



Corso Luigi Einaudi, 55 - Torino

Appunti universitari

Tesi di laurea

Cartoleria e cancelleria

Stampa file e fotocopie

Print on demand

Rilegature

NUMERO: 765

DATA: 30/10/2013

A P P U N T I

STUDENTE: Aparo

MATERIA: Automotive Evolution

Prof. Genta

Il presente lavoro nasce dall'impegno dell'autore ed è distribuito in accordo con il Centro Appunti.

Tutti i diritti sono riservati. È vietata qualsiasi riproduzione, copia totale o parziale, dei contenuti inseriti nel presente volume, ivi inclusa la memorizzazione, rielaborazione, diffusione o distribuzione dei contenuti stessi mediante qualunque supporto magnetico o cartaceo, piattaforma tecnologica o rete telematica, senza previa autorizzazione scritta dell'autore.

**ATTENZIONE: QUESTI APPUNTI SONO FATTI DA STUDENTIE NON SONO STATI VISIONATI DAL DOCENTE.
IL NOME DEL PROFESSORE, SERVE SOLO PER IDENTIFICARE IL CORSO.**

Anno accademico 2012/2013

AUTOMOTIVE EVOLUTION

A cura di Daniele Aparo

**DOCENTI:
Genta Giancarlo,
Cavallino Francesco**

LEZIONE 1

REGOLE TECNICHE E

MISURE AMBIENTALI

Per mettere in vendita e registrare una nuova auto, questa deve rispettare alcune caratteristiche tecniche, applicate con il Type Approval Process. Tra queste caratteristiche vi sono:

- TECHNICAL REGULATIONS
- MEASUREMENT PROCEDURES
- EMISSION STANDARDS.

Le TECHNICAL REGULATIONS hanno lo scopo di garantire la funzionalità del motore e le prestazioni dichiarate dal costruttore, proteggere i passeggeri in caso di incidente, ridurre l'emissione di NO_x nei gas di scarico.

Le technical regulations sono definite nei seguenti livelli:

- NAZIONALE
- INTERNAZIONALE
- SUPRA-NAZIONALE

EUROPEAN TYPE APPROVAL

Ogni veicolo, nel rispetto delle norme europee, deve rispettare 50 direttive relative a

- 1) Protezione dell'ambiente
- 2) Sicurezza attiva (ACTIVE SAFETY)
- 3) Sicurezza passiva (PASSIVE SAFETY)
- 4) Componenti luminose
- 5) ADDITIONAL PRESCRIPTIONS

EMISSION REGULATIONS

Le regole per le emissioni dei gas di scarico puntano alla riduzione di CO, HC ed NO_x.

Per molti anni gli standard d'emissione vennero applicati solo al CO e alla somma HC + NO_x per ridurre i due gas responsabili alla formazione di Ozono. Maggiori accorgimenti hanno permesso di misurare anche i particolati del DIESEL.

EURO 4

BENZINA

GASOLINE

- CO → 1,0 g/Km
- HC → 0,10 g/Km
- NO_x → 0,08 g/Km

DIESEL

- CO → 0,50 g/Km
- NO_x → 0,25 g/Km
- PM → 0,025 g/Km

EURO 5 (GENNAIO 2011)

BENZINA

- CO nessuna variazione → 1000 mg/Km
- THC nessuna variazione → 100 mg/Km
- NMHC → da 90 a 68 mg/Km (-25%)
- NO_x → da 80 a 60 mg/Km (-25%)
- PM → 5 mg/Km

DIESEL

- CO nessuna variazione → 500 mg/Kg
- PM → da 25 a 5 mg/Km (-80%)
- NO_x → da 250 a 180 mg/Km (-28%)

EURO 6 (SETT 2015)

BENZINA

UGUALE A
EURO 5

DIESEL

- CO e PM nessuna variazione →
- NO_x → da 250 a 80 mg/Kg (-68%)
- PM nessuna variazione → 10 mg/Kg

CRASH TEST: NORME EUROPEE

2 TEST :

- IMPATTO FRONTALE : contro una barriera deformabile ed una velocità di 56 km/h
- IMPATTO LATERALE : a veicolo fermo, contro una barriera deformabile.

Per i crash test vengono utilizzati dei MANICHINI [DUMMIES] a grandezza umana capaci di rilevare attraverso degli accelerometri la forza applicata alle parti vitali di un uomo.

FRONTAL IMPACT

TESTA

- accelerazione del capo $< 80 \text{ g}$
- Stress del collo in trazione $< 3,3 \text{ KN}$
- Neck shear stress $< 3,1 \text{ KN}$

$$- \text{HIC} < 1000$$

(Head Injury Criterion)

accelerazione stimata all'interno della testa dopo aver urtato la superficie del veicolo dopo un impatto

TORACE

- Compressione $< 50 \text{ mm}$

ARTI INFERIORI

- - Compressione femore $< 9,07 \text{ KN}$
- Compressione Tibia $< 8 \text{ KN}$
- Movimento ~~di~~ di slittamento del ginocchio $< 15 \text{ mm}$

~~ARTI~~

Insieme ci possono essere incidenti ~~in~~ in miliardi di casi e omologazioni, di cui è impossibile prevedere gli effetti.

La migliore precauzione è il BUON SENSO.

THERMAL ENGINES : SUDDIVISIONE

● A COMBUSTIONE ESTERNA → Il fluido che determina il lavoro non è direttamente coinvolto nella combustione, ma cambia stato fisico. Ciò è immesso dal calore generato durante la combustione.
(MOTORI STIRLING & MOTORI A TURBINA A JACOPE)

● A COMBUSTIONE INTERNA
La combustione avviene nel fluido operativo, il quale cambia stato chimico-fisico. Questo tipo di motore si divide in:

- MOTORI JET → Il lavoro è generato dalla spinta (thrust) del gas bruciato che esce da un ugello.
[MOTORI A REAZIONE]

- MOTORI A FLUSSO CONTINUO → Vengono anche chiamati motori a turbina. I gas di combustione vengono convogliati in turbine che sfruttano la differenza di pressione per generare lavoro utile a muovere un "albero" (SHAFT) di propulsione

- MOTORI A SPOSTAMENTO POSITIVO
(POSITIVE DISPLACEMENT ENGINES)
[MOTORI VOLUMETRICI] → Il fluido operativo fanno muovere dei componenti che generano periodicamente un volume che oscilla tra un MIN e un MAX.

- RECIPROCATING < OTTO
DIESEL

- ROTARY - WANKEL

I MOTORI ELETTRICI SONO DIVISI IN: < Corrente continua DC
Corrente alternata AC

RAPPORTO DI COMPRESIONE

COMPRESSION RATIO (CR)

→ rapporto del volume con il pistone al BDC (V) con quello con il pistone a TDC (V_c) $V_c = \text{Volume totale}$

$$CR = \frac{(V + V_c)}{V_c}$$

CR per 8 CYCLE ENGINES → da 8 a 12

CR per DIESEL → 16 a 22

VELOCITÀ DI ROTAZIONE DELL'ALBERO

(SHAFT ROTATIONAL SPEED ω)

$$\omega = \frac{2\pi n}{60} \quad [\text{rpm}(n)]$$
$$n = 9,55 \cdot \omega$$

AVERAGE PISTON SPEED

(VELOCITY MEDIA PISTONE)

$$U = \frac{2Dn}{60}$$

4 STROKE OTTO CYCLE ENGINE (2 GIRI DELL' ALBERO MOTORE) ↻ 720°

1) **ASPIRAZIONE** (INTAKE) → Il pistone si muove dal TDC al BDC. Le valvole d'aspirazione si aprono PRIMA che il ~~pistone~~ pistone arrivi al TDC in modo da essere completamente aperte quando il pistone inizia a scendere. La chiusura avviene poco dopo il BDC, in modo da sfruttare a pieno l'inerzia del flusso in entrata anche quando il pistone sta già risalendo.

All'inizio della fase di aspirazione la VALVOLA DI SCARICO è ancora aperta (INCROCIO DELLE VALVOLE (VALVE OVERLAP)) per facilitare l'espulsione dei gas di scarico. Lo spostamento del pistone determina il vuoto (VACUUM), pressione negativa, all'interno del cilindro. La carica, costituita da un mix di ARIA e CARBURANTE (CARICA PRE-MISCELATA (PRE-MIXED CHARGE)) viene aspirata.

Quando la miscela è fornita dalla depressione, tali motori sono noti come ASPIRATED ENGINES.

La potenza è regolata dalla ~~VALVOLA~~ VALVOLA A FARFALLA (THROTTLE VALVE) posizionata nel COLLETORE DI ASPIRAZIONE (INTAKE MANIFOLD), che aumenta o diminuisce la quantità di aria/carburante in entrata nel cilindro.

2) **COMPRESSIONE** (COMPRESSION) → Mentre il pistone si muove dal BDC al TDC, la miscela aria/carburante viene compressa nella CAMERA DI COMBUSTIONE (COMBUSTION CHAMBER). Durante questa fase la miscela si sottopone ad un aumento considerevole di temperatura a causa della compressione e al surriscaldamento delle pareti laterali. Al termine della compressione la temperatura è di circa 350°C.

4-STROKE DIESEL ENGINE (2 GIRI ALBERO MOTORE [720°]) (FRANK SUAREZ)

1) **ASPIRAZIONE** → l'aria è immessa direttamente dalla valvola d'aspirazione, che si aprono al TDC o subito dopo. Il riempimento d'aria è facilitato da un compressore. Dato che i motori diesel non sono dotati ~~con~~ di una carica pre-miscelata, il carburante Diesel viene immesso separatamente dall'aria. Nei motori Diesel la potenza è controllata variando la quantità di carburante immesso, dunque non c'è bisogno della valvola a farfalla.

2) **COMPRESSIONE** → Durante la salita del pistone dal BDC al TDC l'aria viene compressa nella camera di combustione, raggiungendo una pressione e una temperatura molto più alte rispetto a quelle dell'OTTO CYCLE ENGINE, dato il maggiore rapporto di compressione. Negli ultimi tipi di motori TURBO a iniezione diretta, al termine della compressione vengono raggiunte temperature di circa 600°C

3) **ESPANSIONE** → L'accensione è differente, poiché la miscela aria/carburante prende fuoco spontaneamente nella camera di combustione, data l'alta temperatura e pressione dell'aria nel cilindro. Qualche grado (angolo dell'albero motore) prima del TDC l'iniettore spruzza il carburante nella camera di combustione o nella pre-camera. L'accensione spontanea (**COMPRESSION IGNITION**) della parte iniziale della miscela provoca un'improvviso aumento di pressione, spingendo il pistone al BDC. (picco di pressione tra 140-160 bar). La temperatura è simile a quella dell'OTTO cycle engine.

Ovviamente la carica aria/carburante non è omogenea, dato che abbiamo solo carburante vicino all'iniettore e da qui nel fronte delle

CICLO TEORICO DI COMBUSTIONE

4 - STROKE OTTO CYCLE

Il ciclo teorico è caratterizzato da combustione a volume costante. Guardando la figura (volte pagina) l'area $0'-3-4-1'$ rappresenta il lavoro in espansione W_1 (positivo), mentre l'area $0'-2-1-1'$ è il lavoro di compressione W_2 (negativo)

DIESEL ENGINE

Il ciclo è caratterizzato da combustione a pressione costante.

l'area $0'-2-3-4-1'$ è W_1

l'area $0'-2-1-1'$ è W_2

THEORETICAL THERMAL EFFICIENCY (η_t)

$$\eta_t = \frac{(W_1 - W_2)}{W_2}$$

CICLI REALI

Vengono chiamati "INDICATED CYCLES" le aree ottenute nei grafici avranno le estremità arrotondate; inoltre c'è la presenza di una seconda area, rappresentante la SOSTITUZIONE DI FLUIDO, FLUID REPLACEMENT.

