

Il nuovo motore V8 della BMW M3

Indice



Il nuovo motore V8 della BMW M3

In breve 2

Offre di più da tutti i punti di vista: il nuovo motore V8 della BMW M3

(Versione riassuntiva) 3

(Versione integrale) 8

Dati tecnici 21

Diagramma di potenza e di coppia 22

Il nuovo motore V8 della BMW M3

In breve



- Primo motore a otto cilindri per l'automobile sportiva BMW M3.
- Enorme potenziale di potenza di 309 kW/420 CV erogati da 4,0 litri di cilindrata.
- Coppia massima di 400 newtonmetri a 3.900 giri/min. L'85 per cento della coppia massima è richiamabile in un campo di regime di 6.500 giri/min.
- Una spinta impareggiabile, dovuta all'attuazione coerente del concetto di regimi elevati M, regime massimo del motore: 8.400 giri/min.
- Costruzione leggera applicata con coerenza nel motore e nei gruppi secondari, il nuovo motore V8 si posiziona come uno degli otto cilindri più leggeri del mondo; peso inferiore a quello del motore sei cilindri in linea del modello precedente.
- Comando variabile degli alberi a camme Doppio VANOS a bassa pressione per un ricambio di carica ottimale, piena funzionalità del sistema già alla normale pressione dell'olio motore.
- Otto farfalle dedicate garantiscono la prontezza di risposta del motore.
- Approvvigionamento di olio fino a un'accelerazione longitudinale e laterale di 1,4 g assicurato da due pompe dell'olio e un sistema di lubrificazione a carter umido a dinamica ottimizzata.
- L'impianto di scarico migliora il ricambio di carica; inoltre sono stati ottimizzati il peso e le funzioni grazie alla tecnica di formazione ad alta pressione interna, le emissioni soddisfano le norme Euro 4 e LEV 2.
- È stata ulteriormente perfezionata la centralina motore MSS60 la quale coordina tutte le funzioni del motore con le altre centraline dell'automobile.
- La tecnologia di corrente ionica riconosce/distingue tra battiti in testa del motore e mancate accensioni o combustioni, misurando il flusso di ioni all'interno della camera di combustione.
- Brake Energy Regeneration con regolazione intelligente dell'alternatore.

Offre di più da tutti i punti di vista: il nuovo motore V 8 della BMW M3 (Versione riassuntiva)



Il suo nome è sinonimo di esperienza di guida ai livelli più alti: BMW M3. La nuova edizione dell'automobile high-performance di maggiore successo costruita dalla M GmbH conferma nuovamente la validità del concetto. E fornisce al contempo una risposta al quesito che occupa da tempo gli amanti delle sportive – se è veramente possibile migliorare un'autovettura con queste qualità. La nuova BMW M3 offre di più da tutti i punti di vista. Questo non vale esclusivamente a livello di motore, anche se il progresso si esprime soprattutto nel propulsore: dopo 15 anni e due generazioni di modelli, il leggendario motore sei a cilindri cede il passo al proprio successore. La nuova BMW M3 si presenta con un propulsore a otto cilindri: più cilindri, più cilindrata, più potenza, più regime e... probabilmente, più passione per il guidatore.

Il parametro di riferimento che deve superare il nuovo propulsore non poteva essere più alto. Il motore 3,2 l sei cilindri in linea gode ormai di una fama mondiale ed è stato premiato con numerose onorificenze. Diverse volte è stato nominato «Engine of the Year» e con una potenza di 252 kW/343 CV non ha elevato la BMW M3 solo a simbolo per eccellenza delle automobili sportive ad alte prestazioni ma l'ha trasformata anche un best-seller. Nonostante i successi va ricordato: tutto ha una fine. Cala il sipario per il sei cilindri in linea. Inizia l'era del V8 nella nuova BMW M3.

I dati tecnici del nuovo propulsore ad alte prestazioni confermano l'enorme progresso legato a questo cambio di guardia. La cilindrata ammonta a 3.999 cm³, la potenza a 309 kW/420 CV. Impressionante si presenta anche la coppia massima di 400 newtonmetri, analogamente al regime massimo di 8.400 giri/min. Dotata di una performance enorme, la nuova BMW M3 si assicura la pole position sin dal momento del proprio esordio.

Le proporzioni ideali per una performance ottimale.

Con un volume di 500 cm³ per cilindro, il nuovo propulsore V8 offre già con la propria cilindrata i valori ideali per un costruttore di motori ambizioso. E anche gli altri aspetti del progetto – dall'ingombro ai quantitativi di riempimento, al numero di componenti e al peso – riflettono la soluzione ottimale.

In più, il motore a otto cilindri vanta le caratteristiche tipiche delle automobili di serie M, come Doppio VANOS, farfalle dedicate e una potente elettronica del motore. Al contempo, il numero dei cilindri, il concetto di regimi elevati M e il peso contenuto rivelano indubbiamente che gli ingegneri si sono lasciati ispirare dal motore a otto cilindri del Team BMW Sauber F1. Gli elementi comuni con il propulsore del marchio Formula 1 sono molteplici. Nel motore della nuova BMW M3 sono stati ripresi numerosi principi tecnologici, processi di produzione e materiali del propulsore da Formula 1.

A livello di potenza specifica, il nuovo motore V8 supera fortemente il valore di 100 CV per litro di cilindrata, considerato il parametro di riferimento per uno spiegamento sportivo della potenza. Ma la potenza da sola non è tutto. L'elemento decisivo che caratterizza l'esperienza di guida dinamica è il comportamento in accelerazione che a sua volta viene influenzato dal peso della vettura e dalla spinta. La spinta alle ruote motrici è il risultato della coppia motore e del rapporto totale di demoltiplicazione. Il concetto di regimi elevati M consente di realizzare un rapporto ottimale del cambio e al ponte e, conseguentemente, una spinta impressionante. Nel propulsore della nuova BMW M3 gli ingegneri hanno elevato il concetto di regimi elevati a una dimensione nuova. Il regime massimo del motore a otto cilindri ammonta a 8.400 giri/min. Il secondo componente della spinta, la coppia motore, raggiunge nel nuovo propulsore V8 il valore di 400 newtonmetri a 3.900 giri/min. Approssimativamente l'85 per cento della coppia massima è richiamabile nell'enorme campo di regime di 6.500 giri/min. Già a 2.000 giri/min. sono disponibili 340 newtonmetri.

