

INIEZIONE-ACCENSIONE BOSCH MOTRONIC

Com'è fatto e come funziona il sistema elettronico integrato impiegato nelle BMW delle ultime generazioni.

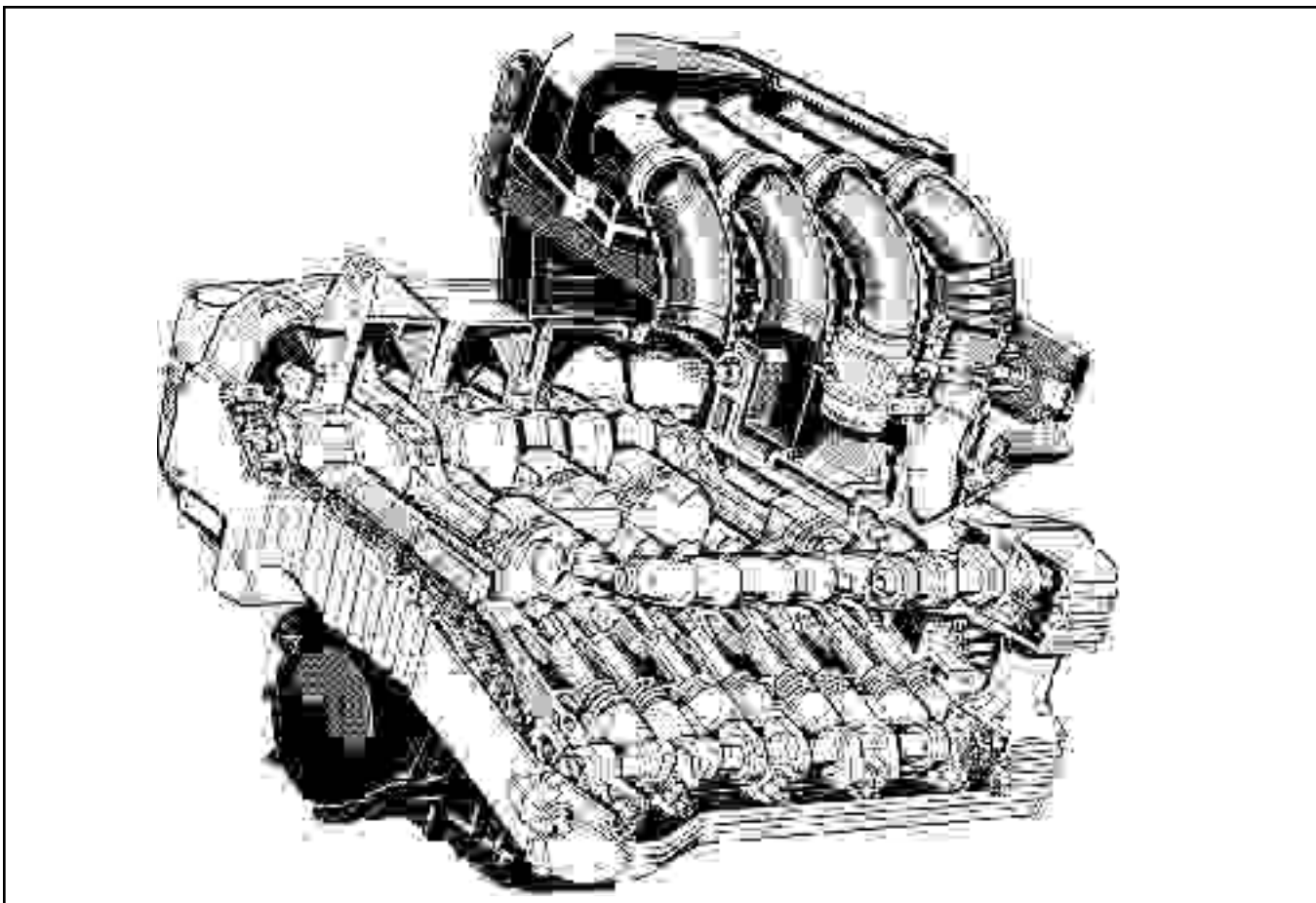
di **Renzo Spinelli**

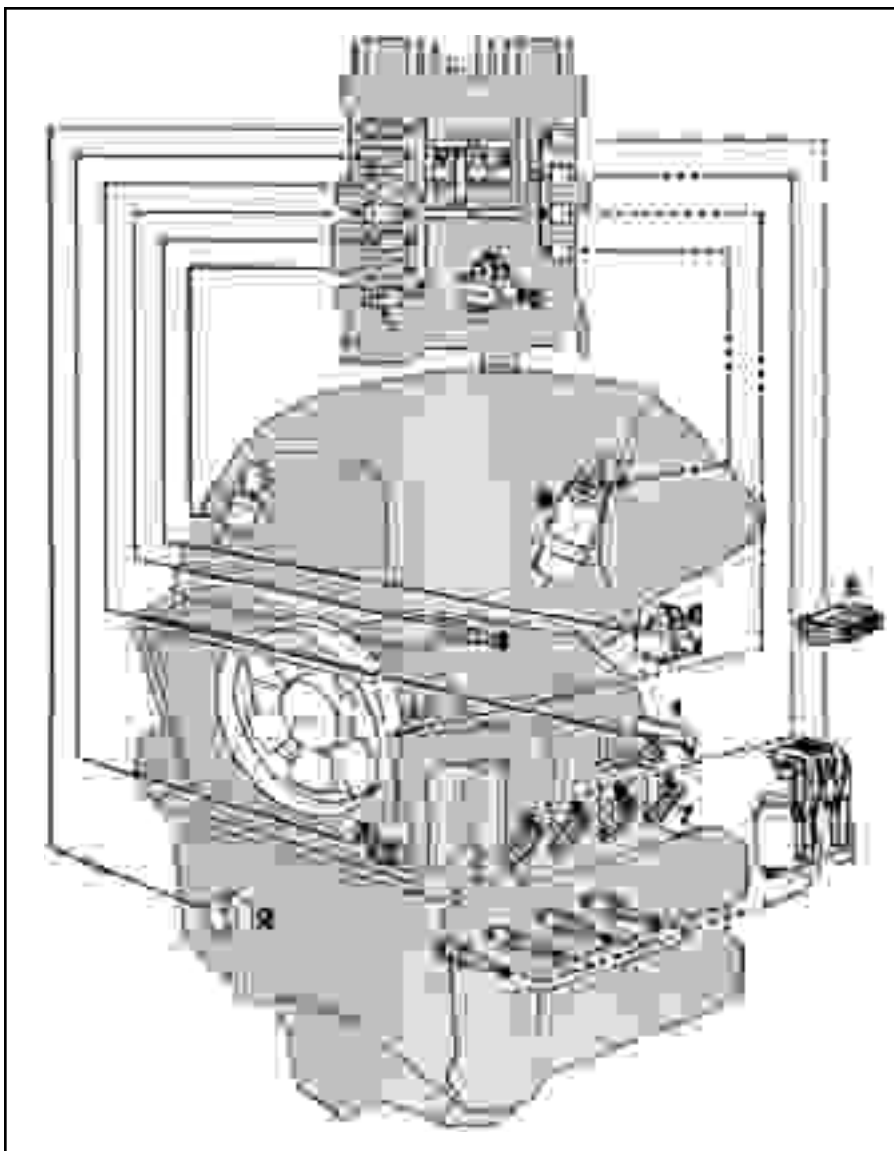
Applicazione Motronic

A partire dal 1988-89 con la presentazione dei modelli K1 prima e K100 RS poi, la BMW ha adottato una nuova testata a quattro valvole per cilindro e un nuovo impianto di iniezione. Il vecchio (si fa per dire) impianto LE Jetronic è stato sostituito dal sistema integrato di accensione e di iniezione Bosch Motronic MA 2.1. Ma le evoluzioni in fatto di alimentazione in Casa BMW non sono finite qui.

Nel 1994 il costruttore bavarese ha aggiornato la serie R proponendo anche in questo caso alcune soluzioni d'avanguardia relative sia al motore che alla ciclistica. Seguendo l'esempio della sorella plurifrazionata, i nuovi bicilindrici da 850 e 1100 cm³ con 4 valvole per cilindro, presentati lo scorso ottobre, sono stati equipaggiati con la più recente versione del Motronic, denominata MA 2.2 e installata anche sulla serie K 4 valvole a partire dal 1994.

Anticipando i tempi rispetto alle altre Case, BMW ha deciso di utilizzare sulla quasi totalità della gamma sistemi di iniezione elettronica. E il caro vecchio carburatore? È giusto parlare di pensionamento o di prepensionamento. Il passaggio dal sistema LE Jetronic al più recente Motronic ha determinato, come del resto era lecito aspettarsi, una serie di migliorie che analizzeremo in queste pagine. Radicali cambiamenti interessano i sistemi di misura





della quantità d'aria aspirata e di gestione dell'anticipo accensione; vi è inoltre un sistema di diagnosi dell'intero impianto di iniezione con una efficiente strategia di recovery, ed infine la possibilità di installare il catalizzatore trivalente regolato da sonda lambda. Prima di addentrarci nelle spiegazioni, ricordiamo che il Motronic è un sistema ampiamente collaudato in quanto presente, anche se con configurazioni ben diverse, sulle autovetture già dall'inizio degli anni '80.

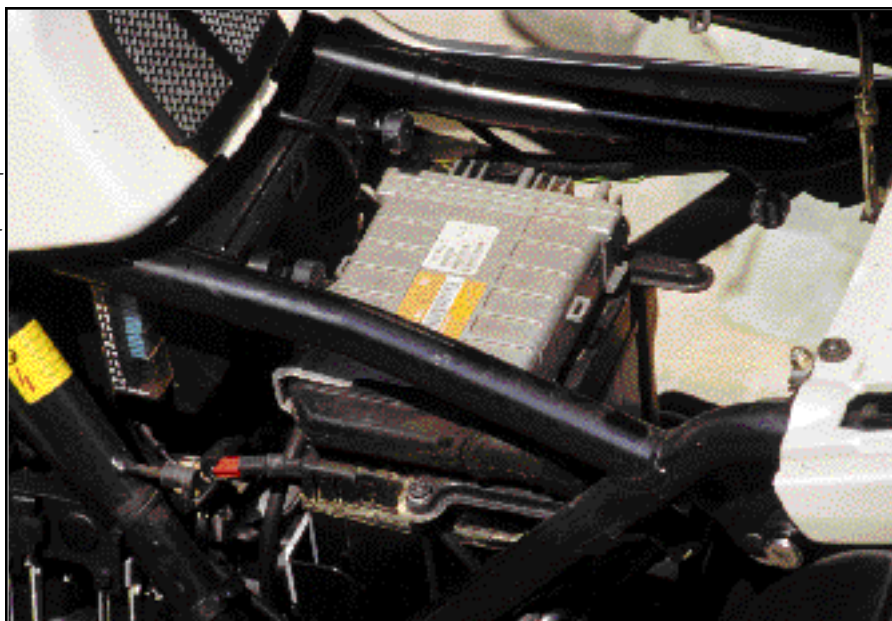
Modulo d'iniezione

L'hardware che interessa il nuovo modulo subisce alcune modifiche rispetto alla configurazione LE Jetronic. Nel Motronic il relè di alimentazione del modulo d'iniezione non attiva altre funzioni (quali pompa benzina ed iniettori), l'input di attivazione non proviene più dal modulo d'accensione, ma direttamente dal blocchetto d'accensione, inoltre il connettore d'interfaccia centralina-cablaggio possiede 35 pins.

