

ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ ΘΕΣΣΑΛΙΑΣ - ΠΟΛΥΤΕΧΝΙΚΗ ΣΧΟΛΗ

ΤΜΗΜΑ ΜΗΧΑΝΟΛΟΓΩΝ ΜΗΧΑΝΙΚΩΝ ΒΙΟΜΗΧΑΝΙΑΣ



ΥΠΟΥΡΓΕΙΟ ΕΘΝΙΚΗΣ ΠΑΙΔΕΙΑΣ ΚΑΙ ΘΡΗΣΚΕΥΜΑΤΩΝ
ΕΙΔΙΚΗ ΥΠΗΡΕΣΙΑ ΔΙΑΧΕΙΡΙΣΗΣ ΕΠΕΑΕΚ
ΕΥΡΩΠΑΪΚΗ ΕΝΩΣΗ
ΣΥΓΧΡΗΜΑΤΟΔΟΤΗΣΗ
ΕΥΡΩΠΑΪΚΟ ΚΟΙΝΩΝΙΚΟ ΤΑΜΕΙΟ
ΕΥΡΩΠΑΪΚΟ ΤΑΜΕΙΟ ΠΕΡΙΦΕΡΕΙΑΚΗΣ ΑΝΑΠΤΥΞΗΣ



Η ΠΑΙΔΕΙΑ ΣΤΗΝ ΚΟΡΥΦΗ
Επιχειρησιακό Πρόγραμμα
Εκπαίδευσης και Αρχικής
Επαγγελματικής Κατάρτισης



ΑΝΑΜΟΡΦΩΣΗ ΠΠΣ

ΦΑΣΗ Β' – CASE STUDIES ΕΦΑΡΜΟΓΗΣ ΕΜΠΟΡΙΚΟΥ ΛΟΓΙΣΜΙΚΟΥ

ΣΤΗΝ ΕΚΠΑΙΔΕΥΤΙΚΗ ΔΙΑΔΙΚΑΣΙΑ

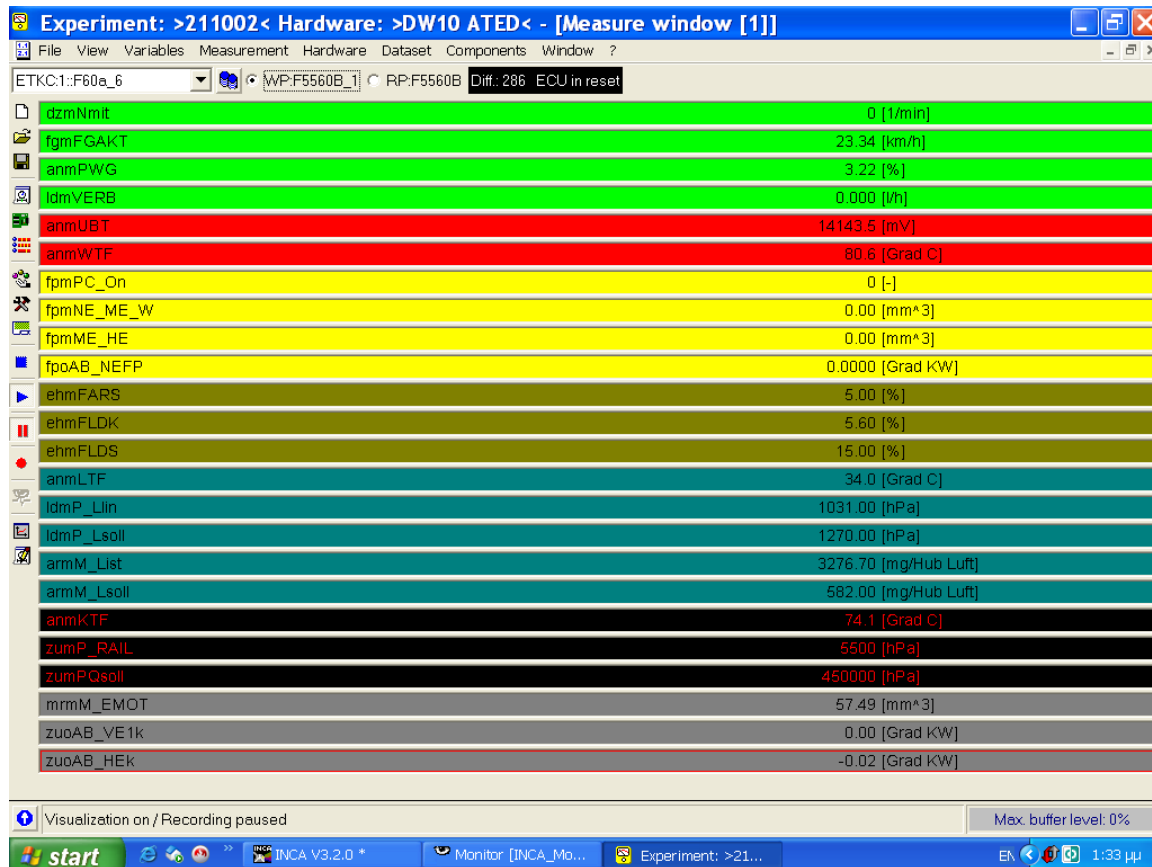
**Το λογισμικό INCA για την επικοινωνία του PC
με τον εγκέφαλο (ECU) του αυτοκινήτου**

Επιμέλεια:

Ολυμπία Ζώγου,
Λουκάς Δημητριάδης
Διπλ. Μηχανολόγοι Μηχανικοί

ΒΟΛΟΣ, ΝΟΕΜΒΡΙΟΣ 2007

ΤΟ ΛΟΓΙΣΜΙΚΟ INCA ΚΑΙ ΤΟ ΣΥΝΑΦΕΣ HARDWARE ΤΗΣ ΓΙΑ ΤΟ INTERFACING ΤΟΥ PC ΜΕ ΤΟ ECU



The screenshot shows the INCA software interface with a list of measured variables. The variables are color-coded: green for engine speed and torque, red for temperature, yellow for pressure, and blue for other parameters. The status bar at the bottom indicates 'Visualization on / Recording paused' and 'Max. buffer level: 0%'.

