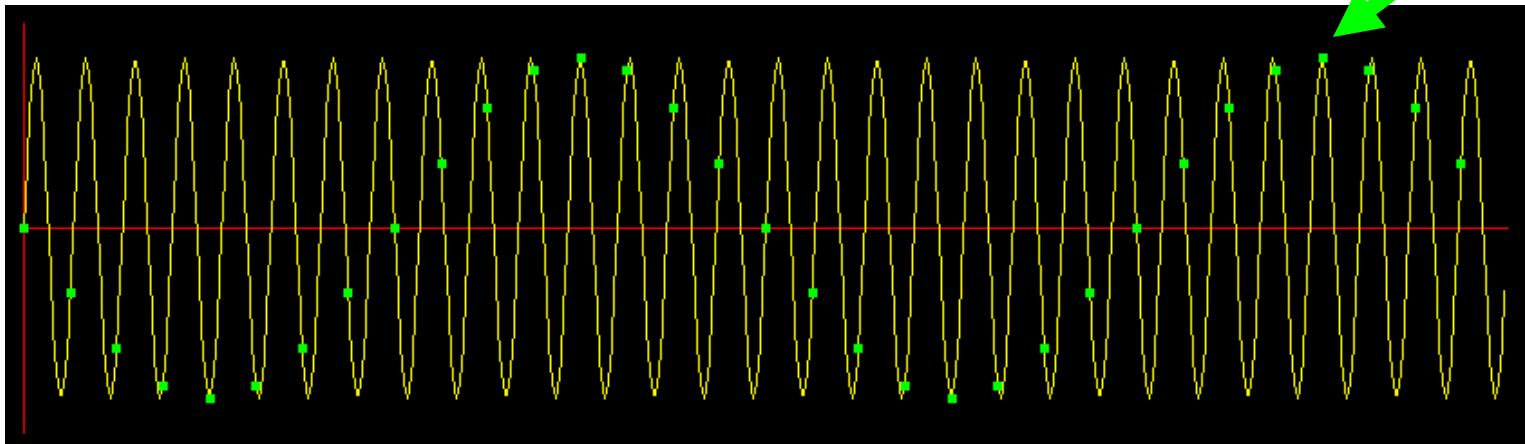
Θεώρημα του Nyquist – Signal Aliasing

Η δειγματοληψία είναι η απαραίτητη διαδικασία για την μετατροπή ενός αναλογικού σήματος σε ψηφιακό. Το **θεώρημα Nyquist** καθορίζει το πόσο γρήγορα πρέπει να λαμβάνονται τα δείγματα ώστε να είναι ακριβής η αναπαράσταση του αναλογικού σήματος. Το θεώρημα αυτό είναι αρκετά απλό και εκφράζει ότι η συχνότητα δειγματοληψίας πρέπει να είναι μεγαλύτερη ή ίση του διπλάσιου της μέγιστης συχνότητας του αρχικού αναλογικού σήματος. Αυτός ο περιορισμός είναι βασικός για τη δειγματοληψία γιατί αλλιώς παρατηρείται ένα φαινόμενο γνωστό ως **aliasing**.

Θεώρημα του Nyquist – Signal Aliasing



Σήμα 7000 Hz προς μέτρηση.

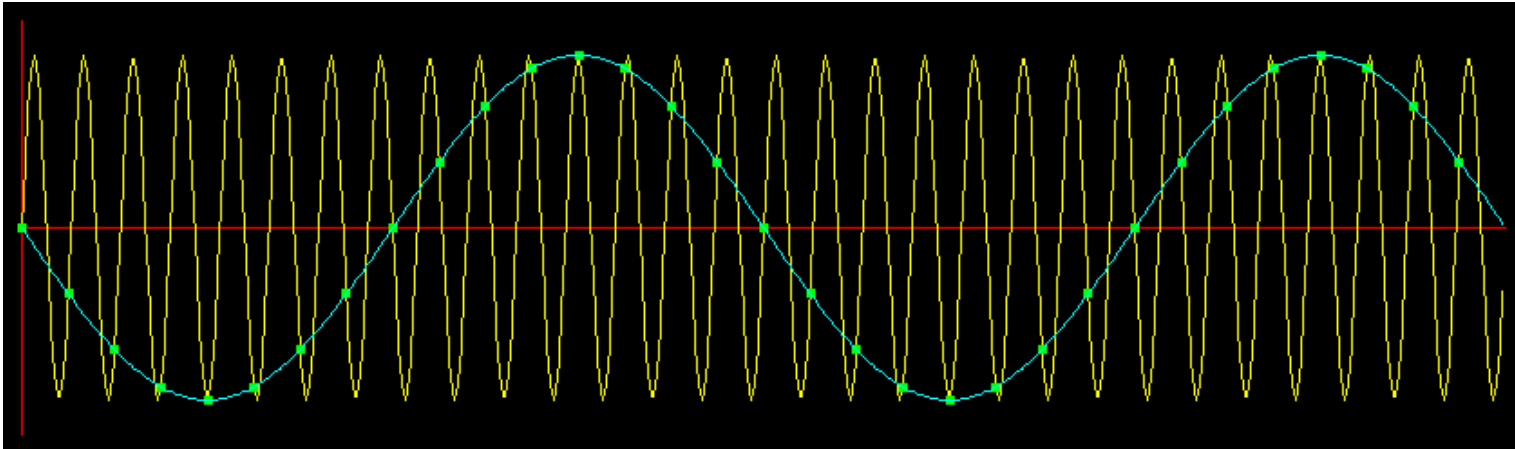


Δείγμα

Δειγματοληψία του σήματος με 800 δείγματα / δευτερόλεπτο

Θεώρημα του Nyquist – Signal Aliasing

Χαρακτηριστικό παράδειγμα aliasing



Σήμα προς μέτρηση & το σήμα που τελικά μετριέται!