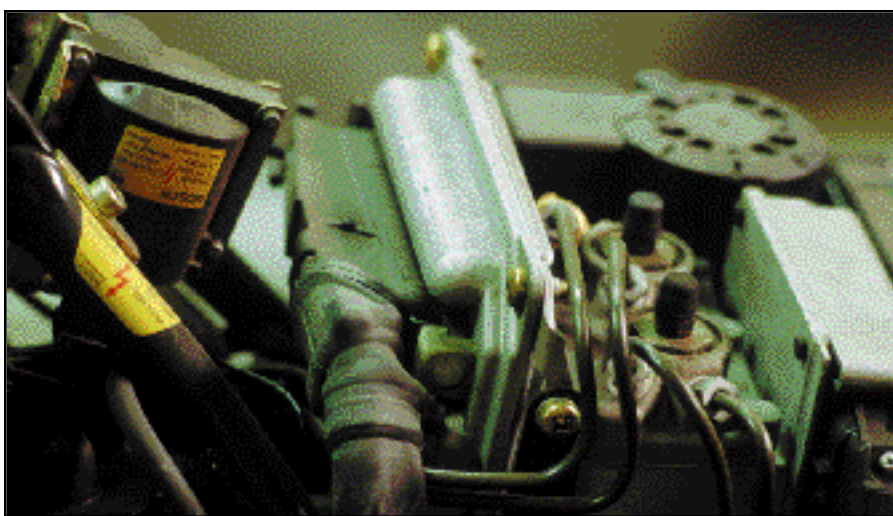
All'interno il modulo d'iniezione della Motronic differisce radicalmente da quello della LE Jetronic poiché elabora e gestisce tutti i dati in forma digitale (vedi Autotecnica marzo '95). Il segnale di sincronizzazione di tutte le operazioni viene fornito da un oscillatore al quarzo con frequenza di 6 Mega Hertz. Questo indica chiaramente che il modulo è in grado di eseguire 6 milioni di operazioni al secondo!

▲
 Schema dell'impianto Motronic versione MA 2.1 montato sulle K 100. Informazioni confluenti dai sensori alla centralina: 1) posizione farfalla, 2) giri motore, 3) temperatura liquido refrigerante, 4) temperatura aria aspirata, 5) pressione barometrica, 6) potenziometro regolazione CO. Segnali di comando centralina: 7) iniettori, 8) modulo accensione esterno, 9) pompa carburante, 10) elettroventola radiatore.

►
 Nella versione MA 2.1 (serie K) il modulo d'iniezione è ubicato sotto la sella, vicino alla batteria. Il cablaggio si interfaccia col modulo d'iniezione per mezzo di un connettore a 35 pins. La logica circuitale del modulo Motronic è di tipo digitale.

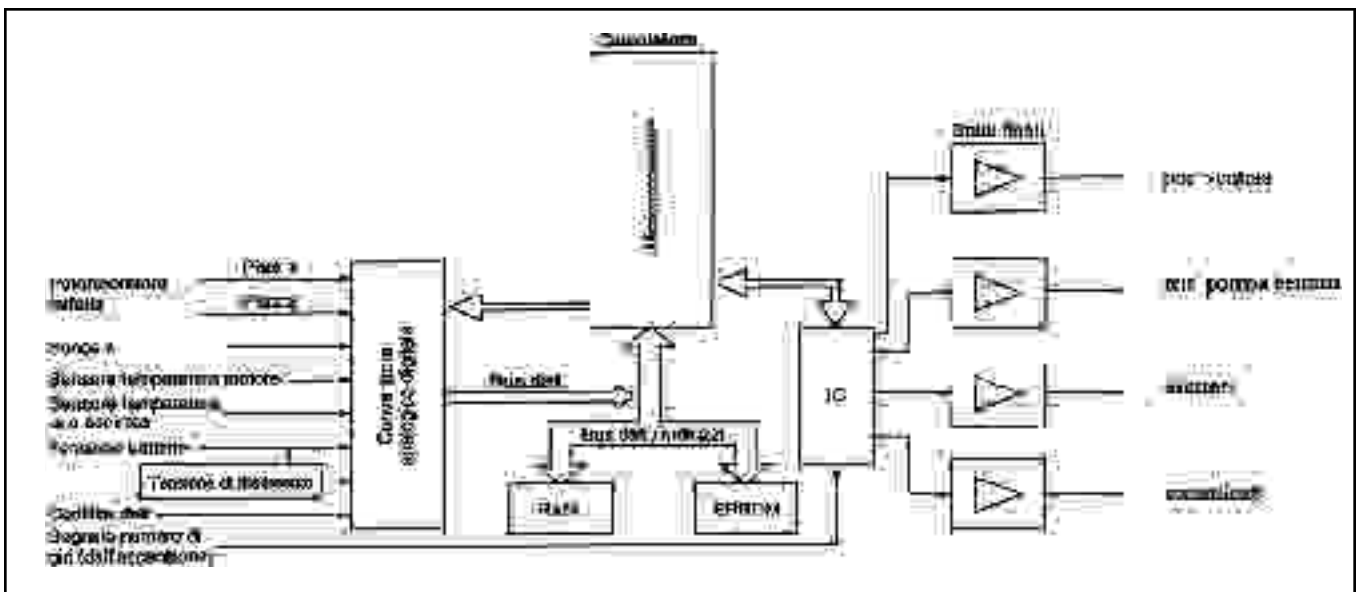


Passiamo ora ad analizzare invece le modifiche relative al software. Innanzitutto il controllo dell'accensione non è più affidato ad un modulo esterno, ma viene eseguito dallo stesso modulo d'iniezione: questo ha consentito di ottimizzare la curva di anticipo non solo in funzione del numero di giri, come avveniva nell'LE Jetronic (e nella quasi totalità delle accensioni elettroniche presenti sulle moto), ma anche in funzione di altri fattori (quali carico, temperatura refrigerante, temperatura aria aspirata), utilizzati per la determinazione del tempo di iniezione. Il periodo Dwell viene anch'esso controllato dal modulo d'iniezione: infatti una speciale mappatura modifica il tempo di ca-

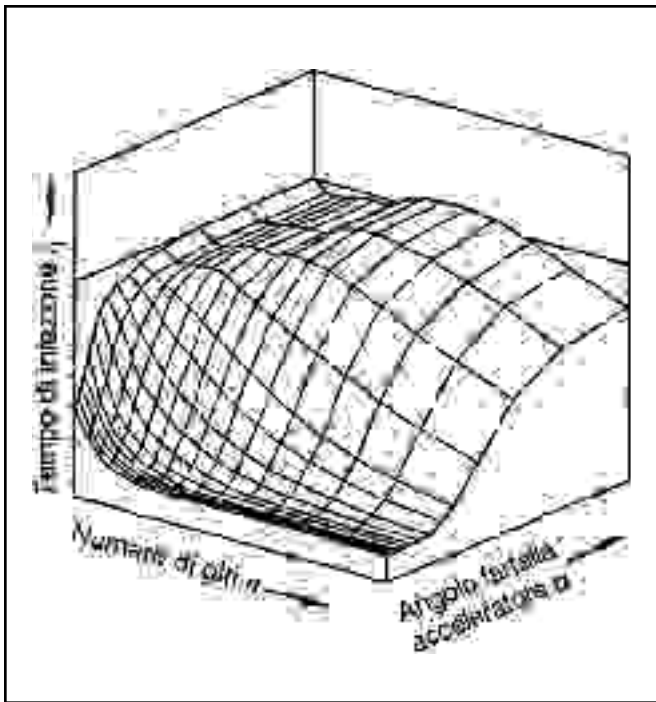


▲ A partire dal 1994 i modelli serie K montano la più recente versione MA 2.2. Il modulo d'iniezione viene spostato in posizione più arretrata, ed in questa configurazione integra anche lo stadio finale dell'accensione.

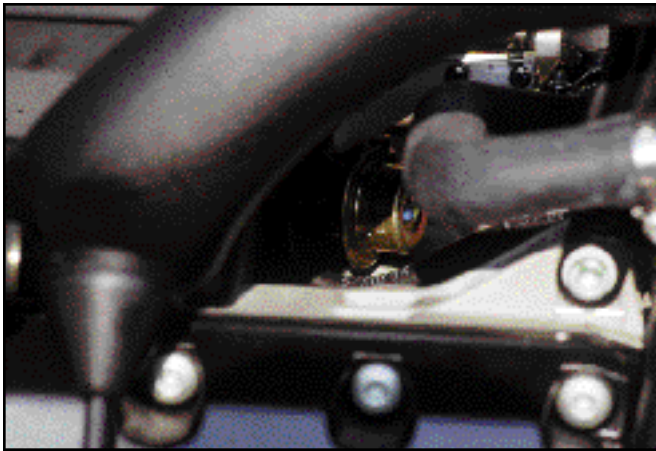
◀ Nella serie R il modulo elettronico della versione MA 2.2. è posto sotto il serbatoio in prossimità del canotto di sterzo, tra la bobina d'accensione e, quando presente, il gruppo ABS.



Questo schema a blocchi rappresenta il flusso di informazioni entranti in centralina, i componenti interessati per l'elaborazione dei dati e dei segnali di comando, ed infine le funzioni svolte dalla centralina.

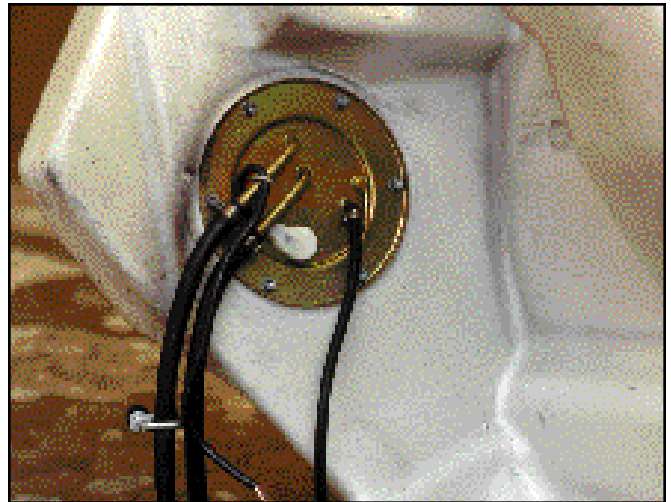


Questo diagramma ci mostra la relazione esistente tra i valori α/n ed il tempo di apertura degli iniettori. Notare la suddivisione dei punti alfa molto più "densa" nella zona delle piccole aperture della farfalla. I punti non testati vengono determinati mediante calcolo di interpolazione lineare all'interno della centralina.

