

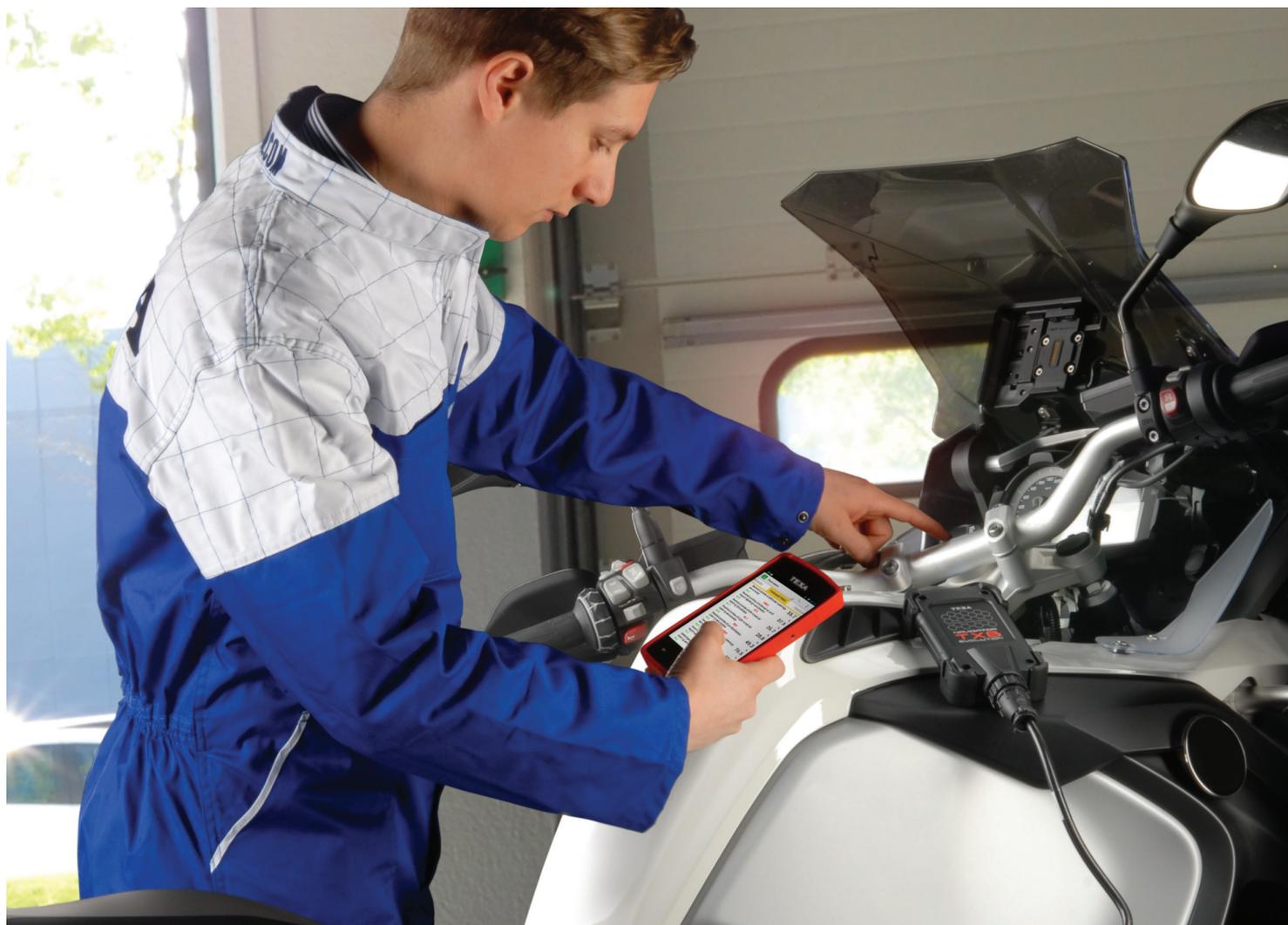


G2B



Corsi di formazione per autoriparatori
Manuale ALLIEVO

Sistemi di iniezione elettronica Euro3 ed Euro6



www.texaedu.com

TEXA

EDU

INDICE

1. DAL REGOLAMENTO EURO 1 ALL'EURO 4	5
1.1 Euro 2 ed Euro 3	5
1.2 Euro 4 ed Euro 5	6
2. GLI ERRORI OBD I	8
3. IL RAPPORTO ARIA-CARBURANTE (A/C)	9
4. CALCOLO DEL TEMPO DI INIEZIONE	11
4.1 Strategia Alfa-n	11
4.2 Strategia Speed-Density	13
4.3 Strategia Speed x Density x Lambda: Autoadattamento	14
4.4 Strategie Ibride.....	15
4.5 Regolazione del CO nelle moto non catalizzate	16
5. PROCESSI DI AUTO-ADATTAMENTO NEI MOTOVEICOLI CATALIZZATI	18
5.1 Segnale del Sensore Ossigeno (Sonda Lambda)	19
5.1.1 Come testare la Sonda Lambda allo Zirconio	20
5.1.2 Sonda lambda al biossido di titanio	23
5.2 Auto-adattamento: Integratori Lambda	24
5.2.1 Correzione Istantanea e Correzione Lenta	24
5.3 Parametri adattativi: Valori di riferimento.....	25
5.3.1 Reset dei parametri autoadattativi	27
5.3.2 TPS Reset.....	28
6. NUOVI COMPONENTI PER IL MIGLIORAMENTO DEL CONTROLLO DELLE EMISSIONI	30
6.1 Iniezione di aria secondaria (AIS)	30
6.2 Valvola per il ricircolo dei vapori della benzina: Valvola Canister	32
6.3 Valvola di controllo dei gas di scarico (Exup).....	33
7. ANALISI DEI GAS DI SCARICO	37
7.1 Analisi dei gas di scarico con miscela Ricca	39
7.2 Analisi dei gas di scarico in una moto con un errato gioco valvole.....	42

