

ATA



Metodi e strumentazioni per misure di consumo carburante

F. MOSCARINI (*)

L'ISAM — Istituto Sperimentale Auto e Motori — ha progettato, realizzato e brevettato diversi tipi di misuratori di consumo carburante; questi misuratori vengono quotidianamente impiegati per rilevamenti nelle prove su strada e nelle sale prova motori. Nelle righe che seguono vengono descritti due principali tipi di strumenti, e cioè quelli che vengono usati per misure di consumo istantaneo con possibilità di registrazione continua e quelli utilizzati per misure di consumo quando il motore è a regime costante, i quali d'altra parte permettono il tracciamento, per punti, delle curve di consumo.

Misuratori di consumo istantaneo.

a) Modello scientifico.

Questo misuratore di consumo consente la misura della portata istantanea del flusso del carburante che alimenta il motore; esso è composto da un trasduttore idraulico-meccanico-elettrico e da un circuito elettronico di misura.

Il trasduttore costituisce il primo esempio di tipo intermedio tra le due principali categorie di flussimetri esistenti e cioè si classifica tra i flussimetri ad area variabile e caduta di pressione costante e quelli ad area costante e caduta di pressione variabile. Infatti il trasduttore ISAM è il primo e tuttora unico esempio di trasduttore ad area variabile e caduta di pressione variabile.

Ciò naturalmente perché non si considerano misuratori istantanei quelli volumetrici ad organi rotanti od alternativi e nemmeno quelli ad elica o turbina che, per quanto sensibili e veloci nella risposta, sono ben lungi dal consentire il rilevamento di rapidissimi transitori.

Il criterio seguito dall'ISAM per la progettazione del trasduttore è stato quello di realizzare un trasduttore installabile sul veicolo e quindi insensibile a scuotimenti e vibrazioni, e che inoltre consentisse

una sensibilità costante sia alle bassissime portate sia a quelle elevate, oltre ad avere un tempo di risposta inferiore al centesimo di secondo.

La sensibilità costante si può raggiungere anche con i misuratori ad area variabile e caduta di pressione costante, ma essi sono lenti nella risposta e non tollerano scuotimenti, mentre invece la velocità di risposta e l'insensibilità agli scuotimenti sono raggiungibili con trasduttori di pressione differenziale applicati a strozzature ad area costante: questi ultimi tuttavia danno luogo ad una risposta esponenziale e perciò difettano di sensibilità alle basse portate. Pertanto l'ISAM ha creato questo nuovo tipo di trasduttore che ha tempo di risposta minore di 8 ms, sensibilità costante su tutta la scala e flusso minimo misurabile pari a $2/100$ del flusso massimo corrispondente alla lettura di fondo scala.

Naturalmente questo trasduttore e l'elettronica del circuito di misura ad esso associata hanno un costo notevole e pertanto lo strumento è accettabile solo per misure di precisione a carattere scientifico ed industriale, come il rilievo di prestazioni di motori o lo studio di fenomeni transitori nell'alimentazione dei motori.

Nella fig. 1 è schematizzata una sezione del trasduttore. Il funzionamento avviene come segue: il carburante entra nel trasduttore attraverso il condotto 1 e ne esce dal condotto 9 per raggiungere il carburatore.

Il carburante, attraverso il condotto 1, entra nella camera 2 e penetra, attraverso la fessura anulare 3, nella capsula elastica 4 dalla quale esce attraverso il condotto 9.

Il carburante, nel passaggio attraverso la fessura anulare 3, provoca una differenza di pressione tra la camera 2 e l'interno della capsula elastica 4. Naturalmente la pressione nella camera 2, cioè all'esterno della capsula 4, risulta maggiore della pressione all'interno della capsula stessa e ciò provoca la contrazione della medesima ed il conseguente aumento della sezione della fessura anulare. In tal modo, poiché la fessura anulare cresce con il crescere della differenza di pressione, la pressione differenziale

(*) Dott. ing. Filippo Mascarini, - Direttore dell'Istituto Sperimentale Auto e Motori, - Anagni.

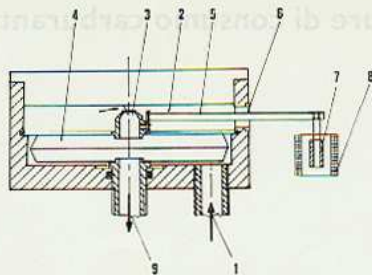


Fig. 1 - Sezione schematica del trasduttore del misuratore di consumo istantaneo modello scientifico. 1) Condotto di entrata; 2) Camera esterna; 3) Fessura anulare; 4) Capsula elastica; 5) Asta bilanciario; 6) Fulcro; 7) Nucleo ferromagnetico mobile; 8) Trasformatore differenziale; 9) Condotto di uscita.