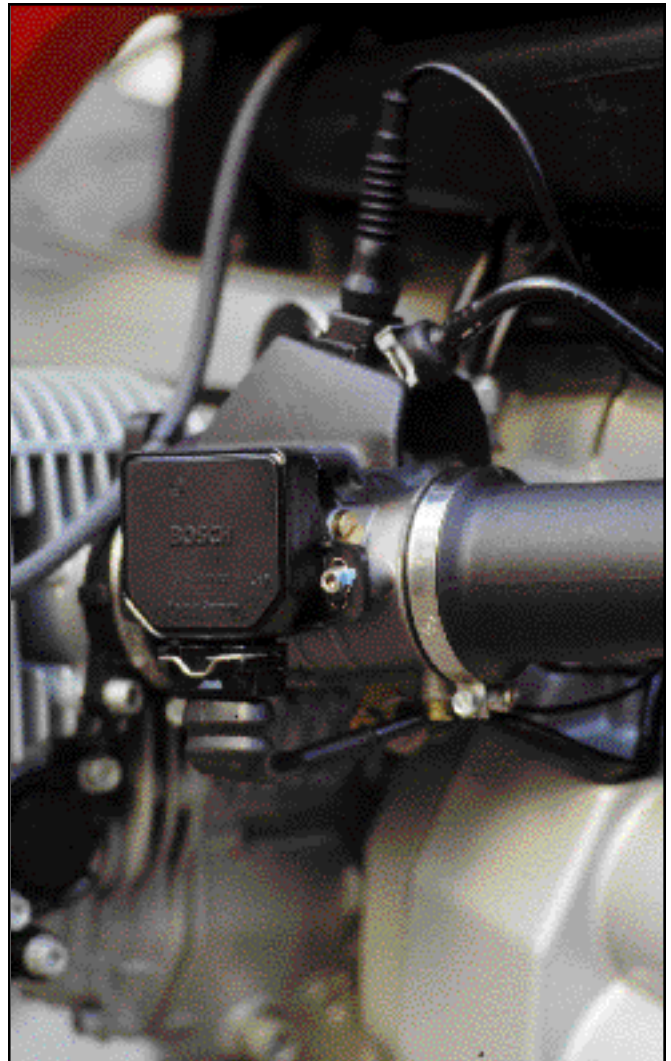


▲
Nella serie K con Motronic, il regolatore di pressione è ubicato dietro al corpo farfallato del secondo cilindro. Anche in questa applicazione il regolatore mantiene un Δp costante tra il circuito aria ed il circuito carburante.

►
Il sensore posizione farfalla in un'iniezione di tipo α/n riveste un ruolo fondamentale. Nella serie R il sensore posizione farfalla legge lo spostamento angolare della farfalla del cilindro di sinistra. È fissato al corpo farfallato per mezzo di due viti collocate nei fori asolati. In caso di sostituzione o di smontaggio dovrà essere regolato correttamente.



Nel lato destro del serbatoio della serie R è ricavato un pozzetto che alloggia il gruppo di pescaggio. In un unico contenitore troviamo la pompa carburante, il filtro ed il sensore di livello carburante. Nella foto si può vedere il lato esterno coi tubi di adduzione, di ritorno carburante ed i collegamenti elettrici.



rica della bobina in funzione del regime di rotazione e della tensione di batteria.

L'elettronica digitale contenuta nel modulo d'iniezione Motronic permette di incorporare una diagnostica la cui strategia è in grado di riconoscere determinati guasti dei sensori. Una volta individuato un guasto la gestione attribuisce al segnale mancante, quando possibile, un valore sostitutivo, e fissa in una memoria un codice guasto a quattro cifre. Tramite un apposito tester BMW sarà possibile eseguire una diagnosi e leggere tali codici.

I principali segnali di comando del Motronic sono quattro:

1) Attivazione relè pompa carburante: con accensione inserita e motore fermo la pompa benzina non funziona. Ricordiamo che nel precedente impianto LE Jetronic il relè veniva attivato dal modulo d'accensione.

2) Comando iniettori. Gli elettroiniettori sono alimentati con una tensione e vengono azionati dal modulo con un segnale di massa. La strategia di cut off viene attuata con motore a temperatura superiore di 70°C, con farfalla chiusa, al disopra dei 2000 giri.

3) Comando stadio finale accensione esterno (MA 2.1), o bobine (MA 2.2).

4) Attivazione della ventola di raffreddamento, tramite l'eccitazione del relativo relè (serie K).

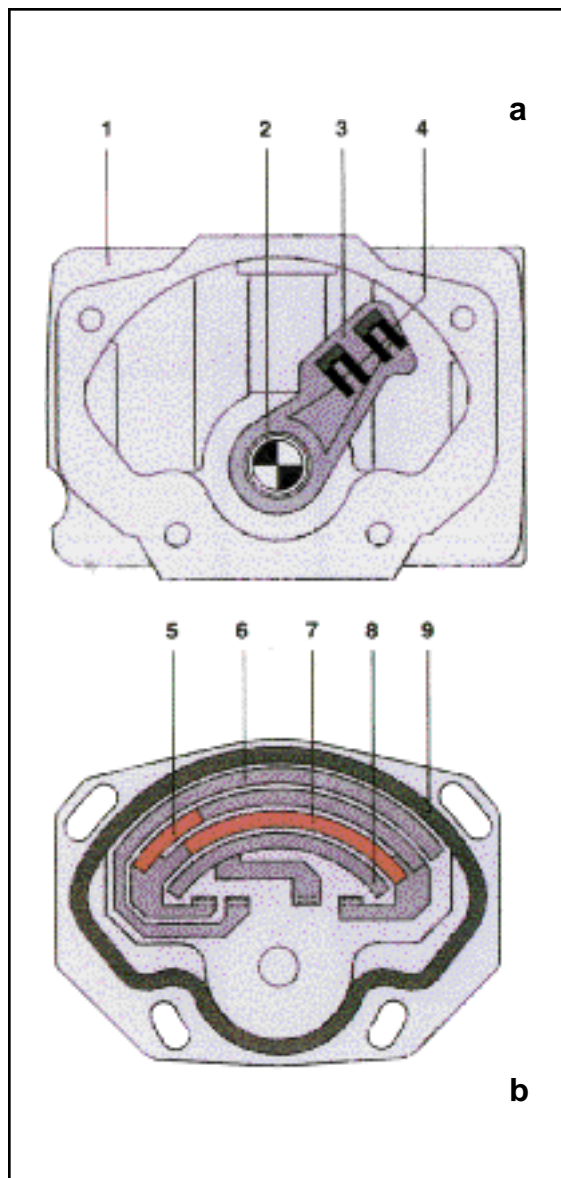
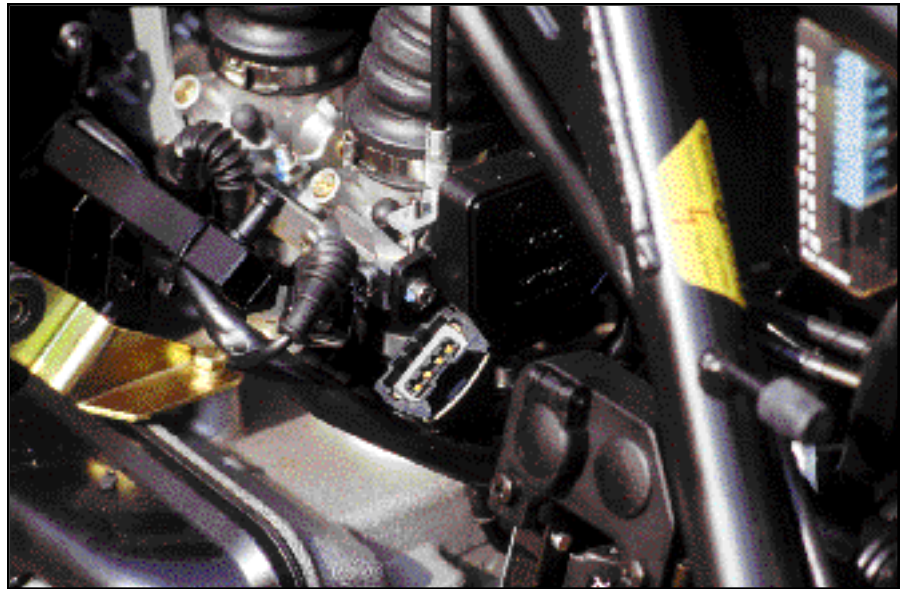
Nella serie K possiamo trovare due tipi di modulo d'iniezione: la versione 2.1 prima del '94 e la 2.2 dopo il '94.

Circuito carburante

Serie K

Rispetto alla versione LE Jetronic, il circuito carburante non ha subito modifiche di rilievo. Il carburante viene sempre prelevato ed inviato nel circuito della pompa, il cui disegno e la cui ubicazione rimangono inalterati. Il carburante passa poi nel filtro combustibile e giunge infine nel collettore sopra agli iniettori. Questi non sono più alloggiati direttamente nella testata ma sono posti nel collettore d'aspirazione a valle della valvola a farfalla: così facendo si riesce a ridurre il trasferimento del calore proveniente dal motore e a contenere la loro temperatura di funzionamento.

Similmente a quanto già visto, la



Nella serie K il sensore posizione farfalla è posto all'estremità esterna del corpo farfallato del cilindro n° 4.



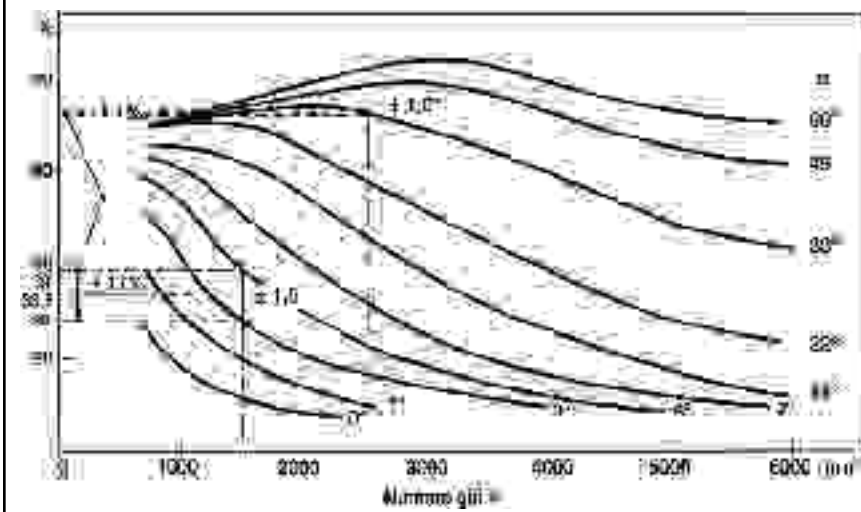
Potenzimetro farfalla acceleratore.

a) Corpo con presa scorrevole,
b) Coperchio con piste potenziometri.

