

MAN, potenza pulita nel trasporto pesante

L'efficienza dell'alimentazione Common Rail ed altre tecnologie di derivazione automobilistica sono state applicate ai nuovi propulsori, per garantire un eccezionale contenimento dei consumi e delle emissioni gassose e acustiche

Luca Capomacchia

Nella realtà non sono tanto le grandi dichiarazioni di principio, quanto mille piccoli passi a far evolvere la tecnologia. L'esperienza produttiva e progettuale della MAN è emblematica di questo concetto, ed ha fra l'altro consentito una autentica riduzione delle emissioni inquinanti di un autocarro lungo l'intero ciclo vitale del prodotto. Le innovazioni introdotte hanno comportato, oltre alla riduzione del consumo di carburante, delle emissioni inquinanti e della rumorosità di funzionamento, anche progressi sensibili nell'impatto ambientale in fase di produzione e nelle possibilità di riciclaggio.

Dopo quattro anni di sviluppo, MAN ha presentato la serie di motori D20 Common Rail, una gamma di propulsori le cui potenze spaziano da 310 cv (228 kW) a 430 cv (316 kW) con cilindrata di 10.518 cc; rispetto ai loro predecessori si presentano più potenti, compatti, leggeri (ben il 10%) e ad un tempo decisamente più «ecologici» e più «silenziosi». Fa parte dei benefici per l'utente anche il consumo, più contenuto del 5%.

L'ingegnerizzazione dei gruppi a 6 cilindri in linea della serie MAN D20 Common Rail prevede per tutti distribuzione con 4 valvole per cilindro ed alberi a camme in testa, turbocompressori con

intercooler di raffreddamento dell'aria di alimentazione ed impianto di iniezione diretta tipo Bosch Common Rail di seconda generazione.

L'obiettivo, raggiunto, era quello di rispettare gli attuali obblighi legislativi in fatto di emissioni inquinanti secondo gli standard Euro 3; per giunta, con notevole anticipo rispetto all'entrata in vigore della normativa, MAN consegnerà anche i primi motori D20 Common Rail con omologazione Euro 4. Per restare entro i valori limite ammessi da detta norma, i motori della serie MAN D20 Common Rail da 390 e 430 cv non richiedono l'adozione di complessi sistemi SCR (Selective Catalytic Reduction), ma è sufficiente il ricircolo dei gas di scarico (EGR) e l'applicazione di una marmitta catalitica sviluppata dalla MAN e priva di manutenzione, del tipo PM-Kat® (PM sta per Particulate Matter) per il trattamento del particolato allo scarico.

L'impostazione meccanica dei nuovi propulsori

La struttura compatta, con cilindrata relativamente ridotta e cilindri ravvicinati sono gli elementi che hanno consentito di ottenere la massa più contenuta per questa classe di potenza. La struttura del monoblocco è stata realizzata per fusione in ghisa grafitica vermicolare GJV-450 (coefficiente di compressibilità compreso tra 300 e 500 N/mm²). Le elevate pressioni cui resiste questo materiale hanno permesso di incrementare i valori di potenza e coppia.

L'architettura a sei cilindri in linea garantisce l'assenza di forze libere dovute a masse in movimento alterno o ad accelerazioni che in altre configurazioni devono essere bilanciate con complesse soluzioni: il «sei in linea» è, infatti, per sua natura equilibrato per i momenti del primo, secondo e terzo ordine. Il rapporto alesaggio/corsa (120/155 mm) situa i nuovi propulsori MAN nella categoria dei motori a corsa lunga, che sfruttano meglio la fase di espansione dei gas. Uno sguardo alle curve caratteristiche dei motori D2066 dimostra, se ancora ve ne fosse bisogno, che anche per i veicoli industriali la cilindrata non è tutto: fattore determinante per ottenere un'esuberan-





Il MAN L2000, nonostante le sue dimensioni ridotte, mantiene inalterate le caratteristiche tecnologiche e di sicurezza dei modelli più grandi

te curva di coppia senza dover ricorrere ad elevati regimi di rotazione, è stato l'innalzamento della pressione di combustione oltre il valore di 180 bar.

Questi propulsori dimostrano, con il loro valore di consumo specifico minimo di circa 186 g/kWh, che l'aumento del rendimento permette di conciliare potenza specifica elevata e consumi contenuti. La coppia massima viene erogata lungo l'ampio arco di regimi tra 1.000 e 1.400 giri/minuto.