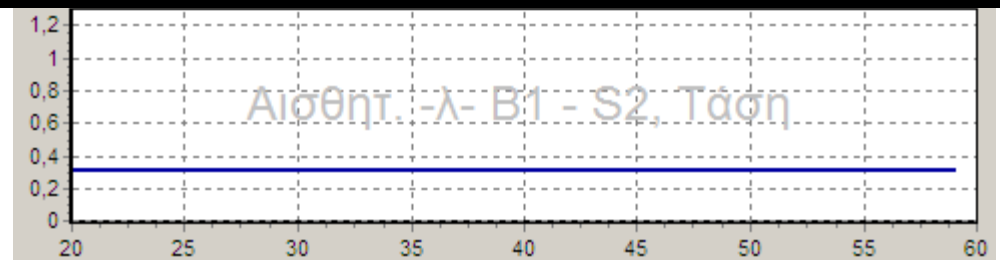
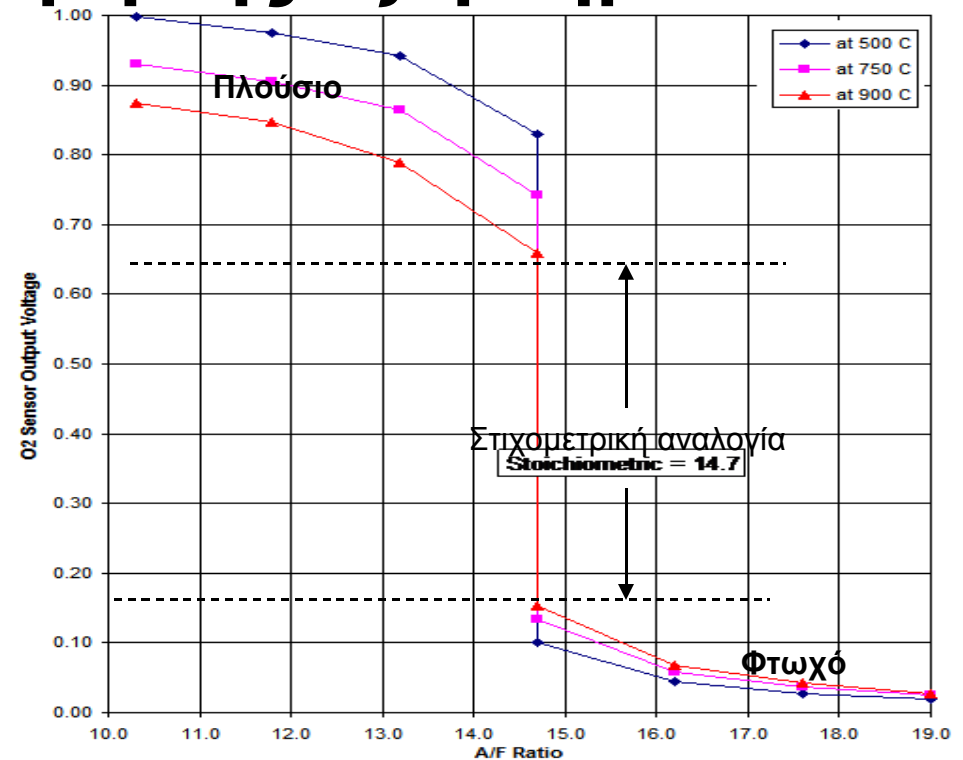
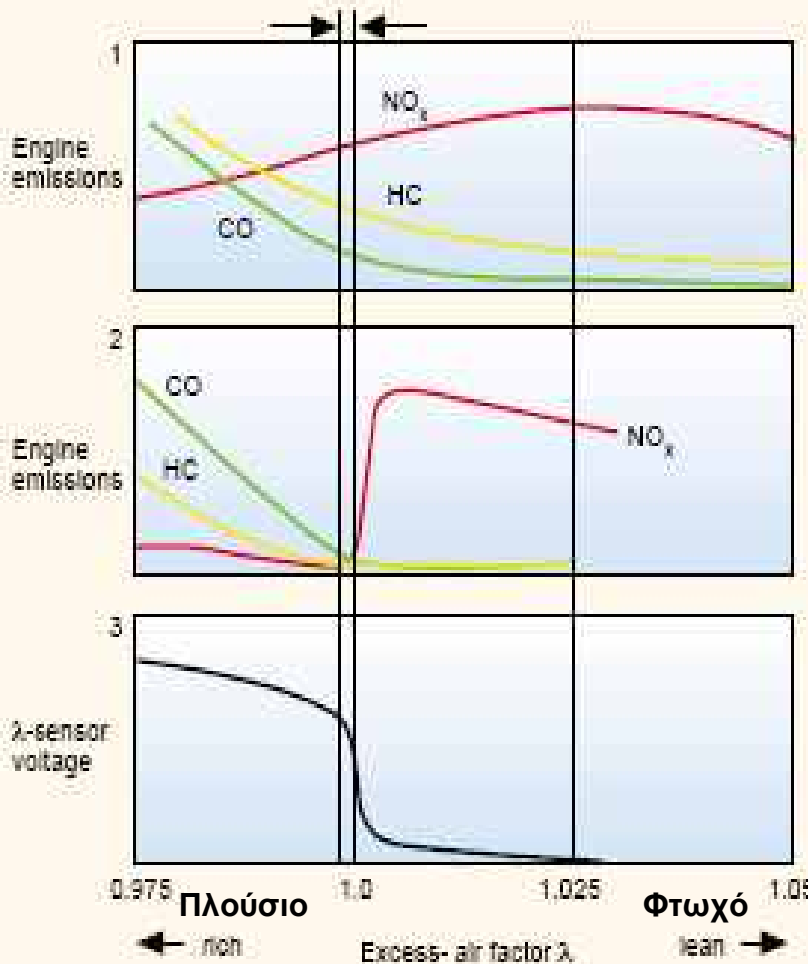
Προσοχή: Η συχνότητα του μετρούμενου σήματος δεν πρέπει να υπερβαίνει την μέγιστη συχνότητα που μπορεί να μετρήσει ο παλμογράφος μας. Αν αυτό συμβεί, λόγω του aliasing, η απεικονιζόμενη κυματομορφή δεν θα αντιστοιχεί στην πραγματική!