Variable	Value	Unit
dzmNmit	0	[1/min]
fgmFGAKT	23.34	[km/h]
anmPWG	3.22	[%]
ldmVERB	0.000	[l/h]
anmUBT	14143.5	[mV]
anmWTF	80.6	[Grad C]
fpmPC_On	0	[-]
fpmNE_ME_W	0.00	[mm^3]
fpmME_HE	0.00	[mm^3]
fpoAB_NEFP	0.0000	[Grad KW]
ehmFARS	5.00	[%]
ehmFLDK	5.60	[%]
ehmFLDS	15.00	[%]
anmLTF	34.0	[Grad C]
ldmP_Lin	1031.00	[hPa]
ldmP_Lsoll	1270.00	[hPa]
armM_List	3276.70	[mg/Hub Luft]
armM_Lsoll	582.00	[mg/Hub Luft]
anmKTF	74.1	[Grad C]
zumP_RAIL	5500	[hPa]
zumPQsoll	450000	[hPa]
mrmM_EMOT	57.49	[mm^3]
zuoAB_VE1k	0.00	[Grad KW]
zuoAB_HEK	-0.02	[Grad KW]

Το λογισμικό INCA είναι το καθιερωμένο standard της Αυτοκινητοβιομηχανίας, για όλες τις εργασίες on-line μετρήσεων και calibration της ηλεκτρονικής μονάδας (ECU). Πρόκειται για ολοκληρωμένο περιβάλλον που υποστηρίζει την επικοινωνία του υπολογιστή με την ηλεκτρονική μονάδα του αυτοκινήτου (ECU interface).

Η version 3.2 του INCA περιλαμβάνει πολύ μεγάλο αριθμό λειτουργιών που έχουν αποδείξει την αποτελεσματικότητά τους σε μεγάλο αριθμό projects:

- Υποστήριξη λειτουργικών συστημάτων Windows 95/NT/2000/ XP
- Γραφικό interface φιλικό προς το χρήστη
- Εύκολη και γρήγορη χρήση με ειδικά προγραμματισμένα πλήκτρα του πληκτρολογίου
- Μέτρηση και βαθμονόμηση (calibration) στο ίδιο περιβάλλον
- Δυνατότητα εργασίας σε off-line mode

Η σειρά λογισμικών INCA και το συναφές hardware υποστηρίζουν τα standards της αυτοκινητοβιομηχανίας:

- Σύνδεση με όλους τους τύπους συστημάτων ελέγχου και μέτρησης αυτοκινήτων με χρήση των interfaces ASAM-MCD-1b
- Ανάγνωση του λεξικού δεδομένων σε format ASAM-MCD-2
- Σύνδεση με υπάρχοντα πάγκο μέτρησης μέσω του interface ASAM-MCD-3 (automatic calibration)
- Βαθμονόμηση και μέτρηση μέσω CAN και CCP (CAN Calibration Protocol)
- Βαθμονόμηση, μέτρηση, διαγνωστική και επαναπρογραμματισμός του εγκεφάλου μέσω γραμμής K (ISO 9141) και KWP2000 (Key Word Protocol 2000)
- Συσκευή σύνδεσης ETK για παράλληλη διασυνδεδεμένη λειτουργία Η/Υ – εγκεφάλου αυτοκινήτου
- Ποικιλία formats για ανταλλαγή δεδομένων του εγκεφάλου με τον υπολογιστή

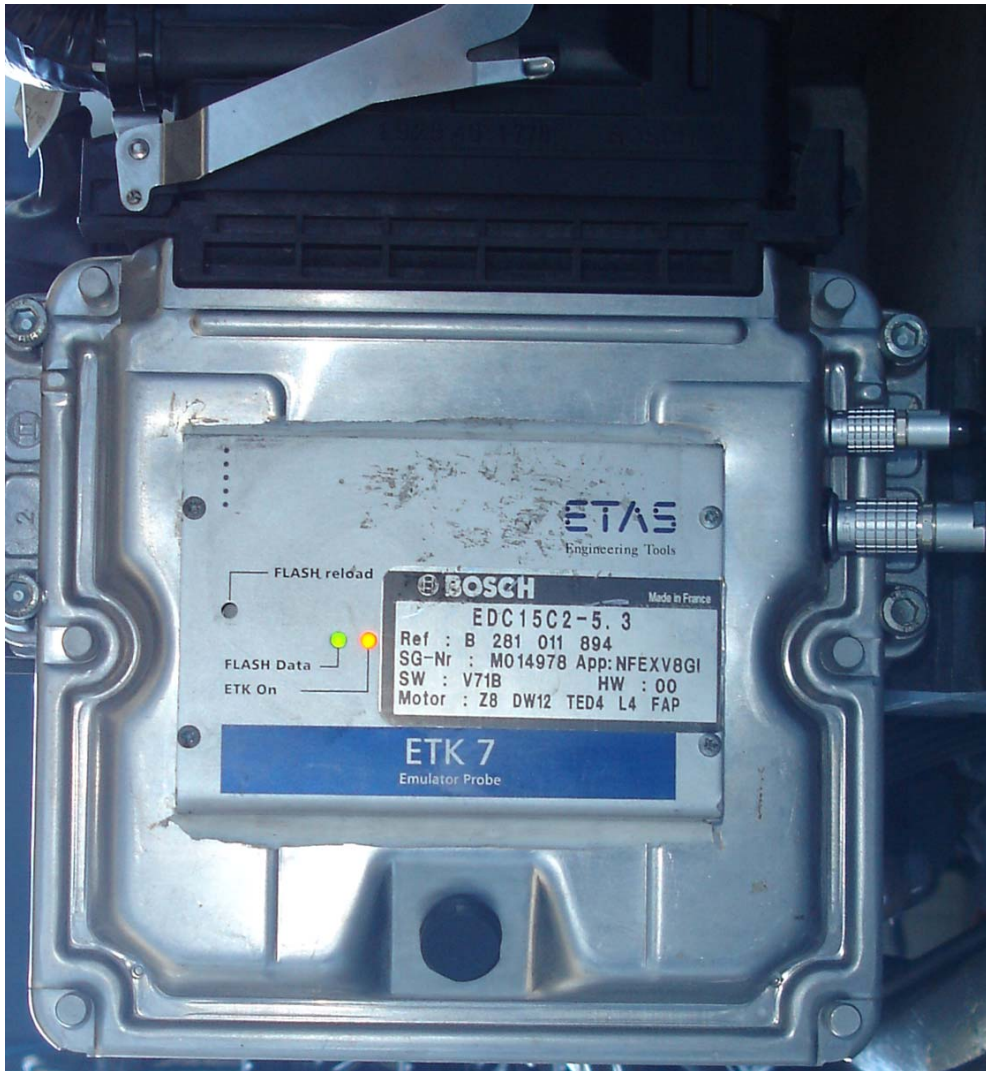
ETK

Η θέση σε λειτουργία των αλγορίθμων ρύθμισης του εγκεφάλου του αυτοκινήτου απαιτεί σε συγκεκριμένες εφαρμογές, υψηλή ακρίβεια και απόδοση, καθώς και μεγάλη διαθεσιμότητα εργαλείων βαθμονόμησης (calibration) κατά την κίνηση του οχήματος. Στο πλαίσιο αυτό, τα λογισμικά εργαλεία που επιτρέπουν τη βαθμονόμηση (calibration) και τη μέτρηση των παραμέτρων και μεταβλητών του προγράμματος, οφείλουν να υποστηρίζουν υψηλής επίδοσης interfaces, διαφορετικά από τα συνήθη των Η/Υ (CAN-CCP, K-Line).