Dunque avremo un'area A, rappresentante il lavoro W_i , ovvero il lavoro fatto ad ogni ciclo, ed un'area B, rappresentante il lavoro di pompaggio W_p inoltre ci sarà un lavoro di resistenza passiva W_r .
Il lavoro effettivo W_e sarà:

$$W_e = W_i - W_r$$

lavoro effettivo

INDICATED MAIN EFFECTIVE PRESSURE (imep)

$$imep = \frac{W_i}{V}$$

V = volume cilindro

Pressione che applicata al pistone, genera lavoro W_i

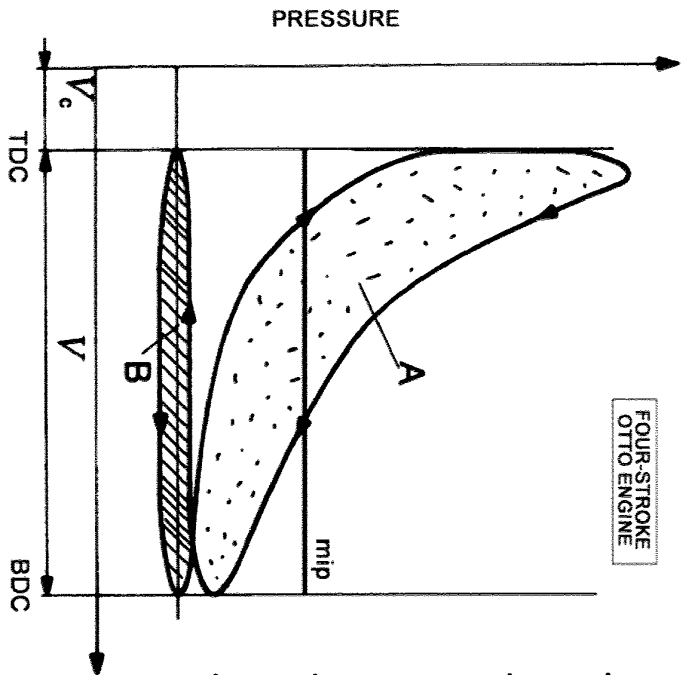
MAIN EFFECTIVE PRESSURE (mep)

$$mep = \frac{W_e}{V}$$

Pressione che, applicata al pistone, genera lavoro W_e

MECHANICAL EFFICIENCY (η_m)

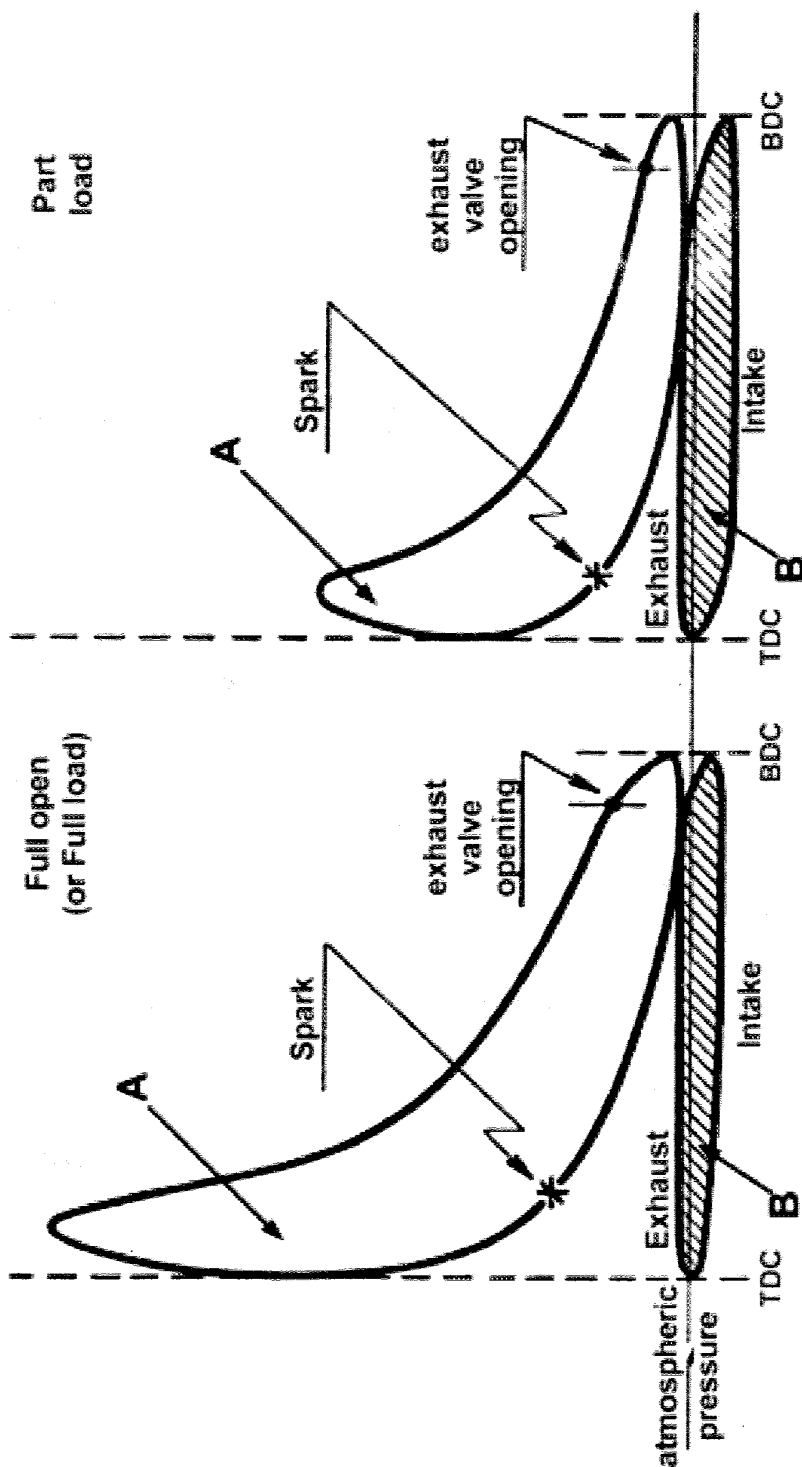
$$\eta_m = \frac{P_e}{P_i} = \frac{mep}{imep}$$

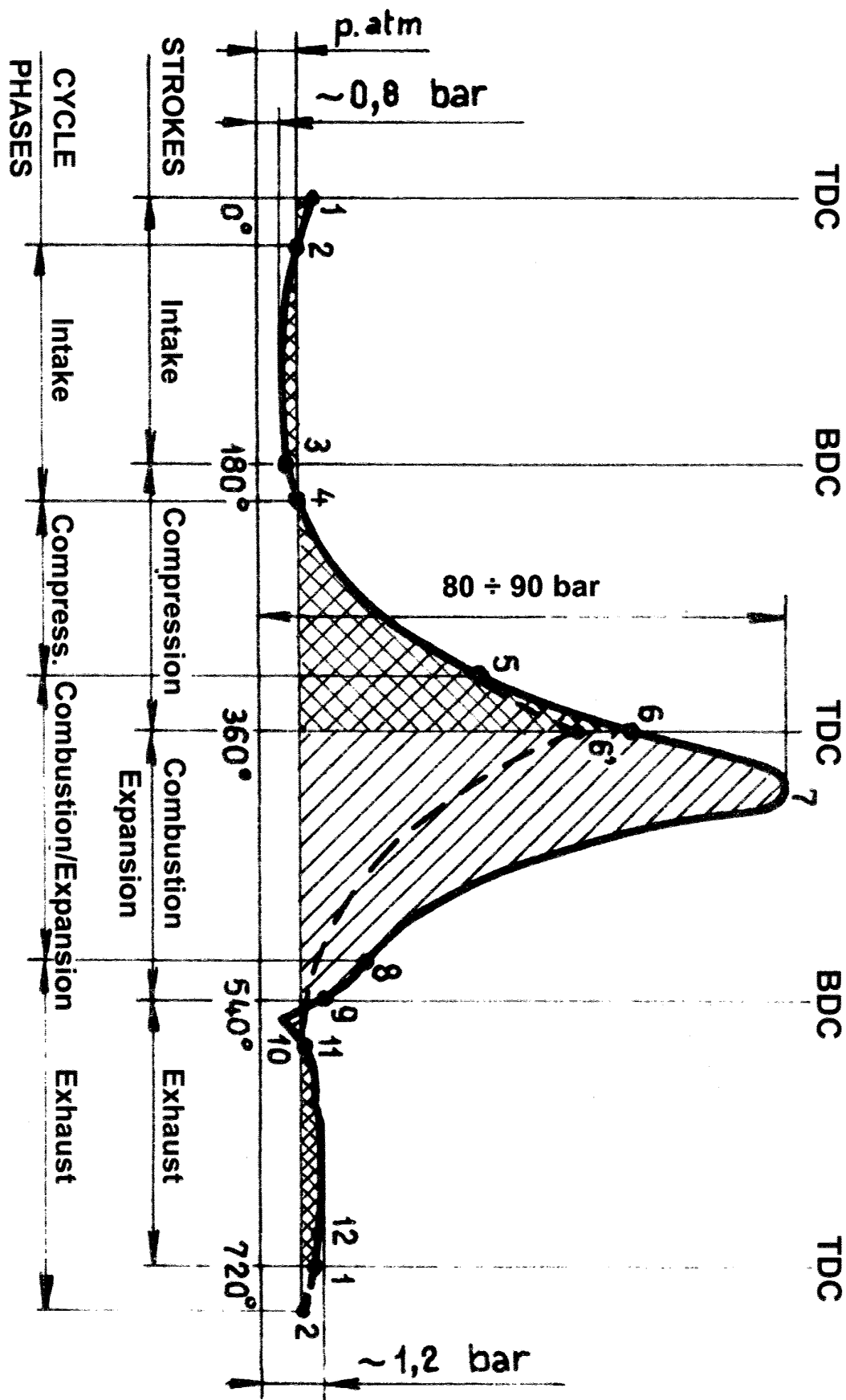


- Indicated work (area A) W_i
- Pumping work (area B) W_p
- Passive resistance work W_r
- Effective work $W_e = W_i - W_r$

- Indicated mean effective pressure $imep = W_i / V$
- Mean effective pressure $mep = W_e / V$
- Engine indicated power $P_i = W_i \cdot i n / 60 \text{ } \epsilon$
 $= imep \cdot V_i n / 60 \text{ } \epsilon$
- Passive resistance power P_r
- Rated, or effective, power $P_e = P_i - P_r$
 $P_e = W_e \cdot i n / 60 \text{ } \epsilon$
 $= mep \cdot V_i n / 60 \text{ } \epsilon$

-
- Mean effective pressure $P_e = T \cdot 2 \pi n / 60 \cdot 1000$
 - Mean effective pressure $mep = T \cdot 2 \pi \epsilon / V_i \cdot 1000$
 - Mechanical efficiency $\eta_m = P_e / P_i = mep / imep$





LEZIONE 4-a

MOTORE - ASSETTO

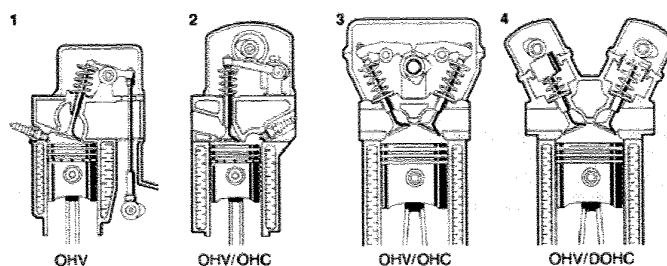
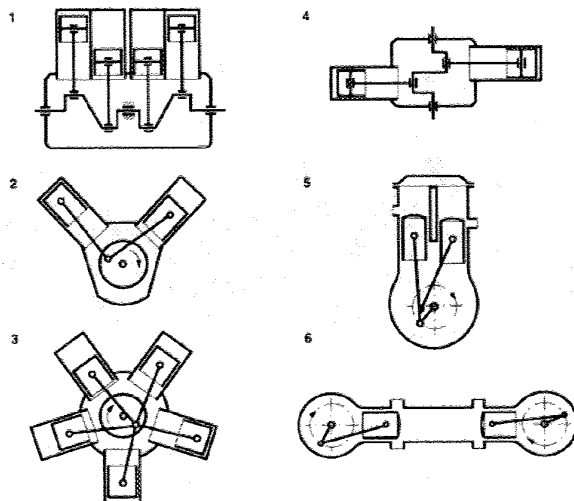
Le configurazioni più usate nei motori, durante la loro evoluzione, sono:

- | | |
|-------------------------|-------------------------------|
| 1) IN-LINE CYLINDERS | 4) OPPOSITE CYLINDERS (BOXER) |
| 2) V-LINE CYLINDERS | 5) U-CYLINDERS |
| 3) STAR-SHAPE CYLINDERS | 6) OPPOSITE CYLINDERS |

Nelle applicazioni in campo automobilistico le configurazioni più usate sono la 1-2-4, con un numero di cilindri variante da 2 a 12.