Παραδείγματα μέτρησης εξαρτημάτων

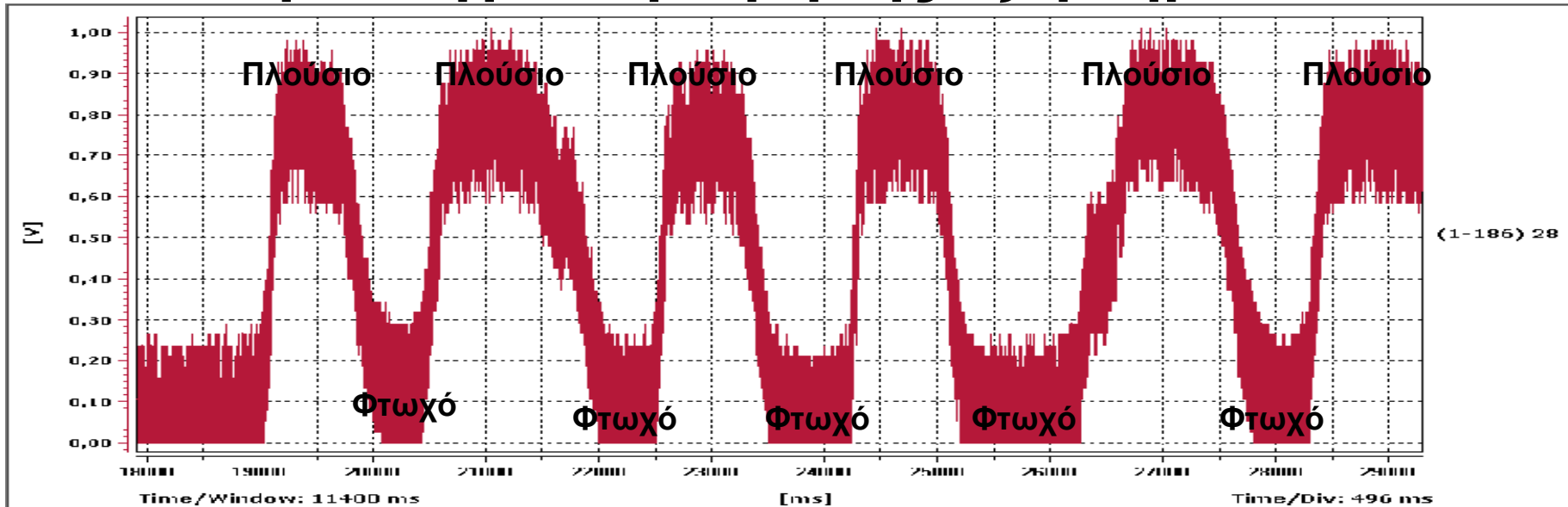
Σωστό μίγμα ~> Σωστή λειτουργία καταλύτη

λ control range (catalyst window)



Γιατί ο αισθητήρας λ μετά τον καταλύτη (S2) από Fiat Stilo μας δίνει σταθερά 0.35 Volt, 10

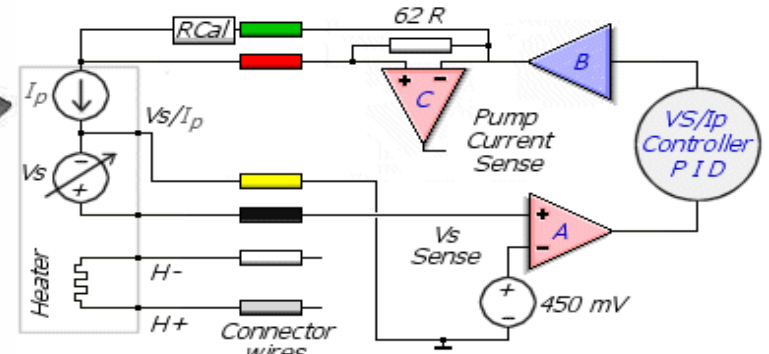
Παραδείγματα μέτρησης εξαρτημάτων



Οι αισθητήρες λ τύπου *zirconia* narrowband (S1 πριν τον καταλύτη) όταν δουλεύουν σωστά πρέπει να πάλλονται με συχνότητα περίπου 1 Hz στο ρελαντί. Την συχνότητα αυτή μπορούμε να τη μετρήσουμε με τον παλμογράφο. Η κυματομορφή θα είναι παρόμοια με την παραπάνω. Οι τάση που παίρνουμε από τον αισθητήρα λ κυμαίνεται μεταξύ 0.1 Volt και 0.9 Volt και μέσω όρο τα 0.45 Volt. Ο λόγος λ ορίζετε ως:

$$\lambda = \frac{AFR}{AFR_{stoich}}$$

Παραδείγματα μέτρησης εξαρτημάτων



Οι νέοι αισθητήρες λ τύπου *zirconia* wideband (ευρέος φάσματος), χρειάζονται ειδικό ελεγκτή για να λειτουργήσουν που είναι μέσα στην ECU. Το σήμα τους δεν μπορεί να μετρηθεί εξωτερικά και είναι διαθέσιμο μόνο μέσω OBD ή ειδικών μετατροπών. Έχουν τουλάχιστον 5 καλώδια και “αντιλαμβάνονται” όχι μόνον αν είναι το μίγμα πλούσιο ή φτωχό αλλά και κατά πόσο, επιτρέποντας την περεταίρω βελτιστοποίηση του συστήματος.

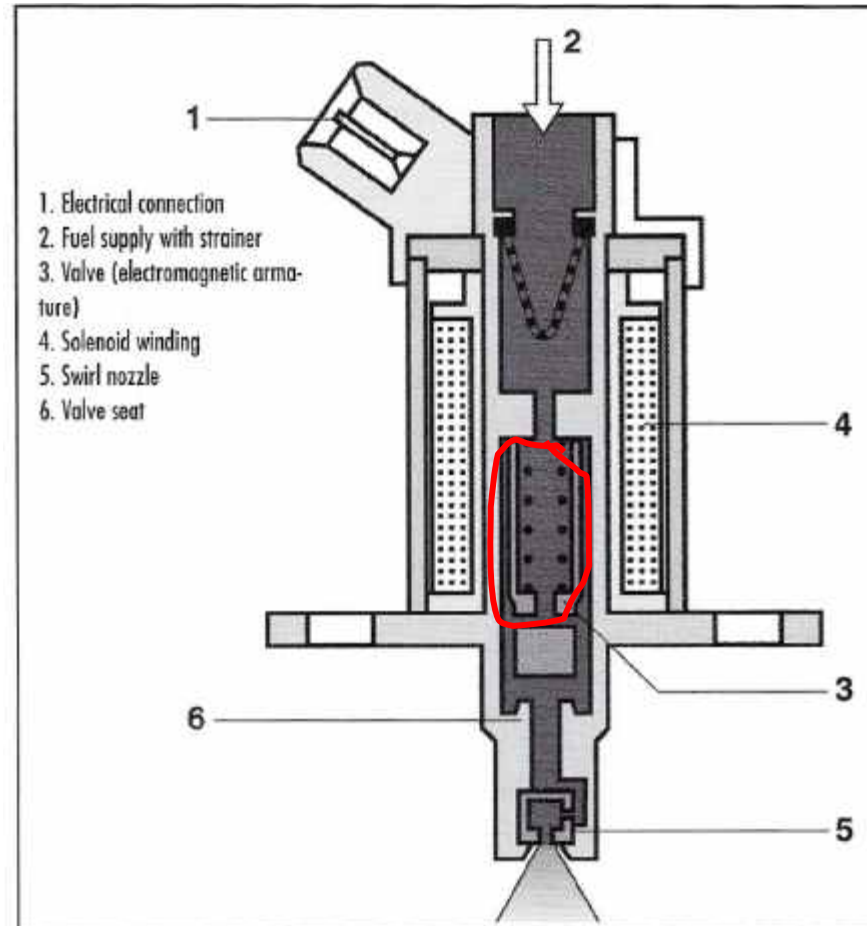
Προσοχή: Αν τροφοδοτείτε ο λ με καυσαέρια χωρίς να είναι συνδεδεμένος με τον ελεγκτή του, τότε παθαίνει μόνιμη βλάβη!