Στην κατεύθυνση αυτή, το ETK αποτελεί πλέον το standard hardware για emulation με μνήμη επί του οχήματος. Πρόκειται για συμπαγές, ευέλικτο hardware, σταθερό σε κραδασμούς και θερμοκρασίες, που μπορεί εύκολα να ενσωματωθεί, μαζί με τον απαραίτητο φορητό υπολογιστή, στη θέση του συνοδηγού του αυτοκινήτου.

Έτσι έχουμε πλέον στα χέρια μας ένα ηλεκτρονικό υπολογιστή για ανάπτυξη της ηλεκτρονικής μονάδας ελέγχου του αυτοκινήτου, που προσφέρει τις παρακάτω μοναδικές λειτουργικότητες:

- Εύκολο και γρήγορο επαναπρογραμματισμό της μνήμης emulation
- Άμεση πρόσβαση σε μεταβλητές, παραμέτρους και χάρτες ρύθμισης του εγκεφάλου του αυτοκινήτου
- απ' ευθείας ανάγνωση διευθύνσεων μνήμης
- Ανάκτηση και μέτρηση σε πραγματικό χρόνο (γενικά δυνατή σε 3 διαφορετικές συχνότητες)
- Ανταλλαγή δεδομένων σε πραγματικό χρόνο με έναν άλλο επεξεργαστή (εφαρμογή bypass)



Ανάλογα με το configuration και την αρχιτεκτονική του μικροεπεξεργαστή που χρησιμοποιείται, το ETK μπορεί να αποτελέσει μία παράλληλη λύση σε υπάρχοντα εξοπλισμό, (όπως στην εφαρμογή του Εργαστηρίου), ή πολύ απλά ένα interface που βλέπει το σειριακό bus του μικροεπεξεργαστή (JTAG, NEXUS, ...). Ανάλογα με την περίπτωση, μπορεί να χρησιμοποιηθεί ταχύτητα σύνδεσης 8 ή και 100 Mbps.

Υπάρχει διαθέσιμη μία λύση ETK για καθεμία αρχιτεκτονική εγκεφάλου αυτοκινήτου, με μικροεπεξεργαστή στα 16 ή 32 bits.

ES1000.2

Πρόκειται για λύση σε μορφή modules για ταυτόχρονες εργασίες μέτρησης και βαθμονόμησης εγκεφάλου (calibration)



Το modular σύστημα VME ES1000.2 υποστηρίζεται απ' ευθείας από το λογισμικό INCA. Επιτρέπει να επωφεληθούμε από μία πλατφόρμα ανάπτυξης με ASCET-SD, και να καλύψουμε τις διαδικασίες calibration και μέτρησης με το λογισμικό INCA. Πρόκειται και πάλι για hardware που μπορεί άμεσα να τοποθετηθεί επί του οχήματος. Το σύστημα ES1000.2 βλέπει το ίδιο καλά τα διάφορα υφιστάμενα interfaces υπολογιστών (CAN, CCP, KWP2000, ETK), καθώς και ανάκτηση εξωτερικών σημάτων, πράγμα που επιτρέπει να φτιάξουμε ένα σύστημα παρακολούθησης του οχήματος με τοποθέτηση επιπλέον αισθητήρων ανάλογα με τις ανάγκες μας.

Έτοιμες, συμπαγείς διατάξεις calibration και μέτρησης

Για υποστήριξη εργασιών on-board παρακολούθησης λειτουργιών του οχήματος, η ETAS έχει αναπτύξει μία σειρά από συμπαγή modules, τα λεγόμενα **SMB (Serial Measurement Bus)**. Αυτά τα modules μπορούν να χρησιμοποιηθούν είτε αυτόνομα, είτε να ενσωματωθούν εύκολα στο περιβάλλον INCA.

ΚΟΥΤΙΑ SMB :

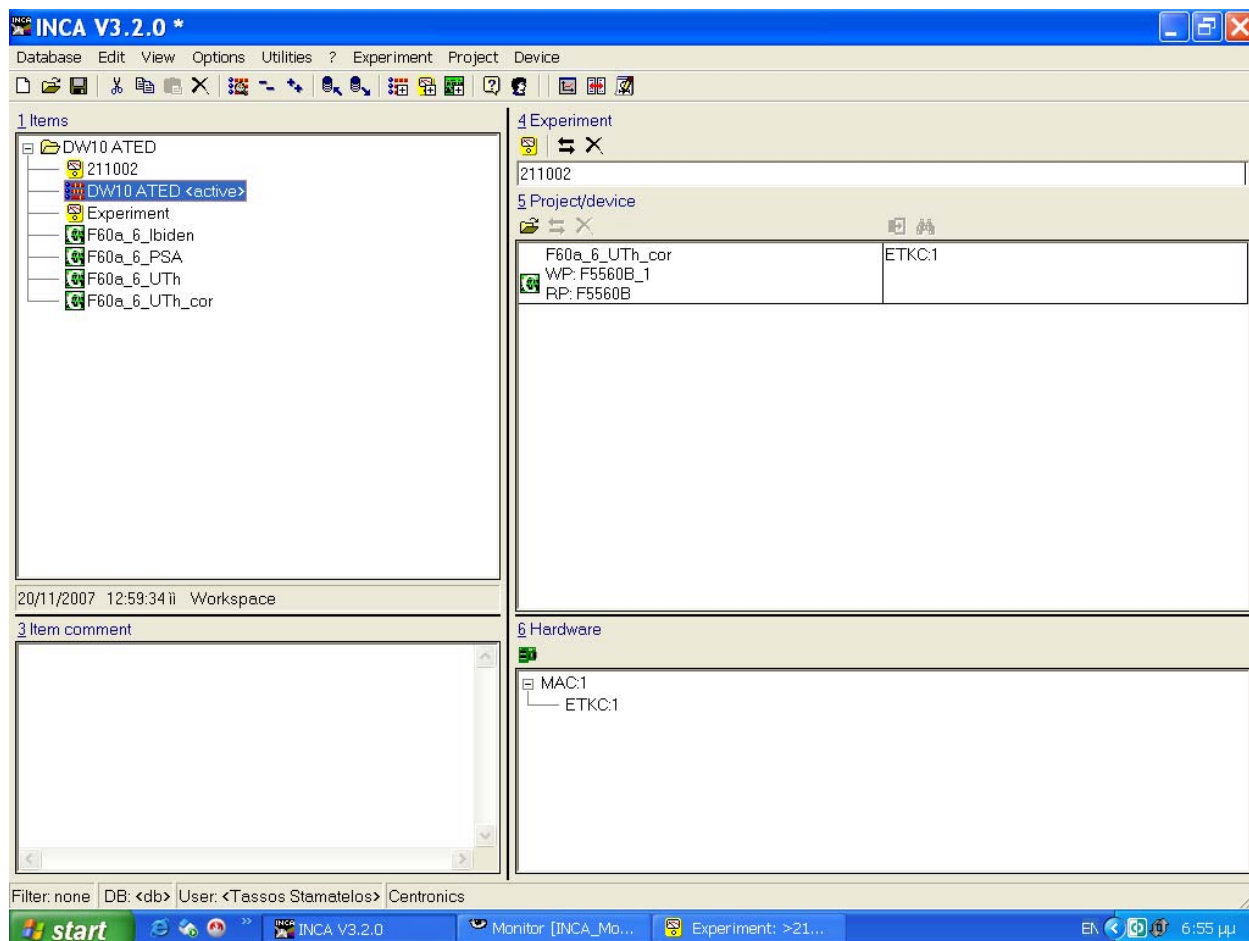
- Το κουτί Thermo-Scan επιτρέπει τη μέτρηση 14 σημάτων θερμοστοιχείων NiCr-Ni
- Το κουτί AD-Scan επιτρέπει την ανάκτηση 14 αναλογικών σημάτων
- Το κουτί Dual-Scan συνδυάζει τις λειτουργικότητες των δύο παραπάνω μοντέλων (7 σήματα θερμοστοιχείων + 7 αναλογικά κανάλια)
- Το LA4, νέα γενικά κουτιού μέτρησης του lambda, (λόγου αέρα/ καυσίμου ή περιεκτικότητας οξυγόνου στο καυσάεριο), με εξαιρετική ακρίβεια μέτρησης.