L'iniezione diretta Common Rail

MAN è stato il primo costruttore di veicoli industriali ad adottare la tecnologia Bosch Common Rail di seconda generazione (molto simile a quella impiegata in campo automobilistico). I vantaggi teorici si basano sulla elevata pressione di sistema che può raggiungere i 1.600 bar, e come diretta conseguenza una eccellente flessibilità nella definizione della pressione d'iniezione e dei tempi dell'iniezione. Questo risultato è reso possibile dal fatto che viene

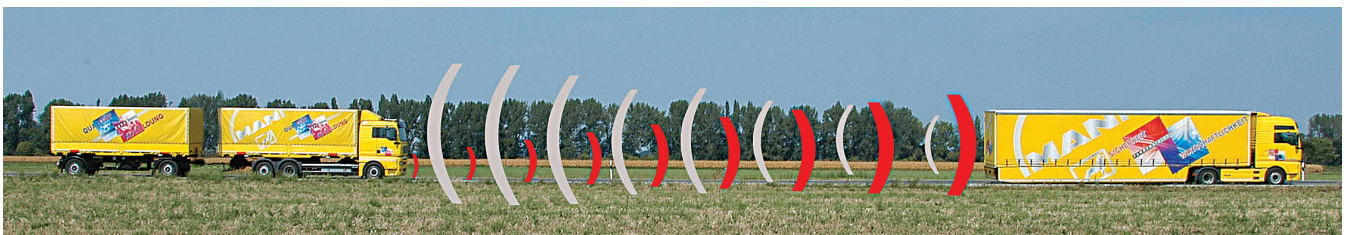
disgiunta la funzione di compressione del carburante dall'azione vera e propria di iniezione, potendone quindi definire i parametri caratteristici con grande libertà, adattandoli allo stato operativo del motore: ci riferiamo alla pressione di sistema, al momento di inizio e fine dell'iniezione e alla quantità iniettata. Le alte pressioni d'iniezione ai bassi regimi producono un elevato spunto, buona potenza e scarsa fumosità malgrado la bassa velocità di rotazione del propulsore. Al contrario, in condizione di carico medio del motore, la pressione di iniezione viene contenuta per ridurre le emissioni di ossidi di azoto ed il consumo; un risultato analogo si ottiene anche in situazioni di massimo carico, grazie alle alte quote di ricircolo dei gas di scarico. L'esatta tempistica dell'iniezione multipla con preiniezione, possibile solo grazie al controllo elettronico di tutte le fasi, determina un aumento progressivo della pressione di combustione che rende il motore silenzioso sia al minimo che a carico parziale.

Componenti principali e funzionamento

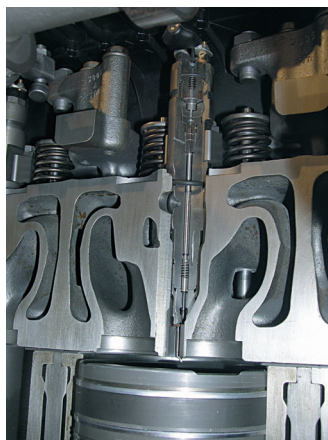
Ma come funziona in dettaglio un sistema Common Rail? La sezione in alta pressione dell'impianto prevede fasi di compressione, immagazzinaggio in pressione e distribuzione del carburante. La pompa ad alta pressione, con valvola proporzionale per il controllo della portata, garantisce il valore minimo di progetto per la «pressione di sistema». L'immagazzinaggio in pressione e la distribuzione ai cilindri avvengono nel collettore comune, da cui deriva la denominazione «common rail». Saranno gli iniettori, invece, a determinare i tempi e le quantità d'iniezione per ogni cilindro assecondando gli impulsi di comando provenienti dalla centralina elettronica.

La raccolta dati ed il comando sono affidati a una centralina elettronica EDC7 che, in sinergia con il computer di gestione veicolo (FFR), rileva la richiesta di potenza (desunta dalla posizione del pedale dell'acceleratore), il carico dinamico del propulsore e lo stato operativo di motore e veicolo; l'elaborazione dei dati di iniezione avviene nell'arco di pochi millisecondi, ed istante per istante si traduce nel comando di tutti gli attuatori, tra i quali gli iniettori.

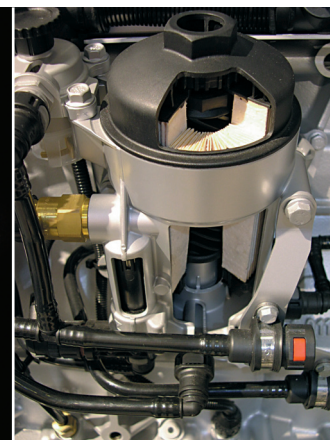
È facilmente intuibile come sia fondamentale la precisione nel determinare e realizzare il momento, la quantità e la pressione d'iniezione. La pressione all'interno del collettore rail deve essere variata a seconda del funzionamento a vuoto, a carico parziale oppure a carico massimo; il suo valore viene pertanto costantemente rilevato da un sensore che lo trasmette alla centralina. Se il conducente alleggerisce la pressione sul pedale dell'acceleratore, riducendo la richiesta istantanea di potenza, la centralina