Παραδείγματα μέτρησης εξαρτημάτων

	Χρώμα καλωδίου		
Αριθμός Καλωδίων	Σήμα	Προθέρμανση	Γείωση
1	Μαύρο		
2	Μαύρο		Γκρι
3	Μαύρο	2 x Άσπρο	
4	Μαύρο	2 x Άσπρο	Γκρι
4 (Titania)	Κίτρινο (+) Μαύρο (-)	Κόκκινο & Άσπρο ή Γκρι & Άσπρο	

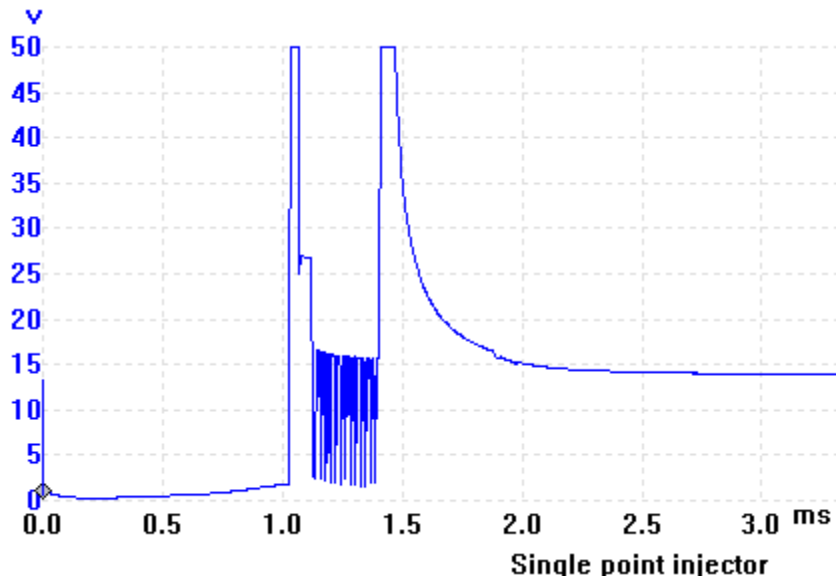
Συνηθέστεροι χρωματισμοί στα καλώδια των αισθητήρων λάμδα