Legenda:



Attenzione



Note/Informazioni



Nota curiosità

1. DAL REGOLAMENTO EURO 1 ALL'EURO 4

Il 17 giugno 1997 la direttiva 97/24/EC ha implementato gli standard Euro 1 per ridurre le emissioni dei veicoli a due e tre ruote che in questa normativa vengono inclusi nella categoria "L". Questi nuovi standard sono stati adottati in due differenti step per i ciclomotori, ed in uno solo per i motocicli. La direttiva 2002/51/EC modifica la direttiva 97/24/EC del 19 luglio 2002 ed implementa gli standard Euro 2 ed Euro 3 per i motocicli.

Standard	Classe	Data di approvazione ultima	Data ultima di immatricolazione	Regolamento/Identificazione
Euro 0	Ciclomotori, moto e tricicli	---	17 giugno 2004	---
Euro 1	Ciclomotori, moto e tricicli	17 giugno 1999	1 luglio 2005	Direttiva 97/24/EC Cap. 5
Euro 2	Ciclomotori	17 giugno 2002		Direttiva 97/24/EC Cap. 5 Fase II
	Tre-ruote	1 gennaio 2003	31 dicembre 2007 ¹	Direttiva 2002/51/EC Fase A
Moto	1 aprile 2004			
Euro 3	Moto	1 gennaio 2006	1 gennaio 2017	Direttiva 2003/77/CE riferimento 2002/51/EC Fase B Oppure 2006/120/CE

Tabella 1: Normativa sulle emissioni, Standard Euro 1-3

i Come si vede, ci sono stati dei periodi di sovrapposizione nelle vendite di veicoli di categorie differenti. La legge stabiliva infatti delle date di obbligatorietà delle nuove omologazioni, lasciando tempo per l'esaurimento delle scorte dei veicoli omologati secondo i protocolli precedenti.

In seguito, nel Gennaio del 2013, è stato rilasciato il Regolamento (EU) N°168/2013, il quale espande il numero delle categorie L. Questo stabilisce le date di implementazione per le nuove categorie della famiglia L per le normative Euro 4 ed Euro 5. Dal punto di vista della qualità dell'aria, l'obiettivo primario è quello di mantenere costante o addirittura ridurre le emissioni totali della categoria dei veicoli L rispetto ai veicoli appartenenti ad altre categorie (Autoveicoli, Veicoli pesanti, ...).

Standard	Sotto categoria	Data di applicazione			Regolamento/Identificazione
		Nuovi veicoli	Veicoli esistenti	Ultima data per la registrazione	
Euro 4	L1e, L2e, L6e	1 gennaio 2017	1 gennaio 2018	31 dicembre 2020	Regolamento (EU) No 168/2013
	L3e, L4e, L5e, L7e	1 gennaio 2016	1 gennaio 2017	31 dicembre 2020	
Euro 5	L1e-L7e	1 gennaio 2020	1 gennaio 2021	-	

Tabella 2: Normativa sulle emissioni, Standard Euro 4-5

1.1 Euro 2 ed Euro 3

La Direttiva 2002/51/EC ha l'obiettivo di contenere il livello delle emissioni inquinanti dei veicoli a due e tre ruote motrici riducendo i valori limite per tali emissioni dal 2003 al 2006. Non ci sono stati aggiornamenti a questa normativa tra il 2007 ed il 2012.

	Due-ruote	CO (g/km)	HC (g/km)	NOx (g/km)
Euro 2 2004.04.01	< 150 cc	5.50	1.20	0.30
	≥ 150 cc	5.50	1.00	0.30
Euro 3 2006.01.01	< 150 cc	2.00	0.80	0.15
	≥ 150 cc	2.00	0.30	0.15

¹ Inizialmente la scadenza era prevista per il 31 Dicembre 2006, poi prorogata di un anno. Il termine ultimo per le immatricolazioni si sposta al Giugno 2008 se si vendono al massimo 5000 veicoli in Europa.

4. CALCOLO DEL TEMPO DI INIEZIONE

Prendiamo in esame un moderno motore equipaggiato con un sistema di iniezione elettronica, la domanda è: *“Come è possibile dosare la corretta quantità di carburante per ogni ciclo di combustione?”*

Per fare questo la centralina elettronica (ECU) deve aprire l’iniettore applicando un segnale elettrico di comando per un determinato tempo. Questo tempo dipende dalla quantità di aria che riempie il cilindro.