- **To MAC επιτρέπει το calibration μέσω του ETK ή του K Line.**
- Η διαθεσιμότητα της κάρτας CAN-LINK, με μια απλή διακλάδωση στη θύρα (port) PCMCIA ενός PC, επιτρέπει το calibration μέσω του CAN.

ΔΙΑΔΙΚΑΣΙΑ ΘΕΣΗΣ ΣΕ ΛΕΙΤΟΥΡΓΙΑ ΤΟΥ INCA/MAC2/ETK INTERFACE ΣΤΟΝ ΚΙΝΗΤΗΡΑ DW10 ΤΟΥ ΔΟΚΙΜΑΣΤΗΡΙΟΥ ΜΕΚ

Το λογισμικό INCA 3.2 είναι εγκατεστημένο στον αριστερό Η/Υ του κελιού (engine cell 2). Είναι περασμένα αμέσως μετά την εγκατάσταση, με την εντολή import, το συγκεκριμένο workspace DW10 και τέσσερα projects, όπως στην εικόνα παρακάτω:



Η έναρξη λειτουργίας του INCA για παρακολούθηση της λειτουργίας του εγκεφάλου του κινητήρα DW10, ακολουθεί τα παρακάτω βήματα:

STEP_1 LOADING OF DATA TO THE EPROM

Ανοίγουμε τον διακόπτη “ON” του κινητήρα (τύπου πεταλούδας). Έτσι παίρνει τάση το ETK (ενσωματωμένο στον εγκέφαλο του κινητήρα DW10, βλ. εικόνα παραπάνω), και ελέγχουμε αν ανάβουν τα leds όπως παρακάτω:

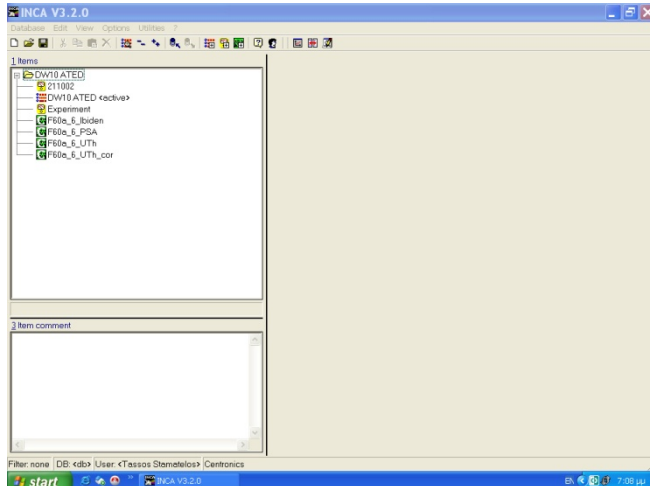
STEP_2 CHECKING OF LEDS

- ✓ Το led «ETC» ανάβει και μένει σταθερά ON
- ✓ Το led «Flash data» πρώτα έρχεται στο ON (ανάβει), υποδηλώνοντας τη μεταφορά δεδομένων από τη μνήμη flash erpom στο ETK, και στη συνέχεια σβήνει και μένει σβηστό (OFF)

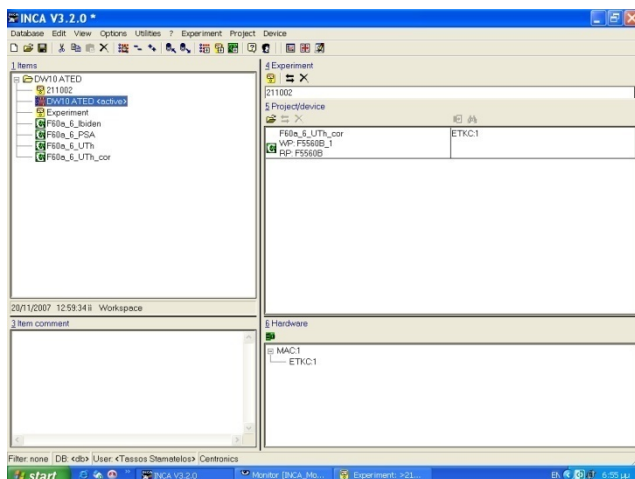
STEP_3 INCA STARTING - ERROR CHECKING

Ανοίγουμε τον Η/Υ «engine cell 2», εάν δεν είναι ήδη ανοικτός.