Παραδείγματα μέτρησης εξαρτημάτων

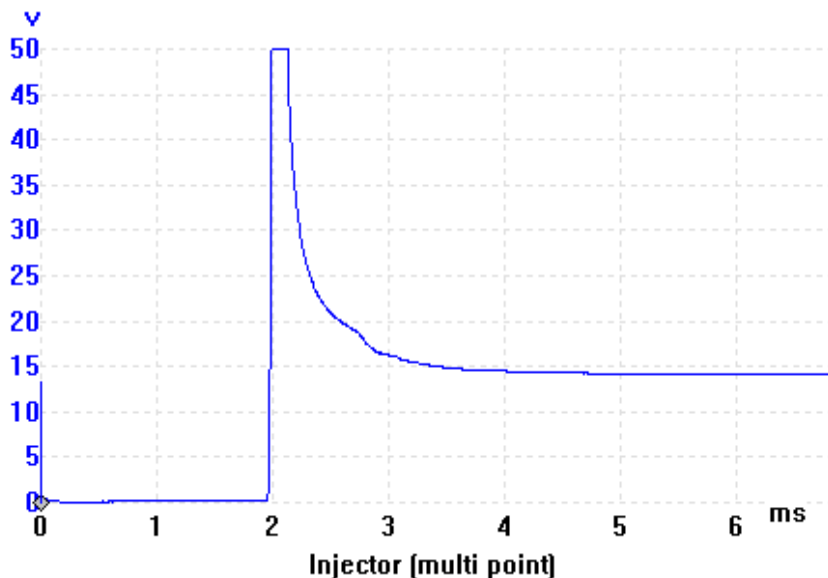


Μπέκ από την Bosch

Παραδείγματα μέτρησης εξαρτημάτων

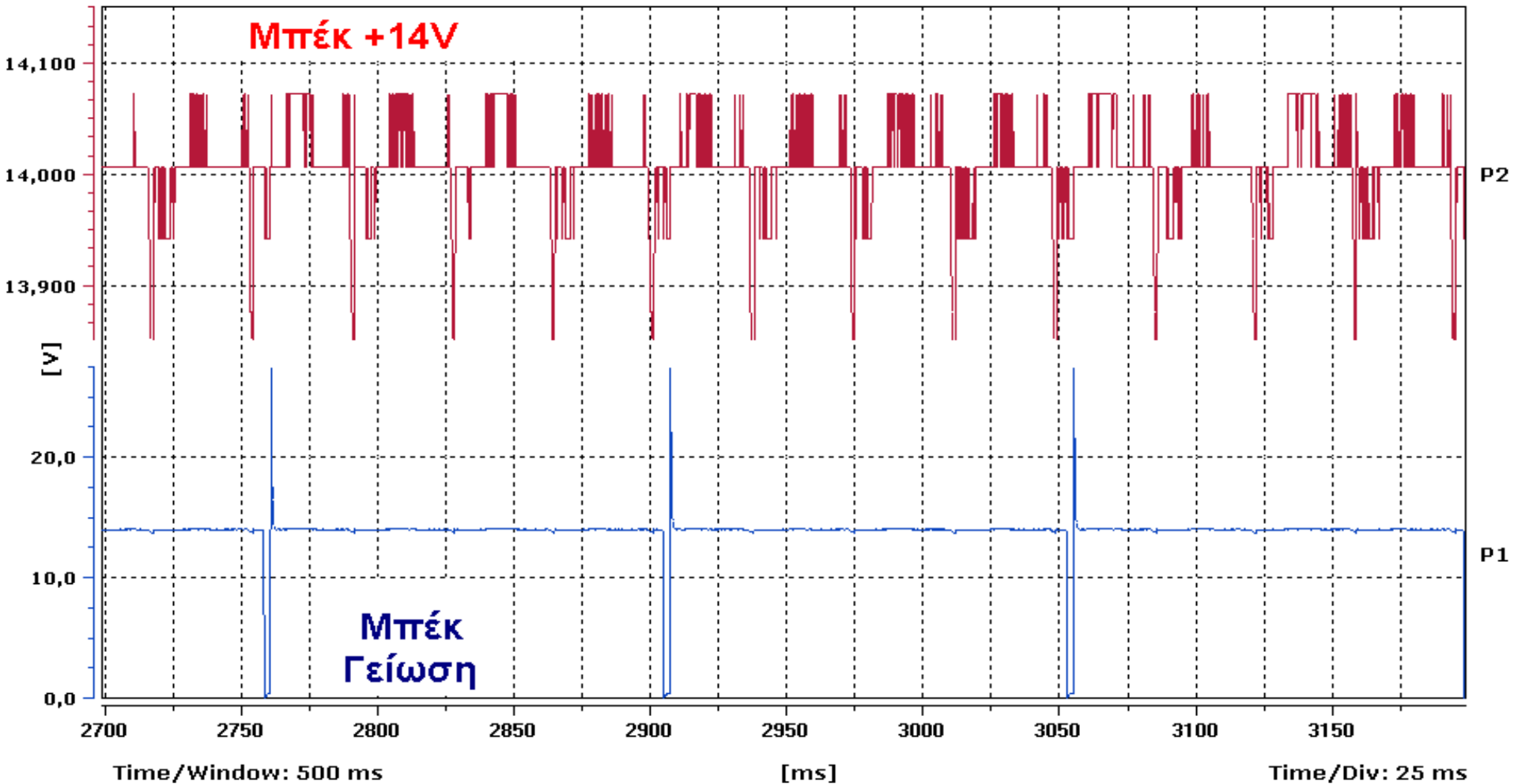


Η κυματομορφή από μπέκ μονού ψεκασμού δείχνει ένα αρχικό χρόνο ψεκασμού και ακολουθείται από πολλαπλούς μικρούς παλμούς που έχουν ως αποτέλεσμα την επιμήκυνση του χρόνου ψεκασμού.

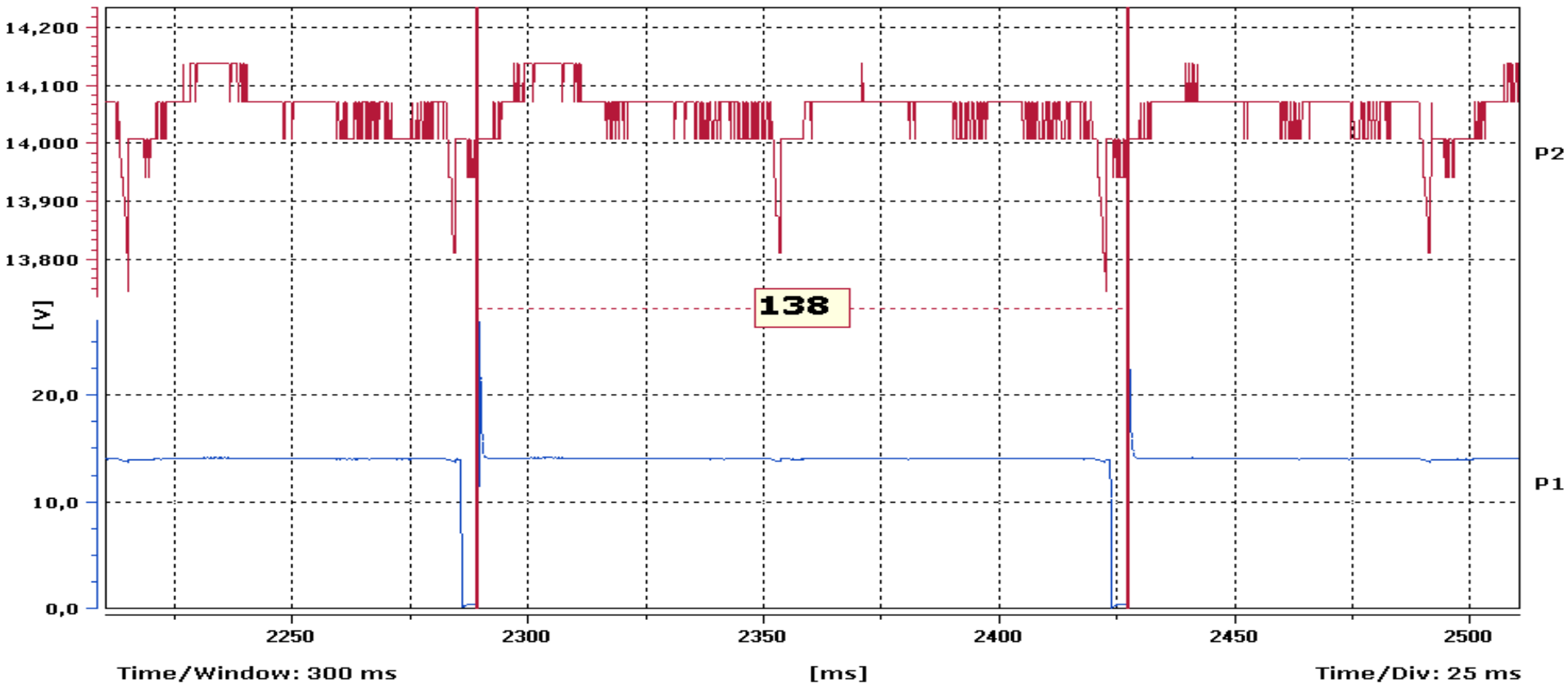


Η κυματομορφή από μπέκ κινητήρα πολλαπλού ψεκασμού δείχνει ένα μόνο άνοιγμα του μπέκ ανά κύκλο καύσης. Γιατί όταν κλείνει το μπέκ παίρνουμε την αιχμή των ~ 50 Volt ;