Riferendoci alla testa del cilindro e all'assetto delle valvole, le soluzioni più comuni sono:

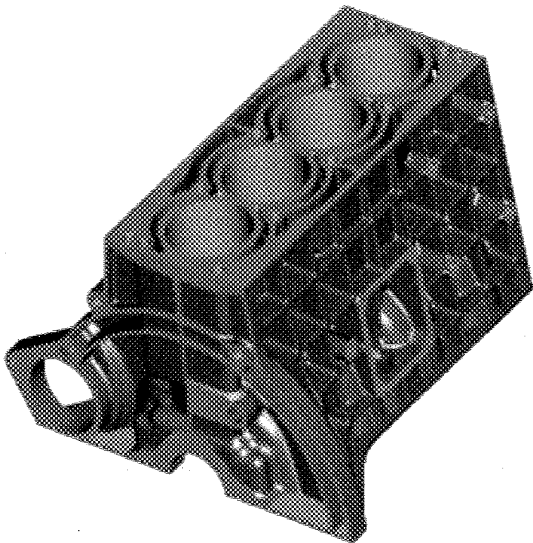
- 1) Albero a camme (CAMSHAFT) nel coartor (CRANKCASE) [PUSH-ROD ASSEMBLY] OHV
- 2) monoalbero a camme con bilanciere singolo e configurazione a valvole parallele $\frac{OHV}{OHV}$
- 3) monoalbero a camme con 2 bilancieri gemelli e configurazione valvole a V \rightarrow OHV/OHC
- 4) bi-albero a camme con valvole dirette di tipo attoreattore OHV/DOHC



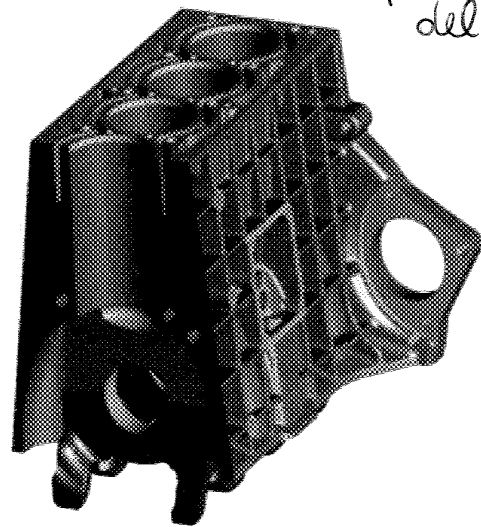
CARTER (CRANK CASE)

Il carter, fatto in ghisa o alluminio, è in grado di supportare i cilindri e l'albero a gomiti (CRANK SHAFT) con le relative bielle (CONNECTING RODS) e i cuscinetti (BEARINGS). Esso è situato sopra dalla testa dei cilindri e sotto della coppa dell'olio. Il carter deve offrire una resistenza e una rigidità estrema, resistendo allo stress meccanico e termico. Deve contenere tutti gli elementi di supporto del motore e quelli di collegamento al cambio/frizione. Le due configurazioni più usate sono: 1) NORMAL SKIRT; 2) EXTENDED SKIRT.

- 1) NORMAL SKIRT: La parte bassa del carter è limitata dall'asse dell'albero a gomiti. Questa configurazione, chiamata BED-PLATE, integra i cuscinetti dell'albero a gomiti in unica unità rigida in alluminio, che spesso è usata anche come coppa dell'olio.
- 2) EXTENDED SKIRT: Di solito fatta in ghisa, la "gonna" del carter si estende fino a sotto l'albero a gomiti. Il montaggio dell'albero a gomiti è eseguito con dei tappi speciali collegati con dei bulloni (BOLTS) adeguati, alle testate (CYLINDER HEADS) della parte superiore del carter.



NORMAL SKIRT



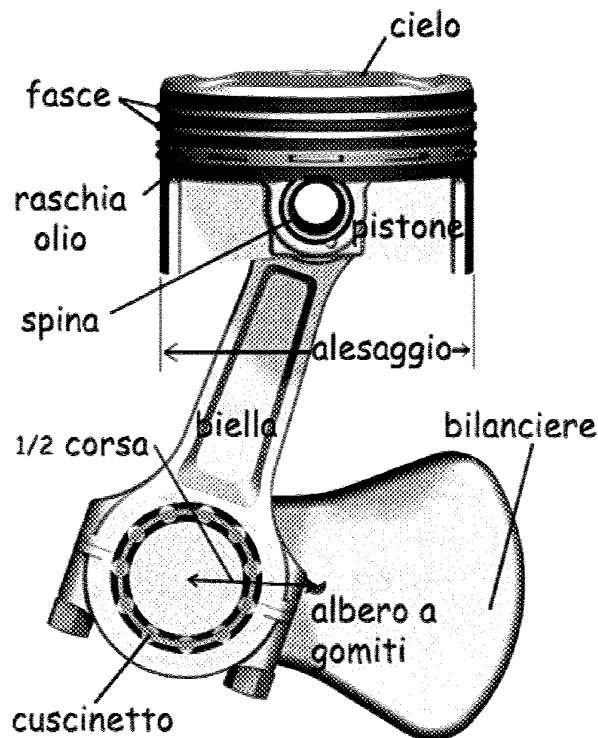
EXTENDED SKIRT

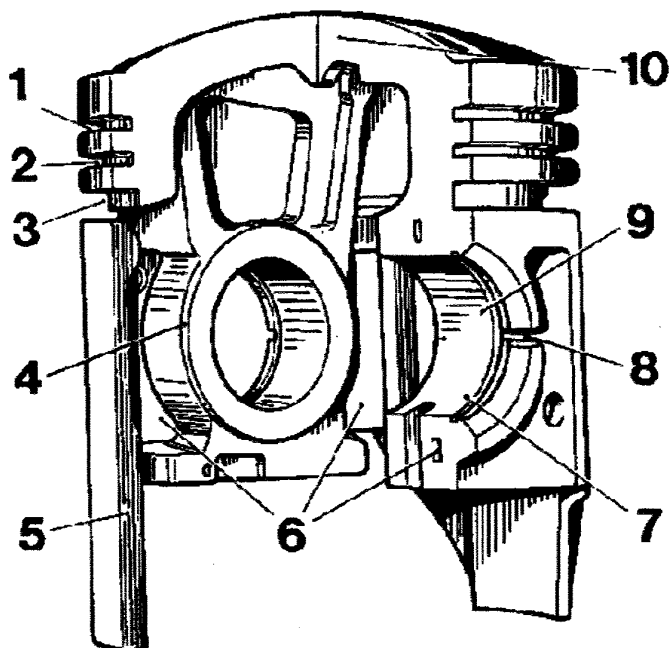
PISTONE

- trasmette la forza-guida alla biella
- guida l'estremità piccola della biella
- evita la combustione di gas infiltratosi nella coppa dell'olio

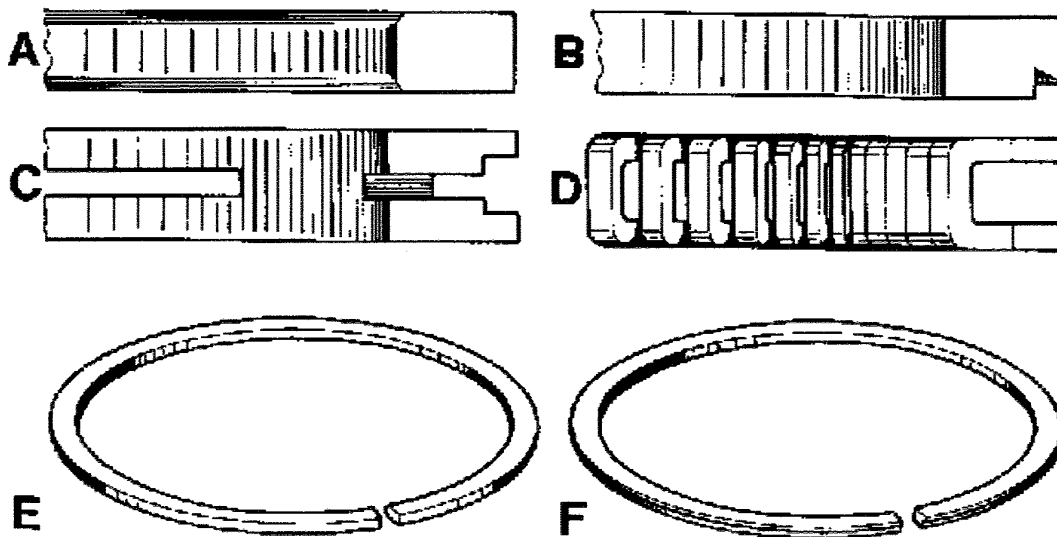
Il pistone deve essere costruito in maniera tale da resistere alla pressione, alla temperatura e al logoramento dovuto alla frizione con ~~le~~ le pareti del cilindro. Nei motori automobilistici, esso è un pezzo unico di metallo. La sezione superiore si chiama testa o cielo (in inglese CROWN o HEAD) e la superficie cilindrica si chiama PISTON SKIRT. Il pistone è in lega di alluminio.

Esso è collegato alla biella attraverso la "spina", un foro che lo permea, dove è collocato un perno. La testa del cilindro è di diametro inferiore rispetto alle pareti del cilindro, per evitare problemi di dilatazione termica del metallo

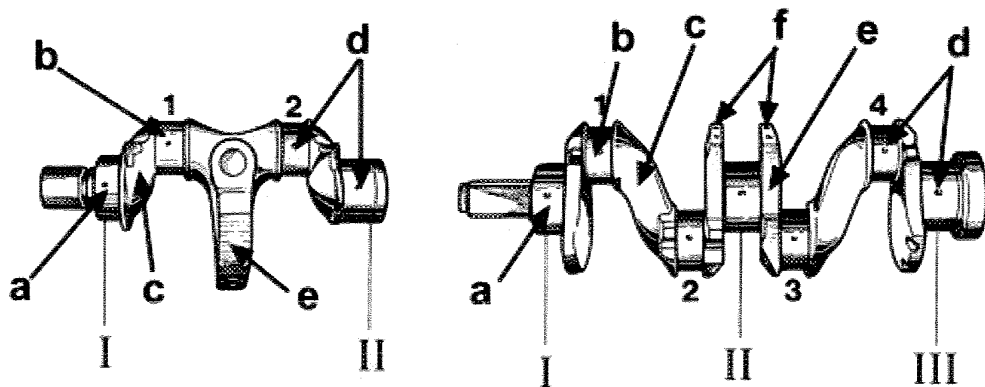




- | | |
|---------------------------------------|--------------------------------------|
| 1. Groove for top compression ring | 6. Steel plates (autothermal piston) |
| 2. Groove for second compression ring | 7. Snap ring groove |
| 3. Oil scraper groove | 8. Snap ring extraction groove |
| 4. Gudgeon pin hub | 9. Gudgeon pin seat |
| 5. Skirt | 10. Piston top and head |

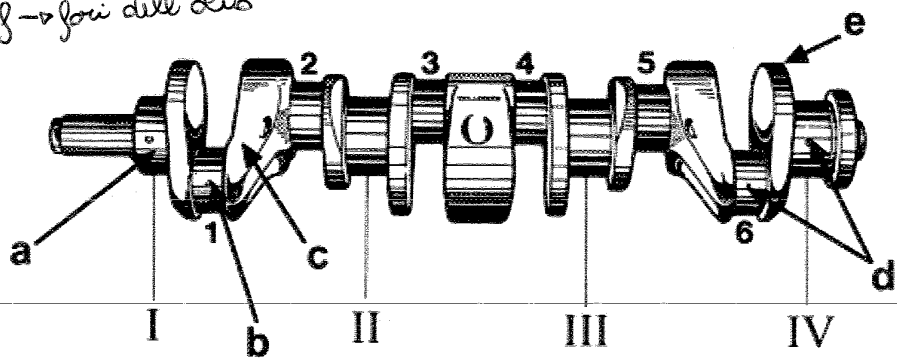


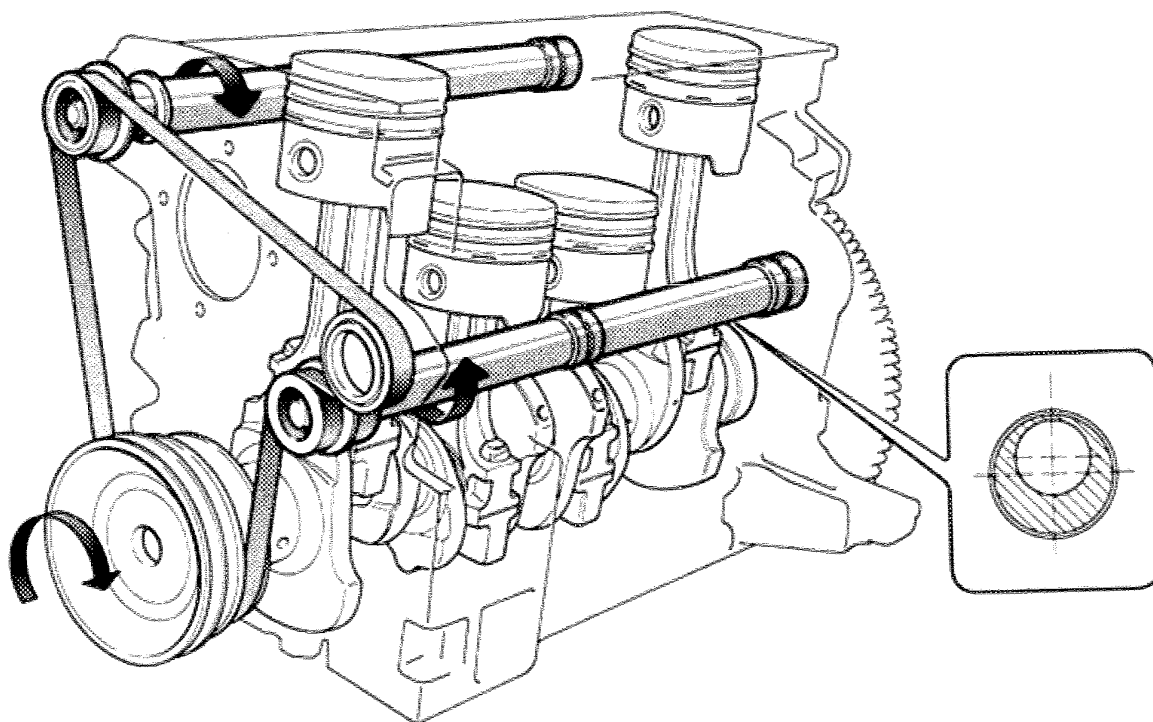
- A. Compression ring
- B. Oil scraper control ring
- C. Oil scraper control ring with slots
- D. Oil scraper control ring with cuts
- E. Oil scraper ring