Il sistema ACC (Adaptive Cruise Control) calcola la distanza e la differenza di velocità rispetto al veicolo che precede e, tramite un intervento elettronico sul pedale dell'acceleratore e del freno, mantiene una prefissata distanza di sicurezza. L'ACC non è un sistema di sicurezza ma un dispositivo di aiuto alla guida



Spaccato del cilindro, del pistone e dell'iniettore montato centralmente nella camera di combustione. A destra: vista del propulsore della generazione D20 Common Rail a 6 cilindri in linea con potenze da 310 a 430 cv



Spaccato del filtro olio realizzato con sistema a cartuccia; anziché sostituire l'intero filtro si sostituisce solo la cartuccia interna per ridurre al minimo la produzione di materiale da smaltire

na riduce la pressione nel collettore *rail*. Quest'ultimo, con il sensore pressione, la pompa ad alta pressione, la valvola proporzionale quantitativa e la centralina forma il «circuito di regolazione».

La tecnologia delle elettrovalvole «veloci» per alte pressioni, oltre alla gestione elettronica, ha reso possibile rispettare i brevissimi tempi di intervento concessi agli iniettori, un ordine di grandezza dei microsecondi.

Gli iniettori, posizionati al centro della testata, sono connessi al collettore comune tramite tubi ad alta pressione particolarmente corti. I polverizzatori a sei fori (integrati negli iniettori) permettono una finissima distribuzione del carburante nella camera di scoppio. Ogni caratteristica degli iniettori è determinante ai fini della formazione della miscela, di una completa combustione e, come risultato, dei livelli di potenza, rumorosità ed emissioni allo scarico.

Sovralimentazione, ricircolo, semplificazione strutturale

Come già in tutti i motori MAN omologati Euro 3, anche nella «generazione D20» Common Rail il ricircolo dei gas di scarico raffreddato (EGR) completa l'effetto degli accorgimenti interni al motore per controllare i gas di scarico. La percentuale di gas di scarico condotta al ricircolo è stata incrementata, così come il raffreddamento attuato dal modulo EGR. Il fine è quello di ridurre l'ecces-

so di ossigeno nell'aria di sovralimentazione, contenendo nel contempo le temperature di combustione e la relativa produzione di ossidi di azoto (NO_x). Nella scelta del turbocompressore i tecnici della MAN hanno preferito affidarsi a componenti di tecnologia collaudata e affidabile. L'elevata pressione residua dei gas di scarico viene, come è noto, sfruttata per azionare il turbocompressore dell'aria di aspirazione. L'effetto di *by-pass* del sistema di ricircolo dei gas di scarico EGR rende superfluo l'utilizzo della valvola wastegate.

Un aspetto curato dai tecnici della MAN in fase di progettazione è stato la riduzione delle superfici a tenuta, delle tubazioni e dei raccordi dei circuiti di lubrificazione e raffreddamento, e la loro sostituzione con canali integrati, con lo scopo di decimare le fonti di trafileggiamento. Monoblocco e testata vengono serviti separatamente tramite canali individuali del liquido di raffreddamento.

Analogamente anche il circuito di lubrificazione del monoblocco è distinto da quello della testata; fra l'altro, la distribuzione in parallelo dell'olio è caratterizzata da un valore di pressione pressoché costante per tutti i punti collegati ed è determinante per una perfetta lubrificazione dei particolari.

Ecologia e riciclaggio

Il senso di responsabilità verso l'ambiente si esprime non solo attraverso

consumi di carburante e lubrificante estremamente contenuti, che inseriscono i nuovi propulsori tra i gruppi più ecologici ed economici sul mercato; ma anche il livello sonoro resta contenuto anche in condizione di massimo sforzo, grazie all'ottimizzazione delle fasi di combustione.

Ma anche prima dell'impiego di un motore si possono risparmiare risorse, privilegiando nei limiti di quanto è tecnicamente possibile l'impiego di materiali riciclabili. Sui nuovi autocarri MAN le parti realizzate in materiale plastico sono contrassegnate in modo specifico per poter essere selezionate in fase di demolizione e condotte al riciclaggio. Lo smaltimento dei filtri dell'olio e del carburante può avvenire senza produzione di ceneri.

Sin dalla fase di sviluppo dei nuovi motori, gli ingegneri MAN hanno inteso impostare la struttura del propulsore per garantirne il rispetto delle future norme Euro 4 e 5 con consumi sempre ottimali. La ricerca del massimo rendimento termodinamico, per fortuna, si coniuga naturalmente con il rispetto dell'ambiente, anche sul piano delle emissioni acustiche. Una curiosità storica: la MAN Nutzfahrzeuge ha iniziato la produzione di serie della generazione D20 Common Rail, con un investimento di 200 milioni di euro, proprio in coincidenza con il centenario dell'autocarro.

Luca Capomacchia