

21 Tecnica dei veicoli a due ruote

21.1 Tipi di motoveicoli

I motoveicoli sono veicoli monotraccia a due ruote che possono anche trainare dei rimorchi. Possono, inoltre, essere abbinati a un carrozino laterale (sidecar) pur mantenendo la loro qualità di motoveicolo.

Per guidare un motoveicolo è obbligatorio l'uso del casco.

Si distingue tra:

- velocipedi e biciclette elettriche e a motore;
- ciclomotori;
- motocicli;
- scooter;
- moto, moto con sidecar.

21.1.1 Velocipedi e biciclette elettriche e a motore

Si tratta di veicoli monoposto. La velocità massima consentita per questa categoria è fissata a 25 km/h. La trazione del veicolo (fig. 1) può avvenire sia con il motore sia tramite trasmissioni a pedali.

I velocipedi, le biciclette elettriche e a motore non possono circolare in autostrada.

In commercio, tali veicoli si trovano anche sotto il nome di biciclette elettriche, a pedalata assistita, e-bike, city-bike, fun-bike, biciclette a motore.



Figura 1: Bicicletta elettrica

Propulsori. Si utilizzano prevalentemente dei motori monocilindrici a due tempi. In genere si ha una

potenza da 0,5 a 3,7 kW con regimi che arrivano fino a 4.000 giri/min. La trasmissione di forza avviene tramite un cambio automatico a una o due velocità, oppure tramite un cambio meccanico a due o tre velocità con comando manuale o a pedale.

21.1.2 Ciclomotori

I ciclomotori sono dotati di poggipiedi (pedivelle), mentre in versione scooter sono provvisti di pedana, pedale di avviamento e avviamento elettrico. Hanno una cilindrata di 50 cm³ e la loro velocità massima è limitata a 45 km/h. Questi veicoli a due ruote devono avere il libretto di circolazione, ma sono esentasse ed esenti dall'obbligo di immatricolazione. Il conducente deve essere in possesso di una patente di categoria AM, rilasciata a partire dai 14 anni compiuti.

Propulsori. Per questi veicoli si utilizzano prevalentemente motori monocilindrici a due o quattro tempi (fig. 2). In genere hanno una potenza fino a 3,2 kW a regimi che arrivano fino a 7500 giri/min. La trasmissione della forza avviene tramite una trasmissione a catena dal cambio (meccanico a comando manuale o a pedale, da 2 a 3 rapporti) alla ruota posteriore. Possono anche montare cambi automatici (continui o a due velocità).

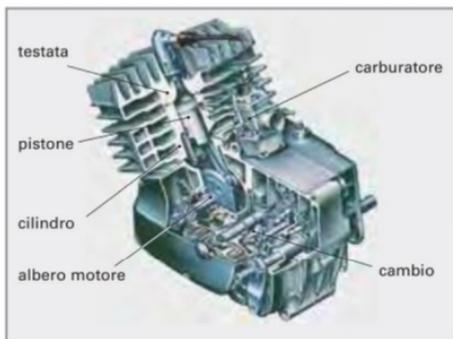


Figura 2: Propulsore di ciclomotore

21.1.3 Motocicli

Sono costruiti come motociclette o scooter e hanno una cilindrata superiore a 50 cm³, ma inferiore o uguale a 125 cm³. La loro potenza nominale non deve superare gli 11 kW. Questi motoveicoli devono avere il libretto di circolazione, ma sono esenti dall'obbligo di immatricolazione e pertanto anche

esentasse. Devono essere dotati di un numero di targa e vanno presentati regolarmente al collaudo. Il conducente deve essere in possesso di una patente, rilasciata a partire dai 16 anni compiuti. Per i conducenti di età inferiore a 18 anni, la velocità massima consentita è limitata a 80 km/h.

21.1.4 Scooter

Gli scooter (fig. 1) sono un tipo particolare di motoveicolo, guidati senza appoggiare le ginocchia a fianco del serbatoio. Hanno ruote più piccole, non sono dotati di pedali e presentano un passo ridotto. Il motore è "nascosto" nella parte posteriore del veicolo ed è parte integrante della sospensione a braccio oscillante longitudinale. A seconda della carenatura e del modello, si trovano in commercio sotto il nome di city-scooter o moto-scooter.



Figura 1: Scooter (scooter sport, 49 cm³, 3,2 kW)

Propulsori. Per gli scooter si utilizzano prevalentemente dei motori monocilindrici a quattro tempi. Sono presenti sul mercato modelli di maxi scooter con cilindrata sino a 850 cc; tecnicamente, possono essere classificati come moto.

Dati del motore

Cilindrata	Potenza	Regime
49 cm ³	fino a 3,9 kW	7.500 giri/min
fino a 125 cm ³	fino a 14 kW	8.500 giri/min
fino a 250 cm ³	fino a 15,5 kW	7.500 giri/min
fino a 500 cm ³	fino a 29,4 kW	7.250 giri/min

Come trazione alternativa, si utilizzano anche motori elettrici a corrente continua con potenza fino a 4,8 kW. L'energia accumulata, fornita da quattro batterie al piombo AGM da 12 V, permette di raggiungere una velocità di circa 45 km/h e ottenere un'autonomia di circa 40-60 km.

Trasmissione. La trasmissione della forza negli scooter avviene in genere tramite un braccio oscillante propulsore compatto, costituito da:

- motore;
- variatore;
- frizione;
- trasmissione posteriore.

Braccio oscillante propulsore (fig. 2). In genere è realizzato sotto forma di un'incastellatura del motore e del gruppo propulsore, in due parti in alluminio. Tale incastellatura è inserita nel telaio dove rimane mobile e funge anche da braccio oscillante per la guida della ruota posteriore.

La trazione avviene in genere tramite un motore monocilindrico. L'albero motore è collegato alla coppia di pulegge conduttrici, chiamata anche variatore.



Figura 2: Braccio oscillante propulsore

Variatore (fig. 3). È costituito da una coppia di pulegge conduttrici e da una coppia di pulegge condotte. Le diverse trasmissioni continue si ottengono modificando i diametri efficaci delle pulegge.

Funzionamento. La coppia di pulegge conduttrici presenta inizialmente un diametro efficace ridotto, a causa della bassa forza centrifuga. Ne consegue un rapporto di riduzione elevato. Se aumenta il numero di giri del motore, i rulli, espandendosi per effetto della forza centrifuga, comprimono la puleggia conduttrice, che aumenta il suo diametro efficace. Contemporaneamente si riduce il diametro della puleggia condotta. Il numero di giri in uscita aumenta, in quanto diminuisce il rapporto di trasmissione.

Frizione per la partenza. È una frizione centrifuga ed è posta sull'albero primario.

Trasmissione posteriore. Si trova sull'albero primario e, tramite un ingranaggio con dentatura cilindrica, trasmette la forza motrice con un rapporto riduzione.