Από την επιφάνεια εργασίας, παράμε το shortcut “INCA 3.2”, οπότε κάνει startup (ξεκινάει) το περιβάλλον INCA, και βγαίνουμε στην παρακάτω οθόνη:



Στη συνέχεια επιλέγουμε με απλό κλικ, το (μοναδικό υπάρχον και active στο συγκεκριμένο configuration) workspace “DW10 ATED”, οπότε φορτώνει το project “F60a_6_UTh_cor” και ανοίγουν τα δεξιά παράθυρα, όπως παρακάτω:



Τα παρακάτω στοιχεία αφορούν τη συγκεκριμένη version που είναι φορτωμένη στην EPROM του εγκεφάλου μας (αυτές οι version αλλάζουν πολύ συχνά στο ίδιο μοντέλο κινητήρα – οχήματος). Αυτά τα στοιχεία έχουν φορτωθεί στο συγκεκριμένο workspace, που αφορά τον κινητήρα μας:

EPROM VERSION F:60.A2L

EPROM NAME:MABFBL41.HEX

ADDING OF A PROJECT IN INCA ENVIROMENT

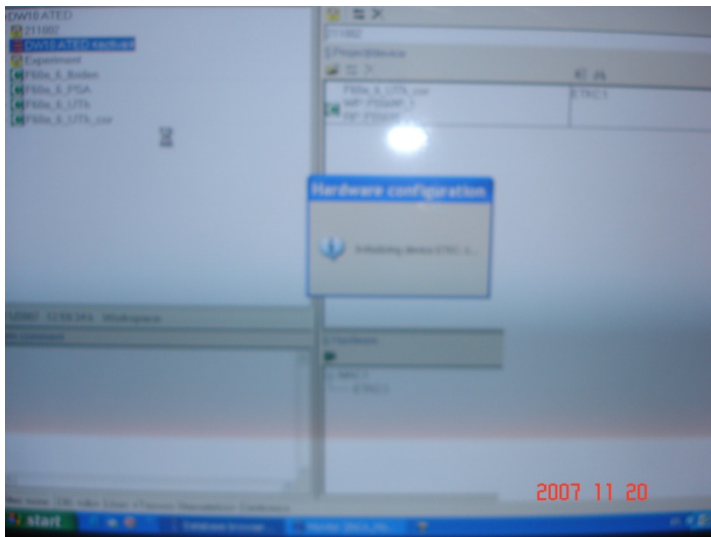
Γενικά, η διαδικασία για να προσθέσουμε ένα project στο συγκεκριμένο περιβάλλον είναι η παρακάτω:

Step 1 : Database New, Step 2 : Workspace, Step 3: Add Project – Insert data for EPROM

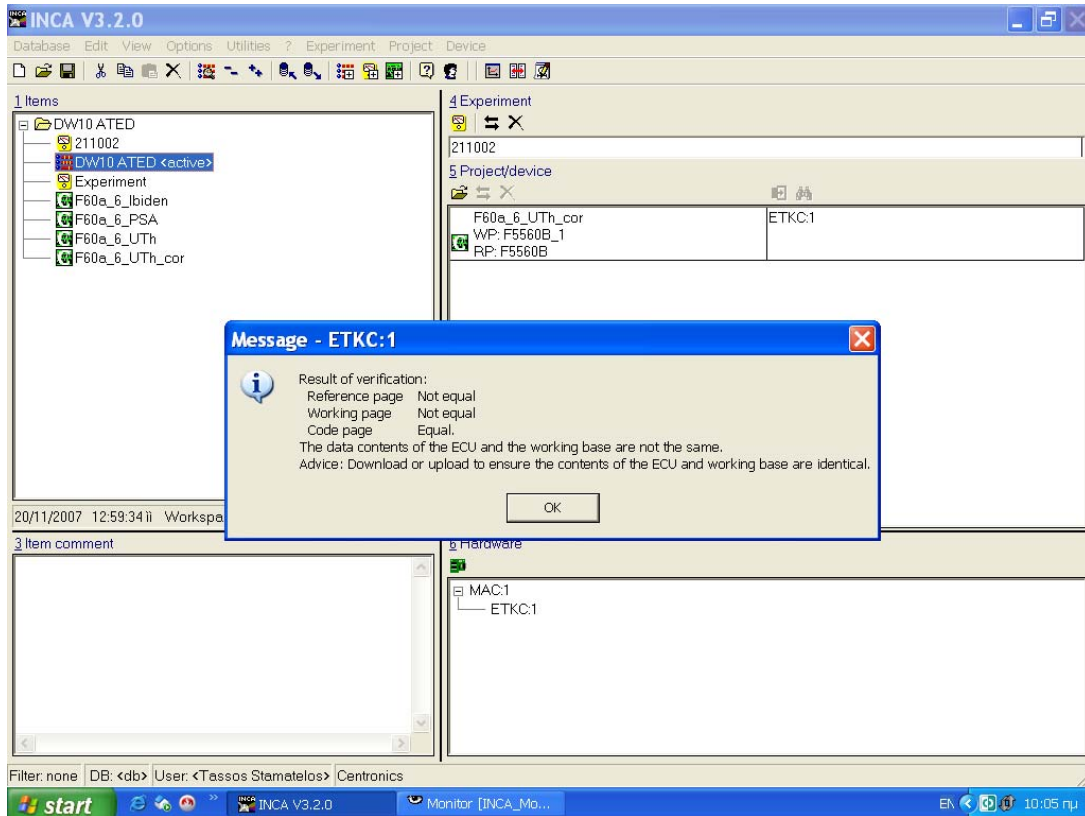
Choose : Project /Device (f 60 a-6/MABFBL41)

Όμως εμείς έχουμε ήδη έτοιμα τα projects που φαίνονται στην παραπάνω οθόνη.