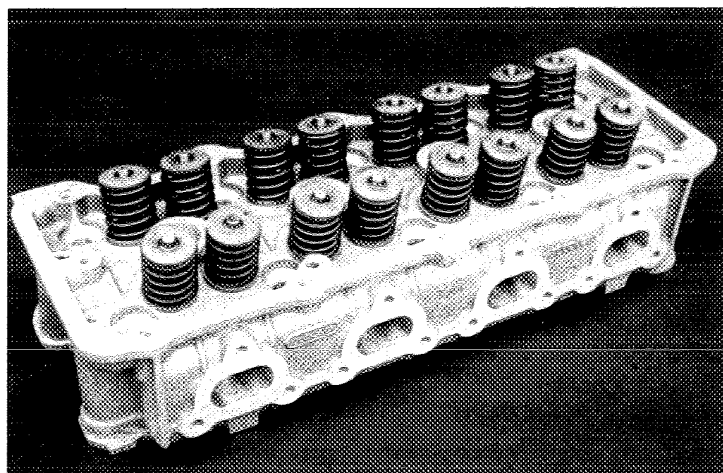


1..6 Crankpin
I..IV Main journals

2-b-f → fori dell'olio

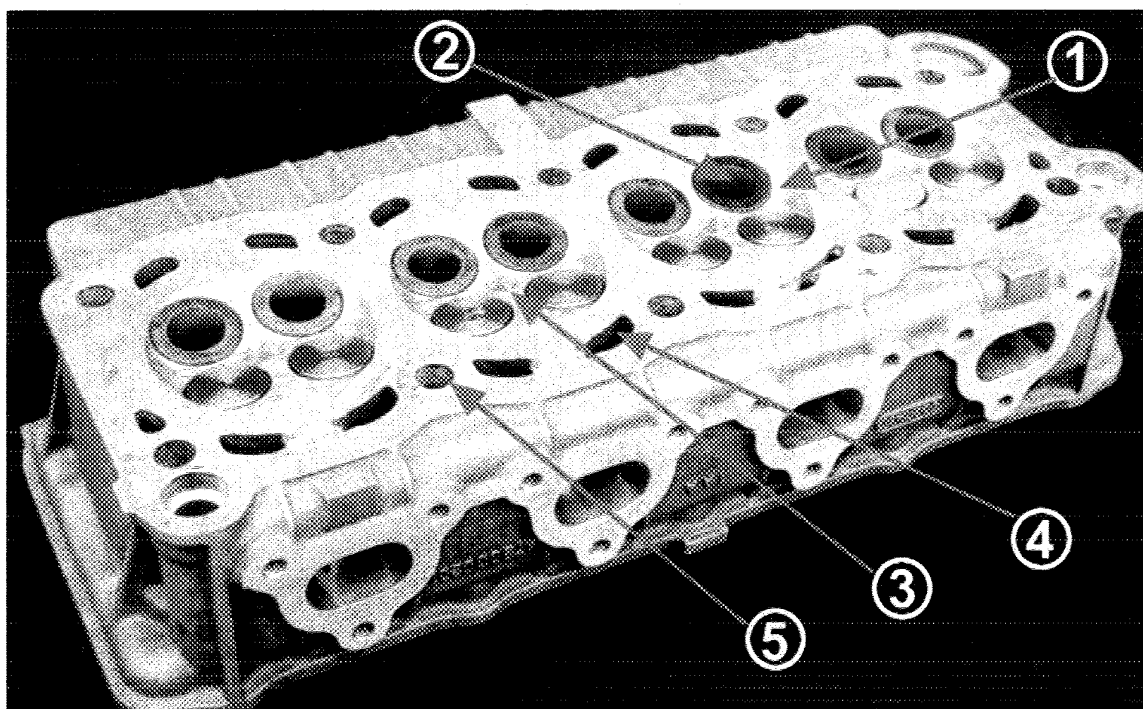


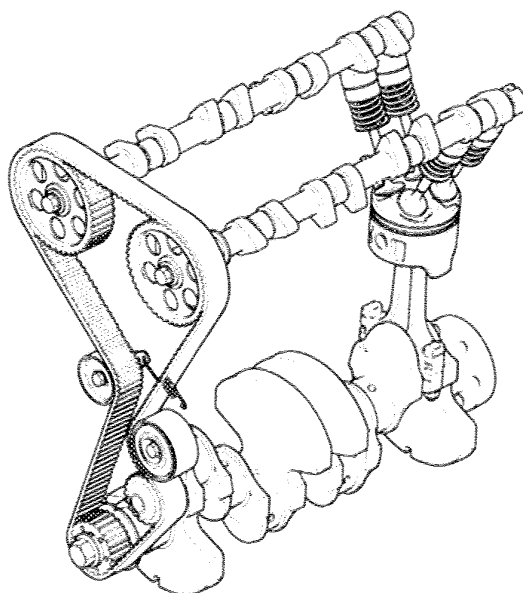
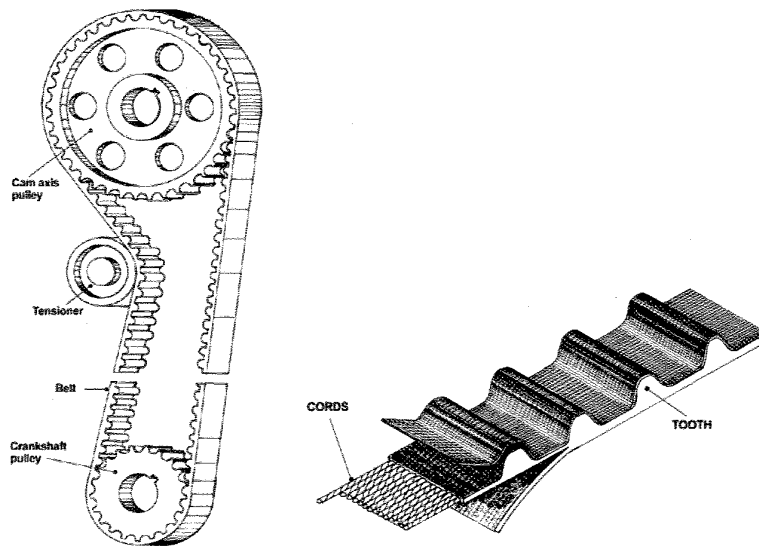
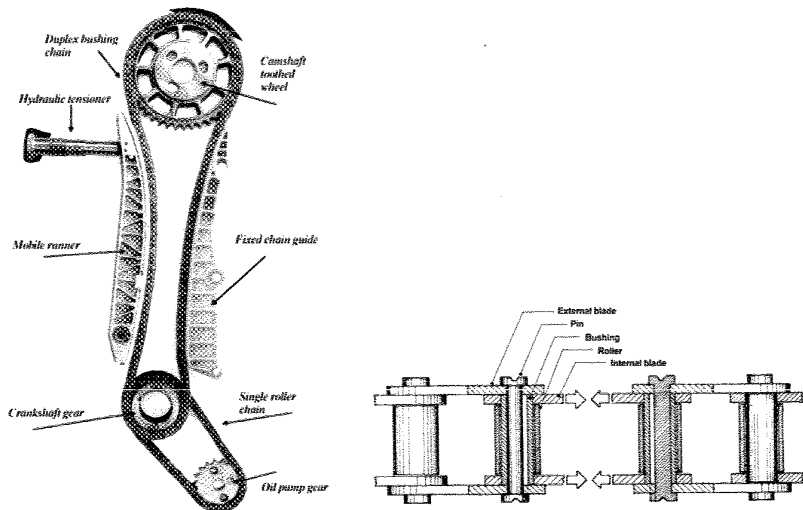




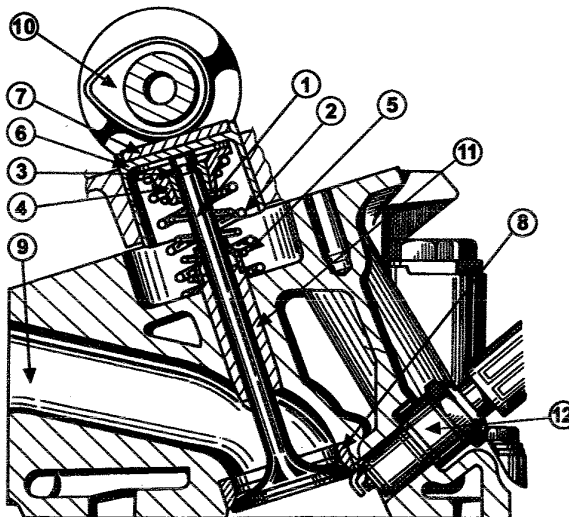
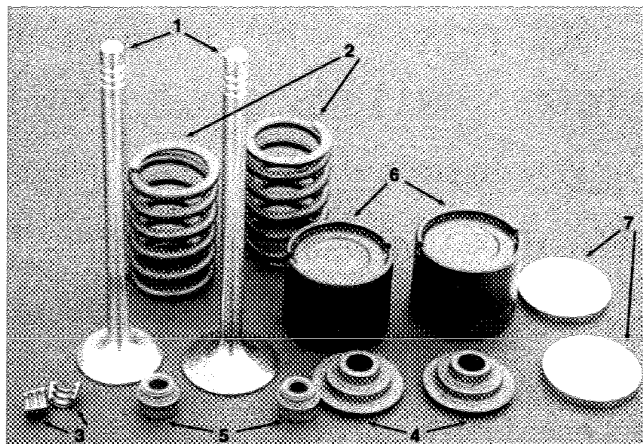
TESTA (ESTERNA) DEL CILINDRO

TESTA (INTERNA) DEL CILINDRO

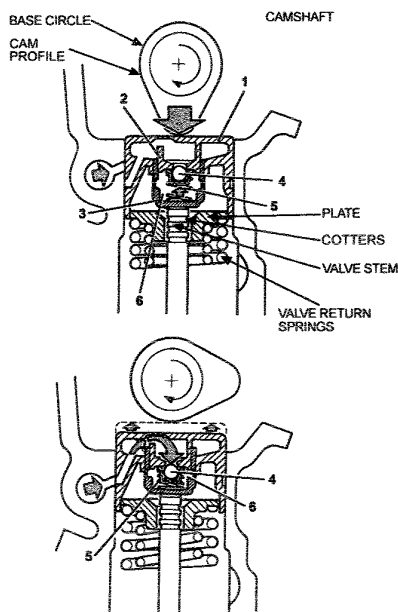




- 1) VALVOLE
- 2) MOLLE
- 3) SEPARATORI
- 4) RONDELLE
- 5) GUARNIZIONI
TENUA OLIO
- 6) TAPPI A BICCHIERE
- 7) SPESSORI
REGOLARE IL GIOCO
DELLE VALVOLE



Cross-section of a cylinder head with OHC distribution: poppet valve type
 1. Valve (Valve stem and head) - 2. Spring - 3. Split keepers for washer mounting - 4. Washer - 5. Oil seal ring -
 6. Poppet-type tappet - 7. Calibrated shim - 8. Valve seat - 9. Duct - 10. Cam - 11. Valve guide - 12. Spark plug



TURBOCHARGER

Sia i motori benzina che diesel possono essere classificati a seconda della maniera in cui ~~avviene~~ avviene il processo di induzione, ovvero se per aspirazione naturale o ~~per~~ per induzione forzata.