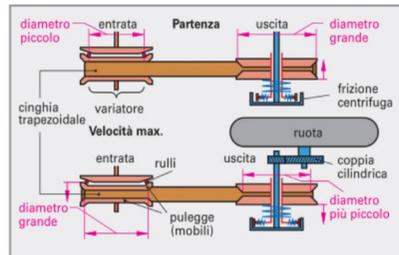


Figura 3: Trasmissioni in partenza

Telaio (fig. 1). In genere il telaio è del tipo tubolare, con supporti e staffe di ancoraggio, sui quali vengono fissati il braccio oscillante propulsore con gruppo molla-ammortizzatore, la forcella telescopica e gli elementi di carenatura.

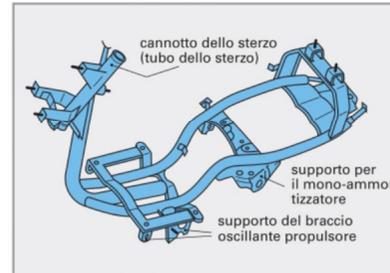


Figura 1: Telaio tubolare per scooter

Sospensione. La ruota anteriore, in genere, è sospesa tramite una forcella telescopica upside-down. Il carico principale degli scooter grava sulla ruota posteriore e viene assorbito da un mono-ammortizzatore con molla elicoidale esterna, collocata tra il telaio e il braccio oscillante.

Freni. In genere gli scooter sono muniti sulla ruota anteriore di uno o due freni a disco a comando idraulico. La ruota posteriore, invece, può essere rallentata mediante freni a tamburo con comando a pedale (piccoli scooter) oppure, negli scooter più grandi, mediante un freno a disco.

21.1.5 Moto

Sono motoveicoli che, per essere guidati, necessitano di appoggiare le ginocchia a fianco del serbatoio. Hanno una cilindrata superiore a 50 cm³ e una velocità massima consentita di oltre 45 km/h. Devono possedere la carta di circolazione, hanno l'obbligo di immatricolazione e sono quindi soggetti ad imposta. Devono essere dotati di un numero di targa. Il conducente deve aver compiuto il diciottesimo anno di età ed essere in possesso di una patente che lo abilita alla guida di motociclette. Dai diciotto ai ventiquattro anni, tale patente presenta delle limitazioni inerenti alla potenza del veicolo e al rapporto potenza/peso; queste limitazioni sono superate dopo due anni di pratica o al compimento del ventiquattresimo anno.

Le moto vengono distinte in leggere, medie e pesanti, ma le si può anche classificare in base al loro utilizzo. In commercio si trovano moto da enduro, da cross, chopper o cruiser, da turismo e da strada.

Moto enduro e da cross (fig. 2). Presentano una grande altezza dal suolo, un'elevata escursione della sospensione e un impianto di scappamento alto. Gli pneumatici hanno un profilo a tasselli grossi. Tali moto hanno, in genere, dei motori monocilindrici a due o quattro tempi, con una cilindrata fino a 650 cm³. I motori erogano una potenza che raggiunge i 47 kW a regimi fino a 9.000 giri/min.



Figura 2: Moto enduro da cross

Chopper o cruiser (fig. 3). Presentano un manubrio alto, molto inclinato verso il conducente. La forcella della ruota anteriore può essere molto obliqua e spostata in avanti. La sella è a due livelli. I diversi gruppi e componenti sono in vista e cromati. In genere, la ruota posteriore è più larga. I motori hanno una cilindrata che può raggiungere i 1.450 cm³ ed erogano potenze fino a 54 kW a regimi di circa 5.500 giri/min.



Figura 3: Moto (chopper)

Moto da turismo (fig. 1, pag. 716). Hanno un manubrio alto e una sella confortevole per il passeggero. La moto è parzialmente o completamente carenata, allo scopo di proteggerla dal vento e dalle intemperie. Prevede, inoltre, borse e spazi per i bagagli. La cilindrata non è superiore a 1.800 cm³ con potenze fino a 112 kW e regimi fino a 10.000 giri/min.



Figura 1: Moto da turismo

Moto da strada (fig. 2). Ha un manubrio piatto, una sella spesso singola e carene complete molto aerodinamiche. Tale rivestimento ha il compito di proteggere, alle alte velocità, il conducente dal vento e soprattutto di garantire alla moto un bassissimo coefficiente di resistenza all'aria (c_w). Queste moto hanno cilindrata fino a 1.300 cm³ ed erogano potenze fino a 130 kW con regimi fino a 12.500 giri/min.



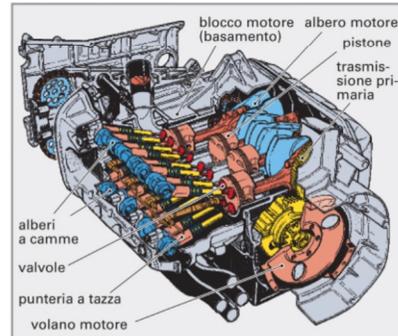
Figura 2: Moto da strada

21.2 Propulsori dei motoveicoli

Per le piccole cilindrata, fino a circa 650 cm³, si utilizzano in genere motori monocilindrici o bicilindrici a due o quattro tempi. Per le cilindrata maggiori, invece, si utilizzano più comunemente motori pluricilindrici con 2, 3 o 4 cilindri, costruiti come motori in linea, boxer o a V. Il basamento del motore per moto, rappresentato nella fig. 3, è realizzato per pressofusione in una lega leggera di alluminio. Le superfici di scorrimento dei cilindri hanno uno strato di rivestimento in nichel-carburo di silicio, molto resistente all'usura e quasi privo di attrito. L'albero motore, realizzato in acciaio legato, forgiato e bonificato, appoggia nel basamento su cinque portate di banco, munite di cuscinetti lisci a tre strati. La coppia è trasmessa dal manovellismo a una trasmissione primaria a dentatura elicoidale e poi alla frizione.

Il ricambio dei gas avviene attraverso due alberi a camme in testa, azionati da una catena di distribuzione. Gli alberi a camme, realizzati in ghisa fusa in

conchiglia, poggiano su cinque supporti della testata monoblocco in lega leggera. Essi comandano le valvole disposte a V tramite punterie a tazza. Per migliorare il riempimento, ogni cilindro è munito di quattro valvole. Grazie all'inclinazione si ottiene una camera di combustione compatta a tetto, con la candela di accensione posizionata al centro. Le guide delle valvole e le loro sedi riportate sono realizzate in metallo sinterizzato.

Figura 3: Motore a quattro cilindri in linea da 1.200 cm³

21.3 Impianto di scarico

Il sistema di scarico (collettore e silenziatore) e il sistema di aspirazione (filtro dell'aria e collettore) devono essere precisamente sincronizzati (accordati), soprattutto nei motori a due tempi. Eventuali modifiche comportano il decadimento del permesso di circolazione e provocano, generalmente, un calo di potenza a certi regimi di rotazione.