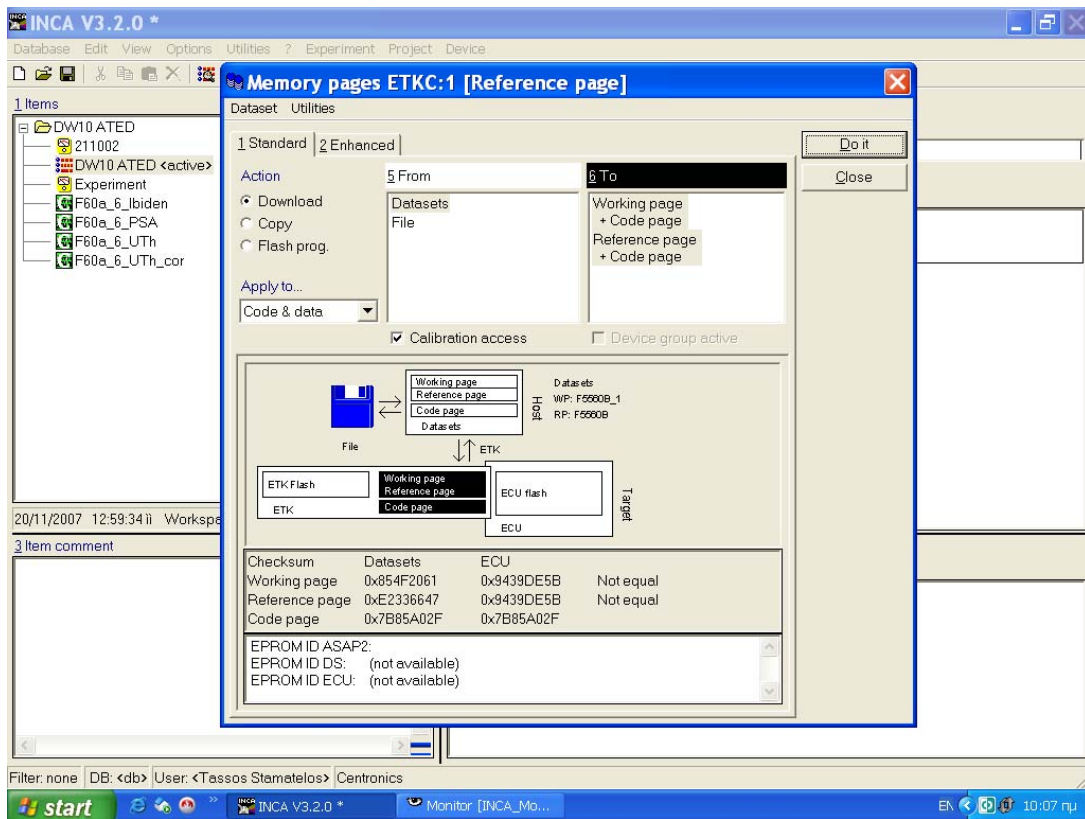
Οπότε το μόνο που χρειάζεται να κάνουμε, είναι διπλό κλικ στο workspace “DW10 ATED”: Τότε βλέπουμε να γίνεται “initialize” του περιβάλλοντος, “calculating checksums” κτλ, οπότε ολοκληρώνεται η διαδικασία, κλείνουν τα παράθυρα ενημέρωσης και επιστρέφουμε στη γνωστή οθόνη.



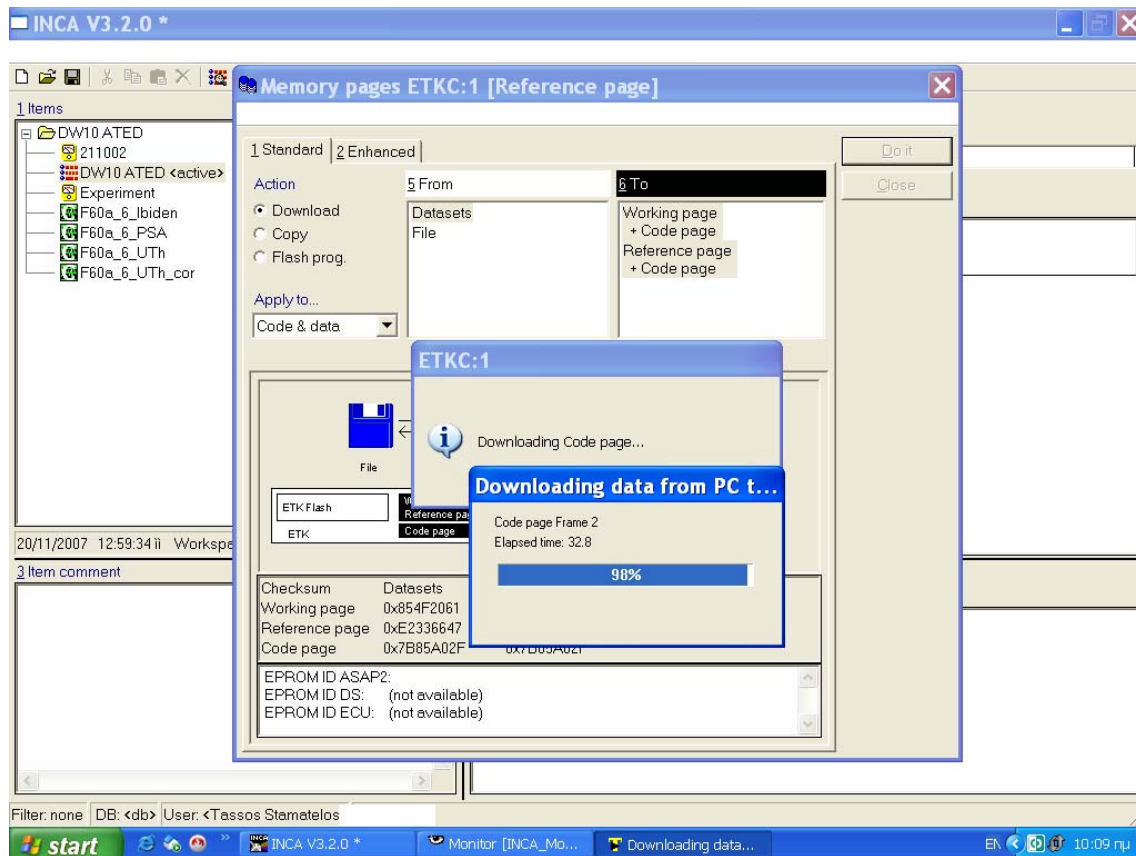
Εάν έχει γίνει reset στην ECU, τότε η διαδικασία error checking του προγράμματος θα βρεί αναντιστοιχία στις κωδικοσελίδες reference page και working page:



Δεν έχουμε παρά να ακολουθήσουμε τη συμβουλή του προγράμματος:



Πατάμε το κουμπί Do it στο άνω δεξιό μέρος τη οθόνης, οπότε γίνεται downloading της σωστής κωδικοσελίδας από το PC στο ETK (Η σωστή WP είναι η ma6fb141).