Per poter aumentare la pressione effettiva sviluppata dal motore, bisogna aumentare la pressione dei singoli cilindri. Questo significa che la carica (carburante) deve essere forzata ad entrare nei cilindri ad una pressione superiore rispetto a quella atmosferica, anche se la velocità attraverso cui passa attraverso le aperture di aspirazione rimane invariata.

Così facendo, si raggiunge una coppia maggiore.

Inizialmente l'induzione forzata fu applicata ~~ai~~ ai motori degli aerei, poi in seguito a quelli dei veicoli.

Un modo molto usato per ottenere l'induzione forzata è l'uso di un ~~TD~~ TURBOCOMPRESSORE (TURBO COMPRESSOR) azionato dai gas di scarico. [VEDI FIGURA →]

In questa configurazione, un compressore centrifugo radiale (2) (RADIAL CENTRIFUGAL ~~COMPRESSOR~~ COMPRESSOR) comprime verso l'esterno l'aria fino al condotto d'aspirazione [4]. L'energia meccanica necessaria a muovere il compressore è presa dai gas di scarico, ^{che} durante la loro espansione, fluiscono verso l'interno attraverso la turbina a flusso radiale (1) (RADIAL FLOW TURBINE), diminuendo la loro temperatura e pressione. In questo modo l'energia dei gas di scarico viene "imparzialmente" recuperata. Una limitazione è data dall'inizio della detonazione e dal limite di resistenza strutturale del motore, di conseguenza nei motori benzina è necessario ridurre il rapporto geometrico di compressione (GEOMETRICAL COMPRESSION RATIO).

VOLUMETRIC MECHANICAL SUPERCHARGER

È un dispositivo azionato dal motore con una cinghia dentata.

Esso fornisce un aumento di pressione nel collettore di aspirazione (INTAKE MANIFOLD), così fornendo una densità maggiore rispetto a quella normalmente indotta.

Nei veicoli è usato SOLO NEI MOTORI BENZINA,

Si nota che entrambi i CHARGER LOBED ROTORS (→ FIGURA) sono azionati meccanicamente da una coppia di ingranaggi al loro interno. Questi ultimi sono essenziali, poiché i lobi rotanti non devono avere alcun contatto fra loro, né con le pareti dell'involucro che li contiene. Il rendimento volumetrico dipende dunque dal mantenimento del più piccolo spazio di lavoro possibile tra gli elementi di pompaggio. La quantità di aria V (→ figura) viene poi forata nel collettore di aspirazione.

IMPORTANTE → Comparando il SUPERCHARGER con il TURBOCHARGER, il supercharger non raggiunge gli alti livelli del turbo, ma è in grado di rispondere con più prontezza all'acceleratore, riducendo l'effetto TURBO-LAG.

In entrambi i casi la perdita meccanica sta nel maggior consumo di carburante, soprattutto nelle fasi di inattività o decelerazione, in cui i dispositivi continuano a funzionare "inutilmente".

Diventa obbligatorio limitare l'effetto dei dispositivi solo durante le accelerazioni o con carichi elevati, in cui è saggio il loro utilizzo. Così facendo si riduce il consumo di carburante.

RICIRCOLO DEI GAS DI SCARICO (EGR) ← IMPORTANTE

A partire dalle EURO 1 tutte le vetture furono equipaggiate con il sistema di controllo delle emissioni per evaporazione (EVAPORATIVE EMISSION CONTROL SYSTEM), che verrà spiegato in seguito in questo capitolo.

In alcuni casi è montato un sistema specifico EGR (EXHAUST GAS RECIRCULATION) per controllare gli NO_x .

Con l'EGR è possibile introdurre nel collettore d'aspirazione una percentuale di gas di scarico pari al 10-20% che, meschiandosi con l'aria di aspirazione, riduce il picco di temperatura alla fine della combustione, riducendo così la formazione di NO_x .

Negli ultimi anni il sistema EGR sta perdendo importanza; infatti il controllo di miscela (MIXTURE CONTROL) è diventato così preciso che nei modelli EURO 3-4 i 3 catalizzatori (THREE WAY CATALYSTS) possono svolgere il loro compito in maniera ottimale, riducendo la quantità di NO_x . Inoltre, quando viene usato un

VARIABLE CAMSHAFT TIMING, è necessario usare un albero a camme appropriato per aumentare la quantità di gas residuo modificando il VALVE TIMING, determinando il caso chiamato "EGR interno", dato che il gas residuo ~~evita~~ evita i picchi di temperatura.

A differenza dei motori a benzina, nei motori DIESEL a iniezione diretta (DIRECT INJECTION) l'applicazione del sistema EGR è obbligatoria.

DETONAZIONE (DETONATION)

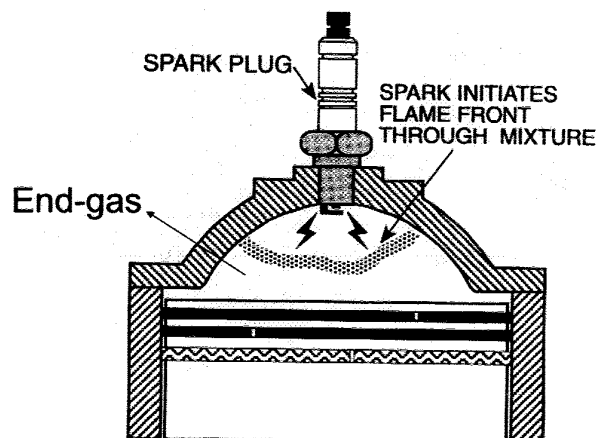
La detonazione rappresenta, nei motori a ciclo otto, una combustione anomala, poiché limita le prestazioni e l'efficienza del motore e richiede una formulazione rigorosa della quantità di carburante. Questo processo determina delle vibrazioni forti (SHOCK) che possono danneggiare la struttura del motore e che provocano un rumore metallico ben udibile. (KNOCKING)

Durante la propagazione della fiamma, il fronte di fiamma comprime e riscalda la miscela contenuta nel volume non ancora interessato dalla combustione, ovvero i cosiddetti END-GASES. Questa condizione è in grado di determinare l'autoaccensione (auto-ignition) degli END-GASES, provocando la detonazione.

Nei motori moderni ciò è evitabile utilizzando dei sensori tra i cilindri chiamati KNOCK SENSOR, che percepiscono eventuali vibrazioni anomale e mandano i dati al controllo elettronico di accensione, al fine di evitare la detonazione.

È importante chiarire che il processo di autoaccensione è tipico dei motori a benzina e non di quelli DIESEL, caratterizzati da un'accensione per compressione.

Detonation: End-gases ahead of flame front



Fonte: G. P. Blair

THREE WAY CATALYSTS

↳ IMPORTANTE

EURO 1 - EURO 2

Gli standard d'emissione obbligatori in Europa noti come EURO hanno reso obbligatorio l'uso di convertitori catalitici nelle auto che potessero completare le appropriate reazioni per eliminare i gas NO_x .

Il convertitore catalitico è assemblato usando un contenitore esterno in ~~acciaio~~ acciaio inossidabile (STAINLESS STEEL) e un supporto interno avente forma ovoidale. Il contenitore e il supporto sono separati da una maglia di filo metallico (METALLIC WIRE MESH) per proteggere il supporto da shock e vibrazioni.

Il supporto interno è generalmente di un materiale ~~di~~ di ceramica [CERAMIC SUPPORT], ma esistono varianti in metallo specifico [METALLIC SUPPORT]. Le pareti interne di ogni supporto sono impregnate con un materiale di ceramica conosciuto come WASH COAT, formato soprattutto da allumina gamma, molto porosa, in cui sono dispersi i cristalli di metallo nobile [PLATINO, RODIO, PALLADIO], i quali promuovono le seguenti reazioni:

- 1) Ossidazione di CO e di HC con formazione di CO_2 e H_2O
- 2) Riduzione di NO_x con formazione di N_2 e O_2

La quantità totale di metallo nobile varia dai 2 ai 4 grammi.

❶ I catalizzatori EURO 1 e 2 lavorano bene ❶ ad una temperatura maggiore di 300°C , che viene subito raggiunta, e soprattutto se viene mantenuta una miscela aria/combustibile più vicina possibile al valore stechiometrico.

Il deterioramento dei catalizzatori è dovuto a temperature troppo elevate (950°C), al di sopra delle quali si scioglie, oppure a causa della presenza di piombo e zolfo nel carburante.

FORNITURA DI CARBURANTE E SISTEMA DI CONTROLLO EVAPORATIVO

1) Fornitura carburante (FUEL SUPPLY)

Il serbatoio è di materiale plastico ad alta resistenza all'usura meccanica e impermeabile ai vapori del carburante.

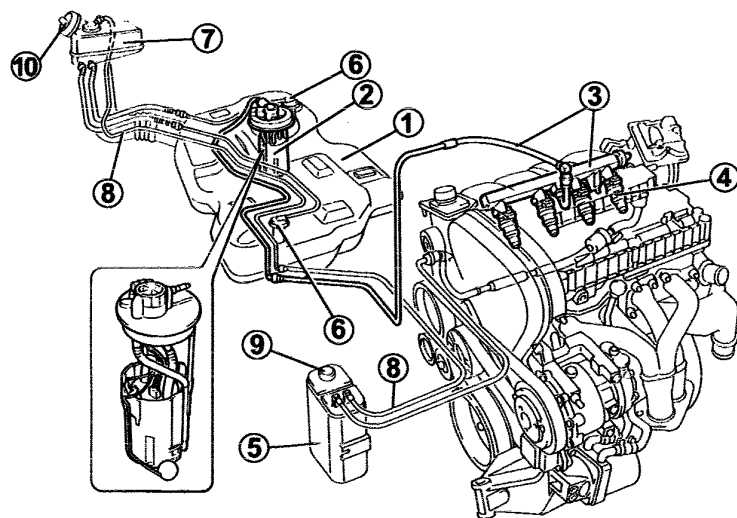
La pompa elettrica di alimentazione (2) (FUEL FEED ELECTRIC PUMP) è inclusa nel serbatoio e contiene un regolatore di pressione, il sensore di livello carburante e un filtro di aspirazione (SUCTION STRAINER) per un primo filtraggio. Quest'unità rende utilizzabile tutto il carburante del serbatoio.

Una singola linea di alimentazione (3) connette il serbatoio agli iniettori. Dato che c'è solo il tubicino "di andata", questo sistema si chiama ~~RETURN~~ RETURNLESS.

2) EVAPORATIVE EMISSION CONTROL SYSTEM

Una certa quantità di idrocarburi può essere rilasciata nell'ambiente a causa dell'evaporazione del carburante attraverso lo sfintere di ventilazione, che è necessario per tenere costante la pressione del carburante.

Il serbatoio è soggetto ad aumenti di temperatura inevitabili, che determinano l'evaporazione di una certa quantità di idrocarburi. Queste possono essere controllate indirizzandoli verso un CANISTER (SCAFOLA) contenente carboni attivi che, data la loro porosità, riescono ad assorbire gli idrocarburi allo stato gassoso (5).



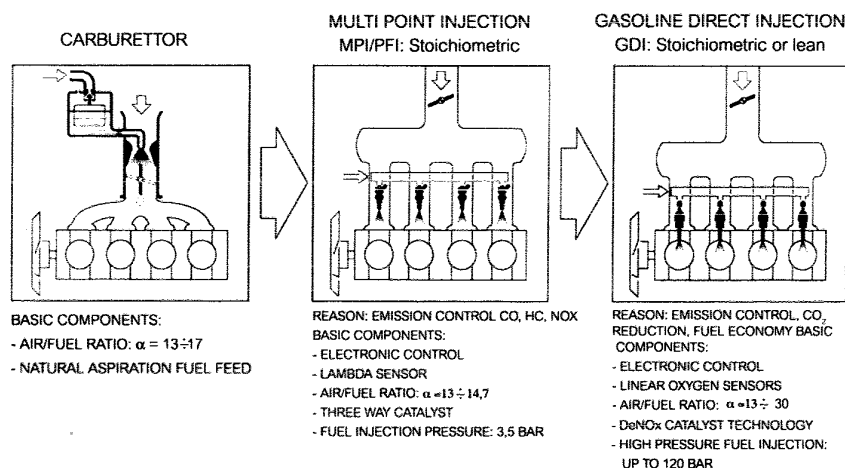
1. Fuel tank - 2. In-tank fuel pump assembly - 3. Fuel feed line and rail for injector feed - 4. Electro injectors - 5. Active carbon filter or "canister" - 6. Bleed valves to control vapor flow to liquid/vapors separator - 7. Liquid/vapors separator - 8. Fuel vapor line to active carbon filter - 9. Fresh air inlet for active carbon filter regeneration (filter purging) - 10. Gasoline filling cap

EVOLUZIONE DEL FUEL SUPPLY

Dall'EURO 3 i carburatori sono stati rimpiazzati da sistemi di iniezione elettronicamente controllati, così da raggiungere una miscela stechiometrica ideale per la riduzione delle emissioni. Questa necessità ha portato oggi all'iniezione diretta nei motori a benzina (GDI) (Gasoline Direct Injection), che spruzza il carburante direttamente nella camera di combustione per un'efficienza termodinamica migliore. Così facendo la miscela è più simile nei vari cilindri, dunque il GDI è stato preferito al classico MPI/PFI. Ovviamente però i costi di produzione sono maggiori.