Regime elevato, peso contenuto

La massa compromette l'accelerazione. Per questo motivo i 202 chilogrammi del V8 lo trasformano in un vero peso piuma. Anche rispetto al motore sei cilindri in linea del modello precedente il risparmio di peso è di 15 chilogrammi circa. Il peso dei due cilindri nuovi è stato dunque più che compensato. Inoltre, il concetto di regimi elevati consente di realizzare una catena cinematica più leggera e dei rapporti di demoltiplicazione più corti.

Ovviamente però, con l'aumentare del regime del motore ci si avvicina anche ai limiti della fisica. Quando l'albero motore ruota a 8.300 giri al minuto, ognuno degli otto pistoni percorre in un secondo una distanza di 20 metri. La conseguenza sono delle sollecitazioni estreme del materiale. Anche per questo motivo i progettisti hanno fatto attenzione a limitare, nell'ambito del possibile, le masse in movimento nel nuovo motore a otto cilindri.

Monoblocco prodotto dallo stabilimento di colatura BMW che fabbrica i motori della Formula 1

Il monoblocco del nuovo otto cilindri viene prodotto nello stabilimento di colatura di leghe leggere BMW di Landshut, dove vengono fabbricati anche i blocchi motore dei bolidi di Formula 1. Il basamento è realizzato in una lega speciale di alluminio e silicio. Al posto di utilizzare le tradizionali canne, le pareti di scorrimento dei cilindri sono state realizzate mettendo a nudo i duri cristalli di silicio. I pistoni rivestiti di ferro scorrono direttamente in questo canale non rivestito e levigato.

Gli elevati regimi, le alte pressioni e temperature di combustione costituiscono una sollecitazione estrema per il basamento. Per questo motivo è stata scelta una costruzione compatta del tipo «bedplate» che inoltre è resistente alle torsioni, così da assicurare un supporto preciso dell'albero motore. Anche l'albero motore fucinato e relativamente corto presenta ovviamente un'elevata resistenza alle flessioni e alla torsione. Il peso è di solo 20 chilogrammi circa.

Doppio VANOS a bassa pressione

Grazie ai tempi di intervento estremamente brevi, il comando variabile degli alberi a camme ottimizza i ricambi del gas. Inoltre, il sistema riduce le perdite causate dai ricambi di carica, migliorando così la potenza, la coppia e la prontezza di risposta del motore, il consumo di carburante e la qualità delle emissioni. Il Doppio VANOS M a bassa pressione – sviluppato apposta per l'otto cilindri – raggiunge alla normale pressione dell'olio motore dei brevissimi tempi di regolazione. Il sistema ottimizza la variazione di fase in dipendenza del carico e del regime, in sincronia con il punto di accensione e con il quantitativo di carburante iniettato.

Approvvigionamento affidabile di olio anche nella guida altamente dinamica

Due pompe a palette con cassetto oscillante a flusso regolato assicurano l'approvvigionamento di olio lubrificante all'otto cilindri. Le due pompe alimentano in qualsiasi momento esattamente il quantitativo richiesto dal motore. Un sistema a carter umido dinamicamente ottimizzato mette a disposizione la lubrificazione anche in caso di manovre di frenata estreme. Il sistema ha due coppe dell'olio: una piccola montata davanti al telaietto di supporto anteriore e una più grande inserita dietro la più piccola. Una pompa separata di ritorno aspira l'olio dalla coppa anteriore e lo convoglia in quella posteriore.

Otto farfalle dedicate a regolazione elettronica

La farfalla dedicata per ogni cilindro che viene utilizzata nel mondo delle gare è la soluzione ideale per assicurarsi un'alta prontezza di risposta del motore. Il nuovo propulsore della BMW M3 dispone di otto farfalle dedicate; ogni bancata di quattro cilindri viene servita da un servomotore separato. Il comando delle farfalle avviene elettronicamente e in tempi-lampo, così da assicurare una reazione immediata del veicolo al momento di richiamo di una potenza elevata dal motore.

Aspirazione di aria a flusso ottimizzato

Al fine di assicurare un comportamento spontaneo e dinamico del motore, nei collettori di aspirazione le farfalle sono posizionate molto vicine alle valvole di aspirazione. Anche la lunghezza e il diametro del cornetto di aspirazione promuovono il caricamento del tubo a pulsazioni. Per ottimizzare il peso, il cornetto e il collettore dell'aria sono costruiti in un leggero materiale composito con una quota del 30 per cento di fibra di vetro.

Innovativo impianto di scarico

La configurazione dell'impianto di scarico del nuovo motore V8 contribuisce a ottimizzare il ricambio di carica, in modo da promuovere uno spiegamento di potenza e di coppia perfetto. Anche questo componente è stato realizzato in una lega leggera.

I tubi dell'impianto di scarico sono stati costruiti con il processo di formatura ad alta pressione interna. La forma dei tubi di acciaio inox è stata realizzata sottoponendoli a una pressione interna fino a 800 bar. Il risultato sono delle pareti estremamente sottili, dallo spessore di solo 0,65–1,0 millimetri. Questa caratteristica ottimizza le resistenze aerodinamiche, il peso e la velocità di reazione dei catalizzatori. I gas combusti vengono depurati da quattro catalizzatori. Il motore soddisfa la norma europea Euro 4 e le disposizioni della classifica USA LEV 2.

Ancora più potente: la centralina motore

Anche la gestione motore del propulsore V8 è stata perfezionata. La centralina coordina in modo ottimale tutte le funzioni del motore. Ad esempio, essa calcola in base a oltre 50 segnali di entrata il punto ottimale di accensione di ogni cilindro e per ogni ciclo utile, così come la carica ideale, il quantitativo di carburante da iniettare e il momento d'iniezione. Parallelamente viene calcolata e impostata la variazione di fase ottimale e la posizione delle otto farfalle dedicate. Inoltre, la centralina supporta le funzioni speciali M come frizione, cambio, sterzo e freni.

Infine, la gestione motore esegue numerosi compiti di diagnosi a bordo, offrendo differenti routine di diagnosi per l'officina e una serie di funzioni supplementari, incluso il comando di unità periferiche.