Gli impianti di scarico sono prodotti in lamiera d'acciaio verniciata o cromata, più raramente in acciaio legato. Se il tubo di scappamento si trova vicino al poggiatesta, viene dotato di uno scudo termico. L'impianto di scarico a due stadi per scooter, rappresentato nella fig. 4, è composto da una marmitta primaria e da un silenziatore smontabile realizzato in fibra di carbonio.



Figura 4: Impianto di scarico per scooter

Allo scopo di ridurre le emissioni tossiche, si montano catalizzatori a tre vie (regolati o non) con

supporto metallico. Nei motori con catalizzatore regolato, la sonda λ riscaldata rileva il tenore di ossigeno residuale nei gas di scarico e ne informa la centralina che, in base ai dati ricevuti, regola la composizione della miscela in modo tale da ottenere una miscela stechiometrica ($\lambda = 1$). In tal modo, si garantisce un tasso ottimale di conversione delle emissioni tossiche in componenti non tossiche.



Figura 1: Impianto di scarico con catalizzatore a tre vie

21.4 Carburazione

A seconda della cilindrata, si utilizzano i seguenti sistemi di carburazione:

- impianti mono e pluricarburatore con circuito dell'aria secondario o catalizzatore non regolato;
- impianti a iniezione (sistemi di gestione del motore).

Nei motoveicoli trovano applicazione i seguenti carburatori:

- carburatori orizzontali e inclinati;
- carburatori:
 - ad azionamento meccanico della valvola gas;
 - ad azionamento pneumatico del pistone.

Carburatore orizzontale con comando meccanico (fig. 2)

Funzionamento.

In regime di minimo, il carburante viene aspirato nel pistone sottostante attraverso il getto del minimo e miscelato con l'aria all'interno del condotto

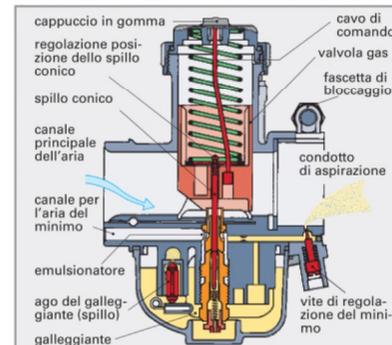


Figura 2: Carburatore orizzontale con comando meccanico

di aspirazione. Durante l'accelerazione, il pistone viene sollevato dalla cordina dell'acceleratore e il carburante viene aspirato attraverso il getto dello spillo, per effetto della depressione presente. A seconda della posizione della valvola gas, lo spillo conico libera una determinata sezione di passaggio con cui l'alimentazione di carburante viene adeguata alla quantità d'aria aspirata. Nell'intervallo di carico parziale, essendo necessaria una minore quantità di carburante rispetto al pieno carico, la mandata del carburante è leggermente ridotta dal profilo del getto dello spillo.

Dispositivo di ripresa. Durante l'accelerazione lo spillo si solleva insieme alla valvola gas, liberando il pistoncino che, all'interno del diffusore, è spinto verso l'alto dalla molla. In tal modo, il carburante che si trova sopra il pistone è premuto attraverso la sezione anulare. La miscela diventa più ricca.

Partenza a freddo. L'arricchimento della miscela avviene come segue:

- in modo meccanico, tramite cavo di comando e valvola. In questo caso, azionando la valvola dell'aria si riduce la sezione di aspirazione del carburatore e si ottiene un aumento della depressione nel diffusore;
- in modo elettro-idraulico, mediante una valvola di avviamento a freddo. A motore freddo, essa apre un canale di bypass che aumenta l'apporto di carburante a monte della valvola.

INDICAZIONI PER LE OFFICINE

Il veicolo non si mette in moto. Se dopo un periodo di fermo il motore non parte, la causa potrebbe essere la miscela che non si innesca. In tal caso occorre procedere come segue:

- estrarre e smontare il carburatore in tutte le sue parti;
- controllare che i getti, la sede dei getti e la camera del galleggiante non abbiano incrostazioni;
- controllare visivamente che le parti mobili non presentino usura meccanica;
- pulire il getto principale del minimo e la relativa sede, eventualmente in bagno a ultrasuoni;
- verificare ed eventualmente regolare il livello del galleggiante;
- rimontare il carburatore con un nuovo set di guarnizioni e installarlo nella posizione corretta;
- effettuare la regolazione di base del getto del minimo: avvitare il getto del minimo fino all'arresto, dopodiché tornare indietro di 2-2,5 giri;
- mettere in moto il motore e regolare il minimo con le luci accese (da 800 a 1200 giri/min), sollevando la valvola gas mediante la vite del minimo o la cordina dell'acceleratore;
- regolare il tenore di CO mediante la valvola di regolazione della miscela tra l'1,5 e il 4%, secondo le indicazioni del produttore.

Impianto Motronic (fig. 1)

I motocicli di grossa cilindrata hanno una centralina elettronica digitale per il comando dell'accensione e dell'impianto di iniezione che riceve i seguenti segnali in ingresso:

- regime del motore;
- temperatura dell'aria aspirata e del liquido refrigerante;
- segnale λ .

La centralina calcola la quantità di carburante da iniettare e regola la carburazione nella finestra λ . Essa comanda i seguenti attuatori:

- pompa del carburante;
- iniettori;
- dispositivi automatici per l'avviamento a freddo;
- impianto di accensione;
- ventilatore elettrico.

Pompa di alimentazione del carburante. Garantisce una pressione costante del carburante di 3,5 bar.

Iniettori. Sono comandati dal lato negativo (massa) e iniettano la metà del carburante una volta ogni rotazione dell'albero motore. In fase di avviamento a freddo, l'iniezione avviene due volte.

Dispositivo automatico per l'avviamento a freddo. È un dispositivo a regolazione elettronica che, insieme a un servomotore con ingranaggio a vite senza fine, modifica di volta in volta la posizione della battuta della farfalla del gas, garantendo un regime del minimo stabile.

Impianto di accensione. La centralina interrompe la corrente primaria e, così facendo, fa scoccare la scintilla di accensione.

Strategie in caso di anomalie di funzionamento. La centralina rileva eventuali incoerenze dei segnali in ingresso, li memorizza e li sostituisce con valori fissi che permettono al motore di poter funzionare in modo accettabile (strategie di emergenza). Se viene a mancare il segnale relativo al regime, il motore smette di funzionare.

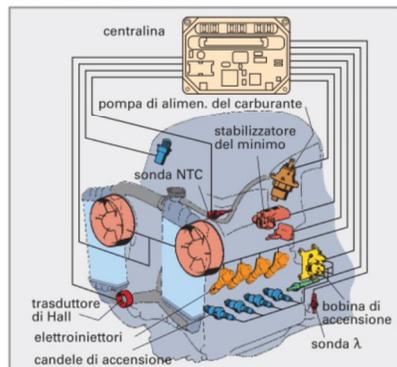


Figura 1: Gestione elettronica digitale (motore di motociclo)

INDICAZIONI PER LE OFFICINE

Autodiagnosi. Eventuali anomalie sono registrate nella memoria guasti della centralina. Tramite il cavo di diagnosi, è possibile visualizzare i guasti con l'ausilio di un apposito apparecchio di lettura. Una volta eliminati, è necessario cancellarli dalla memoria.