La quantità di carburante iniettata deve essere proporzionata all’aria aspirata nel cilindro per assicurare una combustione completa: **1 Kg di Carburante ogni 14,6 Kg di aria aspirata.**

Dunque la ECU deve essere in grado di misurare la massa di aria che fluisce attraverso il collettore di aspirazione.

Per fare questo la ECU necessita di alcuni parametri di funzionamento misurati direttamente. Che vengono utilizzati in un calcolo matematico che consente di conoscere la quantità di aria aspirata. In funzione del modello matematico adottato, specifici sensori equipaggeranno la centralina.

Esistono due differenti strategie per misurare l’aria aspirata:

- La strategia “Alfa-n”
- La strategia “Speed-Density”



Figura 4

4.1 Strategia Alfa-n

La strategia Alpha-n (anche chiamata Mappa TPS) adotta solo due parametri per calcolare la massa di aria e gestire l’iniezione di carburante:

- Il segnale del sensore di posizione della farfalla TPS (Throttle Position Sensor)
- Il segnale di giri motore (RPM).

Questo metodo è molto adottato nei motori da competizione, in particolare quelli con corpi farfallati indipendenti, dove è difficile misurare in maniera precisa la massa di aria e la pressione nel collettore di aspirazione. In questo metodo dei dati empirici (stimati in laboratorio) sono utilizzati per determinare il flusso di aria nelle diverse condizioni. Queste condizioni sono identificate in funzione della posizione della farfalla (TPS) e del regime del motore (RPM).

Esempio di calcolo: Un motore 500cm³ sta girando ad un regime di 2000 rpm. La farfalla è completamente aperta ($\alpha = 180^\circ$). Ignorando le perdite di carico possiamo dire che la massa di aria in ingresso nel cilindro sarà:
 $(2000 \text{ rpm} : 2) \times 500 \text{ cm}^3 = 500.000 \text{ cm}^3/\text{min}$.

Nota: Questo valore è puramente teorico ed è ottenuto considerando un’efficienza nel riempimento del cilindro (V.E.⁴) pari al 100%

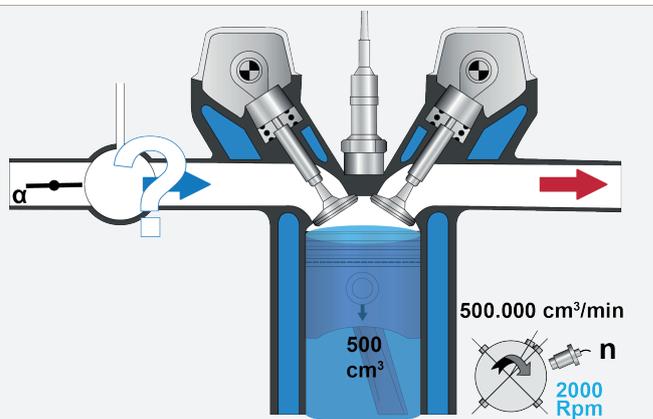


Figura 5

⁴ V.E.: E' definita come il rapporto fra il volume di aria aspirato nel cilindro alla pressione atmosferica ed il volume dell'intero cilindro. Nel caso di sistemi sovralimentati l'efficienza volumetrica V.E. può superare il 100%, ma normalmente in motori aspirati è inferiore al 100%.

In funzione della posizione del TPS e del regime del motore la centralina adotterà uno specifico tempo di iniezione. Il valore adottato è scritto in una tabella che viene comunemente chiamata Mappa. La Mappa viene redatta da personale qualificato che si occupa della calibrazione e che esegue numerosi test a banco e in strada al fine di ottenere una mappatura che consenta di raggiungere le migliori condizioni di funzionamento.

Air Fuel Ratio	Volumetric Efficiency Front Cylinder				Volumetric Efficiency Rear Cylinder				Spark Advance Front Cylinder		Spark Advance Rear Cylinder		Constants
TPS [%]													
	0	2	5	10	15	20	25	30	40	60	80	100	
750	81.00	79.00	78.50	80.00	80.00	80.50	79.50	80.00	77.50	85.00	84.50	84.50	
1000	81.00	83.00	78.50	80.00	80.00	79.00	78.00	78.00	77.50	82.50	84.50	83.00	
1500	82.50	85.50	83.00	80.00	86.00	86.00	89.00	90.50	94.00	95.00	96.50	90.50	
2000	83.50	84.50	86.00	84.50	85.50	86.00	91.00	94.50	97.00	102.00	99.50	101.50	
2500	81.50	85.00	85.50	87.00	90.00	85.50	84.50	88.00	92.50	98.50	97.00	101.50	
3000	75.00	79.50	85.00	88.00	91.00	86.50	85.50	84.50	85.00	91.50	93.00	98.00	
3500	73.50	76.50	81.00	87.50	93.00	93.00	89.00	89.50	89.00	91.50	94.50	96.50	
4000	75.00	73.50	75.50	87.00	94.00	95.50	94.50	92.00	90.00	93.50	95.00	95.00	
4500	76.00	73.50	75.00	85.00	92.00	94.00	97.00	92.50	90.00	92.50	93.50	93.00	
5000	81.00	75.00	75.00	80.00	85.50	90.00	93.50	92.50	89.00	90.00	91.00	90.50	
5500	84.00	74.00	75.00	81.00	83.50	88.50	90.50	90.50	88.50	88.00	89.50	88.00	

Figura 6: Esempio di Mappa Alfa x N. All'interno delle celle sono scritti i parametri correlati al tempo di iniezione. In questo caso nelle caselle è visibile l'efficienza volumetrica (V.E.)