Un elemento centrale della gestione motore: la tecnologia della corrente ionica

Un elemento centrale della gestione motore è la tecnologia di corrente ionica che viene utilizzata per rilevare un eventuale battito in testa, così come delle mancate accensioni o combustioni. A differenza delle metodologie tradizionali, la misurazione avviene direttamente nel «luogo dell'evento», appunto nella camera di combustione. Attraverso la candela viene rilevato in ogni cilindro un eventuale battito in testa e successivamente regolato. Al contempo, viene controllata la regolarità dell'accensione e vengono riconosciute eventuali mancate accensioni. La candela funziona dunque come attuatore dell'accensione e come sensore che monitora il processo di combustione. Essa distingue tra combustioni e accensioni mancate. Questa doppia funzionalità della candela facilita anche la diagnosi quando sono da eseguirsi dei lavori di manutenzione e di riparazione.

Maggiore efficienza e dinamica grazie alla Brake Energy Regeneration

Al fine di potenziare ulteriormente l'efficienza del nuovo motore V8, con la Brake Energy Regeneration viene realizzata una gestione intelligente dell'energia che concentra la produzione di corrente elettrica per la rete di bordo alle fasi di rilascio e di frenata. Questa tecnologia consente di caricare la batteria dell'automobile senza dovere ricorrere alla potenza del motore e, conseguentemente, all'energia contenuta nel carburante. Nelle fasi di trazione del motore l'alternatore viene separato. Oltre a una produzione di corrente altamente efficiente, un'altra conseguenza positiva è che nella fase di accelerazione è disponibile più potenza da trasformare in dinamica di guida.

Offre di più da tutti i punti di vista: il motore V8 della BMW M3 (Versione integrale)



Un motore eccezionale per un'automobile eccezionale: il propulsore V8 della nuova BMW M3 eleva il divertimento di guida della due porte ad alte prestazioni della BMW M GmbH a dimensioni finora mai raggiunte. Ovviamente, la combinazione del motore con un concetto automobilistico unico sui generis non può che affascinare.

Il fascino del V8: in presenza di un V8 tutti gli appassionati di automobilismo sono colti dal batticuore. Questo vale soprattutto quando si tratta di un motore aspirato ad alti regimi, montato in un'automobile sportiva che non conosce il termine «compromessi». Il fascino della Formula 1: la categoria reale delle gare automobilistiche punta – nuovamente – sul motore a otto cilindri. E le parallele tra il propulsore del Team BMW Sauber F1 e il motore della nuova BMW M3 sono ovvie. Il fascino BMW M3: con il nuovo motore V8 la leggendaria macchina sportiva BMW M3 definisce nuovamente il parametro di riferimento nella categoria di appartenenza. E aumenta il proprio vantaggio rispetto alla concorrenza – con il motore dalla cilindrata e la potenza più alte che ha mai azionato una BMW M3 di serie.

I dati tecnici confermano l'enorme progresso che marca il passaggio dal motore sei cilindri in linea – che ha dominato per 15 anni – al nuovo otto cilindri. La cilindrata ammonta a 3.999 cm³, la potenza a 309 kW/420 CV. La coppia massima di 400 newtonmetri è impressionante, analogamente al regime massimo di 8.400 giri/min. 20 anni dopo che la prima BMW M3 fondò il segmento delle automobili sportive ad alte prestazioni la quarta generazione inaugura una dimensione nuova di divertimento di guida.

Dopo 15 anni: addio al sei cilindri, anteprima del V8

In tedesco si usa dire che il nemico del Buono si chiama Migliore. Questo vale anche per «l'automobile del secolo» come la rivista tecnica francese «Auto Plus» aveva lodato con euforia 15 anni fa la BMW M3 della seconda generazione. L'aumento di potenza introdotto con la terza generazione della BMW M3 che la elevava per la prima volta a oltre 100 CV per litro di cilindrata, determinò anche lo sfruttamento ottimale del potenziale tecnico del sei cilindri in linea. Un ulteriore aumento della potenza avrebbe compromesso la dinamica di guida dato che i componenti sottoposti ad elevate sollecitazioni avrebbero dovuto essere più stabili e dunque più pesanti. La conseguenza: con il debutto della quarta generazione della BMW M3 subentra un grande cambiamento anche sotto il cofano motore: via libera al nuovo motore V8.

La sua potenza di 309 kW/420 CV lo distingue fortemente dalla motorizzazione top di gamma della BMW Serie 3, il propulsore 3,0 litri sei cilindri in linea con tecnologia Twin Turbo e 225 kW/306 CV. Non sussistono dubbi, il carattere esclusivo di un'automobile ad alte prestazioni della BMW M GmbH è stato conservato anche nella nuova BMW M3.

La formula ideale dei costruttori di motori: 8 x 500 = 4.000

Otto cilindri, quattro litri di cilindrata. Il nuovo propulsore lascia divenire realtà un sogno dei costruttori di motori. Infatti, un volume delle camere di combustione di 500 cm³ per cilindro viene considerato il valore ideale. Un sei cilindri di potenza uguale non avrebbe potuto offrire la geometria ideale per un motore sportivo. Il nuovo V8 rappresenta invece a livello di ingombro, di quantitativi di riempimento, di numero di componenti e di peso a secco il valore ottimale sia a livello teorico che pratico.

Una nuova dimensione del concetto dei regimi elevati

Ma gli ingegneri sono rimasti fedeli al tipico concetto di regimi elevati della M GmbH. Anzi, di più: lo hanno portato a un livello finora mai raggiunto. La progressione del nuovo motore V8 termina a un valore massimo di 8.400 giri/min., dunque un valore che finora era un appannaggio dei motori da corsa o di esotici esemplari unici. Fino ad oggi nessun costruttore di motori di serie ha osato penetrare in questo campo di regime.

Per i motori aspirati ad alte prestazioni della BMW M GmbH il principio dei regimi elevati fa parte della tradizione, dato che gli alti regimi generano una spinta enorme. Così è possibile rinunciare alle complicate soluzioni tecniche come un ingrandimento della cilindrata o la sovralimentazione, svantaggiose anche perché comportano spesso un aumento del peso e del consumo. Grazie al concetto di regimi elevati, gli ingegneri di motoristica assicurano che la rapidità di risposta, dunque la reazione del motore in tempi-lampo alle richieste del guidatore, corrisponda ai sofisticati criteri del concetto di automobile M. Il nuovo propulsore V8 rivela di essere un tipico motore M per il proprio potenziale di potenza, per lo spiegamento di potenza, per l'ingombro e il peso.