GDI nei motori BENZINA

Il potenziale del GDI è quello di ottenere delle riduzioni nel consumo di carburante, mantenendo alte le prestazioni. Per fare questo bisogna fare in modo che l'accensione nella camera di combustione avvenga correttamente. Dunque è necessario che la densità della miscela spruzzata nella camera sia maggiore in prossimità della candela e minore nel resto della camera di combustione. Naturalmente tutto il sistema deve essere ben pressurizzato.



MOTORI DIESEL

PRECHAMBER INJECTION SYSTEM

Nella "precamera" dei DIESEL, lo spazio in cui avviene la combustione è diviso in due camere, la prima è quella principale, la seconda, più piccola, è la precamera, in cui viene iniettato il carburante affinché si misceli bene prima della combustione.

Questa soluzione cominciò ad essere abbandonata con l'avvento del COMMON RAIL. Ad ogni modo la "spina di pre-riscaldamento"

(PRE-HEATING PLUG), obbligatoria nella prechamber, è utilizzata anche nell'iniezione diretta.

DIRECT INJECTION

Per fornire una corretta miscelazione tra aria e combustibile, è necessario assicurare un'elevata "turbolenza" della carica d'aria, che si ottiene con una corretta configurazione delle valvole. L'aria prende un moto di rotazione attorno all'asse del cilindro, chiamato SWIRL MOTION. Così il combustibile, iniettato direttamente nella camera di combustione, si miscela bene.

Inoltre lo SWIRL evita che il carburante formi delle gocce nella parete del cilindro, che provocherebbero una non corretta miscelazione. Questo sistema prevede però un fronte di fiamma che raggiunge picchi di temperatura elevati, dunque c'è più NO_x .

Questo effetto è naturalmente limitato da catalizzatori, sistemi EGR e dal filtro di particolati (PARTICULATE FILTER).

DIESEL

COMMON RAIL DIRECT INJECTION

L'iniezione di combustibile è fornita da un singolo tubo (RAC) che è collegato a monte degli iniettori e mantenuto a pressione costante. Per questo si chiama COMMON RAIL. Il sistema include una pompa di prealimentazione elettrica e un filtro per il combustibile, non molto diversi da quelli BENZINA. Grazie ad un sensore di pressione è possibile regolare la pressione in modo ottimale. L'apertura dell'iniettore è determinata dal segnale di controllo dell'ECU. Grazie al controllo della pressione si ottengono alte prestazioni e un controllo delle emissioni maggiore.

COMMON RAIL: ELECTRO INJECTORS E FUEL PUMP

Anche se ~~hanno~~ si sono grosse somiglianze con gli iniettori precedentemente descritti, quelli del common rail sono diversi. Nella posizione chiusa, la pressione di circa 1600 bar raggiunge la camera ① posizionata nella parte finale della guida dell'ago, ma che non riesce ad aprire l'ugello con la sola forza F_1 . Infatti la stessa pressione raggiunge la camera ② che è connessa al foro calibrato ③, per cui F_2 mantiene chiuso l'ago, con l'aiuto di una molla. Quando viene trasmesso il segnale elettrico di iniezione ⑤ tramite l'elettromagnete ⑥, la valvola ⑦ si apre, aprendo il collegamento tra la camera ② e il tubo a bassa pressione ⑧. In questo modo la pressione nella camera ① supera l'azione della molla e l'iniettore si apre. I fori che danno nella camera di combustione sono spesso cinque. È un punto chiave che i loro diametri idraulici siano il più possibile vicini tra loro, senno la propagazione del combustibile avviene in maniera poco ottimale. È interessante notare come benzina e diesel siano sempre più simili.

EVOLUZIONE DEL SISTEMA COMMON RAIL

Il common rail ha permesso di raggiungere prestazioni migliori rispetto all'utilizzo della pre camera. Una caratteristica fondamentale utile per ~~la~~ la riduzione del rumore di combustione è stata l'introduzione dell'"iniezione pilota" (PILOT), aggiunta alla singola iniezione principale (MAINJET) veicoli EURO 4 e i prossimi euro 5 stanno determinando un'evoluzione di questa tecnologia per ridurre le emissioni. Per questo si sta adottando un uso di iniezioni multiple nella camera di combustione (MULTIJET), riducendo NO_x e particolato.

DIESEL PARTICULATE FILTER (DPF)

Il filtro di particolato sarà obbligatorio per gli standard EURO 3 e richiede l'applicazione del sistema multijet. Rispetto ai normali THREE WAY CATALYSTS è assemblato usando un supporto innovativo:

- Il materiale ceramico in CARBURIO DI SILICE (SILICA CARBIDE) invece della cordierite, poiché offre più resistenza agli shock termici.
- I canali conici vengono costruiti alternativamente; il particolato si accumula lungo le pareti del cono chiuso, mentre i gas fluiscono attraverso le pareti di ceramica.

Il filtro può contenere circa 10g di particolato prima di richiedere la sua rigenerazione, ovvero prima di chiedere la combustione della "fuliggine" di carbonio accumulata. Se ciò non avviene, il carbonio impedirà il flusso di gas di scarico del motore, ~~impedendo~~ determinando l'aumento del motore.

La fase di RIGENERAZIONE è la più critica se si considera che durante la combustione dei residui di carbonio la temperatura può, in pochi secondi, variare da 200°C a 1200°C, determinando il danneggiamento del supporto ceramico. Un'altra difficoltà consiste nell'iniziare il processo di rigenerazione. Questo processo ha inizio quando la temperatura dei gas determina la combustione del carbonio. La temperatura deve essere di almeno 600°C.

ISTALLAZIONE DPF

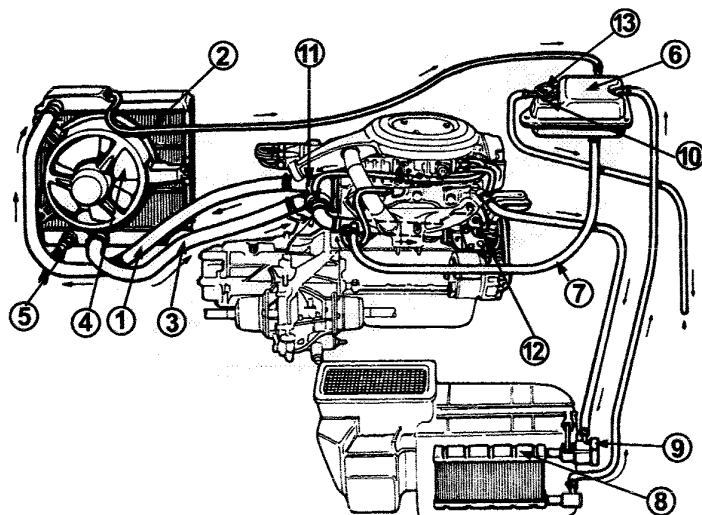
Dato che il DPF occupa tanto spazio, andrebbe posizionato in una posizione bassa in cui non da problemi, soprattutto a causa delle temperature di rigenerazione. Ma così facendo risulta difficile raggiungere la temperatura per la rigenerazione. Per ridurre il valore di questa temperatura, è frequente l'uso di additivi (riescono a ridurre da 600°C a 400°C). L'uso di additivi implica l'obbligo di adeguati filtri, dato che gli additivi sono basati su molecole di metallo che non bruciano e formano la cosiddetta "cenere" (ASH), che va rimossa periodicamente. Ovviamente bisogna anche riempire periodicamente il serbatoio dell'additivo.

La Fiat, grazie al MULTIJET, ha evitato l'uso di ~~gli~~ additivi. Grazie alla POST iniezione la temperatura dei gas di scarico aumenta e viene poi ulteriormente incrementata dal PRE-CATALIZZATORE e dal CATALIZZATORE, raggiungendo così la temperatura di rigenerazione.

SISTEMA DI RAFFREDDAMENTO

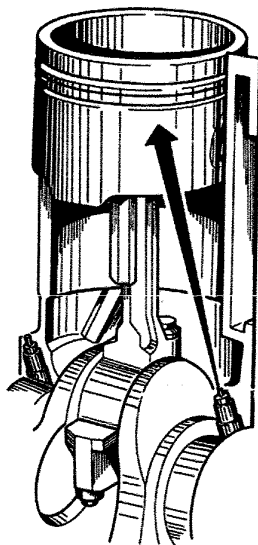
Il più usato è il sistema di circolazione forzata e il suo corretto funzionamento è ottenuto tramite il montaggio di una pompa di circolazione tra il radiatore e il motore. Questa pompa determina la circolazione del liquido di raffreddamento, che è di tipo permanente e ha una temperatura di congelamento di -50°C , essendo tipicamente formato dal 50% da acqua e 50% di glicole etilico.

La figura mostra i componenti principali del sistema, con il tubo (1) che raccoglie il liquido caldo che viene dal motore, il radiatore (2) e il tubo (3) che trasporta il liquido raffreddato dal radiatore. La ventola del radiatore (4) viene fatta girare elettricamente da un motore elettrico ed è azionata in base alla temperatura del liquido di raffreddamento. L'interuttore di avviamento della ventola è azionato da un sensore (5) di temperatura. È dunque possibile mantenere la temperatura del liquido al livello ottimale, evitando ventilazioni inutili con conseguente spreco di carburante. Il sistema comprende anche un serbatoio ausiliario (6) collegato con il circuito e il tubo (7). Vi è poi il PASSENGER COMPARTMENT HEATING RADIATOR (8) con la sua valvola di regolazione (9).



1. Hot water released by engine - 2. Radiator - 3. Cooled water leaving the radiator - 4. Radiator electrofan - 5. Electrofan control thermostat - 6. Auxiliary tank with radiator pressure cap (filler cap + pressure control valve) - 7. Circuit feed from auxiliary tank - 8. Passenger compartment heating radiator - 9. Control valve for passenger compartment temperature control - 10. Valve for pressure control and circuit overpressure protection (safety) - 11. Thermostat - 12. Water circulation pump - 13. Water filling cap

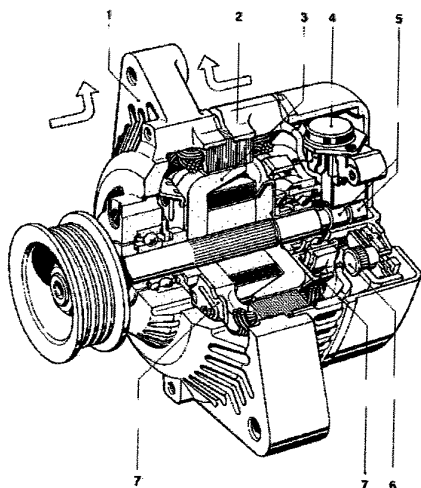
SPRUZZATORI
DELL' OLIO
NEL
CILINDRO



ALTERNATORE

Deve ~~proprio~~ garantire lo stato di carica della batteria ad un livello adeguato. Esso può funzionare in entrambe le direzioni e bisogna usare anche una ventola di raffreddamento.

Lo STATORE è montato tra due semi-podi esterne che rappresentano la struttura di supporto. Per garantire la carica di 12 V alle batterie, esso fornisce una carica di 14 V. Per convertire la corrente alternata in corrente continua, vi è un convertitore formato da diodi che impediscono anche che la batteria si scarichi a motore spento.



- 1 Casing with external semi-parts
2. Stator
3. Rotor
4. Electronic voltage regulator with carbon brush holder
5. Contact rings
6. Rectifier
7. Fan

RESISTENZA AERODINAMICA (R_a) (AERODYNAMIC DRAG)

$$R_a = \frac{1}{2} \rho v^2 \cdot C_x \cdot S$$

$$S \cong 0.8 \cdot (base \cdot h)$$

ρ = densità dell'aria

v = velocità

S = sezione (area) frontale

C_x = coefficiente di attrito aerodinamico, che dipende dalla forma del veicolo (ovviamente esistono anche C_y e C_z)

I test aerodinamici vengono effettuati nelle gallerie del vento (WIND TUNNEL).

Si nota che in prossimità del terreno C_x aumenta molto; questo viene definito "GROUND EFFECT".