Diagnosi di bordo: consente di azionare determinati componenti e verificarne il funzionamento.

21.5 Raffreddamento del motore

I motoveicoli fino a 800 cm³ di cilindrata sono in genere raffreddati ad aria. Nelle costruzioni dove i cilindri sono esposti, essi possono essere raffreddati dal flusso d'aria e che li investe durante la marcia. I cilindri e le testate, fabbricati in leghe di alluminio, sono dotati di grandi alette di raffreddamento per consentire una buona dissipazione del calore. Nei motocicli e negli scooter, caratterizzati da motori carenati, il raffreddamento è in genere del tipo forzato ad aria. Per tutte le cilindrata, possono essere usati anche motori raffreddati a liquido, molto più silenziosi e meno sensibili alle sollecitazioni termiche. Per motocicli di grosse cilindrata, si utilizzano sistemi di raffreddamento a circolazione forzata a pompa, con radiatore, ulteriore ventilatore elettrico, termostato e vaso d'espansione.

21.6 Lubrificazione del motore

Lubrificazione a miscela. Si utilizza nei piccoli motori a due tempi. Durante il rifornimento si aggiunge al carburante un apposito olio automiscelante in un rapporto compreso tra 1:20 e 1:100.

Lubrificazione a circolazione forzata (fig. 2). Utilizzata nei grandi motori a quattro tempi, ha una struttura simile a quella dei motori per automobili. Una pompa aspira l'olio dalla coppa e, attraverso il filtro, lo invia sotto pressione ai vari componenti. Un interruttore azionato dalla pressione dell'olio segnala al conducente eventuali avarie del sistema, attraverso l'accensione di una spia sul cruscotto.

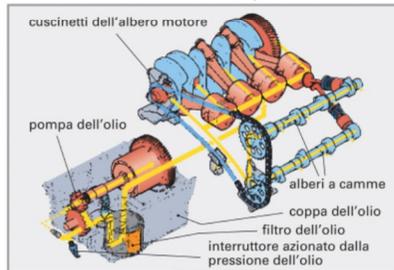


Figura 2: Lubrificazione a circolazione forzata, circuito dell'olio

21.7 Frizione

È utilizzata per la trasmissione delle forze e per la partenza. I ciclomotori, in genere, hanno una frizione automatica (cambio automatico ad un solo rapporto, fig. 1). All'aumentare del regime, le masse centrifughe si spostano verso l'esterno. L'organo d'entrata si accoppia dinamicamente con il tamburo della frizione, collegato a sua volta con l'albero primario.

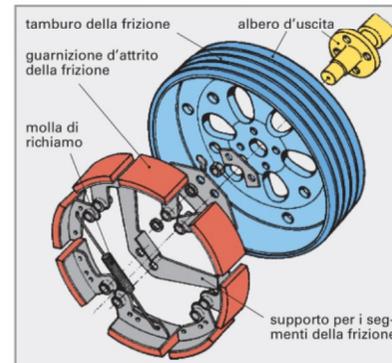


Figura 1: Frizione centrifuga

Frizione multidisco (fig. 2). È il modello di frizione più utilizzato nei motoveicoli. La frizione multidisco

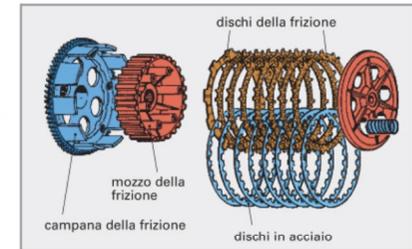


Figura 2: Frizione multidisco

è costituita da una disposizione alternata di dischi muniti di guarnizioni d'attrito a dentatura esterna e dischi in acciaio a dentatura interna. A frizione innestata, queste lamelle collegano la campana della frizione (conduttrice) con il mozzo. I dischi della frizione si trovano in un carter a bagno d'olio o, più raramente, secco.

Frizione monodisco a comando idraulico (fig. 3).

È utilizzata nelle motociclette di grossa cilindrata a elevata potenza. Questo sistema è simile a quello impiegato nel settore automobilistico. Il comando avviene tramite un sistema idraulico con recupero automatico del gioco. Tramite la leva manuale, si aziona il cilindro distributore e la pressione agisce sul cilindro ricevitore che preme l'asta di spinta contro la molla a diaframma. Quando non c'è pressione sullo spingidisco, la frizione è disinnestata.

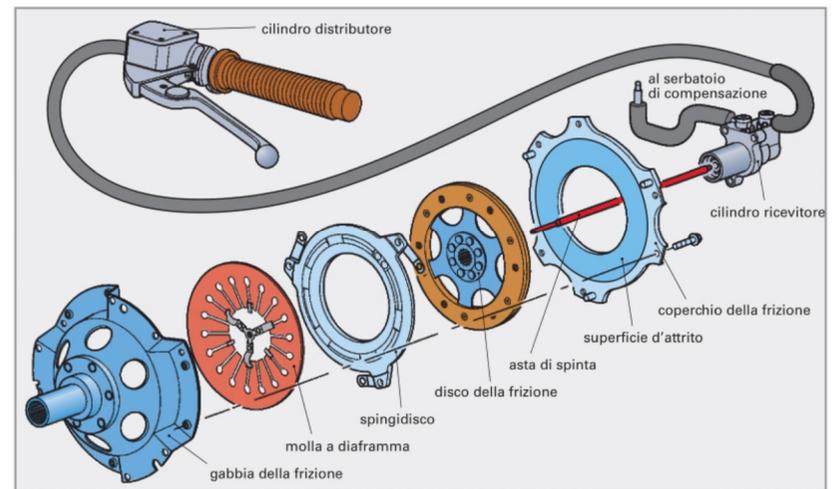


Figura 3: Frizione monodisco a comando idraulico

21.8 Trasmissione

La coppia prodotta dal motore viene trasferita alla frizione dalla **trasmissione primaria** (fig. 1). Essa è formata da una coppia di ingranaggi o da una catena con il compito di trasmettere il momento torcente e il regime. Nel cambio a 4 rapporti con comando a piede si ha un'ulteriore trasmissione (trasmissione secondaria).

Trasmissione secondaria (fig. 1). Trasmette la forza di trazione dal cambio alla ruota posteriore. Sono utilizzate trasmissioni a catena, trasmissioni cardaniche (fig. 3) o trasmissioni a cinghia dentata.