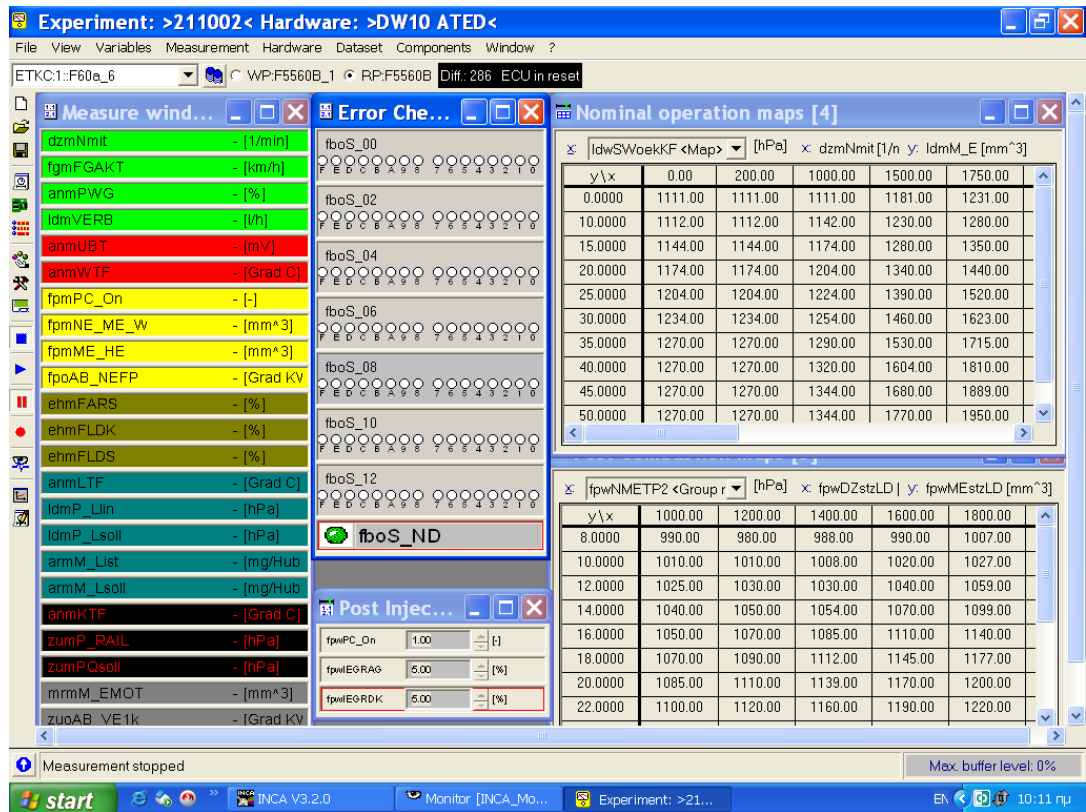
REFERENCE PAGE → RED BOX
WORKING BOX → GREEN BOX

STEP _4 : ADD EXPERIMENT

Εάν κάνουμε ακόμη ένα διπλό κλικ στο workspace “DW10 ATED”, τότε θα φορτωθεί αυτόματα το περιβάλλον του πειράματος που έχουμε ήδη έτοιμο στο menu μας (experiment):

Το error checking στο κεντρικό παράθυρο δεν μας δίνει διαγνωστικά (πράσινο).

Όμως παρατηρούμε, σε μαύρο φόντο στο άνω κεντρικό μέρος της οθόνης: «ECU in reset».



Αυτό σημαίνει ότι ο εγκέφαλος της μηχανής είναι σε κατάσταση standby, και περιμένει να πάρει σήμα από τον controller της πέδης:



Εκεί λοιπόν, στον controller, πρέπει να πατήσουμε το πράσινο κουμπί «ENGINE ENABLE», οπότε είμαστε έτοιμοι να βάλουμε μπροστά τη μηχανή. Για να μπορέσει να ανάψει όμως το “ENGINE ENABLE”, απαιτείται να έχουμε ανάψει και το monitor της πέδης:



Και βέβαια θα πρέπει να είναι σηκωμένος ο μικροαυτόματος Νο.8 στον πίνακα ασφαλειών, που δίνει τροφοδοσία στο in-cell box της πέδης. Η ECU καταλαβαίνει άμεσα και ενεργοποιείται, οπότε σβήνει το παραπάνω διαγνωστικό και ερχόμαστε στην οθόνη παρακολούθησης του πειράματος, όπου παρατηρούμε ότι βλέπουμε στο αριστερό παράθυρο τις μεταβλητές λειτουργίας και ελέγχου του κινητήρα που έχουμε επιλέξει (από τις εκατοντάδες που είναι διαθέσιμες). Στη συγκεκριμένη οθόνη ο κινητήρας είναι ακόμη σβηστός, οπότε οι μεταβλητές στροφών, παρ. καυσίμου κτλ είναι μηδενισμένες.

The screenshot shows the INCA V3.2.0 software interface. The main window displays a list of variables and their values, along with several data tables.

Measure wind...

dzmNmit	0 [1/min]
fpmFGAKT	0.00 [km/h]
anmPWG	2.88 [%]
ldmVERB	0.000 [1/h]
anmUBT	13931.0 [mV]
anmWTF	18.8 [Grad C]
fpmPC_On	0 [-]
fpmNE_ME_W	0.00 [mm^3]
fpmME_HE	0.00 [mm^3]
fpoAB_NEFP	0.0000 [Grad KV]
ehmFARS	5.00 [%]
ehmFLDK	5.60 [%]
ehmFLDS	15.00 [%]
anmLTF	19.4 [Grad C]
ldmP_Llin	1034.00 [hPa]
ldmP_Lsoll	1270.00 [hPa]
armM_List	3276.70 [mg/Hub]
armM_Lsoll	606.80 [mg/Hub]
anmKTF	17.1 [Grad C]
zumP_RAIL	0 [hPa]
zumP_Qsoll	30390 [hPa]
mrmM_EMOT	36.08 [mm^3]
zuoAB_VE1k	0.00 [Grad KV]

Error Che...

Nominal operation maps [4]

y\x	0.00	200.00	1000.00	1500.00	1750.00
0.0000	1111.00	1111.00	1111.00	1181.00	1231.00
10.0000	1112.00	1112.00	1142.00	1230.00	1280.00
15.0000	1144.00	1144.00	1174.00	1280.00	1350.00
20.0000	1174.00	1174.00	1204.00	1340.00	1440.00
25.0000	1204.00	1204.00	1224.00	1390.00	1520.00
30.0000	1234.00	1234.00	1254.00	1460.00	1623.00
35.0000	1270.00	1270.00	1290.00	1530.00	1715.00
40.0000	1270.00	1270.00	1320.00	1604.00	1810.00
45.0000	1270.00	1270.00	1344.00	1680.00	1889.00
50.0000	1270.00	1270.00	1344.00	1770.00	1950.00

Post Injec...

fpmPC_On	1.00 [H]
fpmEGRAG	25.39 [%]
fpmEGRDK	67.00 [%]

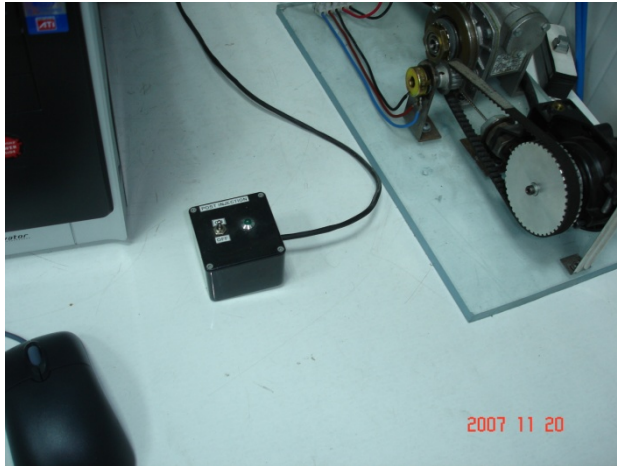
Visualization on / Recording paused

Max. buffer level: 2%

ΠΡΟΣΘΕΤΕΣ ΠΛΗΡΟΦΟΡΙΕΣ ΣΧΕΤΙΚΑ ΜΕ ΤΗ ΛΕΙΤΟΥΡΓΙΑ POST INJECTION (ΑΝΑΓΕΝΝΗΣΗ ΦΙΛΤΡΟΥ ΑΙΘΑΛΗΣ)

POST INJECTION → PIN 72 IN ECU CONECTOR

Η εντολή για το "post injection", δηλαδή τη μετέγχυση καυσίμου για αύξηση της θερμοκρασίας καυσαερίου (για αναγέννηση του φίλτρου), δίδεται μέσω του pin 72 του κοννέκτορα της ECU.