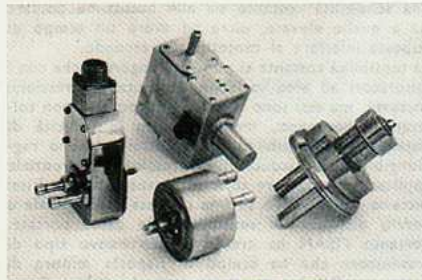


Fig. 2 - Prototipi di trasduttori per misuratori di consumo istantaneo in versione scientifica.

stessa assume un andamento lineare in funzione della portata del flusso. Poiché la contrazione della capsula è a sua volta funzione lineare della pressione differenziale, la misura della contrazione suddetta è proporzionale alla portata del flusso del carburante. L'entità della contrazione della capsula elastica viene misurata attraverso lo spostamento dell'asta a bilanciario 5, avente fulcro in 6 e portante, all'estremità opposta alla capsula, il nucleo ferromagnetico mobile 7 all'interno del trasformatore differenziale 8. Tale trasformatore differenziale 8 è alimentato a frequenza acustica e la sua uscita elettrica è costituita da un segnale avente ampiezza linearmente proporzionale allo spostamento del nucleo 7 e quindi alla contrazione della capsula elastica 4 che, come già detto, è funzione della portata del carburante. In fig. 2 sono illustrati differenti forme di prototipi realizzanti il sistema anzidetto ed in fig. 3 è rappresentato il circuito elettronico di misura associato al trasduttore descritto.

b) Modello commerciale.

Il principio del misuratore descritto al punto a) è risultato così valido che l'ISAM ha studiato, in un

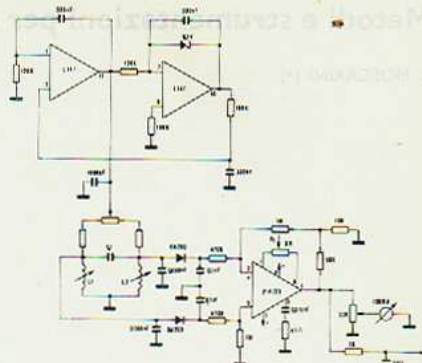


Fig. 3 - Circuito elettronico di misura associato al trasduttore di fig. 1.



Fig. 4 - Prototipi di trasduttori per misuratori di consumo istantaneo in versione commerciale. Al centro uno strumento indicatore.

secondo tempo, la possibilità di realizzarne una versione economica, avente cioè prestazioni più modeste ed il cui costo ne consentisse un impiego come strumento di bordo su qualsiasi autoveicolo con motore alimentato a carburatore.

Questa versione del trasduttore è rappresentata in due differenti forme in fig. 4. In tale figura, a sinistra si vede un trasduttore in cui l'apertura della strozzatura è rilevata attraverso lo spostamento del cursore di un potenziometro mentre, a destra, un trasduttore un po' più raffinato impiega il trasformatore differenziale per lo stesso rilevamento: entrambi questi trasduttori impiegano come elemento di controllo della strozzatura non una capsula elastica ma una membrana. Questi due trasduttori si differenziano ovviamente anche per il circuito di misura ad essi associato.

In fig. 5 è rappresentata la selezione del trasduttore di sinistra della fig. 4 e in fig. 6 il suo circuito di misura.

In fig. 7 è rappresentata la sezione del trasduttore di destra della fig. 4 e in fig. 8 il suo circuito di misura.

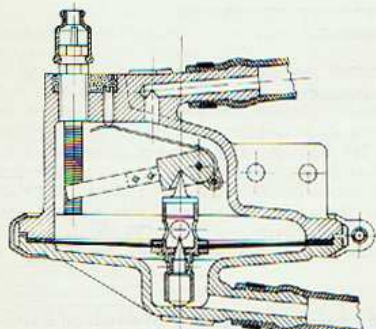


Fig. 5 - Sezione del trasduttore di sinistra della fig. 4.

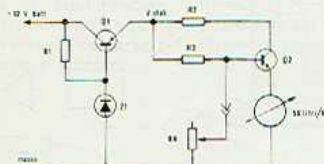


Fig. 6 - Circuito di misura del trasduttore di fig. 5.

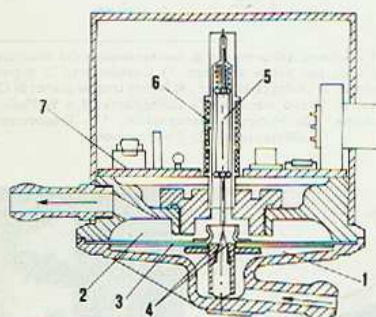


Fig. 7 - Sezione del trasduttore di destra della fig. 4.