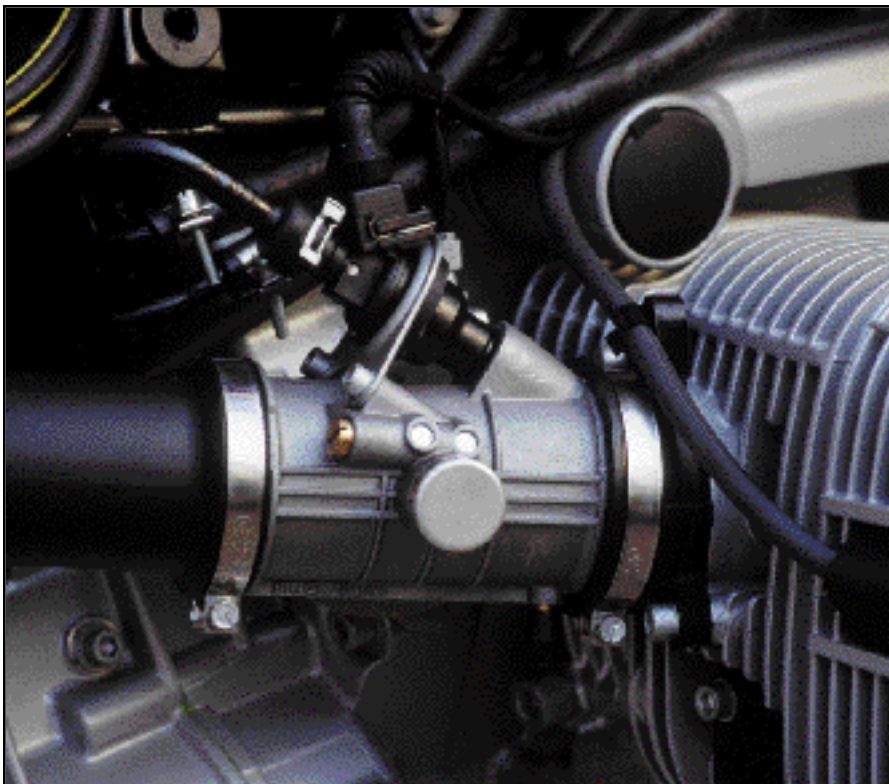
1) parte inferiore del gruppo di iniezione,
2) alberino farfalla acceleratore,
3) braccio di presa scorrevole,
4) presa scorrevole,
5) pista di resistenza 1,
6) pista collettore 1,
7) pista di resistenza 2,
8) pista collettore 2,
9) cordone di tenuta.

Il sensore posizione farfalla è un potenziometro caratterizzato da due piste resistive. La prima misura l'apertura della farfalla fino a 24° e la seconda apertura da 18° a 90°. I segnali delle due piste confluiscono separatamente nella centralina, la quale attua strategie diverse in funzione del grado di apertura della farfalla.

PORTATA ARIA ASPIRATA



La massima variazione del carico in funzione dell'apertura della farfalla si ottiene con piccole aperture, a basso numero di giri. Il grafico evidenzia che a 1500 giri la variazione di apertura di 1,5°, mentre la valvola a farfalla è aperta a 4,5°, modifica la portata d'aria aspirata del 17%. La stessa variazione di 1,5° effettuata con farfalla aperta di 30° ha un'influenza minore (circa 1%). Per questo motivo la risoluzione dei punti alfa nella mappatura è maggiore alle basse aperture.



I corpi farfallati della serie R alloggiavano l'iniettore che spruzzava a valle della farfalla. Si noti il tubo di adduzione contenente carburante la cui pressione non risentiva dell'influenza del carico: è infatti mantenuta ad un valore costante di 3 bar.

pressione del carburante non è costante, ma varia in funzione della depressione presente nel collettore d'aspirazione, in modo da garantire sulla sezione d'efflusso degli iniettori un Δp costante. Il regolatore di pressione è posto dietro il corpo farfallato del secondo cilindro.

L'iniezione è ancora di tipo intermittente simultaneo ed utilizza quattro elettroiniettori ad alimentazione superiore, azionati contemporaneamente, una volta ogni giro dell'albero motore, dal modulo d'iniezione.

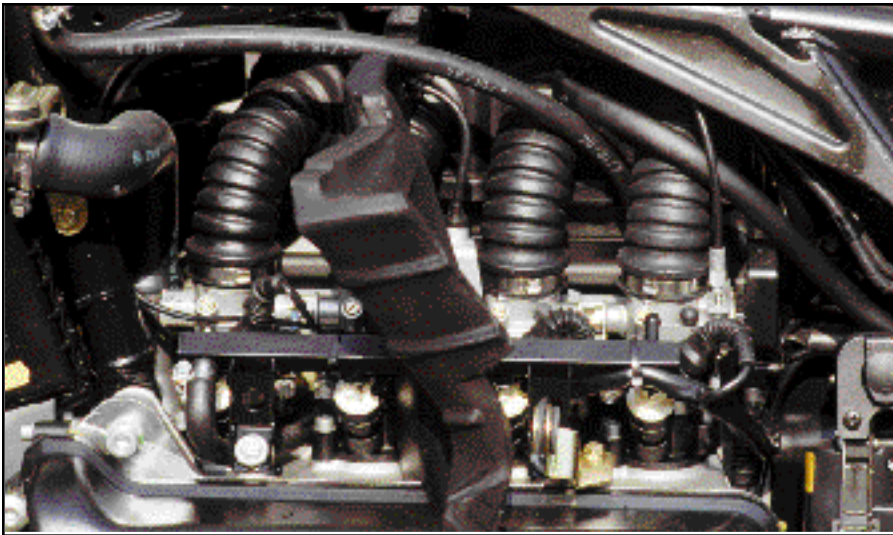
Serie R

Nel lato inferiore destro del serbatoio è ricavato un pozzetto nel quale troviamo un unico gruppo comprendente pompa, filtro carburante e sensore livello benzina. Il carburante viene inviato ad un regolatore che mantiene la pressione ad un valore costante di 3 bar ed infine giunge agli iniettori che, aprendosi una volta ogni giro dell'albero motore, consegnano ad ogni loro apertura metà della portata di carburante richiesta.

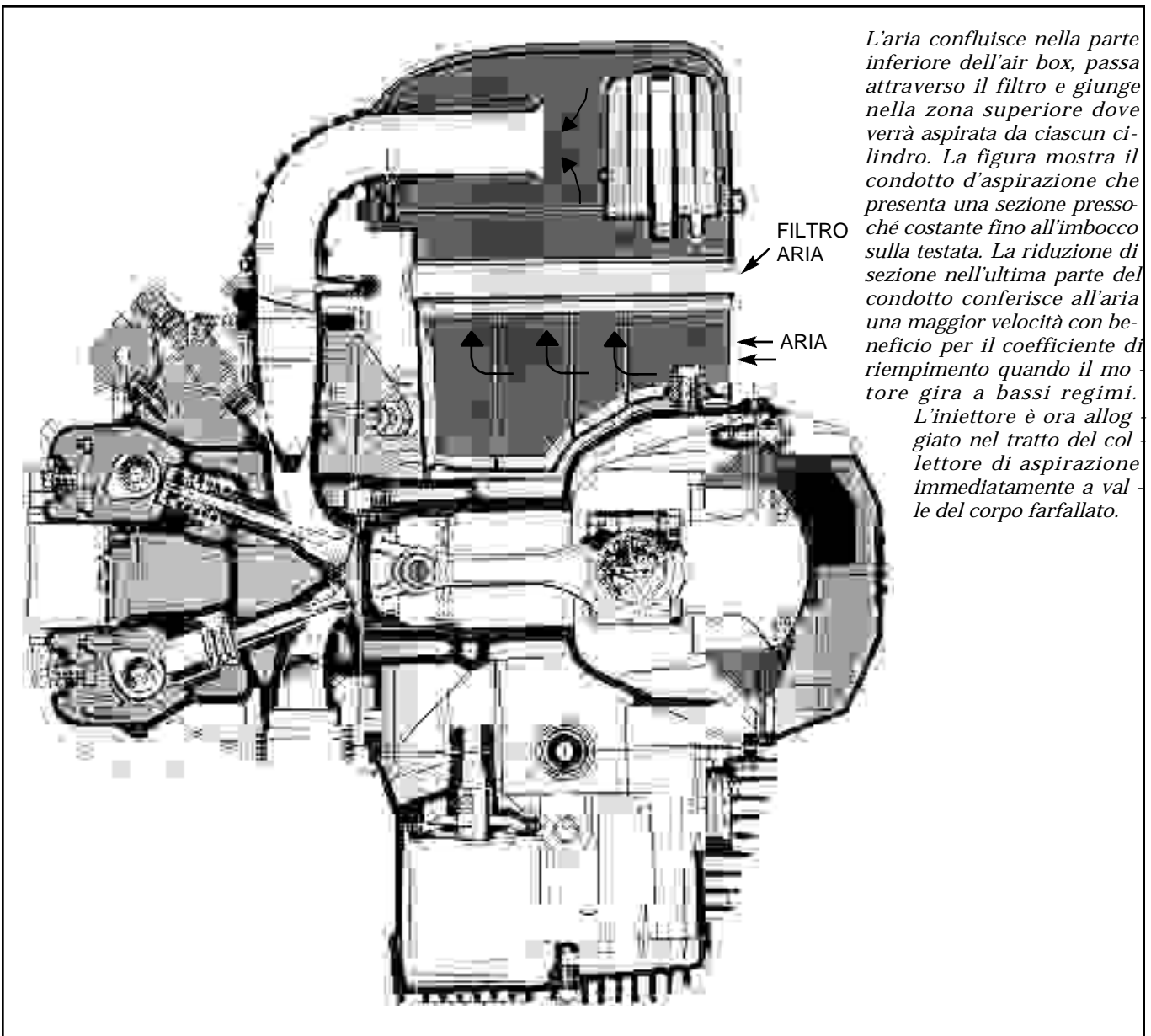
Misura della quantità d'aria aspirata

Il Motronic applicato alle BMW esegue una misura indiretta dell'aria aspirata. Fra i vari metodi esistenti utilizza il più semplice (ma non per questo meno efficace), che viene definito alfa/n. Le due informazioni principali che forniscono una valutazione sulla quantità di aria aspirata per ogni ciclo, sono fornite dal grado di parzializzazione della valvola a farfalla e dal numero di giri. Non risulta difficile comprendere che (a parità di ogni altra condizione), al variare del numero dei giri, molteplici fattori influenzano il rendimento volumetrico del motore: cambiano i tempi a disposizione e varia la velocità dell'aria nei condotti di aspirazione. Quest'ultimo fattore, che ha influenza sia sull'inerzia della colonna gassosa che sulle perdite di carico, modifica in alcuni tratti del collettore di aspirazione lo spessore dello strato limite e quindi la sezione effettiva.