Παραδείγματα μέτρησης εξαρτημάτων

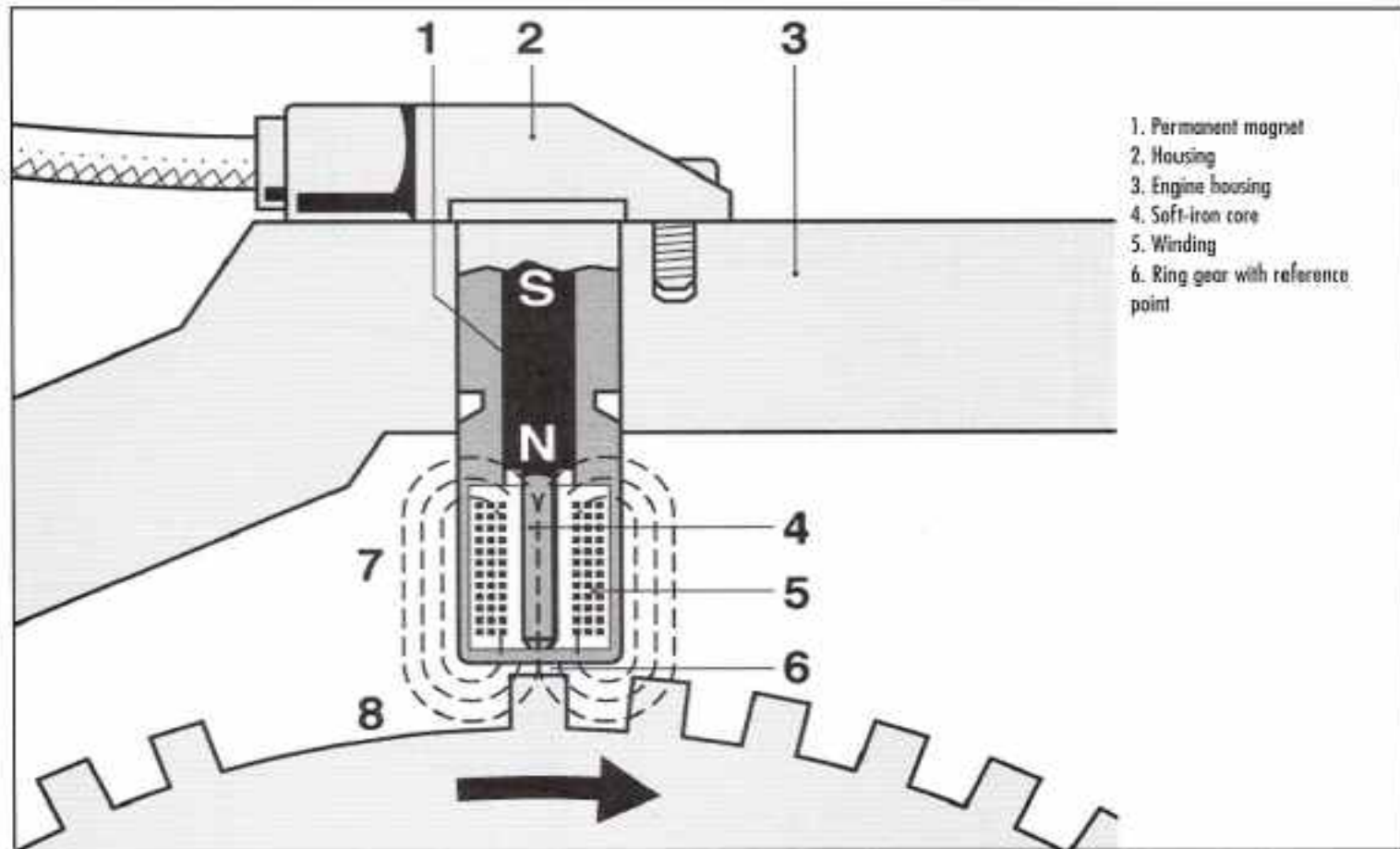


Παραδείγματα μέτρησης εξαρτημάτων



Ένας τετρακύλινδρος κινητήρας ρετάρει σταθερά. Από την παραπάνω κυματομορφή που πάρθηκε με τον παλμογράφο μπορείς να διακρίνεις την πηγή του προβλήματος;

Παραδείγματα μέτρησης εξαρτημάτων



Engine speed sensor—essential for the kind of precision control offered by Motronic systems. (Robert Bosch Corporation)