Figura 1: Motore da moto con trasmissione primaria

Trasmissione a catena (fig. 2). Per questo tipo di trasmissione si utilizzano, in genere, catene a rulli con guarnizioni ad anello torico o bussole. Le catene possono essere con o senza maglia di giunzione. Tra i rulli e i perni delle maglie è inserito il lubrificante. Nelle moto da strada, inserite tra le piastrelle laterali e i rulli, per impedire la fuoriuscita del lubrificante. Nelle moto enduro o da cross si utilizzano, invece, catene con bussole.

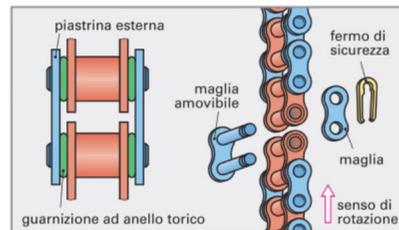


Figura 2: Anello torico, catena a rulli e maglia di giunzione

Trasmissione cardanica. Questo tipo di trasmissione è utilizzata prevalentemente nelle moto con potenze elevate. Tramite un albero cardanico, il cambio trasmette la forza motrice dal pignone motore alla corona conica. Il rapporto di trasmissione alla ruota posteriore è in genere $i \approx 3,0$. Malgrado le notevoli complessità costruttive, questo sistema presenta diversi vantaggi: assenza di manutenzione, affidabilità, silenziosità e insensibilità allo sporco.

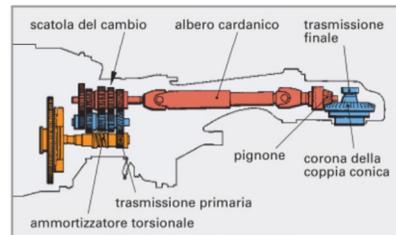


Figura 3: Trasmissione con albero cardanico

Cambio (fig. 4). I motoveicoli hanno cambi con ingranaggi a dentatura d'innesto frontale. L'innesto dei rapporti è realizzato tramite un sistema di leve, azionato dal piede del conducente.

La trasmissione primaria, munita di ammortizzatore torsionale (ammortizzatore a molla, fig. 3), aziona l'albero primario. Sull'albero primario e secondario si trovano gli ingranaggi mobili, spostati dalle forcelle. Azionando il pedale, si sposta la leva del cambio, la quale a sua volta attiva il clicchetto che fa girare il tamburo selettore. Attraverso le sue scanalature, il tamburo selettore comanda lo spostamento assiale delle forcelle e quindi l'innesto dei rispettivi ingranaggi. Le marce superiori vengono innestate spingendo verso l'alto il pedale, quelle inferiori abbassando il pedale (comando sequenziale).

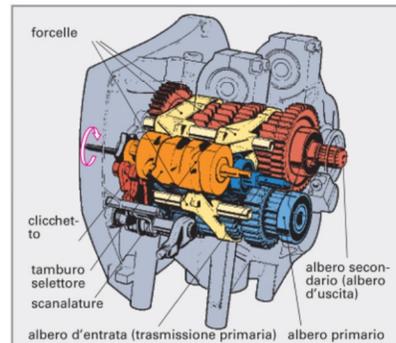


Figura 4: Cambio di motocicletta a 6 velocità

Cambio con innesto a dentatura frontale a 5 rapporti

Il cambio a 5 rapporti, presentato in fig. 1, è costituito sostanzialmente dei seguenti componenti:

- albero primario;
- albero intermedio;
- albero secondario;
- ingranaggi.

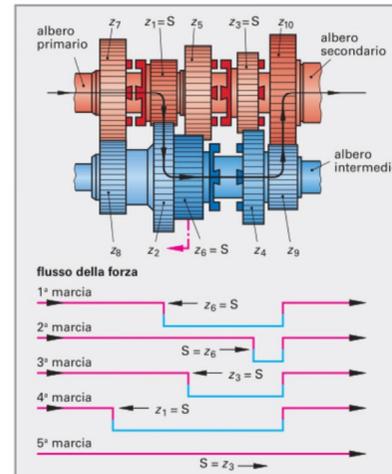


Figura 1: Cambio con innesto a dentatura frontale a 5 rapporti

Funzionamento. La conversione della coppia e del regime avviene tramite l'interazione a due a due degli ingranaggi, uno dei quali è montato sull'albero primario e l'altro sull'albero intermedio. Visto che tutti gli ingranaggi sono costantemente in presa, per ogni coppia, uno di essi deve poter scorrere liberamente sul proprio albero.

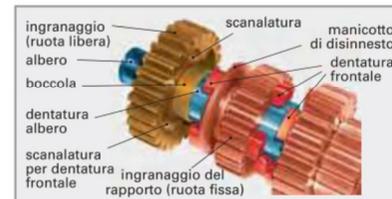


Figura 2: Albero, ingranaggi fissi e liberi, dentatura frontale

La trasmissione della coppia, per esempio dall'albero principale a quello intermedio, si verifica soltanto nel momento in cui un ingranaggio libero diventa, tramite un ingranaggio del cambio S (per esempio z_6), solidale al proprio albero in modo da non poter ruotare e non potersi spostare lungo l'asse. A tal

fine, una ruota di cambio S si sposta verso destra o verso sinistra e si innesta con la propria dentatura frontale nelle scanalature della ruota libera.

Flusso di forze, per esempio in 1ª

Albero primario → ingranaggio libero z_1 → ingranaggio libero z_2 → ingranaggio del rapporto $z_6 = S$ → albero intermedio → ingranaggio fisso z_{10} → albero secondario.

Gli ingranaggi fissi sono: $z_1, z_3, z_6, z_8, z_9, z_{10}$.

Gli ingranaggi liberi sono: z_2, z_4, z_5, z_7 .

Gli ingranaggi z_9 e z_{10} determinano una trasmissione parziale costante ($i_1 = z_{10}/z_9$), che è sempre attiva ad eccezione della 5ª.

Cambio automatico

È utilizzato prevalentemente nei ciclomotori. Il cambio automatico a due velocità rappresentato nella fig. 3 è costituito principalmente da:

- rotismo epicicloidale con ruota planetaria, corona, satelliti e portasatelliti;
- frizione centrifuga con masse centrifughe;
- ruota libera e puleggia.

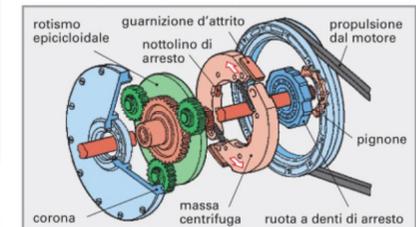


Figura 3: Cambio automatico a 2 velocità

Rotismo epicicloidale. Qui si effettua la conversione della coppia e del regime. Si innestano automaticamente 2 velocità.

Corona. È solidale alla puleggia e ruota in funzione del regime del motore.

Ruota planetaria. Tramite la ruota libera, è solidale all'albero del movimento centrale. La ruota libera blocca un senso di rotazione della ruota planetaria.