Sfortunatamente gli svantaggi del metodo Alfa x N possono essere molti. Il calcolo è veloce ma non è accurato in quanto non considera la massa dell'aria aspirata ma solo il suo volume. Infatti il metodo Alfa x N risente del cambiamento della pressione barometrica, dato che l'aria cambia di densità con l'altitudine (e non solo). Questa variazione non viene rilevata da questo sistema e la miscela tende a divenire Ricca o Povera in funzione della variazione delle condizioni ambientali. Lo stesso vale quindi anche per le variazioni della temperatura ambiente.

Esempio: Una moto, che adotta una mappa "Alfa x N", sta salendo dal livello del mare verso la sommità di una montagna. Al livello del mare la pressione atmosferica è di circa 100KPa (1 bar). Durante il viaggio la pressione atmosferica si riduce a causa dell'altitudine. Quando la moto arriva a destinazione (2000m m.s.l.m.⁵) la pressione è di 80KPa (0,8 bar). La strategia Alfa x N non è in grado di riconoscere che la massa di aria aspirata dal motore è ora inferiore a quella che il motore aspirava quando si trovava nelle condizioni di partenza. Di conseguenza la miscela diventa ricca.

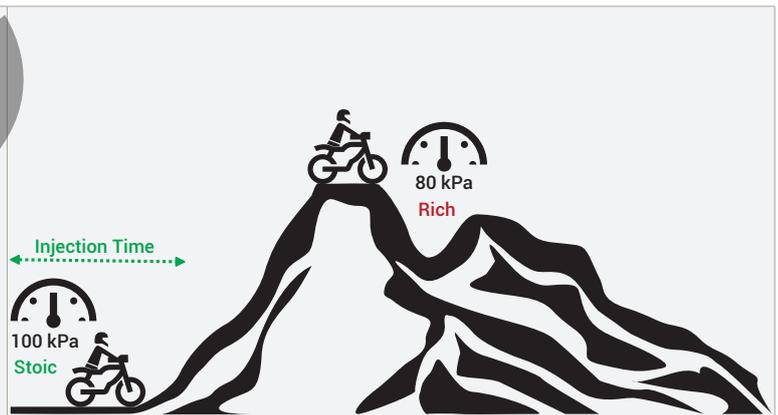


Figura 7

Dunque questa strategia non è compatibile con gli standard Euro 3/4 dato che la precisione del calcolo è troppo bassa per ottenere una buona guidabilità e per rispettare i limiti delle emissioni imposti dalle normative. Inoltre, dato che non esiste una correlazione diretta fra l'aria aspirata e la posizione della farfalla, ogni modifica all'impianto richiede un impegno significativo per ricalibrare e testare la mappa. L'aggiunta di un Sistema di sovralimentazione inoltre, può creare diversi problemi, dato che anche con l'acceleratore in condizioni stazionarie si possono avere variazioni del flusso dell'aria aspirata in funzione delle condizioni del turbocompressore.

2. Se l'errore visualizzato è un guasto elettrico: ad esempio Corto-circuito, a positivo, o a massa, sarà necessario utilizzare il multimetro e l'oscilloscopio per determinarne la causa. Se sono presenti più sonde invertirle per determinare se il difetto riguarda il cablaggio o la sonda.

Autodiagnosi				
PARAMETRI	ERRORI	INFO ECU	ATTIVAZIONI	REGOLAZIONI
	⚠	Riscaldatore sonda lambda (Cilindro 1) (ATT)		?
	⚠	Sonda Lambda Orizzontale [Corto Circuito] (ATT)		?
	⚠	Controllo Sonda lambda orizzontale [Troppo Magra] (MEM)		?

3. Se l'errore visualizzato è dovuto ad un segnale non plausibile, oppure al rilevamento di una miscela Ricca/Magra: sarà necessario verificare se il sensore sta leggendo correttamente o no. In sostanza se la lettura è affidabile. In questo caso è possibile eseguire la verifica con lo strumento di autodiagnosi.

Autodiagnosi				
PARAMETRI	ERRORI	INFO ECU	ATTIVAZIONI	REGOLAZIONI
	⚠	Riscaldatore sonda lambda (Cilindro 1) (ATT)		?
	⚠	Sonda Lambda Orizzontale [Corto Circuito] (ATT)		?
	⚠	Controllo Sonda lambda orizzontale [Troppo Magra] (MEM)		?

Verifica Elettrica:

Verifica del riscaldatore: Utilizzare l'Ohmmetro, scollegare il sensore e verificare la resistenza fra i due cavi bianchi⁷. La resistenza elettrica è prossima ai 10 Ohm a 20°C. E' possibile far riferimento ad un'altra sonda per conoscere il valore esatto.