ECU VARIABLES

Παρακάτω επεξηγούνται οι κυριότερες μεταβλητές που διαβάζουμε από τον εγκέφαλο του κινητήρα DW10 στο INCA. Η συγκεκριμένη εφαρμογή έχει τη δυνατότητα, εκτός από το να διαβάζει τους χάρτες και τα δεδομένα του εγκεφάλου όσον αφορά την κανονική λειτουργία, να διαβάζει και να τροποποιεί ο χρήστης τους χάρτες της λειτουργίας "post injection" (υποβοήθηση αναγέννησης φίλτρου αιθάλης).

Name	Description	
anmPWG	Pedal Position	[%]
MrmGANG	Selected Gear	[1,2,...]
fgmFGAKT	Vehicle speed	[km/h]
dzmNmit	Engine speed	[1/min]
anuUBT	Batery Voltage	[mV]
anmUBT	Batery Voltage _Filtered Value	[mV]
Fbos_00	Errors Checking	
÷		
Fbos_12	Errors Checking	
Fbos_NO	Number of defaults	

Ehmfmil	Diagnosis Lamp	
anmWTF	Water Temperature	[Grad C]
	<u>VALVES</u>	
ehmFARS	EGR Valve Position	[%]
ehmFLDK	Throttle Valve position	[%]
ehmFLDS	Turbo Valve Position	[%]
ldmP_Llin	Intake Pressure (measured)	[hPa]
ldmP_Lsoll	Intake Pressure (Set point)	[hPa]
armM_List	Air mass flow (measured)	[mg/Hub Luft]
armM_Lsoll	Air mass flow (Set Point)	[mg/Hub Luft]
anmLTF	Intake Air Temperature	[Grad C]
zumP_RAIL	Fuel Pressure (measured)	[hPa]
zumPQsoll	Fuel Pressure (Set Point)	[hPa]
ldmVERB	Fuel Consumption (Not Include Post Injection)	[l/h]
mrmM_EMOT	Fuel mass delivery per Cycle (Not Include Post Injection)	[mm3]
anmKTF	Fuel Temperature	[Grad C]
	<i>Injection Advance</i>	
zuoAB_VE1k	Injection Advance (Pilot)	[Grad KW]
zuoAB_VE	Injection Advance (Pilot)	[Grad KW]
zuoAB_Hek	Injection Advance (Nominal)	[Grad KW]
FpoAB_NEFP	Injection Advance (Post)	
	<u>Post Injection Variables</u>	
fpmPC_On	Post injection Actuation	[-]
fpmNE_ME_W	Fuel mass flow during post injection	[mm3]

fpmME_HE	Reduction of Nominal injection due to Post injection	[mm3]
fpoAB_NEFP	Injection advance	[Grad KW]
	<u>Not Post Injection</u> : Control Variables (maps)	
arWMLGRDKF	Air mass flowrate map function rpm, fuel	[
LdwTVoekKF	Turbocharger (waste-gate) Valve opening map function rpm , fuel	[%]
	<i>Injection quantity</i>	
zuwMEVGWKF	Map of pilot injection as function of rpm-fuel-flow rate	[mm3]
	<i>Injection advance</i>	
zuwABVGWKF	Pilot injection advance map as function of rpm-flow rate	[KW]
	<i>Principle Injection</i>	
zuwABHG1KF	Principle injection advance :Map with pilot injection function of rpm – fuel flow rate	[KW]
zuwABHG2KF	Principle injection advance :Map without pilot injection function of rpm – fuel flow rate	[KW]
	<i>Idle speed control</i>	
MrwLTW_KL	Idle speed chart versus water temperature	[rpm]
	<u>Post Injection: Control Variables</u>	
FpwLEGRAG	EGR Valve position	[%]
FpwLEGRDK	Throttle Valve position	[%]
	Turbocharger (waste gate) valve	
FPWNMETP1(2) (level 1 or 2)	Boost pressure map as function of rpm and post injection flow rate	[hPa]
	<i>Post Injection: Quantity</i>	
FPWNMEDPC1 (2)(level 1 or 2)	Post injection quantity map as function of rpm and post injection flow rate	[mm3/nnd]
FPWNMEDML1 (2)(level 1 or 2)	Reduction of principle injection quantity as function of rpm - flow rate	[mm3/nnd]

	Post Injection:Advance	
FPWNMEBPPC1 (2)(level 1 or 2)	Post injection advance map as function of rpm and post injection flow rate	[mm3/nnd]

!!! VE: Pilot injection
 HE: Principal injection
 NE: Post injection
 1 hPa=100 Pa

The screenshot shows the INCA software interface with the following parameters and values:

Parameter	Value	Unit
dzmNmit	0	[1/min]
fgmFGAKT	23.34	[km/h]
anmPWG	3.22	[%]
ldmVERB	0.000	[l/h]
anmUBT	14143.5	[mV]
anmWTF	80.6	[Grad C]
fpmPC_On	0	[-]
fpmNE_ME_W	0.00	[mm^3]
fpmME_HE	0.00	[mm^3]
fpoAB_NEFP	0.0000	[Grad KW]
ehmFARS	5.00	[%]
ehmFLDK	5.60	[%]
ehmFLDS	15.00	[%]
anmLTF	34.0	[Grad C]
ldmP_Llin	1031.00	[hPa]
ldmP_Lsoll	1270.00	[hPa]
armM_List	3276.70	[mg/Hub Luft]
armM_Lsoll	582.00	[mg/Hub Luft]
anmKTF	74.1	[Grad C]
zumP_RAIL	5500	[hPa]
zumPQsoll	450000	[hPa]
mrmM_EMOT	57.49	[mm^3]
zu0AB_VE1k	0.00	[Grad KW]
zu0AB_HEk	-0.02	[Grad KW]

Additional interface details: Visualization on / Recording paused, Max. buffer level: 0%, Windows taskbar shows INCA V3.2.0 and Monitor [INCA_Mo...]