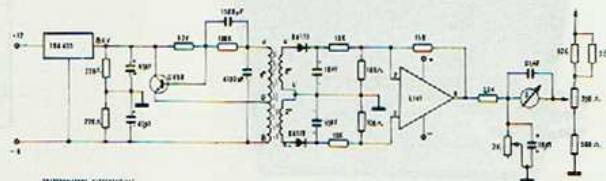


Fig. 8 - Circuito di misura del trasduttore di fig. 7.

Misuratori di consumo carburante per la determinazione delle prestazioni di motori e di autoveicoli.

Questi misuratori sono stati progettati per compiere le misure di consumo a regime costante con tutte le garanzie di precisione e di ripetibilità consentite dalla più avanzata tecnologia del settore.

a) Modello per prove su strada.

Per le misure di consumo su strada il misuratore è costituito come segue: due contenitori di carburante sono in grado di alimentare alternativamente il motore a pressione convenientemente regolata e costantemente misurata. L'erogazione del carburante dall'uno o dall'altro contenitore è controllata da elettrovalvole comandate da circuiti elettronici che contemporaneamente azionano contatori elettronici di tempo e di giri motore: i comandi sono ottenuti automaticamente tramite cellule fotoelettriche che rilevano il passaggio del veicolo su strisce bianche poste sul manto stradale a distanza accuratamente misurata.

Uno dei contenitori di carburante può essere sfilato dall'apparecchio di misura per essere pesato prima e dopo la prova, onde determinare con precisione ed in maniera ponderale — prescindendo quindi dalla densità — la quantità di carburante erogata durante la prova stessa. Naturalmente le tubazioni di collegamento sono realizzate in modo da rimanere sempre piene di carburante ed evitare qualsiasi gocciolamento dello stesso quando il contenitore viene asportato per la pesatura.

L'altro contenitore, che in una recentissima versione del misuratore è sostituito dal serbatoio del veicolo, serve ad erogare il carburante durante la messa a regime del veicolo prima della misura e per proseguire il cammino dopo la misura fino a raggiungere il luogo destinato alle operazioni di pesatura e di eventuale rifornimento del contenitore.

Le misure di consumo si svolgono partendo con la erogazione del carburante dal contenitore di lancio o dal serbatoio vettura, fino a raggiungere la velocità stabilizzata alla quale compiere la misura. A tale velocità, nell'istante di transito sul punto di inizio della base di misura, automaticamente si passa all'alimentazione del motore dal serbatoio di misura pesato prima della partenza.

Successivamente, nell'istante di transito del veicolo sul punto terminale della base di misura, si ritorna automaticamente all'erogazione del carburante dal

serbatoio di lancio. Le operazioni anzidette si ripetono nello stesso ordine ripercorrendo la medesima base di misura in senso inverso al precedente. Successivamente si provvede alla pesatura del contenitore di misura: tale peso, sottratto a quello riscontrato prima della partenza, costituisce il consumo relativo al percorso di prova e viene messo in relazione agli altri parametri misurati durante lo svolgimento della prova stessa, e cioè tempo e numero giri motore, in modo da poter ricavare con esattezza la curva dei consumi in funzione della velocità.

Le misure di consumo possono essere considerate anche in funzione del regime motore indipendentemente dallo spazio percorso, ed allora non è necessario ricorrere all'impiego di basi misurate: a tale scopo lo strumento è munito di una programmazione del tempo di misura per cui, raggiunta la velocità di prova, con un comando manuale si provoca l'erogazione del carburante dal serbatoio di misura e contemporaneamente la partenza del cronometro e del contatore di giri elettronico. Allo scadere del tempo programmato, l'apparecchio provvede all'automatico arresto del cronometro e del contatore ed al ripristino dell'erogazione di carburante dal serbatoio di lancio. Anche in questo caso la misura viene ripetuta sul medesimo percorso in senso inverso.

La fig. 9 mostra la fotografia dell'apparecchio e la fig. 10 lo schema di principio del medesimo.

b) Modello per prove al banco.