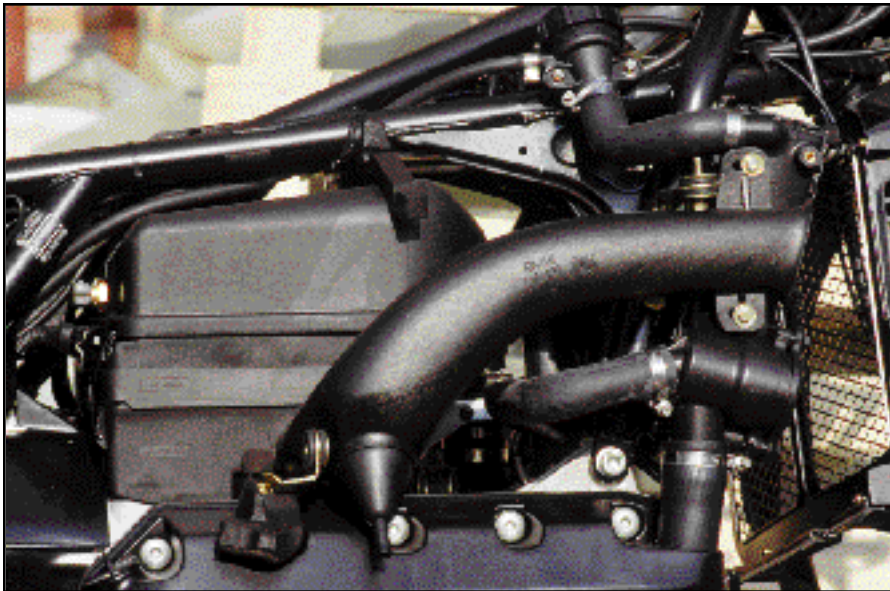
La stessa accordatura dei collettori, che si avvale di parametri fissi, penalizza il riempimento a certi regimi per agevolarlo ad altri. Molto più immediato è il concetto che, a parità di numero di giri, il grado di parzializzazione del sistema di aspi-



◀ Il gruppo di alimentazione del Motronic non differisce di molto da quello LEe-tronic. Nella foto notiamo i diversi manicotti di gomma piegati a 90° che collegano la scatola filtro ai corpi farfallati. In questa configurazione gli iniettori non sono alloggiati nella testata ma sono posti nel collettore di aspirazione a valle della farfalla, con conseguente eliminazione di eventuali problemi derivanti dalla elevata temperatura.



L'aria confluisce nella parte inferiore dell'air box, passa attraverso il filtro e giunge nella zona superiore dove verrà aspirata da ciascun cilindro. La figura mostra il condotto d'aspirazione che presenta una sezione pressoché costante fino all'imbocco sulla testata. La riduzione di sezione nell'ultima parte del condotto conferisce all'aria una maggior velocità con beneficio per il coefficiente di riempimento quando il motore gira a bassi regimi. L'iniettore è ora alloggiato nel tratto del collettore di aspirazione immediatamente a valle del corpo farfallato.

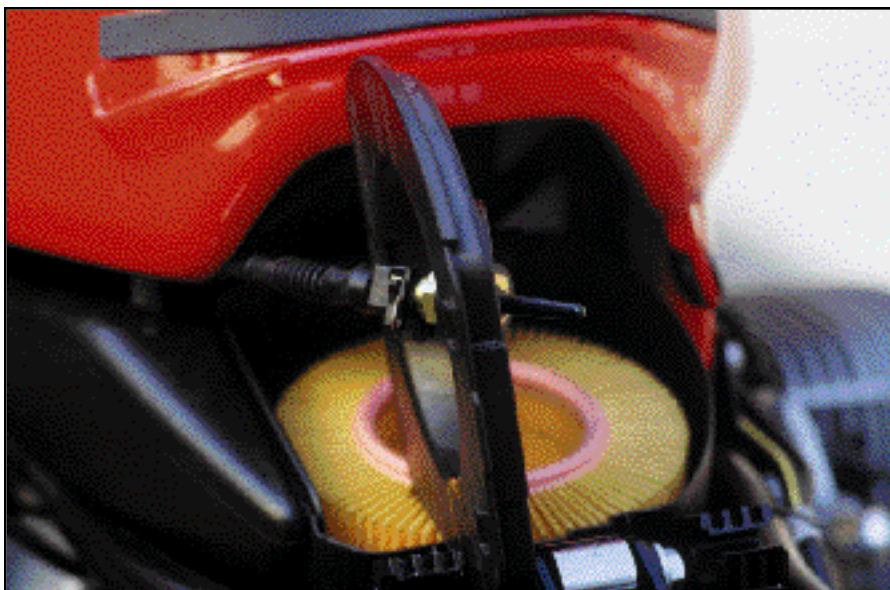


razione esercita una notevole influenza sul riempimento del cilindro, anche perché ogni motociclista modula la potenza del proprio propulsore in questo modo. Le due variabili sopracitate, in fase di sviluppo di un'iniezione di questo tipo, sono discretizzate per punti (maggiori sono e più accurata risulta la messa a punto del sistema), sui quali vengono eseguite tutte le prove. Solitamente la scansione del numero di giri è lineare (ogni 200 giri, ogni 100 giri, ogni 50 giri, etc.) mentre la discretizzazione dell'apertura della valvola a farfalla è più accurata alle piccole aperture, e lo è meno alle grandi. L'interpolazione dei risultati ricavati stabilisce i valori per i punti intermedi non considerati. Come abbiamo già accennato in

▲
L'aria aspirata, dopo essere stata prelevata nella zona anteriore della moto, viene convogliata nella parte inferiore della scatola filtro.

►
Il sensore temperatura aria aspirata è posto all'interno della scatola filtro, nella parte superiore. Il segnale del sensore viene utilizzato dal modulo d'iniezione per il calcolo della densità. Il sensore è di tipo NTC.

La foto ci mostra l'ubicazione del sensore temperatura aria nei modelli serie R.



precedenti articoli, il sistema alfa/n misurando indirettamente l'aria aspirata, in assenza del segnale di retroazione fornito dalla sonda lambda (del quale parleremo più tardi), non consente un autoadattamento dei tempi di iniezione in funzione delle variabili che, durante la vita del motore, modificano le condizioni del sistema di aspirazione. Nel Motronic BMW scompare il debimetro a paletta mobile, per cui si riducono le perdite di pompaggio in aspirazione e si svincola il disegno del sistema d'aspirazione dalla scomoda collocazione di un componente relativamente ingombrante.

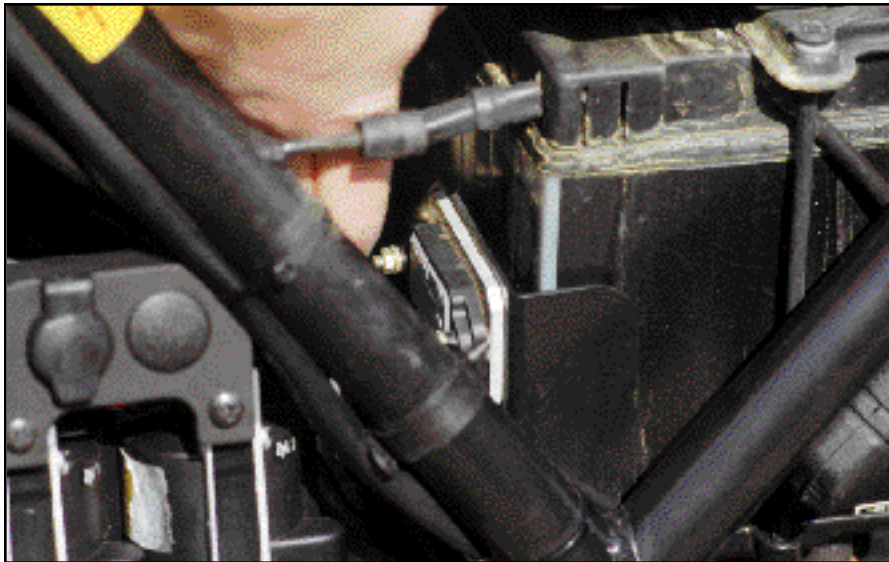
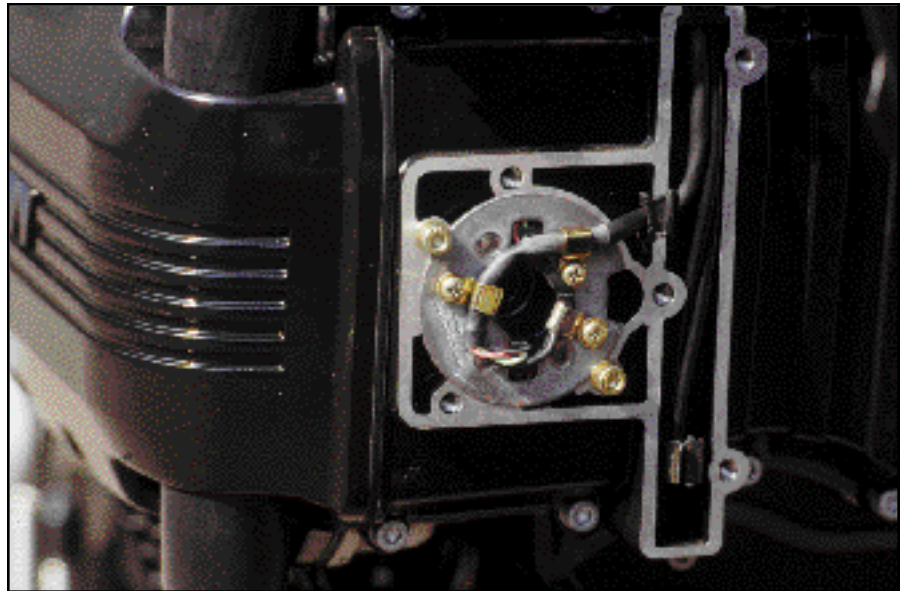
Sensore posizione valvola a farfalla

La misura dell'apertura delle farfal-

le viene effettuata da un potenziometro posto all'estremità della batteria di corpi farfallati nella serie K o collegato al corpo di sinistra nella serie R.

Questa misura, unitamente all'informazione giri, viene utilizzata dal modulo per individuare l'esatta condizione di carico in modo da attuare la "strategia" corrispondente ad essa. Le tre condizioni principali sono quelle di farfalla chiusa (minimo e decelerazione), parzialmente aperta (parzializzato), e totalmente aperta (pieno carico).