Il padrino è la Formula 1, i padri sono gli ingegneri della BMW M

Inoltre, anche l'otto cilindri presenta tutte le famose caratteristiche dei motori M come Doppio VANOS, farfalle dedicate e una potente elettronica del motore. Il numero dei cilindri, il concetto di regimi elevati e il basso peso segnalano che gli ingegneri si sono lasciati ispirare dal propulsore a otto cilindri del Team BMW Sauber F1, cioè dal propulsore della categoria reale dello sport automobilistico. Gli elementi comuni non sono limitati ai principi tecnologici di base ma si estendono ai processi di costruzione

e ai materiali: dunque, un'ulteriore conferma del transfer tecnologico dal mondo delle gare alla produzione di serie. Ma resta sempre una differenza: la BMW M3 non verrà guidata solo il fine settimana, in occasione di una gara. Il suo affidabile propulsore high-performance lavorerà ogni giorno, su tutte le strade, a qualsiasi condizione meteorologica, per molti anni.

Aumento della potenza del 20 percento – una dimensione nuova della dinamica di guida

Una nuova edizione della BMW M3 deve offrire soprattutto una cosa: più potenza. L'aumento di potenza della quarta generazione della BMW M3 è del 20 percento circa, con un motore che eroga adesso 309 kW/420 CV. A livello di spiegamento di potenza, l'otto cilindri supera nella potenza specifica la soglia dei 100 CV per litro di cilindrata, considerata il parametro di riferimento di uno spiegamento di potenza particolarmente sportivo. Ma la potenza da sola non è tutto. L'esperienza di guida dinamica viene influenzata in modo decisivo dal comportamento in accelerazione che dipende a sua volta dal peso della vettura e dalla spinta.

Sul peso dell'autovettura, cioè sulla massa da accelerare, ha un forte impatto il motore, essendo uno dei componenti più pesanti dell'automobile. E anche in questo campo la nuova BMW M3 definisce un benchmark nuovo: con un peso di 202 chilogrammi, il suo propulsore è uno dei motori otto cilindri più leggeri sul mercato. Un confronto: il V8 da 294/400 CV del modello precedente della BMW M5 pesava 240 chilogrammi. Nonostante l'aumento della potenza, è stato possibile abbattere il peso di oltre il 15 percento. Anche rispetto al motore a sei cilindri dell'attuale BMW M3 il risparmio di peso ammonta a 15 chilogrammi circa. Il peso supplementare generato dai due cilindri viene dunque più che compensato.

Il concetto dei regimi elevati promuove la potenza e la coppia

Il secondo componente della dinamica di guida, la spinta effettivamente generata alle ruote motrici, è il risultato della coppia motore e del rapporto totale di demoltiplicazione. La coppia massima dell'otto cilindri raggiunge i 400 newtonmetri a 3.900 giri/min. e supera dunque del dieci percento circa il valore del motore a sei cilindri del modello precedente. Già a 2.000 giri/min. è disponibile una coppia di 340 newtonmetri. Approssimativamente l'85 percento della coppia massima sono richiamabili nell'enorme campo di regime – per il motore di un'automobile sportiva – di 6.500 giri/min. E questo si riflette anche nel carattere della nuova BMW M3: non solo si lascia guidare in modo altamente dinamico ma si addice anche alla guida veloce nelle strade ricche di curve o in città.

Infine – e questo è decisivo per il risultato finale – il concetto di regimi elevati nella sua interpretazione M consente di realizzare il rapporto ottimale di demoltiplicazione del cambio e al ponte, garantendo così la conversione perfetta di questa impressionante forza di spinta. L'effetto raggiunto si spiega molto bene in base a un esempio: se in salita un ciclista scala la marcia, deve pedalare di più ma in compenso è in grado di superare qualsiasi pendenza. Se continua a pedalare invece con la stessa marcia o addirittura sale di marcia, deve pedalare con maggiore forza o scendere. A parità di forza vincerà sempre il ciclista in grado di pedalare più velocemente.

Regime alto, peso basso

Dunque investire solo in una maggiore forza, dunque in una coppia più alta, non assicura la vittoria. La BMW M3 supera anche i concorrenti che si affidano esclusivamente al concetto della coppia. Infatti, una coppia estremamente alta deve trasmessa attraverso una catena cinematica rinforzata, dunque molto più pesante – con dei pesi e delle masse maggiori che devono essere anche loro accelerati. Il concetto di regimi elevati offre la possibilità di costruire una catena cinematica molto più leggera con dei rapporti di demoltiplicazione decisamente più corti.

Il concetto di regimi elevati M è molto sofisticato. Mentre nel sei cilindri il regime massimo veniva bloccato elettronicamente a 8.000 giri/min., il nuovo motore a otto cilindri supera nettamente questa soglia – arrivando a un valore massimo di 8.400 giri/min. Il propulsore è il V8 con il regime più alto del mondo la cui produzione non è limitata a una piccola serie.

Il nuovo motore della BMW M3 eleva così i limiti del fattibile nella costruzione di motori di serie. Infatti, più alto è il regime, più ci si avvicina ai limiti della fisica. A 8.300 giri dell'albero motore al minuto, ognuno degli otto pistoni percorre in un secondo una distanza di 20 metri. Anche questa velocità dei pistoni era fino a poco tempo fa un appannaggio del mondo delle gare. Per la costruzione dei motori di serie le sollecitazioni erano considerate troppo alte.

Gli obiettivi degli ingegneri: compatto, rigido, leggero

Nello sviluppo del nuovo motore a otto cilindri gli ingegneri hanno perseguito l'obiettivo di ridurre al minimo le masse in movimento. Per questo motivo hanno costruito un propulsore compatto composto da due file di rispettivamente quattro cilindri con un angolo a V di 90 gradi e un disassamento delle bancate di 17 millimetri. È stata data la preferenza all'angolo di 90 gradi perché compensa le masse a basse vibrazioni e promuove dunque il comfort. Questa geometria risolve inoltre il conflitto tra la massima riduzione delle vibrazioni e la robustezza della costruzione.