Portasatelliti. È l'uscita verso il pignone.

Funzionamento. In fase di avviamento, la corona viene messa in moto e la ruota planetaria, tramite la ruota libera, viene fatta ruotare nella stessa direzione. Di conseguenza, i satelliti ruotano intorno al planetario e determinano la rotazione del portasatelliti, tramite il quale avviene l'uscita verso il pignone della catena. Così facendo si produce una demoltiplicazione (1ª). All'aumentare del regime di uscita e della velocità di marcia, le masse centrifughe fissate al portasatelliti si spostano verso l'esterno, rendendo solidali la corona dentata e il portasatelliti. In tal modo si stabilisce una trasmissione diretta 1:1 ed è inserita la seconda marcia.

21.9 Impianto elettrico

Gli elementi principali di un impianto elettrico da moto sono i seguenti: plancia portastrumenti; piastra portafusibili e relè; impianto di avviamento; generatore di corrente (alternatore); sistema di accensione; impianto di illuminazione e segnalazione.

Plancia portastrumenti (fig. 1). Informa il conducente sulle funzioni fondamentali del veicolo, quali la velocità, il regime del motore, la pressione dell'olio, il contenuto di carburante nel serbatoio, lo stato dell'impianto di carica, il funzionamento del sistema ABS, gli indicatori di direzione e l'impianto luci.

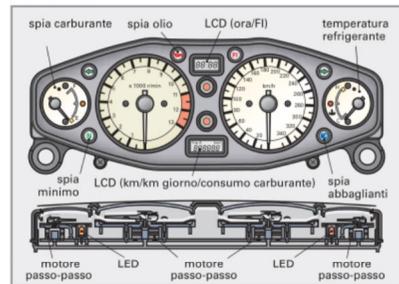


Figura 1: Plancia portastrumenti

Piastra portafusibili e relè. Collocata in una scatola, contiene i fusibili e i relè per motorino d'avviamento, pompa della benzina, avvisatore acustico, impianto di illuminazione, impianto Motronic e ABS.

Impianto di avviamento (fig. 2). L'impianto meccanico di avviamento a pedale (kick starter) è stato sostituito da sistemi d'avviamento elettrici, composti da un motorino elettrico dotato di un riduttore e da un pignone con ruota libera. Per i motocicli di grandi cilindrate, si utilizzano sistemi con riduttore analoghi a quelli impiegati nel settore automobilistico.

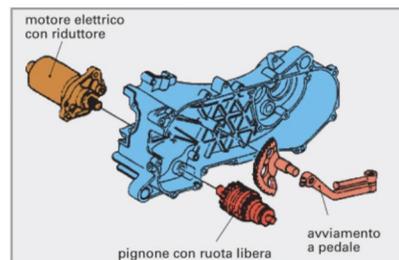


Figura 2: Motorino d'avviamento di uno scooter

Generatore di corrente (fig. 3). Nei motori di potenza ridotta, in genere, si utilizzano gruppi generatori combinati con impianti di accensione a volano magnetico. Il rotore, dotato di magneti permanenti, è fissato all'albero motore e ruota insieme a esso. La sua posizione è vincolata da una chiavetta. Nelle bobine fissate all'interno del carter del motore si produce una corrente alternata che, dopo essere stata convertita in corrente continua ("raddrizzata"), va ad alimentare l'impianto di illuminazione e il sistema di accensione o carica un'eventuale batteria.

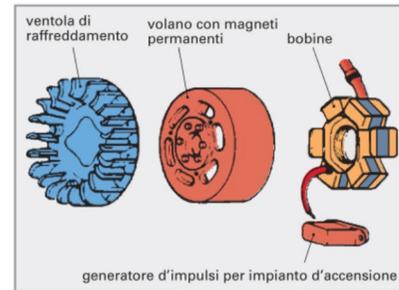


Figura 3: Gruppo generatore di corrente di uno scooter

Nei motocicli di grossa cilindrata, si utilizzano quasi esclusivamente i seguenti generatori trifase:

- con eccitazione a magneti permanenti;
- con campo d'eccitazione a poli artigliati.

Generatori trifase con eccitazione a magneti permanenti (fig. 4). In questo modello, il rotore con magneti permanenti è azionato dall'albero motore. Negli avvolgimenti dello statore si genera una corrente trifase, che viene "raddrizzata" all'esterno in un'apposita unità elettronica che limita la tensione di carica a 14 V. Con questi sistemi si raggiungono potenze di circa 300 W.

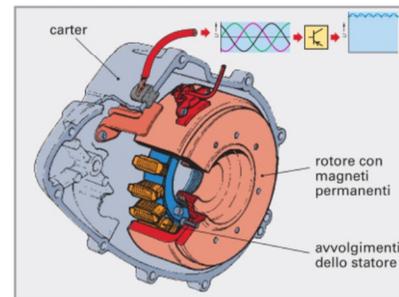


Figura 4: Generatore trifase con eccitazione a magneti permanenti

Regolazione (fig. 1). Con valori inferiori alla tensione di riferimento, la tensione generata e "raddrizzata" alimenta gli utilizzatori e carica la batteria. Quando la tensione raggiunge il valore limite, il regolatore elettronico aziona i tiristori, gli avvolgimenti statorici sono cortocircuitati e non generano più corrente.

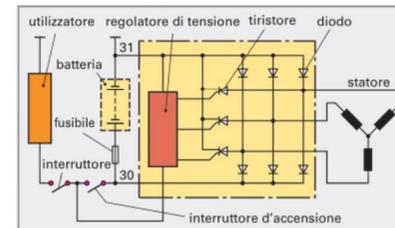


Figura 1: Schema elettrico del generatore trifase con eccitazione a magneti permanente

Generatore trifase con campo d'eccitazione a poli artigliati (fig. 2). Il rotore a poli artigliati è fissato all'albero motore e induce una corrente trifase negli avvolgimenti dello statore. Come negli alternatori per automobili, la corrente prodotta è "raddrizzata" mediante un circuito a ponte di diodi. La corrente d'eccitazione è determinata da un regolatore. Con questi dispositivi si raggiungono erogazioni di potenza fino a 850 W con tensioni di 14 V.

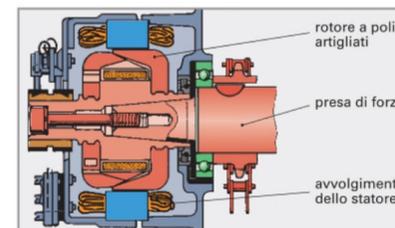


Figura 2: Rotore a poli artigliati

Sistemi di accensione. Per i motocicli si utilizzano prevalentemente sistemi di accensione a comando elettronico. In base al loro funzionamento, possono essere suddivisi in:

- sistemi di accensione ad alta tensione a scarica di condensatore con o senza batteria;
- sistemi di accensione a transistor.