Verifica del sensore: Utilizzare l'Oscilloscopio. Non scollegare il sensore, prendere il segnale fra il cavo di colore Nero ed il cavo di massa di colore grigio. Avviare il motore ed attendere il riscaldamento della sonda.

Legenda:

-  Segnale
-  Terra
-  Riscaldatore +/-

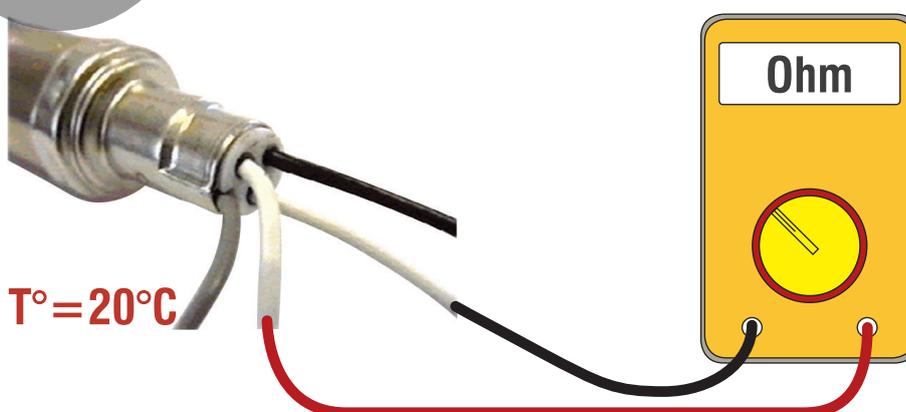


Figura 21

⁷ Di solito i cavi del riscaldatore sono bianchi, ma ad ogni modo fare riferimento allo schema elettrico per l'individuazione certa. Talvolta vengono utilizzati colori differenti per uno o entrambi i cavi.

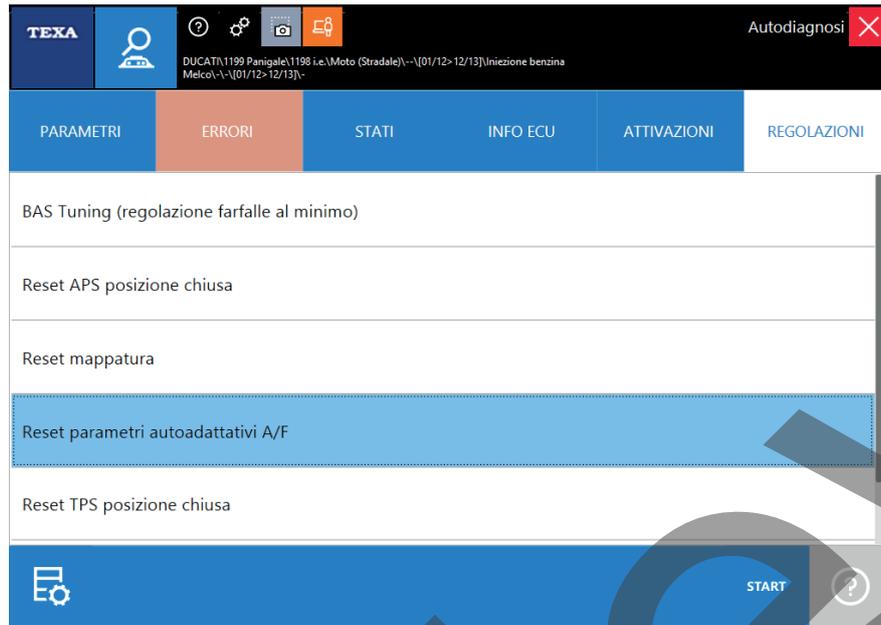


Figura 31: Reset parametri autoadattativi BMW R1200GS K25

Attenzione: Dopo aver eseguito il reset, in particolare nei recenti motoveicoli, per eseguire l'apprendimento è necessario attendere il warm-up e quindi guidare il veicolo per alcuni minuti prima di consegnare il mezzo al cliente.

5.3.2 TPS Reset

La valvola a farfalla che gestisce l'aria in aspirazione viene anche indicata con l'acronimo TPS (Throttle Position Sensor). La posizione della valvola a farfalla viene visualizzata in autodiagnosi come percentuale della apertura massima (Normalmente 100%). Il riferimento iniziale dal quale la ECU inizia a considerare aperta la valvola a farfalla deve essere resettato e quindi ricalibrato ogni qual volta una delle seguenti condizioni accade:

- Installazione di una nuova ECU Motore.
- Installazione di un nuovo sensore MAP
- Installazione di un nuovo corpo farfallato
- Dopo la pulizia del corpo farfallato

Con questo reset la ECU acquisisce l'informazione della posizione della farfalla in condizione di riposo. Questa informazione, chiamata "Offset", viene utilizzata per gestire l'apertura della farfalla in maniera corretta.