Monoblocco dallo stabilimento di colatura BMW della Formula 1

Il monoblocco per l'azionamento della BMW M3 viene fabbricato nello stabilimento di colatura di leghe leggere di BMW a Landshut, dove vengono colati anche i motori per i bolidi di Formula 1. Il basamento viene costruito in getto in conchiglia a bassa pressione con una lega sovraeutettica di alluminio/silicio. La quota di silicio ammonta almeno al 17 per cento. Le pareti di scorrimento dei cilindri vengono generate mettendo a nudo i cristalli duri di silicio – così che i pistoni rivestiti di ferro scorrono direttamente in questo canale non rivestito e levigato; non sono necessarie delle canne supplementari. La corsa dei cilindri è 75,2 millimetri, l'alesaggio di 92 millimetri, la cilindrata totale di 3.999 cm³.

I regimi elevati, le alte pressioni e le temperature di combustione costituiscono una sollecitazione estrema per il basamento. Al fine di offrire la resistenza necessaria, è stato realizzato come costruzione del tipo «bedplate», molto compatta e resistente alle torsioni, una soluzione tecnica che ha dimostrato la propria validità nel mondo delle corse. Il getto in conchiglia di alluminio della «bedplate» presenta degli inlay di ghisa grigia che assicurano un supporto molto preciso dell'albero motore. Questa costruzione limita soprattutto il gioco dei cuscinetti di banco del basamento di alluminio nell'intero spettro di temperatura, dato che gli inlay in ghisa grigia riducono la dilatazione termica del basamento in alluminio. La portata di olio è praticamente costante. Per garantire un accoppiamento perfetto degli inlay al telaio di alluminio, essi sono dotati di fori passanti.

Dato che la distanza tra i cilindri è di solo 98 millimetri, è stato possibile montare un albero motore corto costruito in acciaio fucinato altoresistenziale. Questo gli conferisce un'alta rigidità alle flessioni e alle torsioni. Inoltre, pesa solo 20 chilogrammi. L'albero a gomito ha cinque cuscinetti di banco dal diametro di 60 millimetri i quali misurano una larghezza portante di 28,2 millimetri. Due bielle sono collegate rispettivamente a uno dei quattro perni di manovella, sfasati tra di loro di 90 gradi.

Costruzione leggera per le masse in movimento

I pistoni a mantello parziale e peso ottimizzato sono colati in una lega di alluminio resistente ad alte temperature e sono rivestiti internamente di ferro. Essi hanno un peso di solo 481,7 grammi, inclusi gli spinotti e le fasce elastiche. A un rapporto di compressione di 12,0 : 1 l'altezza di compressione ammonta a 27,4 millimetri. I pistoni vengono raffreddati da iniettori di olio collegati al canale principale dell'olio. Le bielle trapezoidali fratturate dalla lunghezza di 140,7 millimetri sono realizzate in una lega acciaio/magnesio. Ogni biella pesa, inclusi i semicuscinetti, solo 623 grammi, così da ridurre sensibilmente le masse oscillanti.

Le testate in alluminio presentano la configurazione di quattro valvole per cilindro, tipica dei motori BMW. Delle punterie a bicchiere bombate con recupero idraulico del gioco valvola azionano delle valvole dal peso di solo 42 grammi. Il diametro delle punterie è di appena 28 millimetri. Il diametro delle valvole di aspirazione e di scarico ammonta a rispettivamente 35 e 30,5 millimetri. Il gambo dello stelo di solo 5 millimetri non ostacola praticamente il flusso nella zona di aspirazione. Grazie al recupero idraulico del gioco valvola ne è esclusa una variazione, così da disporre di un sistema affidabile nel tempo e dai costi di manutenzione ridotti.

Il motore ha una testata cilindri fredda

Rispetto ai sistemi tradizionali, il concetto di raffreddamento a flusso orizzontale del nuovo motore V8 riduce sensibilmente le perdite di pressione nel sistema di raffreddamento. La temperatura viene distribuita in modo uniforme nell'intera testata, così da ridurre i picchi termici nelle zone critiche. Al fine di avvolgere ogni cilindro con il quantitativo ottimale di liquido di raffreddamento, esso fluisce in senso orizzontale dal lato di uscita del basamento attraverso l'intera testata cilindri, raffreddando il condotto di raccolta sul lato di entrata e passando poi al termostato e al radiatore.

Doppio VANOS – funzionante a bassa pressione e non ad alta pressione

Durante lo sviluppo del motore, uno degli obiettivi prioritari perseguito dagli ingegneri era di aumentare la potenza attraverso un'ottimizzazione del ricambio di carica a regimi elevati. Le conseguenti minori perdite non determinano solo un incremento della potenza ma migliorano anche l'andamento di coppia, ottimizzano la prontezza di risposta, riducono il consumo di carburante e le emissioni. Questi criteri corrispondono al capitolato di produzione del comando valvole variabile Doppio VANOS che fu introdotto per la prima volta su scala mondiale già nel 1995 nella BMW M3.

Grazie ai tempi di regolazione estremamente brevi, il Doppio VANOS perfeziona il ricambio di carica anche nel motore a otto cilindri della nuova BMW M3. Ad esempio, nel campo inferiore di carico e di regime imposta un maggiore incrocio delle valvole così da intensificare il ricircolo interno dei gas di scarico e ridurre conseguentemente sia le perdite dovute al ricambio della carica che il consumo di carburante.

La potenza richiesta dal motore dipende dalla posizione del pedale dell'acceleratore e dal regime del motore. In base alla mappatura e a questi due parametri il Doppio VANOS adatta la fasatura degli alberi a camme in modo continuo. A differenza del motore a dieci cilindri della BMW M5 e della BMW M6, nell'otto cilindri l'albero motore e la ruota della catena sono uniti

tramite una catena doppia e non una catena semplice. La ruota della catena è accoppiata all'albero a camme mediante un rotore girevole e non un cambio a ingranaggi obliqui. Il vantaggio: a differenza del motore V10 con VANOS ad alta pressione, per il Doppio VANOS M a bassa pressione sviluppato per il motore a otto cilindri è sufficiente la pressione dell'olio motore per azionare il rotore girevole. Anche senza un sistema di condotti ad alta pressione viene raggiunta così una rotazione dell'albero a camme rispetto alla ruota della catena con la massima velocità e precisione. L'angolo di fasatura dell'albero a camme sul lato di entrata è variabile fino a 58 gradi, quello dell'albero a camme sul lato di uscita fino a 48 gradi. La velocità massima di regolazione ammonta a 360 gradi di angolo di manovella al secondo. La regolazione a bassa pressione garantisce dei brevissimi tempi di intervento, dunque l'angolo di regolazione ottimale in dipendenza del carico e del regime, in sincronia con il momento di accensione e il carburante iniettato.