Questi sistemi presentano i seguenti vantaggi:

- assenza di usure meccaniche;
- assenza di manutenzione;
- elevata tensione sul circuito secondario ad alti regimi di rotazione;
- ridotta sensibilità alle incrostazioni delle candele.

Accensione a scarica di condensatore (fig. 3). Questi dispositivi sono indicati sovente con la sigla CDI (Capacitive Discharge Ignition).

Funzionamento. Questo impianto è dotato di una bobina, un condensatore e un generatore di impulsi di accensione. Quando il volano con il magnete permanente gira, induce nella bobina una tensione compresa tra 100 e 400 V, che una volta "raddrizzata", va a caricare il condensatore. Il segnale fornito dal generatore d'impulsi è trattato dal correttore d'anticipo che determina il corretto istante d'accensione. Il correttore d'anticipo attiva il tiristore che diviene conduttore. Il condensatore collegato in serie all'avvolgimento primario si scarica repentinamente, generando un'elevata tensione di accensione nell'avvolgimento secondario. L'anticipo dell'accensione è definito in funzione del numero di giri ed è regolato dalla centralina CDI.

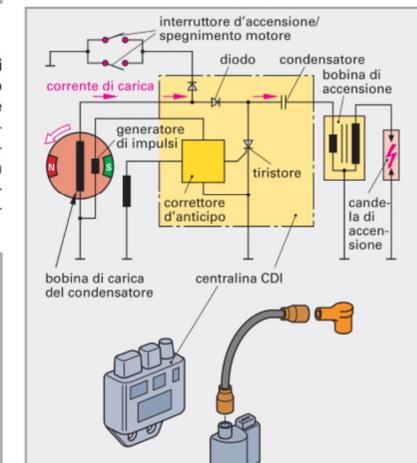


Figura 3: Accensione ad alta tensione a scarica di condensatore

Sistema di accensione CDI a corrente continua. In questo caso, si utilizza una batteria per caricare il condensatore. Un trasformatore di tensione, collocato all'interno della centralina, aumenta a 220 V la tensione fornita dalla batteria e immagazzinata nel condensatore.

Questo sistema offre il vantaggio di produrre un'elevata tensione di accensione anche a bassi regimi di rotazione del motore.

Sistemi di accensione a transistor. Questi impianti sono utilizzati soprattutto nei motori di grossa cilindrata. Si possono distinguere due sistemi:

- con generatore di impulsi;
- a comando digitale.

Accensione a transistor con generatore di impulsi (fig. 1)

Funzionamento. In questo tipo di impianto, quando il generatore di impulsi attiva la base del transistor, la corrente primaria scorre. Quando, invece, la corrente di base del transistor si interrompe, la corrente primaria si disattiva e il circuito secondario induce nella bobina d'accensione un'alta tensione. La centralina, oltre a correggere l'anticipo dell'accensione in funzione del regime, modifica anche l'angolo di chiusura, determinando in tal modo il tempo di alimentazione del circuito primario.

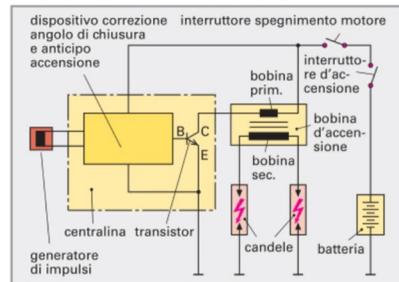


Figura 1: Accensione a transistor con generatore d'impulsi

Accensione a transistor a comando digitale

Struttura. Sono composti da uno o due generatori di impulsi, una centralina dell'accensione, una o più bobine di accensione e una o più candele.

Funzionamento. Un generatore di impulsi informa la centralina sul regime e la posizione dell'albero motore. In base a queste informazioni, la centralina elabora il punto ottimale di accensione a fronte della cartografia memorizzata.

INDICAZIONI PER LE OFFICINE

- **Controllo della scintilla.** Per verificare la scintilla, occorre smontare la candela di accensione, inserire il cappello e mettere a massa la parte metallica (fig. 2).
- **Controllo del punto di accensione statico e del correttore d'anticipo (fig. 3).** Verificare l'allineamento dei riferimenti con i dati del costruttore. Le marcature devono corrispondere ai valori previsti ai vari regimi di rotazione.
- **Misurazione della tensione primaria e secondaria** sulla bobina d'accensione con un voltmetro di picco adatto alle alte tensioni (fig. 4).
- **Misurazione della tensione** sulla bobina di carica e sul generatore di impulsi (fig. 5).
- **Misurazione della resistenza** sull'avvolgimento primario e secondario della bobina di accensione (fig. 6) e confronto tra valori reali e teorici.

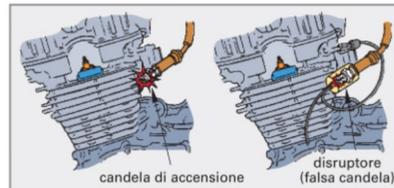


Figura 2: Controllo della scintilla

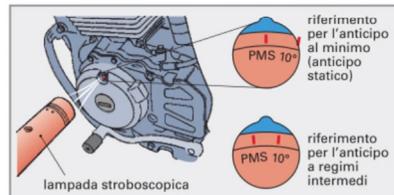


Figura 3: Controllo del punto di accensione

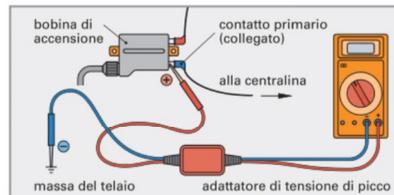


Figura 4: Misurazione della tensione primaria sulla bobina di accensione con un adattatore di tensione di picco

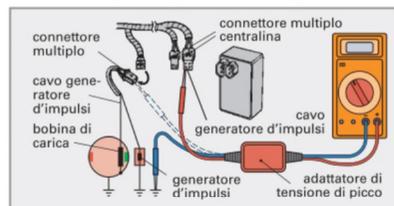


Figura 5: Misurazione del generatore di impulsi e della bobina del generatore

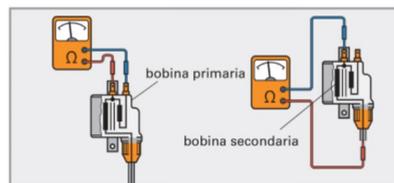


Figura 6: Misurazione della resistenza della bobina primaria e di quella secondaria

21.10 Dinamica di marcia

Stabilizzazione grazie all'effetto giroscopico

Da fermi, i veicoli monotraccia sono instabili, tendono a cadere a terra. All'aumentare della velocità, la ruota genera un effetto giroscopico che stabilizza il veicolo in rettilineo.

Esperimento (fig. 1). Se si cerca di inclinare una ruota in movimento, per esempio, verso sinistra, l'effetto giroscopico devierà la ruota sull'asse verticale verso destra finché non sarà ripristinato l'equilibrio. Se la ruota verso destra, la ruota devierà verso sinistra. Questo effetto può essere sfruttato dal conducente, controsterzando leggermente per agevolare l'inserimento in curva del veicolo. A quel punto, spostando il peso, le forze centrifughe, la forza peso e l'effetto giroscopico si stabilizzano.