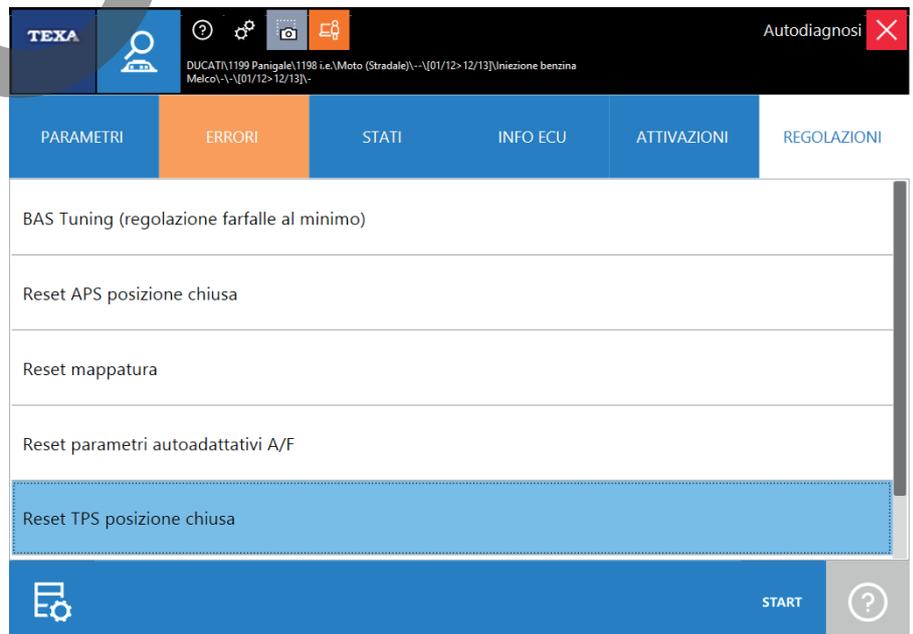


Figura 32

DIAGNOSI: All'accensione del veicolo la ECU verifica sempre il funzionamento della EXUP. Di solito due sensori di posizione ne verificano il corretto movimento. Il primo sensore è all'interno del servomotore, mentre l'altro è posizionato sulla valvola. La centralina di controllo verifica la compatibilità fra i due segnali.

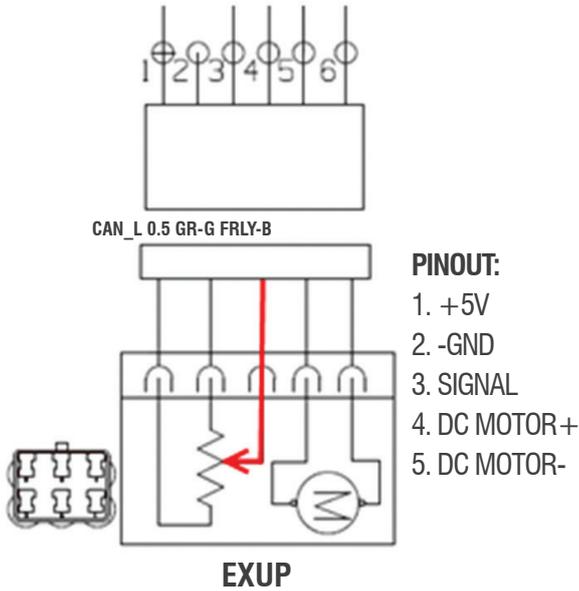


Figura 46: Configurazione di un servomotore che gestisce una comune valvola Exup

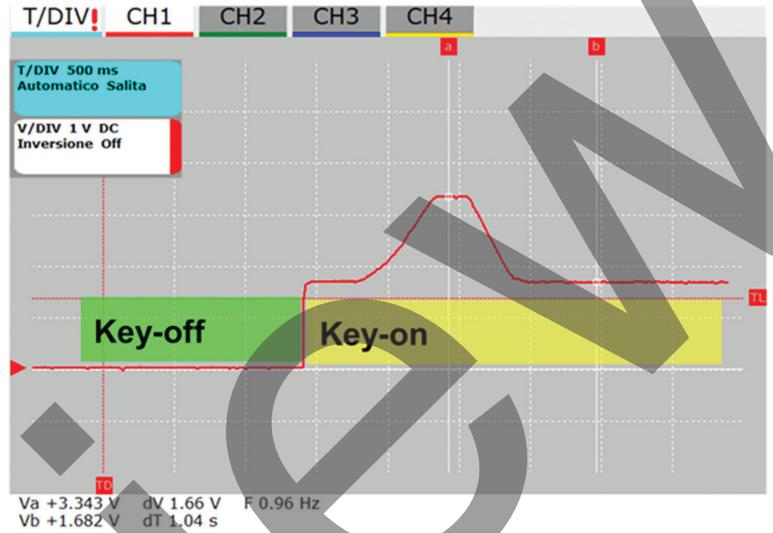


Figura 47: Segnale elettrico della valvola a farfalla durante il suo funzionamento

AUTODIAGNOSI: In presenza di guasti elettrici o meccanici uno dei seguenti errori può comparire (Secondo la normativa Euro 4):

Errore	Descrizione	Codice Errore
Servomotore EXUP	Motore bloccato	P0078 (Bancata 1) P0084 (Bancata 2)
	Motore non connesso	
	Errore generico	P0079 (Bancata 1) P0085 (Bancata 2)
	Cortocircuito a massa o circuito interrotto	
	Cortocircuito a positivo	
Potenzimetro Exup	Range/Spostamento non adeguato	P0027 (Bancata 1) P0029 (Bancata 2)

Tabella 12

La seguente analisi dei gas di scarico è stata eseguita nella stessa moto, ancora quando il difetto era presente, ma dopo il warm up. In queste condizioni l'AIS è chiuso e questo provoca un ulteriore peggioramento dei valori che mostrano in maniera più evidente il difetto.