L'approvvigionamento di olio è assicurato anche nella guida altamente dinamica

L'elevata dinamica della BMW M3 richiede un sistema sofisticato di approvvigionamento di olio per il motore. Il sistema è impostato per delle accelerazioni longitudinali e laterali fino a 1,4 volte l'accelerazione normale della terra, un valore superiore alle forze che agiscono sul corpo dei passeggeri durante il decollo e l'atterraggio di un aereo con motore a reazione.

Due pompe a palette con cassetto oscillante a flusso regolato assicurano all'otto cilindri l'approvvigionamento di olio lubrificante in ogni situazione dinamica. Le pompe inviano con precisione il quantitativo di olio richiesto dal motore. Questo risultato viene raggiunto attraverso la posizione eccentrica del rotore interno della pompa rispetto al carter; la posizione varia a seconda della pressione dell'olio nel canale principale di approvvigionamento.

Considerate le forze fisiche presenti nella guida altamente dinamica, sarebbe ipotizzabile che in caso di una frenata particolarmente forte il quantitativo di olio che tornerebbe nella coppia d'olio che funge da serbatoio intermedio non fosse sufficiente, anche perché questa si trova – per motivi d'ingombro – dietro il telaietto di supporto anteriore. Nel peggiore dei casi verrebbe interrotta la lubrificazione d'olio. Questo rischio viene soppresso dalla «lubrificazione d'olio a carter umido dinamicamente ottimizzata». Il sistema è composto da due coppe d'olio: una piccola davanti al telaietto di supporto anteriore e una grande montata dietro a quella più piccola. Una pompa di ritorno separata aspira l'olio in qualsiasi situazione dalla coppa anteriore piccola e lo convoglia nella coppa posteriore, più grande. Questa è protetta per evitare delle perdite o la formazione di schiuma.

Il nuovo motore a otto cilindri è equipaggiato di un controllo elettronico del livello dell'olio. I valori vengono misurati da un sensore montato nella coppa dell'olio. I dati vengono trasmessi da un bus di dati seriale alla gestione motore che li valuta in base a una serie di algoritmi. Il valore corretto dall'accelerazione longitudinale e laterale viene visualizzato per il guidatore nello strumento combinato.

Otto farfalle dedicate vengono regolate elettronicamente

Esse sono la regola nel mondo delle gare, ma rare nelle automobili di serie – le farfalle dedicate per ogni singolo cilindro. Questo sistema molto complesso dal punto di vista meccanico è insuperato quando l'obiettivo è un'alta prontezza di risposta. E proprio questo è decisivo per un'automobile BMW M.

Il propulsore della BMW M3, così vicino a quelli del mondo delle corse, è equipaggiato di otto farfalle dedicate. Ogni bancata di cilindri dispone di un proprio servomotore. Il comando delle farfalle avviene elettronicamente. La posizione del pedale dell'acceleratore viene rilevata 200 volte al secondo e successivamente valutata da due potenziometri di Hall funzionanti senza contatto. La gestione motore registra delle variazioni e regola, attraverso i due servomotori, le farfalle dedicate. Questo avviene in tempi-lampo: per l'apertura massima delle farfalle sono necessari solo 120 millesimi di secondo – il tempo necessario a un guidatore esperto per premere a fondo il pedale dell'acceleratore. Gli effetti positivi sono una maggiore rapidità di risposta del motore anche a regimi bassi e una reazione immediata della macchina quando viene richiesta un'elevata potenza del motore.

Aspirazione d'aria a flusso ottimizzato

Per ottenere un comportamento dinamico del motore, al lato di aspirazione della farfalla il volume di aria deve essere molto basso. Ma un motore ad alte prestazioni richiede delle grandi sezioni di aspirazione e molto volume nel collettore d'aria. Al fine di soddisfare entrambi i requisiti, le farfalle sono montate nei collettori vicino alle valvole di aspirazione.

Nel nuovo propulsore a otto cilindri il sistema di convogliamento dell'aria aspirata funziona senza il sensore di un debimetro a pellicola termoricettiva. Invece di misurare il carico attraverso questo sensore complicato, che comporta inoltre degli svantaggi geometrici per il flusso dell'aria, il compito viene assunto dalla gestione motore del V8: a questo scopo essa esegue un calcolo esemplare del carico, in base ai dati di posizione della farfalla e del regolatore del minimo, della posizione del VANOS, del regime motore, della temperatura e della pressione dell'aria. Questo approccio offre agli ingegneri maggiore libertà nella configurazione e ottimizzazione del sistema di aspirazione d'aria del motore. Inoltre, questo tipo di comando funziona con la massima affidabilità.

Anche la lunghezza e il diametro degli otto cornetti di aspirazione favoriscono una carica ottimale del tubo a pulsazioni. Analogamente al grande collettore di aspirazione costruito in un pezzo unico, anche i cornetti sono realizzati in un leggero materiale composito con una quota di fibra di vetro del 30 per cento. La cartuccia del filtro dell'aria nel collettore sfrutta la massima superficie disponibile. Il collettore di aspirazione viene servito da un grande silenziatore di aspirazione con tre aperture.

Innovativo impianto di scarico

Già la configurazione dell'impianto di scarico ne ottimizza il ricambio di carica. Per ottenere il migliore comportamento di potenza e di coppia possibile, nell'otto cilindri è stata dedicata particolare attenzione a una contropressione possibilmente bassa. Per questo motivo i gas di scarico vengono convogliati in due stadi alla marmitta terminale. Inoltre, è stato applicato con coerenza il principio di costruzione leggera. Al fine di realizzare questi ed una serie di altri obiettivi di sviluppo, tutti i dati di costruzione del collettore di scarico, dell'impianto di scarico e di tutti gli elementi di supporto e di fissaggio sono stati calcolati con CATIA, un sistema CAD. I dati 3D vengono utilizzati in tutte le fasi di produzione e di tutela di qualità.