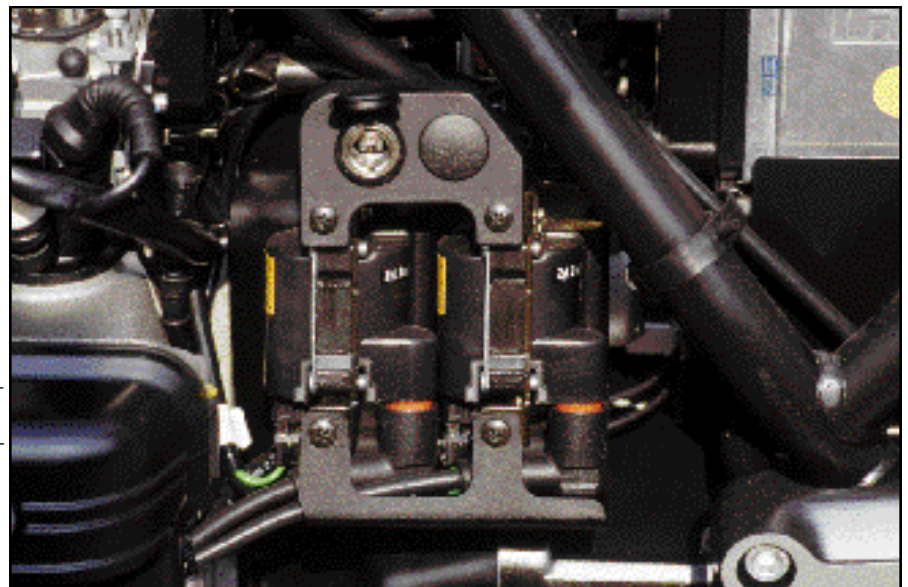
L'elaborazione del segnale proveniente dal potenziometro consente anche di regolare in accelerazione la funzione *pompa di ripresa* infatti valutando la velocità di variazione del segnale proveniente dal poten-



▲ Nella serie K (versione Motronic) il sensore giri utilizza due captatori disposti a 180° che inviano un segnale ciascuno ogni giro dell'albero motore, similmente al LE-Jetronic. L'unica differenza rispetto a quest'ultimo è che ora i segnali confluiscono direttamente nel modulo d'iniezione.

◀ La prima versione Motronic MA2.1 installata sulla serie K prima del '94 utilizzava lo stadio finale dell'accensione esterno. Questo modulo elettronico riceve il segnale di comando dalla centralina ed a sua volta comanda le bobine. Quando presente, è posto tra le bobine e la batteria, ed è fissato ad un elemento che ne aumenta la dissipazione termica.

► Il sistema di accensione è del tipo a scintilla persa (ciascuna candela produce una scintilla ad ogni giro dell'albero motore). Sul K 100 troviamo due bobine, ognuna delle quali è collegata alla coppia di cilindri "omologhi" (1-4 e 2-3). Sopra le bobine troviamo una presa di tensione (12 Volt) di servizio.

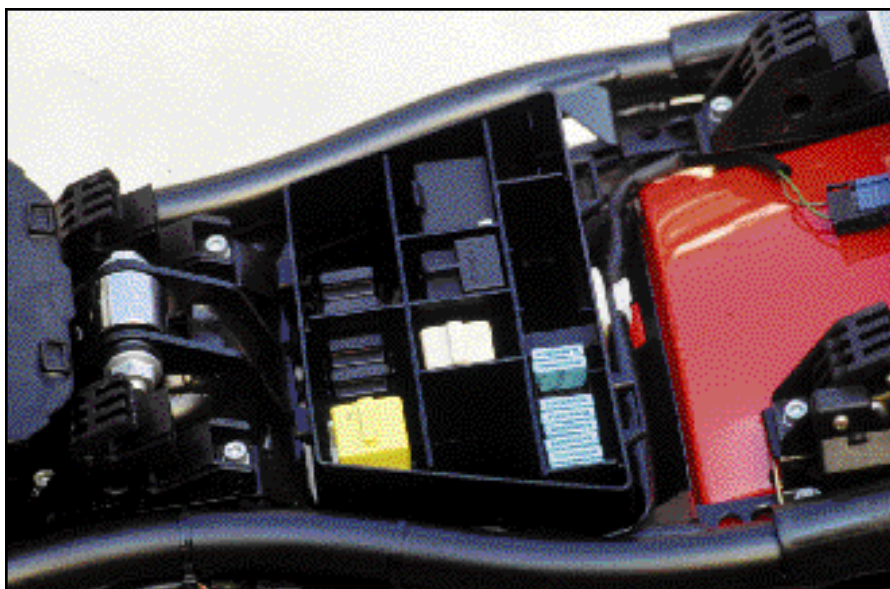
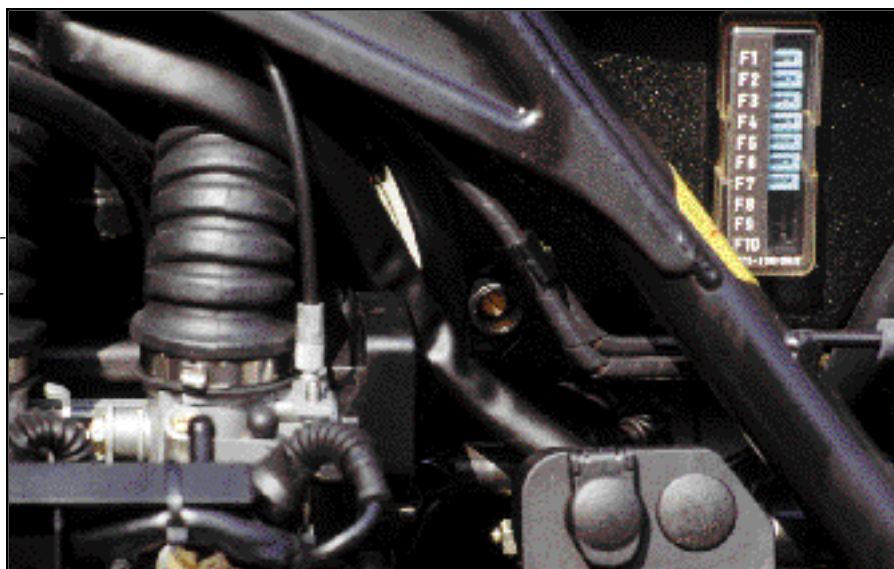




▲
 Nella serie R la bobina che comanda i due cilindri si trova sotto il serbatoio, vicino al canotto dello sterzo. La bobina viene attivata direttamente dalla centralina d'iniezione.

►
 La regolazione del CO può essere eseguita solo nelle versioni prive di convertitore catalitico. Nella serie K il potenziometro è posto sopra la bobina di accensione.

▼
 Nella serie R sotto la sella è ricavato un vano, in posizione riparata, dove troviamo i relè che controllano tutti i circuiti elettrici di potenza, compresi quelli dell'iniezione.



ziometro, il modulo d'iniezione è in grado di effettuare preventivamente delle rapide correzioni del titolo di miscela. Come accennato poc'anzi, uno dei problemi legati allo sviluppo del sistema alfa/n è rappresentato dal numero di punti misurati. Riferendoci alla farfalla, minore è il grado di apertura, maggiore risulterà la variazione di carico (portata d'aria) in percentuale, specialmente a basso regime. Facciamo un esempio numerico: mentre una variazione di apertura di 1° a basse aperture può determinare variazioni di carico corrispondenti al 17%, la stessa variazione effettuata con regime più elevato e soprattutto con apertura della farfalla più accentuata, comporta una variazione di carico quasi trascurabile.

Questa osservazione ci consente di affermare che alle piccole aperture della valvola a farfalla (minimo e forte parzializzazione) dovremo avere un grado di risoluzione molto più accurato che non a quelle grandi (pieno carico e ridotta parzializzazione).

Il potenziometro presente nel Motronic è alimentato dalla centralina con una tensione di 5 Volt ed è insolitamente caratterizzato da due piste resistive: la prima rileva aperture fra 0° e 24°, mentre la seconda quelle fra 18° e 90°.

Le piste del potenziometro sono realizzate con la tecnica del film spesso, e per evitare che nel tempo l'usura di questo componente comprometta la fedeltà di lettura, il modulo d'iniezione elabora i segnali

provenienti dal potenziometro in termini di rapporti di tensione e non su valori assoluti.

Il sensore posizione farfalla è fissato al corpo farfallato per mezzo di due viti alloggiato in fori asolati e può comunque essere correttamente regolato in servizio dalla rete assistenziale BMW, utilizzando l'apposito tester diagnostico.

Determinazione del peso dell'aria aspirata

La misura della quantità di aria col metodo alfa/n determina il volume dell'aria aspirata, ma poiché il rapporto stechiometrico aria-benzina è riferito alle masse, occorre risalire al peso di tale volume, e per poter far ciò dobbiamo conoscere sia la temperatura che la pressione.

Sensore temperatura aria aspirata

Il sensore temperatura aria, di tipo NTC, nel Motronic è costituito da un componente a sé stante, ubicato nella cassa filtro, a valle dell'elemento filtrante (sia nei modelli della serie R che in quelli della serie K). Ricordiamo che la sua informazione modifica anche il calcolo dell'accensione: molto salutare risulta infatti la correzione in ritardo dell'anticipo di accensione con elevate temperature d'aria aspirata, che viene attuata per allontanare i fenomeni di detonazione.

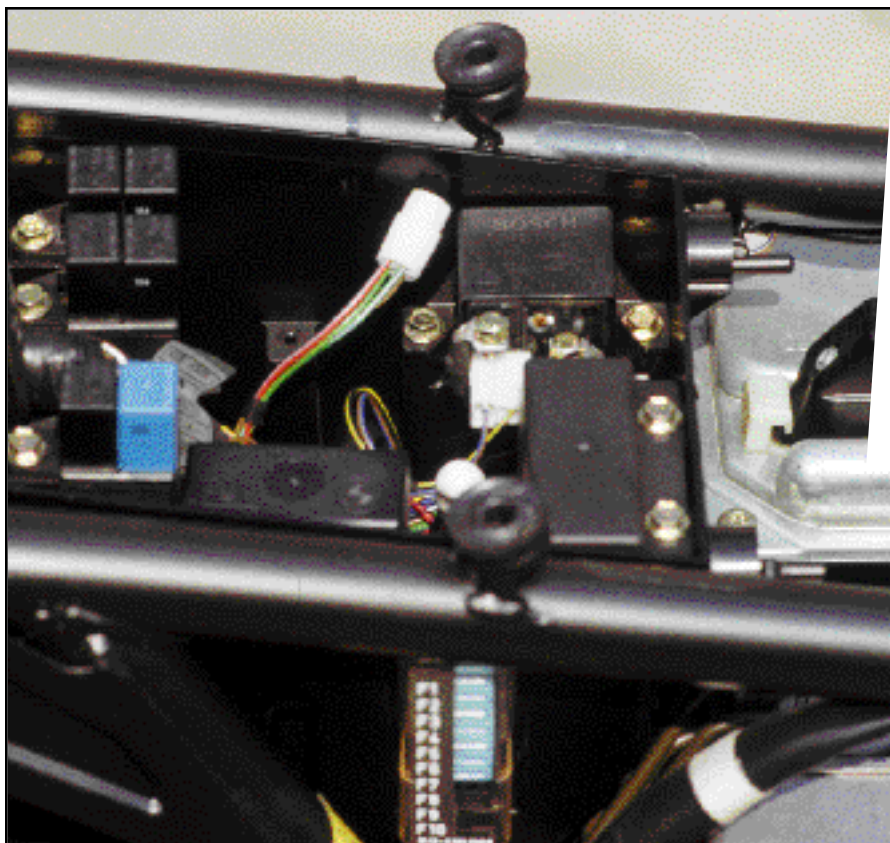
Sensore pressione barometrica

La pressione atmosferica viene rilevata per mezzo di un sensore posto all'interno del modulo d'iniezione. Questa correzione permette di determinare la densità dell'aria in presenza di diverse condizioni ambientali (dovute per esempio all'utilizzo in zone aventi altitudini diverse).