Αισθητήρας ταχύτητας στροφάλου

Παραδείγματα μέτρησης εξαρτημάτων

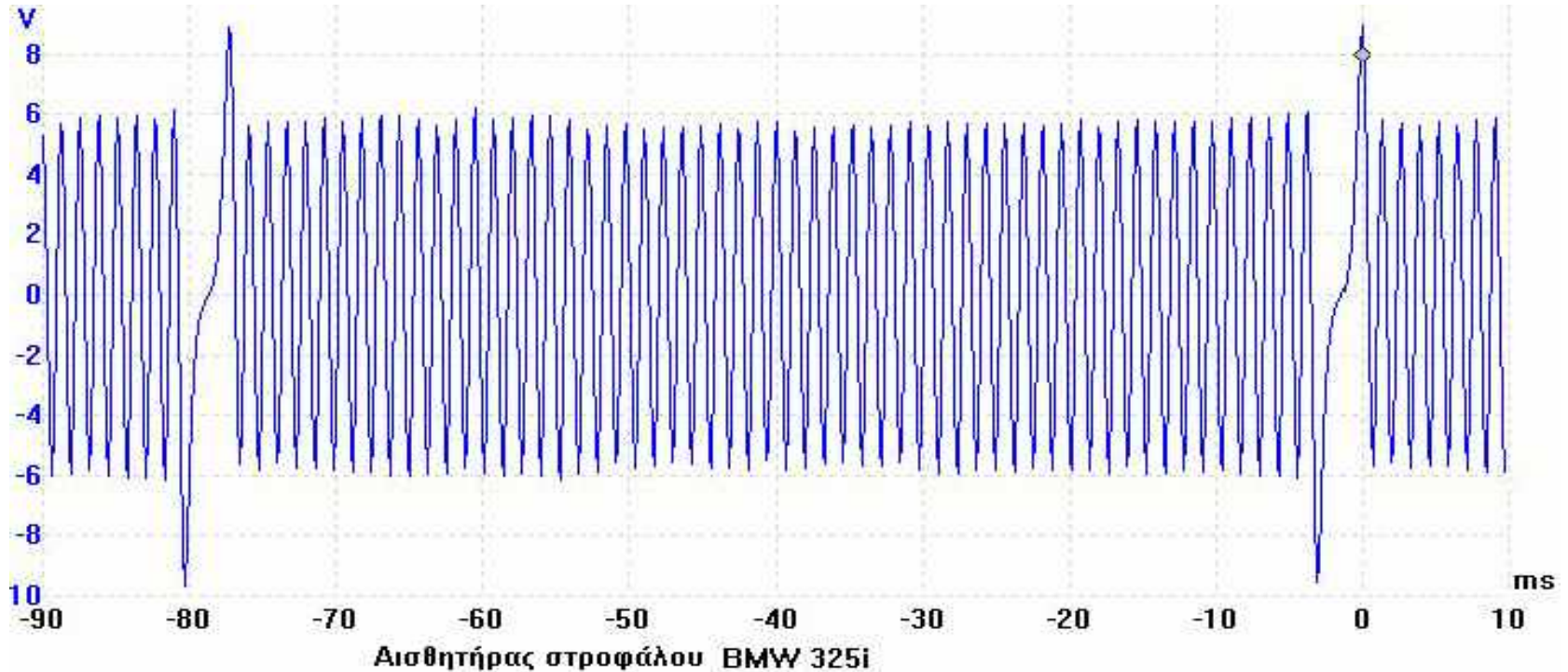
Οι αισθητήρες στροφάλου, θέσης εκκεντροφόρου και περιστροφής τροχού (ABS) έχουν την ίδια αρχή λειτουργίας, επομένως οι αποκρίσεις που μας δίνουν έχουν κοινά στοιχεία που είναι τα εξής:

- Το σήμα έχει ημιτονοειδή μορφή και είναι εναλλασσόμενο.
- Το εύρος του σήματος αυξάνει με την ταχύτητα περιστροφής.



Προσοχή: Τα παραπάνω ισχύουν μόνο για τα αυτοκίνητα με αισθητήρες τύπου πηνίου. Μερικά αυτοκίνητα έχουν αντ' αυτού αισθητήρες τύπου hall effect. Οι hall effect αισθητήρες έχουν τρεις ακροδέκτες, δυο για τροφοδοσία και ένα που είναι η έξοδος του σήματος. Το σήμα τους είναι τετραγωνικός παλμός με εύρος 5 ή 12 Volt.