Figura 55: Pagina degli stati della centralina motore. L'AIS è chiusa

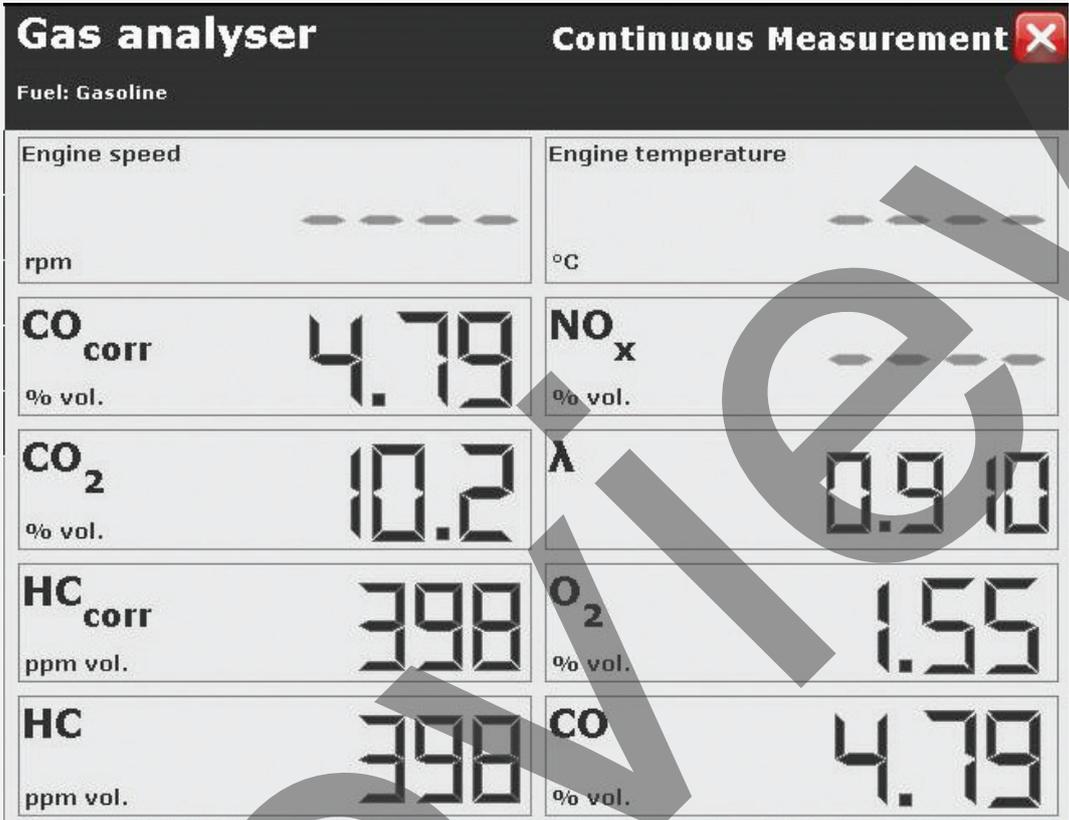


Figura 56: Moto con iniettore guasto (Temperatura dell'acqua 100°C).

I valori appena mostrati sono stati acquisiti in condizione di Closed Loop. Quindi il sensore ossigeno, rilevando la condizione critica, stava cercando di migliorare per quanto possibile la combustione, riducendo la quantità di carburante iniettata.