È interessante osservare che ad ogni arresto del motore il modulo memorizza la pressione atmosferica esistente, utilizzando tale dato per un successivo avviamento.

Sensore temperatura motore

La misura della temperatura del motore, che permette al modulo elettronico di adeguare il tempo d'iniezione e l'anticipo accensione alle diverse condizioni termiche, viene eseguita da un sensore NTC che, a seconda del tipo di motore, può leggere la temperatura del liquido refrigerante (serie K) o dell'olio motore (serie R).



Nella serie K la scatola relè è posta sotto il serbatoio. Quelli che interessano l'impianto Motronic sono: relè alimentazione centralina, relè pompa carburante/iniettori, relè ventilatore.



Il modulo Motronic è dotato di una diagnostica efficiente che esegue un continuo monitoraggio dei componenti. In caso di guasto di uno di essi il modulo elettronico emette un segnale sostitutivo, ed immagazzina in memoria il relativo codice guasto a quattro cifre. La lettura di questi codici può essere eseguita mediante l'apposito tester BMW.

È interessante osservare che nel Motronic della serie K il segnale del sensore temperatura motore viene utilizzato dalla centralina anche per comandare, tramite un relè, la ventola di raffreddamento del radiatore.

Potenzimetro CO

Nelle versioni prive di catalizzatore e di sonda lambda è prevista la regolazione del rapporto aria-benzina al minimo (CO). A differenza di quanto si faceva sui modelli con LE Jetronic, dove si interveniva fisicamente su un by-pass ricavato nel debimetro, questa taratura viene eseguita elettronicamente per mezzo di un potenziometro ubicato sopra le bobine d'accensione nella serie K e nel portasella (lato posteriore destro) nella serie R. Agendo sulla vite del potenziometro è possibile regolare accuratamente il rapporto aria-benzina secondo i dati forniti dalla Casa, controllando il valore di CO in % allo scarico durante il funzionamento al minimo con motore caldo.

Segnale giri motore

L'informazione giri-posizione albero

motore viene fornita da due captatori ad effetto Hall, la cui lettura è identica a quella effettuata nei modelli K 100 versione LE Jetronic (vedi Mototecnica 4/95). In prossimità della finestrella, ricavata nel tamburo rotante collegato all'albero motore, ciascun captatore Hall fornisce un segnale: avremo un totale di due segnali per ogni giro dell'albero motore, precisamente in corrispondenza del PMS e PMI di ciascun cilindro. Questi segnali nel Motronic giungono direttamente nel modulo d'iniezione.

Modulo d'accensione

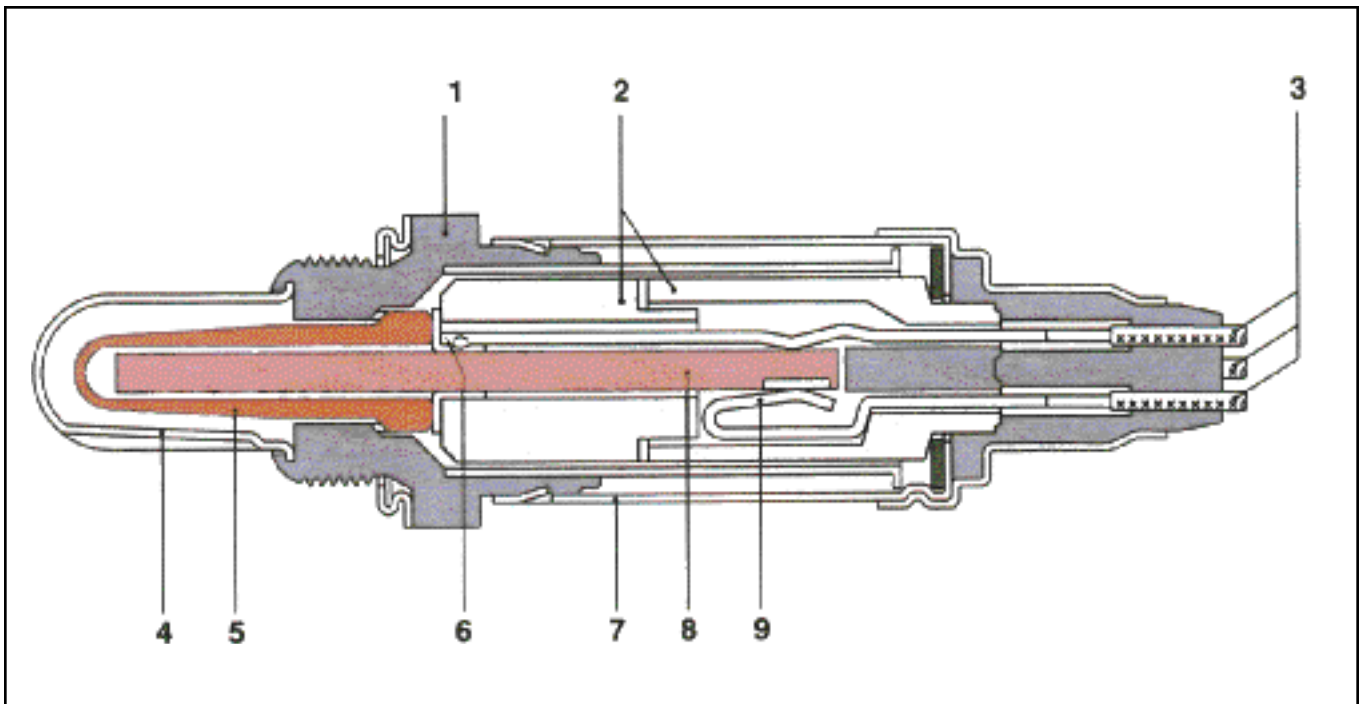
I due impianti Motronic comandano le bobine d'accensione utilizzando due diverse configurazioni. Nella versione MA 2.1, installata sui modelli K fino al '94, il comando dell'accensione veniva affidato ad un modulo di potenza, ubicato vicino alle bobine, e collegato alla centralina d'iniezione. La scelta di comandare le bobine con un modulo di potenza esterno, deriva fondamentalmente da problemi di dissipazione termica. Infatti nel Motro-

nic, del vecchio modulo d'accensione rimane soltanto lo stadio finale, al quale viene affidata la funzione di limitare il valore massimo della corrente che le attraversa. Il segnale di comando del modulo d'accensione proviene dalla centralina d'iniezione e contiene il calcolo dell'anticipo.

Utilizzando tecnologie più avanzate, nella versione MA 2.2, installata sulla serie K dopo il '94 e sulla serie R, lo stadio di potenza dell'accensione viene integrato nel modulo d'iniezione, il quale provvede a comandare direttamente le bobine. In entrambe le configurazioni ciascuna bobina è collegata a due cilindri ai quali fornisce una scintilla ogni PMS, precisamente a fine compressione (scintilla utile) e a fine scarico (scintilla persa).

La BMW, da sempre sensibile al problema dell'inquinamento e all'avanguardia nella ricerca di dispositivi che possano garantire una corretta tutela ambientale, in abbinamento al sistema Motronic offre a richiesta la possibilità di disporre di un catalizzatore trivalente.

Ricordiamo che anche nei modelli



Sonda lambda riscaldata

- 1 Scatola della sonda
- 2 Tubo ceramico di appoggio
- 3 Collegamenti elettrici
- 4 Tubo di protezione con asole
- 5 Ceramica di sonda attiva

- 6 Parte di contatti
- 7 Boccola di protezione
- 8 Elemento di riscaldamento
- 9 Collegamento di terminali per elemento di riscaldamento

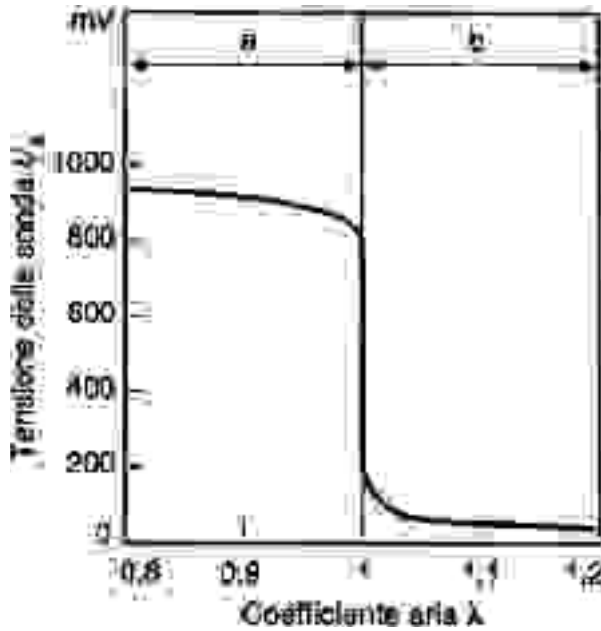
Il componente 5 (solitamente costituito da un elemento in ceramica con rivestimento a base di platino permeabile al gas) genera un segnale di tensione proporzionale alla concentrazione di ossigeno nel gas di scarico, e lo invia al Motronic.