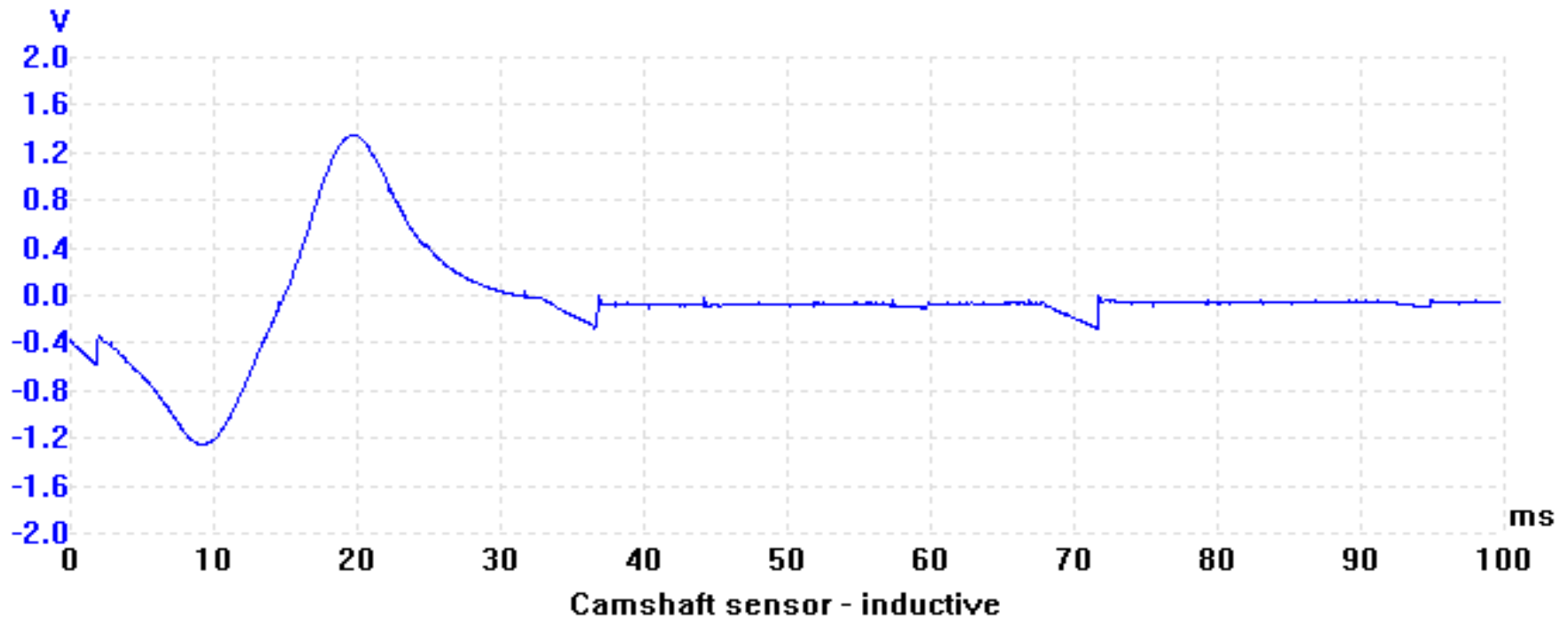
Παραδείγματα μέτρησης εξαρτημάτων



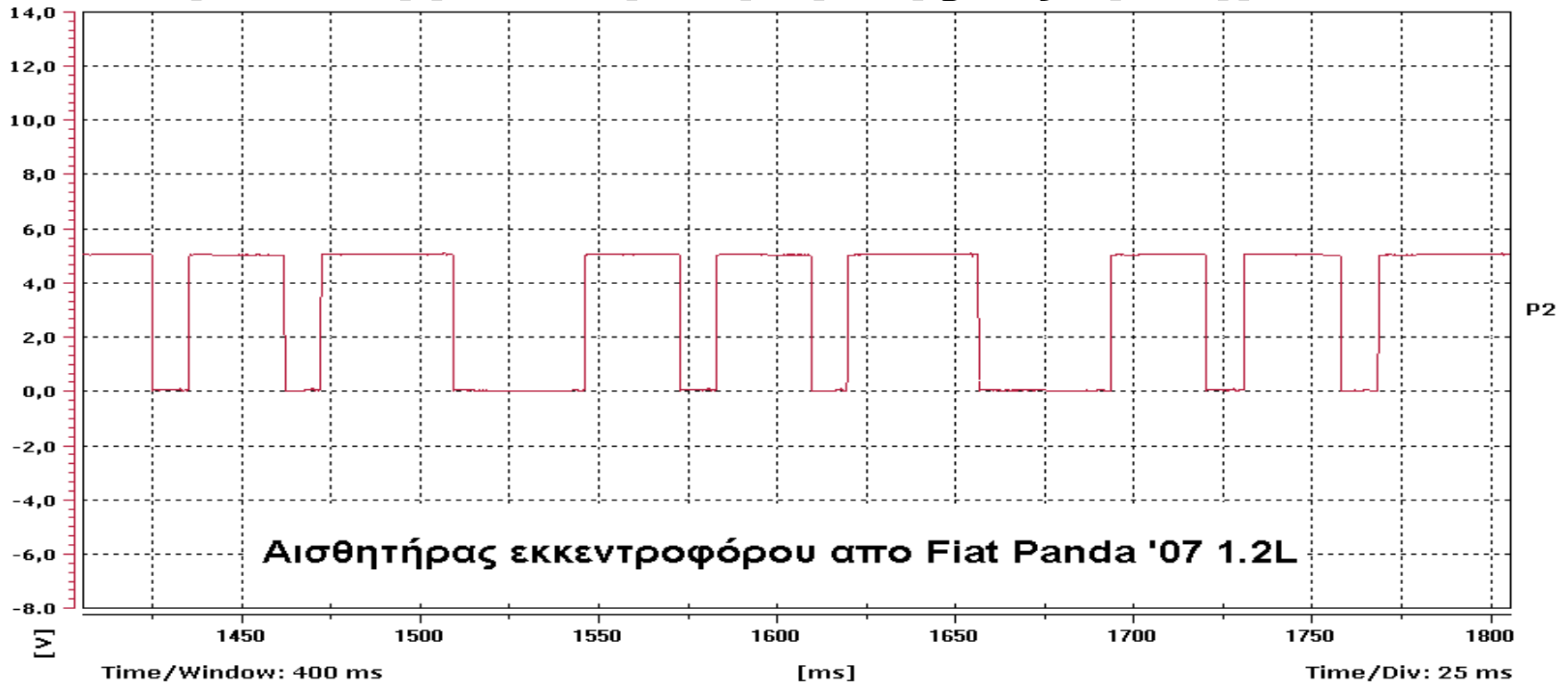
Από την παραπάνω κυματομορφή μπορεί να υπολογιστεί το rpm του κινητήρα;

$$rpm = \frac{60000}{\pi \epsilon \rho \acute{\iota} \omicron \delta \omicron \varsigma _ \sigma \epsilon _ ms}$$

Παραδείγματα μέτρησης εξαρτημάτων



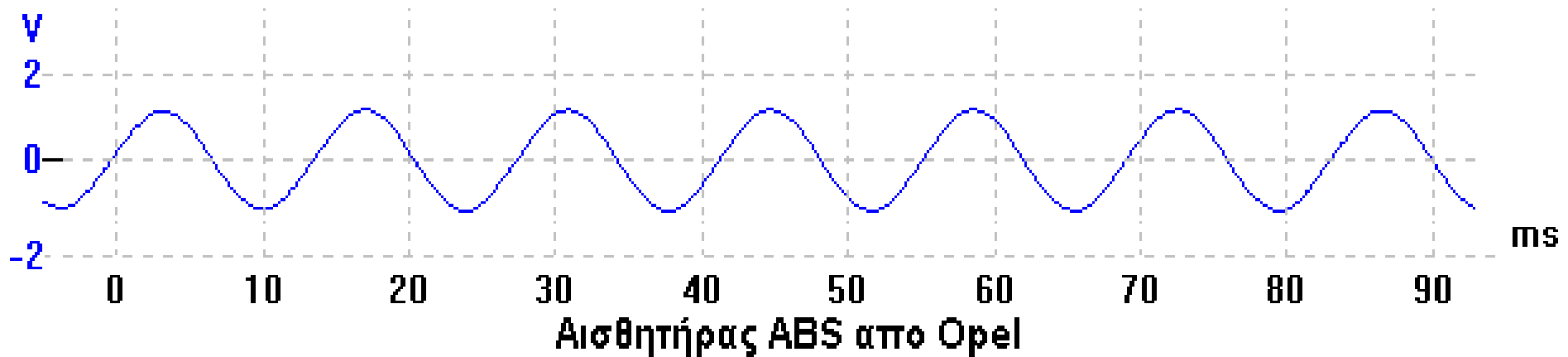
Παραδείγματα μέτρησης εξαρτημάτων



Από την παραπάνω κυματομορφή μπορεί να υπολογιστεί το rpm του κινητήρα;

$$rpm_{eng} = \frac{60000}{\pi \epsilon \rho \acute{\iota} \omicron \delta \omicron \varsigma _ \sigma \epsilon _ ms / 2}$$

Παραδείγματα μέτρησης εξαρτημάτων



Ερωτήσεις



Δοκιμαστικές μετρήσεις στο αυτοκίνητο

1. Κάνουμε γκρουπ των 2 ατόμων & γραφόμαστε στην λίστα
2. Διάλειμμα 20 λεπτών
- 3.