Un'innovazione ad alta pressione per i sottilissimi tubi

Le capacità innovative della BMW M GmbH nel campo della costruzione di motori si manifestano anche nelle tecniche di produzione. Il cosiddetto processo di formatura ad alta pressione interna è stato utilizzato – per la prima volta su scala mondiale – nel 1992 per la costruzione della BMW M3 e da allora la tecnica è stata continuamente perfezionata. La formatura ad alta pressione interna viene utilizzata per produrre i tubi di scarico in acciaio inox a una pressione interna massima di 800 bar. Il risultato sono delle pareti estremamente sottili – con degli spessori tra 0,65 e 1,0 millimetri che consentono di ottimizzare sia il peso dell'impianto di scarico che il funzionamento dei catalizzatori. Inoltre, la tecnica di formatura ad alta pressione interna offre la possibilità di plasmare delle forme ritenute impossibili fino a poco tempo fa e di ottenere delle tolleranze geometriche più precise. Dato che tutti i tubi del sistema primario e secondario sono dei monoliti – nonostante le loro forme complesse – sono stati soppressi i punti d'innesto o cordoni di saldatura. Inoltre, non si hanno delle variazioni della sezione causate da pieghe o curve schiacciate, così da potere sfruttare sempre le sezioni massime dei tubi e minimizzare le resistenze di flusso.

Pulizia esemplare e sportività udibile

Di norma, la costruzione del tipo 4 in 1 per il collettore di scarico trova applicazione solo nei motori da corsa. Nel V8 i due collettori del tipo 4 in 1 in acciaio inox sono stati ottimizzati alla stessa lunghezza e allo stesso diametro attraverso dei complessi processi di calcolo. Ad esempio, è stata sfruttata al massimo la configurazione dell'impianto a livello di dinamica del gas. Due catalizzatori – uno per ogni lato di scarico – sono montati vicino al motore. Questi catalizzatori primari raggiungono in breve tempo la loro temperatura ideale di esercizio, dato che le pareti sottili dei collettori di scarico limitano fortemente l'inerzia termica del materiale nella fase di riscaldamento. Questa soluzione comporta il vantaggio di una reazione veloce anche nell'avviamento a freddo. I catalizzatori sono caratterizzati da basse perdite di pressione e un'alta resistenza meccanica. Due altri catalizzatori rivestiti in trimetal sono montati nel sottoscocca. I quattro catalizzatori depurano i gas combusti con la massima efficienza. Il nuovo motore V8 soddisfa la norma Euro 4 e la classifica USA LEV 2.

Anche le emissioni acustiche risultano esemplari: oltre ai due silenziatori intermedi è soprattutto il grande silenziatore terminale, un monolito montato trasversalmente dal volume di 35 litri, a ridurre le rumorosità. Ma il nuovo motore V8 offre naturalmente una sonorità del tutto particolare. Anche l'otto cilindri si fa notare per un sound tipico di un motore M, grintoso e supersportivo.

Maggiore efficienza e dinamica grazie alla Brake Energy Regeneration

Anche nel nuovo motore V8 della BMW M3 la Brake Energy Regeneration ha contribuito a incrementare l'efficienza dell'unità di propulsione. Il sistema consente infatti di concentrare la produzione di energia elettrica per la rete di bordo nelle fasi di rilascio e di frenata del motore. Questa gestione dell'energia che opera in dipendenza dello stato di guida viene assicurata dalla regolazione intelligente dell'alternatore. Nella prassi, l'utilizzo della Brake Energy Regeneration offre due vantaggi: innanzitutto, la produzione controllata di energia elettrica determina un calo del consumo di carburante. Inoltre, il guidatore trae direttamente profitto dalla separazione dell'alternatore nelle fasi di carico. Dato che nella fase di trazione viene interrotta la produzione di corrente, durante l'accelerazione è disponibile una potenza maggiore – così che non aumenta solo l'economia di gestione ma anche il divertimento di guida.

Dato che parallelamente al controllo della produzione di corrente cresce anche il numero dei cicli di carica, la Brake Energy Regeneration viene combinata con delle moderne batterie del tipo AGM (Absorbent Glass Mat). Queste batterie sono più efficienti delle normali batterie acido/piombo. Nelle AGM l'acido viene legato in pannelli di microfibra di vetro inseriti tra i singoli strati di piombo. La capacità di immagazzinamento di energia viene conservata anche dopo numerose fasi di carica/scarica.

Ancora più potente: la nuova centralina del motore

La responsabilità principale per gli eccellenti dati di potenza e delle emissioni è della centralina motore MSS60. La centralina è uno sviluppo della gestione motore utilizzata nel propulsore V10 della BMW M GmbH che è caratterizzata da una densità di package superiore a quella di ogni concorrente – oltre 1000 componenti; adesso il numero di componenti della nuova MSS60 supera anche quello del modello montato nel V10.

La MSS60 coordina in modo ottimale tutte le funzioni del motore con le altre centraline dell'automobile. I suoi processori da 32 bit sono in grado di elaborare più di 200 milioni di operazioni al secondo. Ad esempio, in base a oltre 50 segnali di entrata, essa calcola per ogni cilindro e per ogni ciclo utile il momento ottimale di accensione, la carica ideale, il quantitativo di carburante da iniettare e il momento d'iniezione. Parallelamente, viene calcolata e attuata la regolazione ottimale degli alberi a camme; lo stesso vale per le posizioni delle singole farfalle.

Il comando della regolazione elettronica delle farfalle si basa sul parametro della coppia. La richiesta del guidatore viene misurata da un potenziometro nel pedale di accelerazione e tradotta in un valore di coppia. La gestione di coppia corregge questo valore tenendo conto della coppia necessaria per azionare i gruppi secondari, come il compressore del climatizzatore o l'alternatore. Inoltre, vengono coordinate anche la regolazione del minimo, la depurazione dei gas combusti e la regolazione antibattito; infine vengono corrette le coppie massime e minime del Controllo dinamico di stabilità (DSC) e della regolazione della coppia di trascinamento del motore. La coppia calcolata in questo modo viene impostata, considerando sempre anche l'angolo di accensione del momento.