CARATTERISTICA DI TENSIONE DELLA SONDA LAMBDA

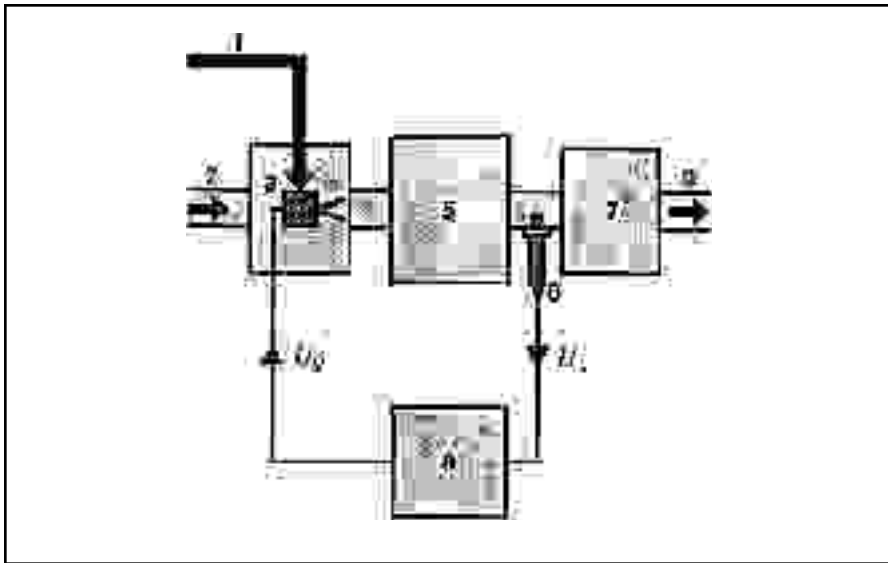
Temperatura di lavoro di 600°C

a) miscela ricca (carenza d'aria)

b) miscela magra (eccesso d'aria)



Il grafico mostra il segnale di tensione generato dalla sonda in funzione del valore lambda. In prossimità di lambda=1 il segnale subisce una brusca variazione. Questa caratteristica consente alla centralina di gestire tale informazione in modo più agevole.



CIRCUITO DI REGOLAZIONE LAMBDA

1 Carburante, 2 Aria, 3 Gruppo d'iniezione, 4 Elettroiniettore, 5 Motore, 6 Sonda Lambda, 7 Catalizzatore, 8 Centralina elettronica con regolazione Lambda, 9 Gas di scarico.

U_{λ} Tensione di sonda,

U_v Impulso di pilotaggio valvola.

Lo schema a blocchi rappresenta il circuito di regolazione lambda. La retroazione, quali CO, HC, ed NOx. In prossima "fornita" dalla sonda consente alla centralina di effettuare un controllo sulla tempimità del valore lambda = 1 il campo di regolazione risulta molto stretto.

HC Idrocarburi,
CO Monossido di carbonio,
NO_x Ossidi di azoto.

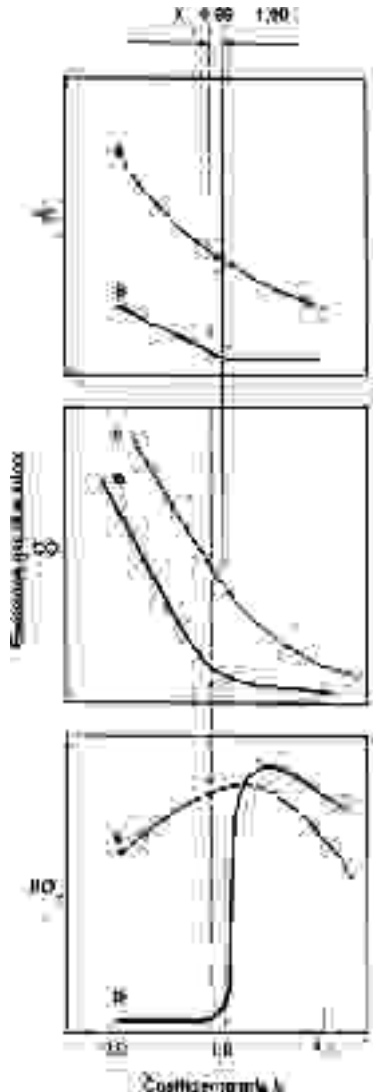
Campo di registrazione ottimale della miscela (finestre di dosatura):

$\lambda = 0,99 \dots 1,0$

percentuale delle sostanze nocive

a) senza post-trattamento,

b) con post-trattamento



Il catalizzatore trivalente regolato da sonda lambda permette una sostanziale riduzione delle sostanze nocive presenti allo scarico soggette a regolamentazione. In prossima "fornita" dalla sonda consente alla centralina di effettuare un controllo sulla tempimità del valore lambda = 1 il campo di regolazione risulta molto stretto.

con sistema LE Jetronic era possibile montare un catalizzatore, ma del tipo a due vie, non regolato da sonda lambda.

Sonda Lambda

Il catalizzatore trivalente, per poter garantire ottimi risultati in termini di abbattimento delle sostanze nocive, richiede una ben determinata composizione del gas di scarico che può essere ottenuta, a monte della combustione, solo con rapporti aria/benzina prossimi allo stechiometrico ("finestra di dosatura"). Non solo l'efficienza, ma anche la durata del catalizzatore è fortemente influenzata dalla composizione del gas di scarico che viene "trattato". Siccome nessun impianto di iniezione funzionante in anello aperto è in grado di garantire nel tempo un campo di funzionamento così ristretto, occorre collocare nel tubo di scarico un sensore che renda possibile una retroazione sulla quale poter effettuare le correzioni necessarie.

La sonda lambda, leggendo la concentrazione di ossigeno contenuto

nel gas di scarico, informa la centralina di iniezione, la quale a questo punto è in grado di determinare il tempo di iniezione, con un controllo in anello chiuso, in modo da variare come opportuno la quantità di benzina iniettata e da mantenere il titolo della miscela aria/carburante all'interno della prevista "Finestra di dosatura".

La sonda è dotata di un elemento sensibile in ceramica le cui superfici, munite di elettrodi in platino, sono permeabili al gas. Da questo trasduttore esce un segnale la cui tensione varia da 0 a 1 Volt in funzione della quantità di ossigeno presente nei gas di scarico.

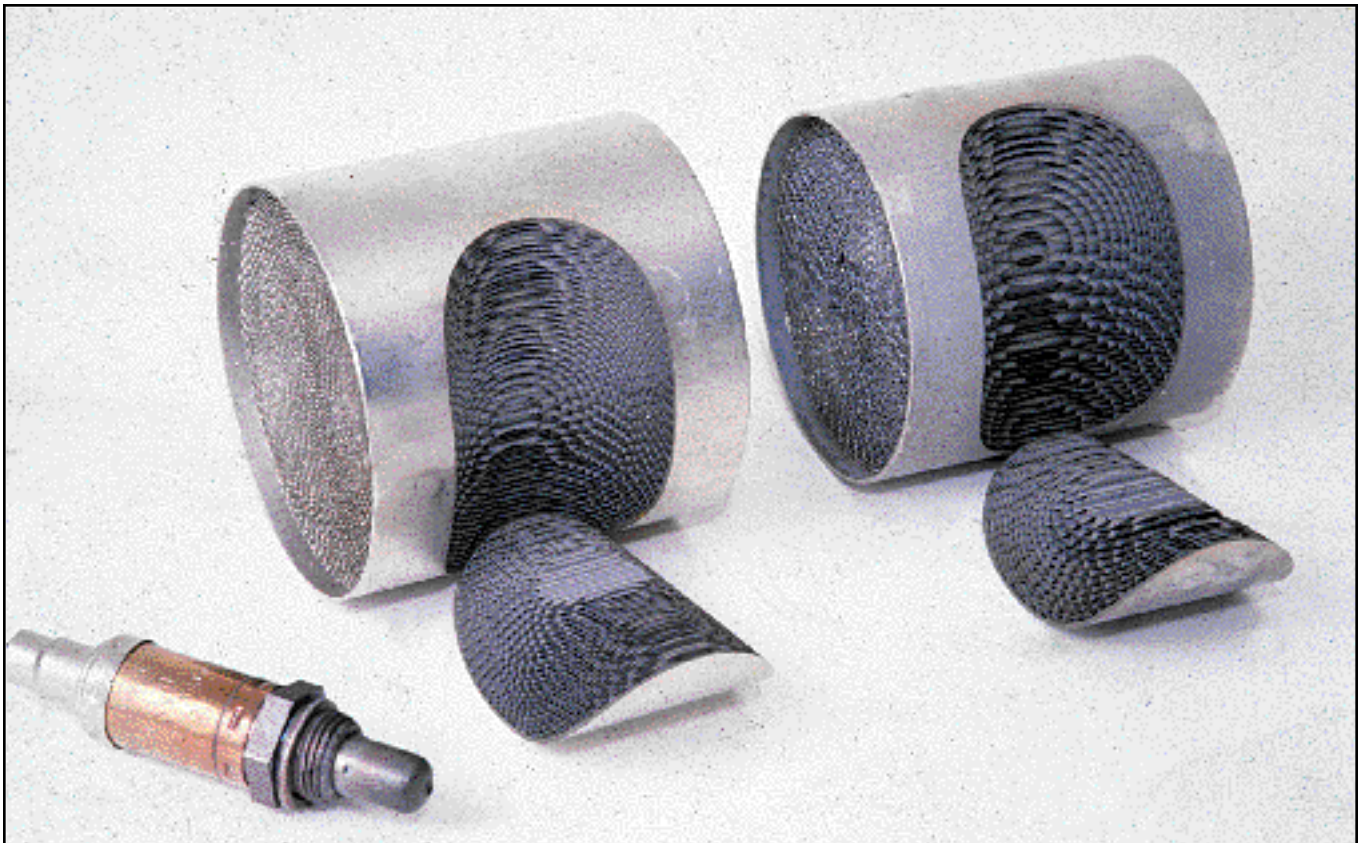
Come il convertitore catalitico, anche la sonda lambda per funzionare deve avere raggiunto un proprio regime termico. La "soglia" inferiore è 300°C, e la temperatura ottimale si aggira intorno ai 600°C. Quando la sonda è fredda (post-avviamento) oppure è guasta, il modulo elettronico ignora il suo segnale e comanda l'iniezione seguendo valori contenuti nel diagramma caratteristico lambda.

Per poter accelerare il riscaldamento della sonda a freddo e garantire il funzionamento nel range di temperatura ottimale anche in condizioni di basse portate di gas di scarico (funzionamento al minimo), all'interno della sonda viene collocato un elemento riscaldante di tipo PTC.

L'alimentazione di questo riscaldatore rimane costantemente attiva dopo aver avviato il motore.

Quando presente, la sonda conferisce al Motronic la caratteristica di autoadattamento alle condizioni di lavoro e di usura del motore, e dei componenti dell'impianto di iniezione. Durante il controllo la centralina effettua un continuo monitoraggio sullo scostamento del tempo d'iniezione rispetto ai valori contenuti nel diagramma caratteristico lambda. Queste differenze vengono registrate e rese disponibili per l'autoapprendimento.

Qualora nel confronto con i valori mappati avesse luogo una correzione continua e ripetitiva, i valori interessanti, presenti nel diagramma lambda, vengono sostituiti con quelli appresi. ■



La maggiore efficienza della marmitta catalica si ottiene mantenendo il titolo della miscela aria-benzina all'interno della finestra di dosatura. Ciò è possibile grazie alle informazioni inviate dalla sonda Lambda alla centralina.