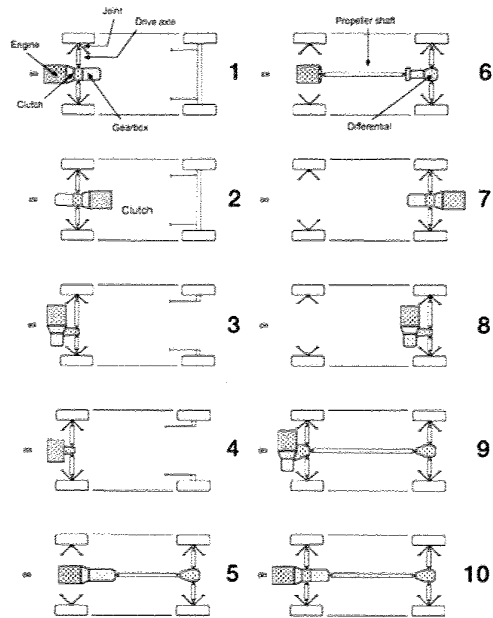
Per quanto riguarda l'aria per il raffreddamento del motore, comunemente i bocchettoni di entrata sono piazzati ~~lontano~~ nell'aria in cui la pressione statica è maggiore, mentre quelli di uscita dove è minore.

LEZIONE 6

TRASMISSIONE (DRIVE TRAIN)

Ha il compito di trasferire la coppia del motore alle ruote in maniera da:

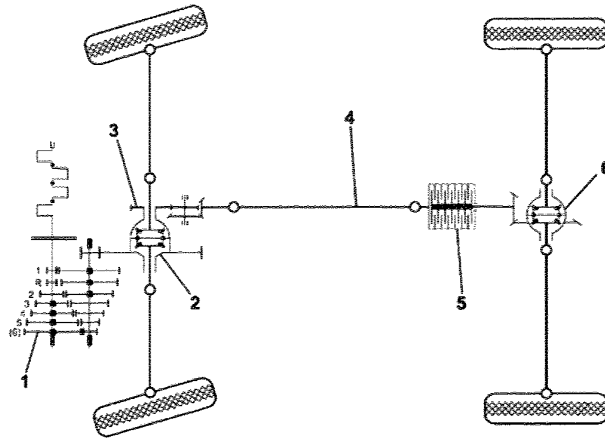
- 1) **MOLTIPLICARE** la coppia del motore, secondo le esigenze di guida, in modo che sia regolata alla coppia resistente applicata alle ruote (in generale, rapporto coppia motore - coppia ruote è di 13,462:1)
- 2) **DISTRIBUIRE** la coppia alle ruote con un criterio appropriato, soprattutto ci deve essere l'utilizzo dei **DIFFERENZIALI**, che permettono differenti velocità angolari per ruote Dx e Sx o tra ruote anteriori e posteriori (auto 4x4), per evitare slittamenti
- 3) **CONNETTERE** tra ~~loro~~ loro i vari sottosistemi del motore in maniera "senza urti", per non soffrire troppo le vibrazioni o gli urti.
- 4) **COLLEGARE E SCOLLEGARE** il motore dalla trasmissione alle ruote, così da permettere al conducente di tenere acceso il motore a veicolo fermo e consentire l'avvio del motore.



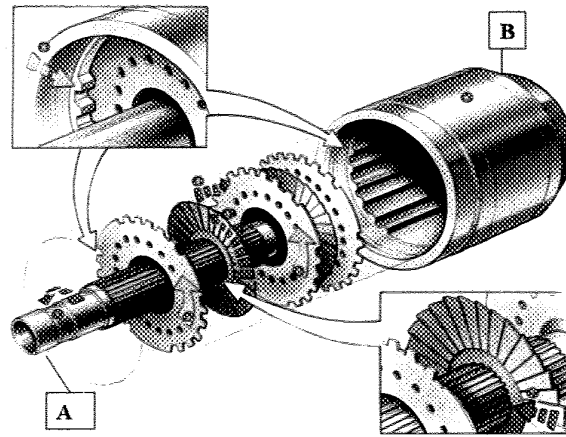
Features	Front wheel drive	Rear wheel drive
Use of space	•	
Dynamic stability	•	
Traction control on high grip		•
Traction control on low grip	•	
Usable engine power		•
Steering radius		•
Weight	•	
Complexity / Cost	•	
Confort		•

Front and rear drive comparison of features.
The sign (•) indicates a generally favorable situation.

Queste, sopra riportate, sono le configurazioni motore/trasmissioni più frequenti e una tabella di comparazione tra trazione anteriore e posteriore

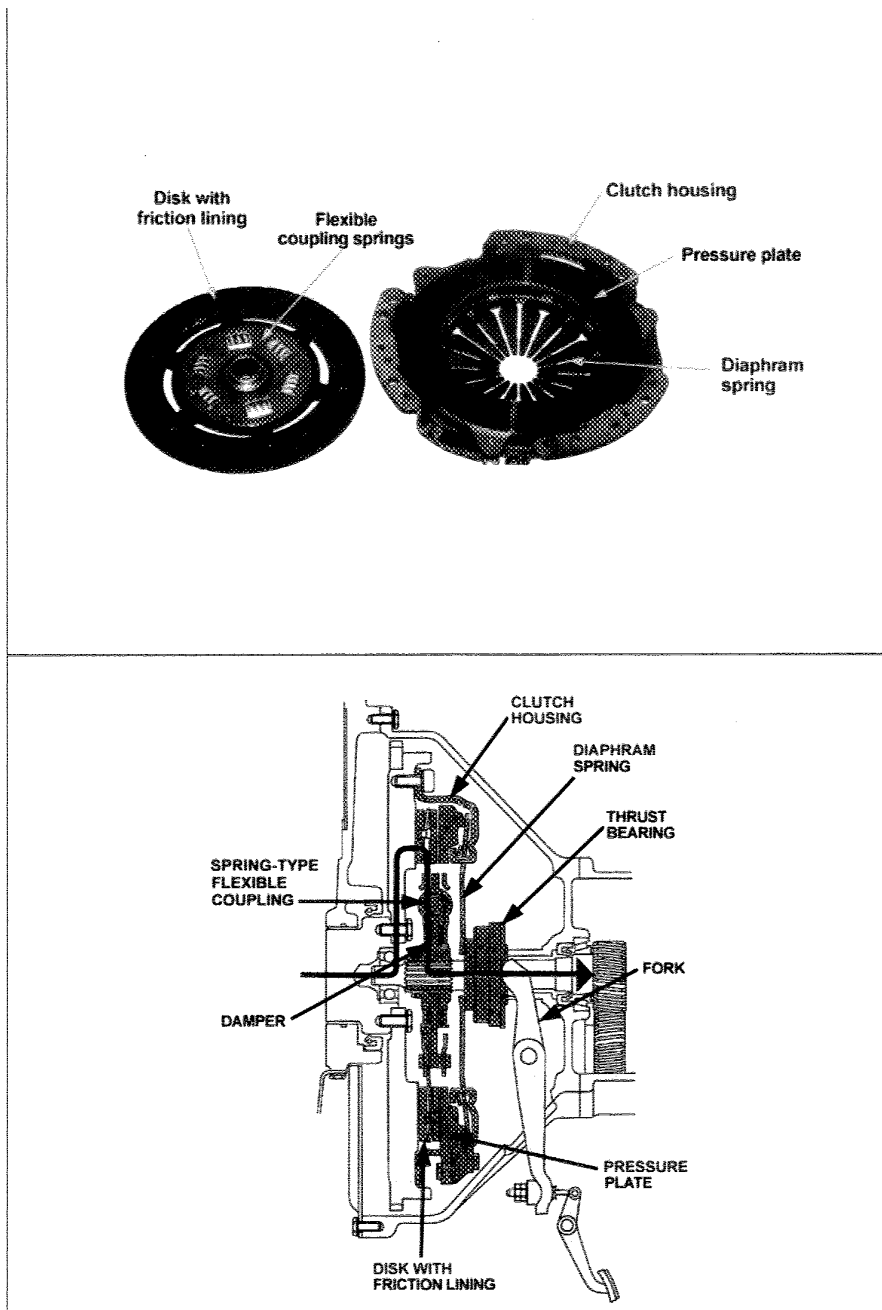


1. Gearbox
2. Front differential
3. Power take off
4. Propeller shaft (two parts)
5. Viscous joint
6. Rear differential



Viscous or Ferguson joint

- a. Shaft connected with rear differential bevel gear
- b. Housing connected with transmission shaft



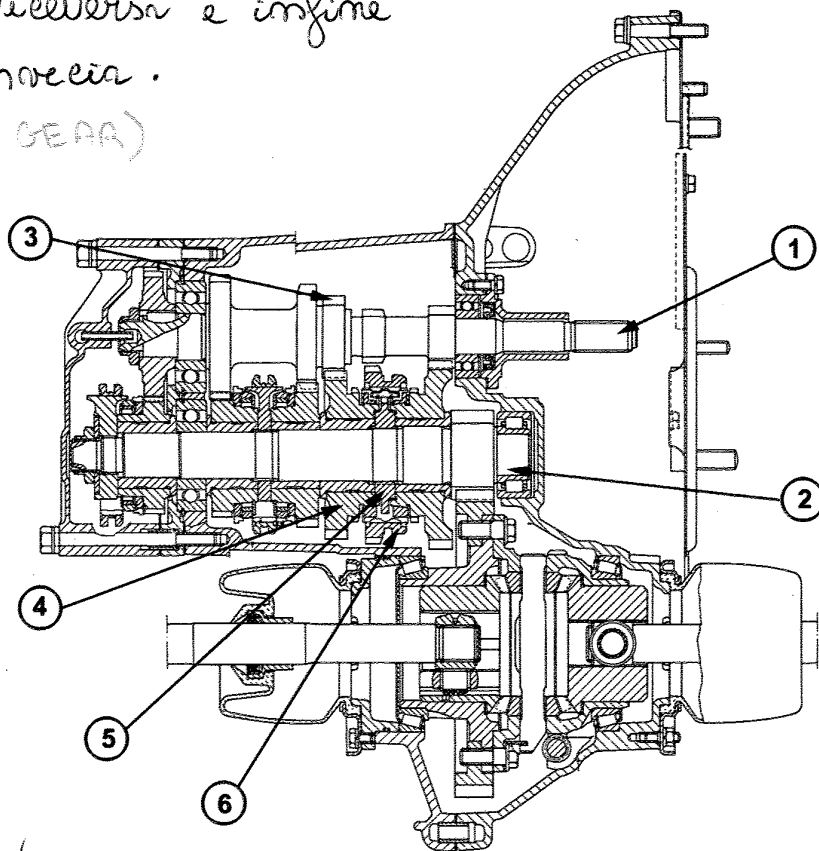
- La coppia che trasmette la frizione deve essere maggiore del 20-30% di quella massima del motore, per avere un buon margine di sicurezza.
- La massa del disco principale rappresenta circa il 70% della massa totale degli elementi di sincronizzare.

TRASMISSIONE MANUALE

Il gearbox, nello specifico, consiste in:

- 1) ASSE PRIMARIO, riceve la coppia dal motore
- 2) ASSE SECONDARIO o CONTRALBERO (COUNTER SHAFT), trasmette la coppia, opportunamente combinata dagli ingranaggi interni, al differenziale e dunque alle ruote.

In questa figura è possibile riconoscere la coppia di ingranaggi che fornisce la seconda marcia (3 e 4), l'anello di sincronizzazione (SYNCHRONIZING RING) per passare dalla prima alla seconda marcia e viceversa e infine la retromarcia (REVERSE GEAR).



Una coppia di ingranaggi è di solito definita dal rapporto di trasmissione τ (tau) che può fornire. Il rapporto di trasmissione è il rapporto tra la velocità angolare dell'albero di "entrata" e quella dell'albero di "uscita". Tale rapporto è definito come il rapporto tra il numero di dentelli dell'ingranaggio d'uscita e ~~tra~~ quelli dell'ingranaggio d'entrata. Considerando che l'energia rimane la stessa, in assenza di attrito, la coppia di uscita è uguale a quella di ingresso moltiplicata per il rapporto di trasmissione.

L'innesto delle viti morce è realizzato utilizzando, a turno, uno degli ingranaggi folle (IDLE GEAR) solidali con l'albero in cui è montato, che forza a girare un altro ingranaggio collegato con l'albero di trasmissione.

SINCRONIZZATORE (SYNCHRONIZER)

Il punto cruciale di un cambio morcia dipende dal sistema utilizzato per collegare l'ingranaggio folle al suo albero, evitando impatti che causano rumore, attriti e difficoltà di ingranamento e sincronizzazione degli ingranaggi.

In passato era necessaria la famosa "doppietta" per portare i giri degli ingranaggi più o meno allo stesso livello.