Ampi compiti supplementari per la gestione motore

Ma la MSS60 non è una centralina motore nel senso classico. Dato che il suo hardware, software e il funzionamento sono stati sviluppati dalla BMW M GmbH, essa supporta una serie di funzioni speciali M nella frizione, nel cambio, nello sterzo e nei freni.

Anche il guidatore della BMW M3 avrà a disposizione il tasto Power, posizionato vicino al selettore di marcia, per selezionare un programma più sportivo. Il programma sportivo prevede una mappatura più progressiva per il percorso dal pedale dell'acceleratore all'apertura delle farfalle; le funzioni di passaggio dinamico della gestione motore elettronica impostano una risposta più rapida. Il programma più confortevole si attiva automaticamente al momento di avviamento del motore. La commutazione da un programma all'altro può essere configurata nell'MDrive e poi richiamata. In MDrive è inserito anche un altro programma molto sportivo.

Infine, la gestione motore esegue numerosi compiti di diagnosi a bordo, offrendo differenti routine di diagnosi per l'officina e una serie di funzioni supplementari, incluso il comando di unità periferiche.

L'elemento centrale della gestione motore: la tecnologia della corrente ionica

Un elemento principale della centralina motore è la tecnologia della corrente ionica per l'individuazione di battiti in testa del motore, di mancate accensioni e combustioni. Questa innovazione BMW è stata utilizzata di serie per la prima volta nel motore V10 della BMW M5. Nella sua ultima fase di sviluppo, è stato possibile sopprimere il satellite della corrente ionica; la sua funzione è stata integrata nella bobina di accensione.

Per battito in testa si intende un'autoaccensione indesiderata del carburante nel cilindro. I motori senza regolazione dei battiti in testa hanno un rapporto di compressione più basso e sono comandati con un maggiore ritardo di accensione, dato che un eventuale superamento del limite del battito in testa potrebbe danneggiare il motore. Questa «distanza di sicurezza» costa carburante, potenza del motore e coppia. Una regolazione attiva antibattito raggiunge invece il punto di accensione ottimale e protegge il motore da possibili danni. Questa configurazione offre il migliore rendimento.

Nelle soluzioni tradizionali, dei sensori del suono intrinseco sono montati al lato esterno del cilindro. Con l'aumentare del numero di giri e del numero di cilindri diminuisce la loro capacità di riconoscere una combustione con dei battiti in testa. In un motore a otto cilindri e regimi elevati, è indispensabile però un'alta precisione di valutazione per ottimizzare la qualità di combustione nei cilindri e così la durata di vita dei componenti e i valori delle emissioni. La tecnologia della corrente ionica misura sul «luogo dell'evento» – nella camera di combustione.

A questo scopo viene sfruttato un fenomeno fisico che si manifesta nella camera di combustione durante la combustione stessa fino a una temperatura di 2.500 gradi. Queste elevate temperature e le reazioni chimiche in corso durante la combustione determinano una parziale ionizzazione della miscela aria/benzina che si trova nella camera di combustione. In particolare nel fronte di fiamme, la generazione di ioni – risultante dalla separazione o adesione di elettroni (ionizzazione) – rendono il gas conduttivo.

Attraverso l'elettrodo della candela a tensione continua, isolato elettricamente dalla testata cilindri ma collegato all'elettronica di valutazione nella bobina controllata dalla gestione motore, viene misurata la cosiddetta corrente ionica tra gli elettrodi. L'intensità della corrente dipende dal grado di ionizzazione del gas che si trova tra gli elettrodi.

La misurazione della corrente ionica rileva dunque delle informazioni dirette sul processo di combustione. L'elettronica montata in ogni bobina di accensione riceve il segnale dalla candela di ognuno degli otto cilindri, lo amplifica e trasmette i dati alla gestione motore. La gestione motore analizza i dati e interviene, qualora necessario, nei singoli cilindri. Ad esempio, la regolazione antibattito adatta il punto di accensione in modo ideale al processo di combustione.

Sviluppando un nuovo circuito di semiconduttori che assumono il compito di generare la tensione di misurazione, di amplificare in modo variabile il segnale e di moltiplicarlo, gli ingegneri di BMW M hanno compiuto un grande passo in avanti nella tecnologia della corrente ionica: nella nuova BMW M3 questo circuito con la fase finale di accensione è stato integrato per la prima volta direttamente nella bobina di accensione. Il segnale della corrente ionica può essere rilevato per la prima volta «nel luogo dell'evento»; inoltre esso è più forte e più preciso.

La candela assume delle nuove funzioni di controllo

Questa tecnologia consente dunque di rilevare il battito in testa in un cilindro attraverso la candela e di correggerlo. Al contempo viene monitorata la regolarità dell'accensione e vengono riconosciute eventuali mancate accensioni. La candela funziona dunque come un attuatore dell'accensione e come un sensore che sorveglia il processo di combustione. Essa distingue tra mancate accensioni e mancate combustioni. Questa doppia funzionalità della candela facilita anche la diagnosi nell'ambito dei lavori di manutenzione e di riparazione.

Dati tecnici

Feature/entity	2nd engine of the M engine family	
Fuel	Otto RON 98 (95)	
Max output	hp (kW)	420 (309)
at	min ⁻¹	8,300
Max torque	Nm	400
at	min ⁻¹	3,900
Max engine speed	min ⁻¹	8,400
Stroke	mm	75.2
Bore	mm	92.0
Displacement	cm ³	3,999
Distance between cylinders	mm	98
Cylinder arrangement	8-cylinder V-engine	
Valve plate diameter, intake	mm	35.0
Valve plate diameter, outlet	mm	30.5
Compression ratio	12.0	
Fuel injection	Intake pipe fuel injection	
Fuel injection pressure	bar	3–6
Average combustion chamber pressure	bar	12.6
Maximum combustion chamber pressure	bar	100
Engine weight to BMW standard	kg	202
Output per litre	hp/L	105
Power-to-weight ratio	kg/kW	0.65
Crankcase	Aluminium	
Valvetrain	Infinite camshaft adjustment and hydraulic valve clearance adjustment for intake and outlet (double VANOS)	

Diagramma di potenza e di coppi.