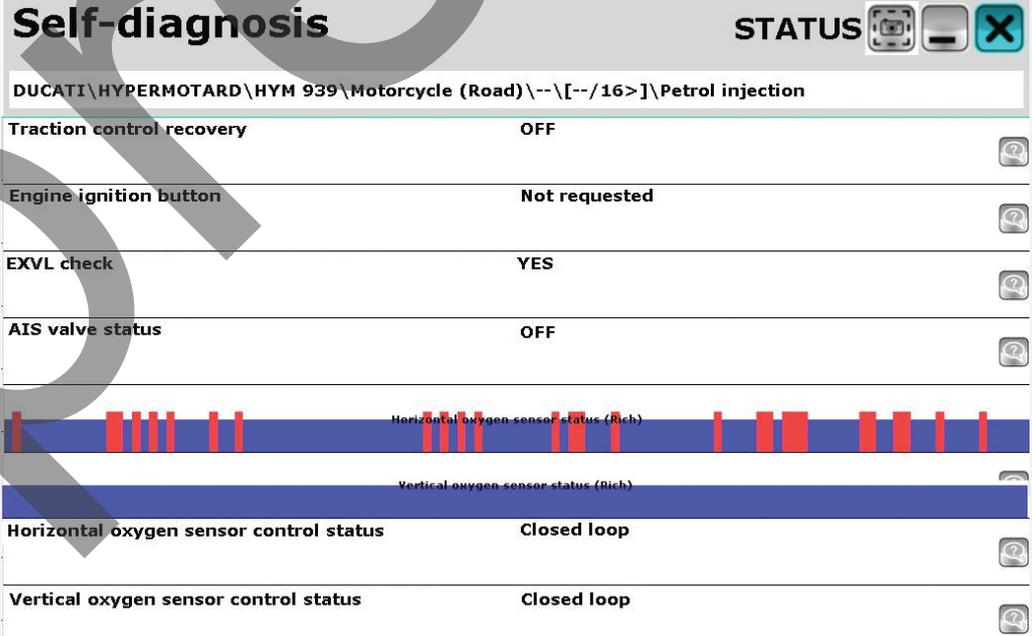


Figura 57

i Se si vuole fare un'analisi dei gas di scarico che mostra le reali condizioni del motore, senza “l'aiuto dell'elettronica” è possibile scollegare elettricamente il sensore ossigeno e successivamente resettare i parametri adattativi.

7.2 Analisi dei gas di scarico in una moto con un errato gioco valvole

Esempio dei valori dei gas di scarico rilevati in una Ducati Scrambler 800 con gioco valvole errato:

CO₂: inferiore al 13%, che indica una combustione incompleta.

CO: leggermente alto (più del 1 %), che indica una combustione leggermente ricca. Gli altri valori però rappresentano una contraddizione in quanto il valore degli HC dovrebbe essere più basso, oppure il valore del CO dovrebbe essere molto più alto.

O₂: molto alto (molto più dell'1%).

HC: valore molto alto. Però è anomalo che il CO non è così alto come gli HC.

Lambda: maggiore di 1 (>1 Miscela Magra). Questo dato è incompatibile con gli altri che comunque indicano una miscela ricca.

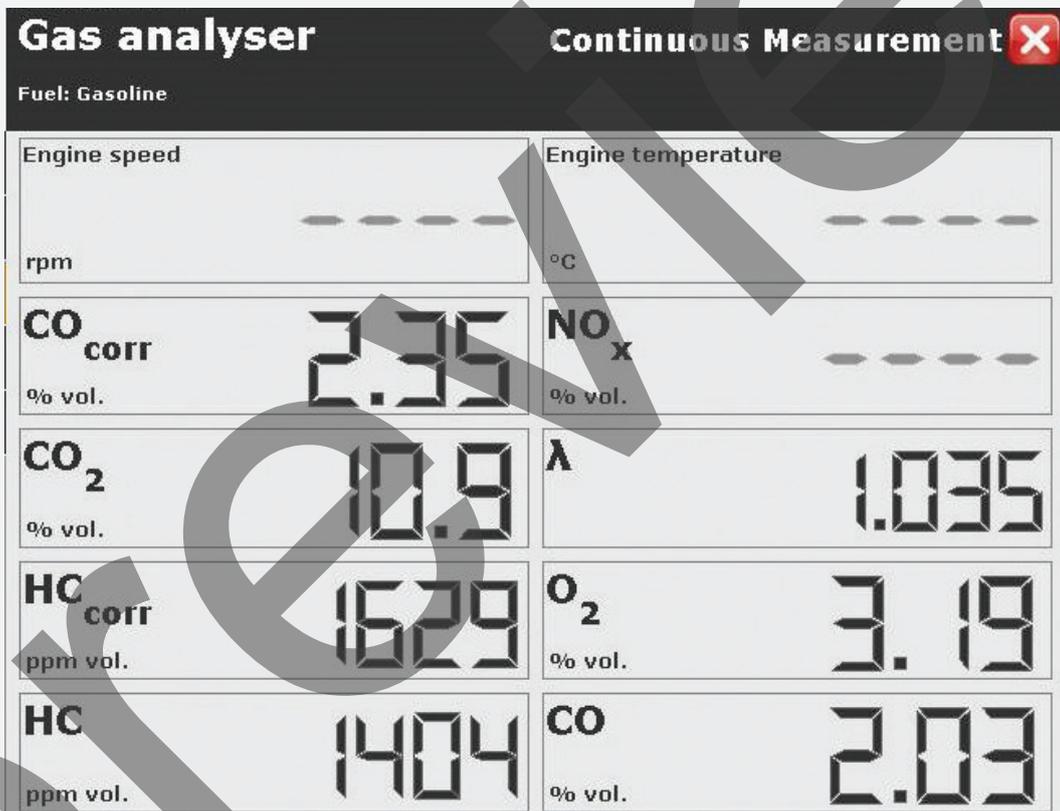


Figura 58: Moto con gioco valvole errato (in fase di riscaldamento)

Spiegazione:

L'errata regolazione della valvola di scarico provoca un passaggio di aria e di carburante incombusti direttamente dalla valvola di aspirazione attraverso la valvola di scarico. Ecco perché il livello HC e il livello di O₂ sono molto elevati, ma allo stesso tempo la combustione non è pessima (Il livello di CO₂ dimostra che la combustione avviene).