Un grande passo avanti è stato fatto con l'introduzione di SINCRONIZZATORI che, automaticamente e progressivamente, portano l'ingranaggio "folle" sull'albero secondario per ruotare alla stessa velocità del MOZZO FISSO (FIXED HUB) collegato allo stesso albero ~~al~~ dunque alle ruote.

Non appena il "mozzo fisso" e la corona raggiungono la stessa velocità angolare, la coppia di attrito cessa e l'anello di sincronizzazione si muove con una rotazione tale da permettere al manicotto scorrevole (SLIDING SLEEVE) di ingranare la marcia.

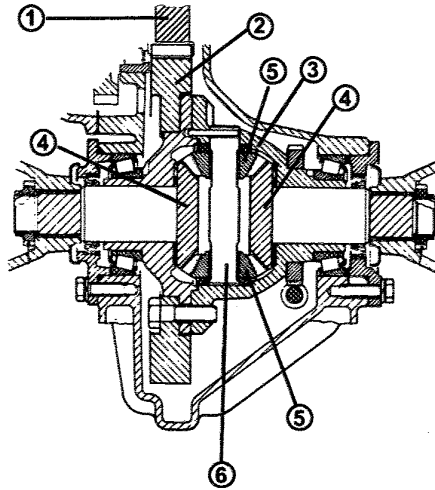
I seguenti link di YOUTUBE possono chiudere meglio ogni dubbio sul funzionamento della trasmissione

1) www.youtube.com/watch?feature=fvwp&v=XumM7yUCO6M&NR=

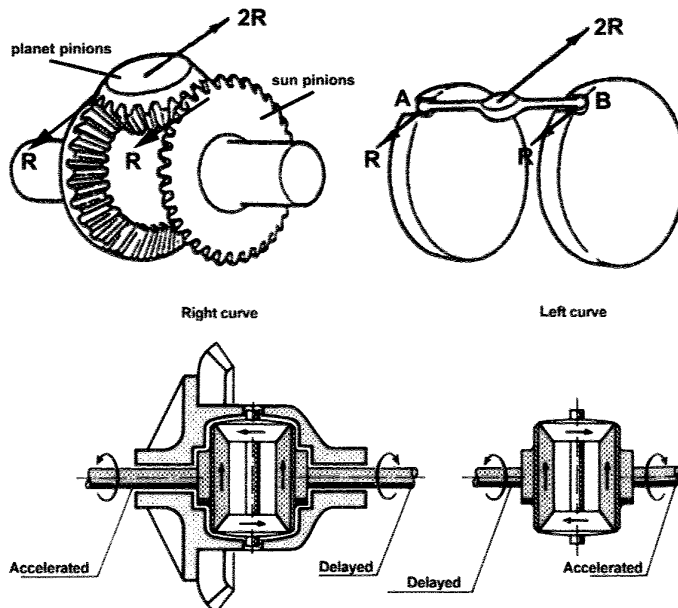
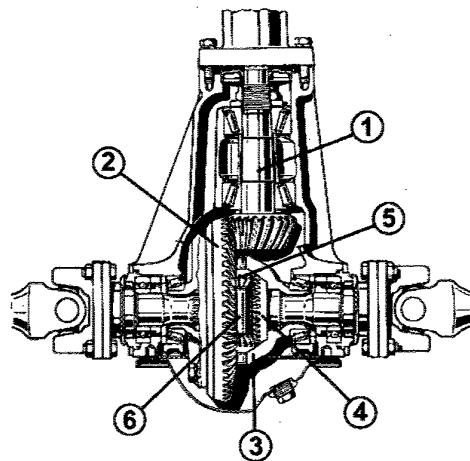
2) www.youtube.com/watch?v=QP2UjA1KsY

occhio alle lettere maiuscole e minuscole, senno' non ve lo fa aprire

Front-wheel drive differential



Rear-wheel drive differential



GIUNTO UNIVERSALE (UNIVERSAL JOINT)

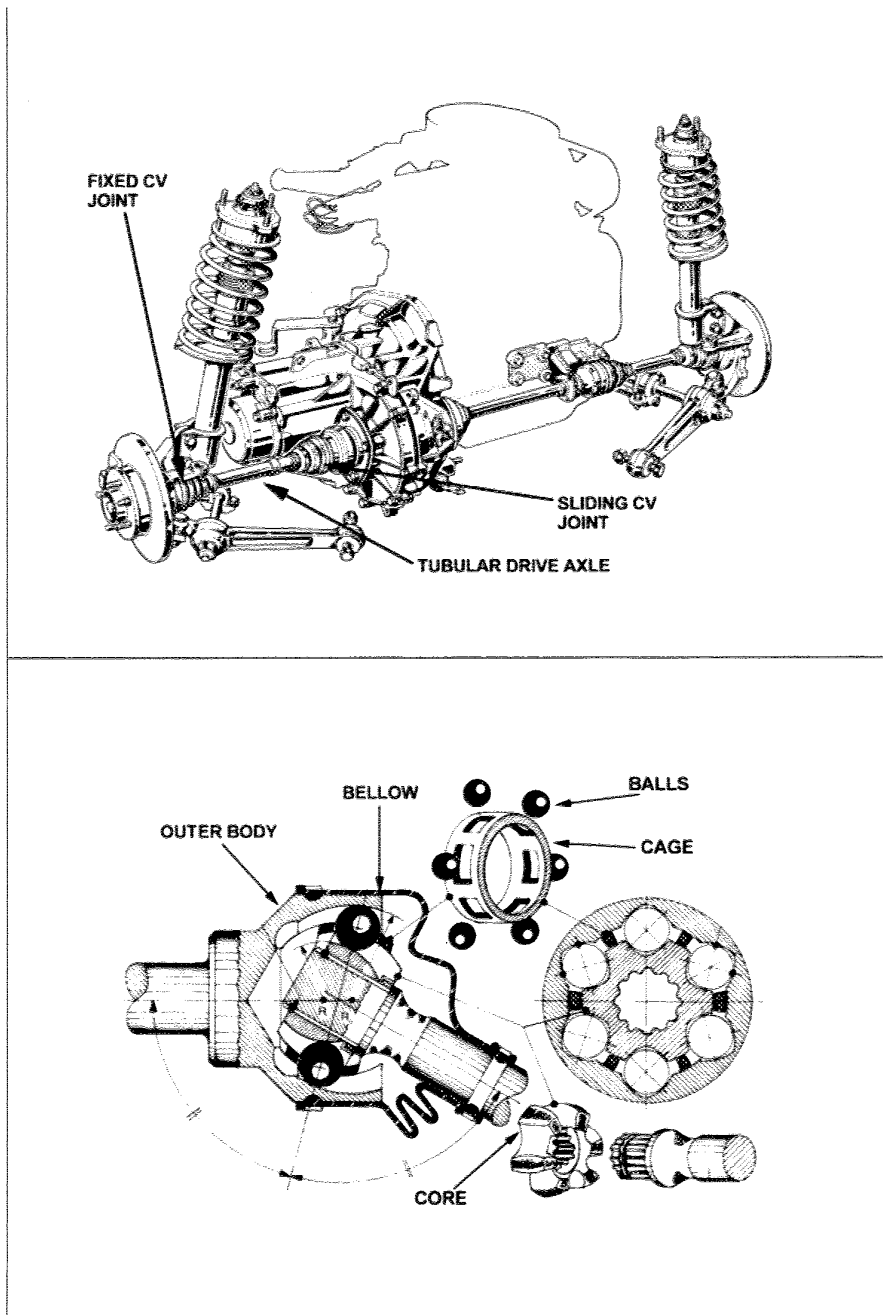
TRASMISSIONE ALLE RUOTE POSTERIORI

Il giunto universale (oppure Hooke joint) è il modo più usato per trasmettere il moto tra gli assi obliqui.

L'angolo formato dai due alberi di accoppiare è chiamato "angolo di lavoro congiunto" (joint working angle).

Il giunto universale (FIGURA PAG. SEGUENTE) è da un "ragno" e da due forcelle. Le estremità dei perni del ragno sono unite ai bracci delle forcelle, ciascuna solidale ~~al ragno~~ alle estremità dell'albero di accoppiare. Per ridurre l'attrito, vengono usati cuscinetti a sfera. Con il giunto universale è possibile trasmettere il moto tra due alberi non allineati, ma non in maniera uniforme. Infatti l'albero condotto ruota rispetto all'albero motore alternativamente secondo una funzione quasi sinusoidale, poiché il "ragno" si inclina alternativamente in avanti e in dietro rispetto all'albero condotto. Poiché le variazioni di velocità aumentano in proporzione all'angolo di lavoro, se questo raggiunge valori alti ($10^\circ - 14^\circ$), la trasmissione potrebbe essere compromessa.

Questo problema può essere evitato utilizzando un secondo giunto universale (figure in basso). Se gli angoli di lavoro dei giunti sono uguali e le forche dell'albero intermedio sono sullo stesso piano, il ritardo viene eliminato e l'albero condotto ruota alla stessa velocità istantanea dell'albero che trasmette il moto.



Inferme vengono usati i giunti di velocità costante (constant velocity or CV joints) per fare in modo che la velocità angolare delle ruote sia la stessa di quella trasmessa dal gearbox.

7) CONSUMO DI CARBURANTE A VELOCITÀ COSTANTE.

8) CONSUMO DI CARBURANTE DURANTE UN CICLO → la quantità di carburante che serve ad una certa velocità ~~costante~~, considerando un ciclo standard; per muovere un veicolo.

FORZE AGENTI SUL VEICOLO

- Reazione al moto in funzione della forza peso e della direzione

$$R_g = P \sin \alpha$$

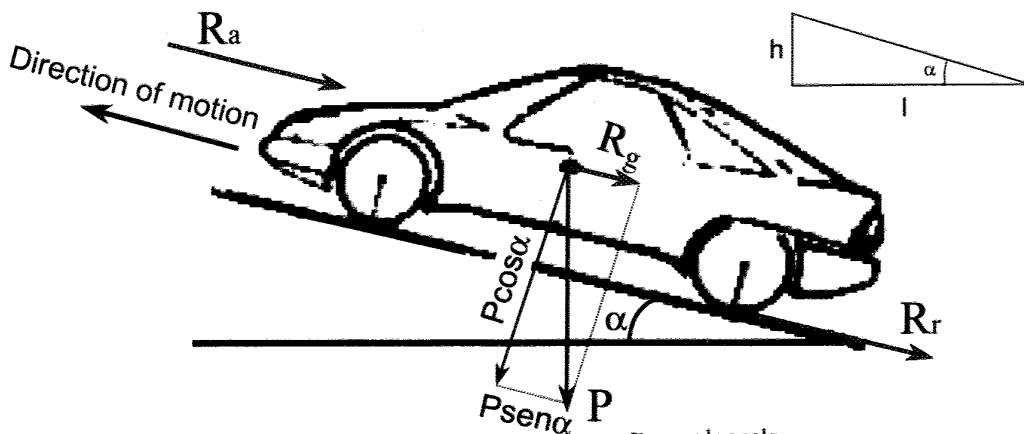
P = peso

- Forza peso P e componente perpendicolare $P \cos \alpha$

- Forza di attrito (ROLLING RESISTANCE) $R_r = f_r \cdot P \cdot \cos \alpha$

- Attrito aerodinamico $R_a = \frac{1}{2} \rho V^2 C_x S$

$$S = 0,8 \text{ base} \times \text{altezza}$$



$R_g = P \sin \alpha$: Resistance due to road grade

$R_r = f_r P \cos \alpha$: Rolling resistance

$R_a = \frac{1}{2} \rho V^2 C_x S$: Aerodynamic resistance

- α grade angle
- P weight force (m · g)
- f_r rolling coefficient
- C_x aerodynamic drag coefficient
- S frontal section of the car (m²)
- ρ air density (kg/m³)
- V instantaneous car speed (m/s)
- Grade (%) = (h/l) · 100 = tg α · 100

ACCELERAZIONE ISTANTANEA

η = efficienza di trasmissione meccanica

P_r = potenza resistente . P_e = Potenza motore (kW)

m_{am} = massa apparente in movimento (kg)

v = velocità

a = accelerazione istantanea

P_{ex} = potenza esuberante (kW)

$$(\eta \cdot P_e) - P_r = P_{ex} = m_{am} \cdot a \cdot v$$

$$a = \frac{P_{ex}}{v \cdot m_{am}}$$

Instantaneous acceleration determination

$$\eta \cdot P_e - P_r = P_{ex} = m_{am} \cdot a \cdot v$$

η = mechanical transmission efficiency

P_r = resistant power (kW)

P_e = engine power (kW)

m_{am} = apparent moving mass (Kg)

v = speed (m/s)

a = instantaneous acceleration (m/s²)

P_{ex} = exuberant power (kW)

$$a = P_{ex} / v \cdot m_{am}$$