Il misuratore di consumo carburanti per motori al banco, progettato e realizzato dall'ISAM, è uno strumento capace di indicare direttamente il consumo orario espresso in peso. Questo strumento è costituito principalmente da un contenitore per il carburante in cui un corpo, parzialmente immerso nel carburante stesso, è sottoposto a variazioni di forza direttamente proporzionali alle variazioni del peso del carburante presente nel contenitore stesso. La misura di tale forza è convertita in un segnale elettrico le cui variazioni costituiscono contemporaneamente co-

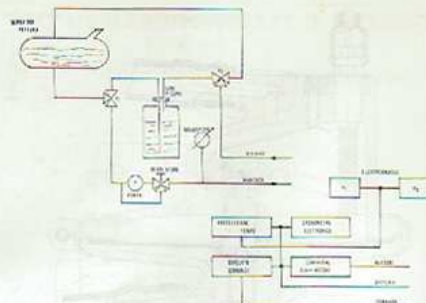


Fig. 10 - Schema del principio di funzionamento del misuratore di consumo per prove su strada.

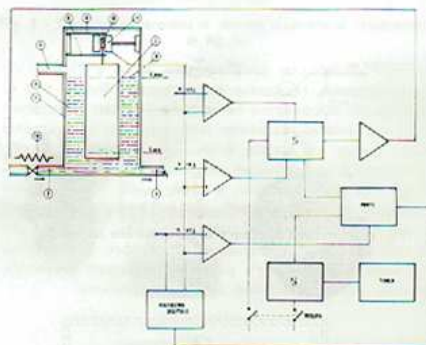


Fig. 11 - Schema del principio di funzionamento del misuratore di consumo per prove al banco. 1) Contenitore; 2) Ingresso carburante; 3) Uscita carburante; 4) Uscita troppo pieno; 5) Carburante; 6) Livello massimo; 7) Galleggiante; 8 e 9) Molle di sospensione; 10) Nucleo ferromagnetico; 11) Trasformatore differenziale; 12) Elettrovalvola.



Fig. 9 - Misuratore di consumo per prove su strada.

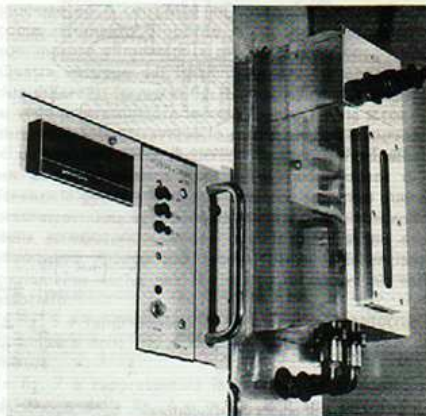


Fig. 12 - Misuratore di consumo per prove al banco.

mandi automatici di reintegro del carburante nel contenitore, ed indicazioni del peso del carburante erogato riferite al tempo.

In fig. 11 è illustrato lo schema del misuratore, dove 1 è il contenitore, 2 il condotto di alimentazione del dispositivo, 3 il condotto di alimentazione del motore, 4 un condotto di ritorno o di ricircolo, 5 è il carburante, 6 è la quantità massima del medesimo, 7 è un corpo a sezione longitudinale costante, 8 e 9 sono molle a lamina di sospensione del medesimo, 10 è il nucleo ferromagnetico del trasformatore differenziale 11. Infine 12 è una elettrovalvola capace di intercettare l'alimentazione di carburante del dispositivo.

Il funzionamento è semplificato come segue. L'alimentazione di carburante al dispositivo è regolata in modo da essere superiore alla massima richiesta del motore: ciò provoca il riempimento del contenitore e lo spostamento (per quanto piccolo) del corpo 7 verso l'alto. Quando tale spostamento raggiunge un valore prefissato, si genera un segnale in uscita al trasformatore differenziale che blocca l'elettrovalvola 12 e pertanto, ad opera del consumo di carburante da parte del motore, il contenitore 1 comincia a svuotarsi.

Contemporaneamente si aziona un «timer» che opportunamente predisposto per un tempo di 18, 36 o 72 s, fa sì che un voltmetro digitale, per la durata del tempo predisposto, legga continuamente il segnale del trasformatore differenziale e mantenga la lettura che appare allo scadere del tempo, fino che interessa all'operatore cancellarla per una nuova misura, oppure per un tempo prestabilito, dopo il quale ripetere la misura stessa. Naturalmente quando il contenitore è prossimo allo svuotamento, un segnale dello stesso trasformatore differenziale provoca la riapertura della elettrovalvola 12 onde ripristinare le condizioni iniziali.

I valori di tempo e di segnale del trasformatore differenziale sono scelti in modo che il voltmetro digitale presenti cifre corrispondenti al valore effettivo del grammi/ora, erogati durante il periodo di misura. In fig. 12 è rappresentata la fotografia dell'apparecchio.

Questo apparato è stato associato ad un calcolatore che durante il periodo di misura, leggendo continuamente velocità motore e coppia del medesimo, fa la media della potenza durante tale periodo ed esprime il consumo direttamente in massa riferita all'energia fornita.

Metodi e strumentazioni per misure di consumi carburante