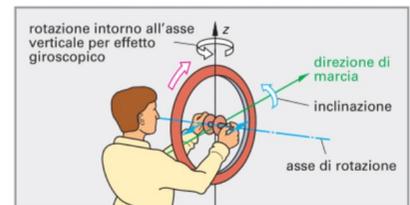


Figura 1: Stabilizzazione mediante precisione giroscopica

Effetto dell'avancorsa (fig. 2). L'avancorsa è la distanza che separa il punto di contatto dello pneumatico al suolo con il punto di contatto teorico dato dal prolungamento dell'asse dello sterzo. In seguito alle forze d'attrito o frenanti agenti sul punto di contatto dello pneumatico al suolo, sulla ruota sterzata si genera un momento di ritorno M_R , proporzionale all'avancorsa e all'angolo di sterzata. Il momento di ritorno stabilizza il veicolo e riconduce le ruote in posizione rettilinea, ottenendo una lieve tendenza allo sfarfallamento, il riposizionamento delle ruote dopo la sterzata e una buona traiettoria dritta.

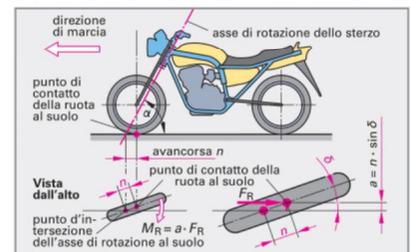


Figura 2: Avancorsa del veicolo

Inserimento in curva. Quando la velocità di crociera è sostenuta, l'inserimento del veicolo in curva inizia con un leggero angolo di sterzata nel senso

opposto alla curva. Se, per esempio, si deve percorrere una curva verso sinistra una leggera sterzata verso destra provoca, grazie all'effetto giroscopico, l'inclinazione del veicolo verso sinistra. Il veicolo si stabilizza nella sua traiettoria grazie all'equilibrio dei momenti prodotti dalla forza peso e dalla forza centrifuga, in base alla relazione seguente (fig. 3).

$$G \cdot I_1 = F_C \cdot h_S$$

Il momento formato dalla forza peso per la distanza del baricentro al punto d'appoggio dello pneumatico (G) è uguale al momento formato dalla forza centrifuga (F_C) per l'altezza del baricentro.

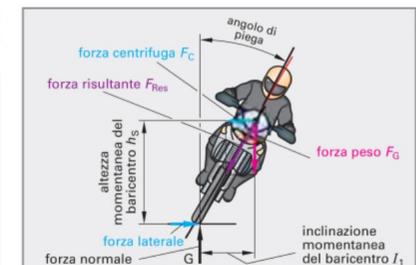


Figura 3: Equilibrio dei momenti in curva

Tuttavia, in uno pneumatico di larghezza reale, il suo punto di contatto al suolo non è al centro, come evidenziato nella fig. 3, bensì spostato più verso l'interno; il momento $G \times I_2$ che si genera, dal momento che I_2 è minore di I_1 , è quindi inferiore (fig. 4). Al fine di ristabilire l'equilibrio, è necessario aumentare l'inclinazione del veicolo.

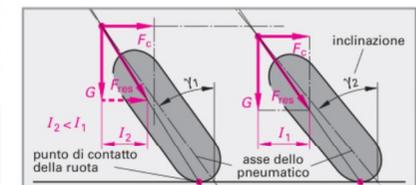


Figura 4: Curva reale

DOMANDE DI RIPASSO

- 1 Citare i diversi tipi di motoveicoli.
- 2 Com'è costruita una frizione multidisco?
- 3 Spiegare il principio di funzionamento della lubrificazione con miscelatore.
- 4 Spiegare la struttura e il funzionamento di un impianto di accensione a scarica di condensatore.
- 5 Che cosa s'intende per trasmissione primaria e secondaria?
- 6 Quali sono i vantaggi delle catene con anello torico?

21.11 Telaio del motociclo

Il telaio è la struttura portante del motociclo. Ha il compito di collegare la sospensione anteriore alla sospensione posteriore, realizzando un collegamento sufficientemente rigido da resistere alle forze applicate.

Il telaio deve avere le seguenti caratteristiche: peso ridotto, portata elevata, buona resistenza alla torsione, buon allungamento alla rottura, insensibilità alle vibrazioni del motore e design gradevole.

Si distinguono telai tubolari, telai in acciaio stampato, telai pressofusi in lega leggera e telai in metallo leggero con struttura assemblata a partire da profili estrusi.

Tipi di telai. In funzione delle esigenze del veicolo, i telai utilizzati presentano soluzioni costruttive molto diverse. I **telai tubolari monotrave a culla aperta** (fig. 1) sono realizzati in acciaio, a sezione quadrata o rettangolare. In tal caso, il motore contribuisce alla rigidità del telaio poiché ne è parte integrante. Un rinforzo supplementare può contribuire ad aumentare la rigidità dell'insieme.

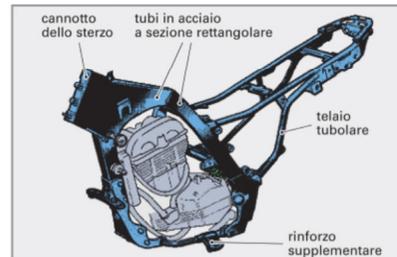


Figura 1: Telaio monotrave a culla aperta

Telaio doppia trave a doppia culla (fig. 2). Questo tipo di telaio è costituito da diversi tubi in acciaio forgiati saldati tra loro. Presenta una maggiore stabilità rispetto ai telai monotrave.

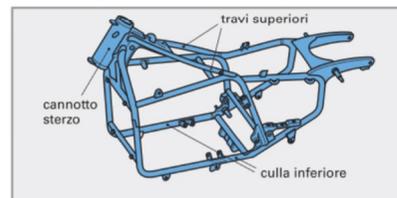


Figura 2: Telaio doppia trave a doppia culla

Telaio a struttura mista (fig. 3). Denominato anche telaio aperto, è costituito da tubi di acciaio saldati. Isolarlo dalle vibrazioni del motore è difficile.

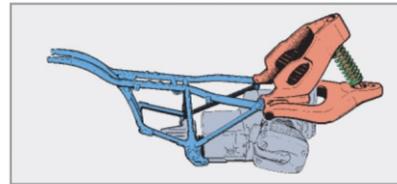


Figura 3: Telaio a struttura mista

Telaio aperto con elementi scatolati (monoscocca) (fig. 4). È molto resistente alla torsione e alla flessione. Realizzato tramite profilati in alluminio fuso, viene successivamente saldato in modo tale da ottenere una struttura rigida. Lo scatolato interno può assumere una struttura a nido d'ape.

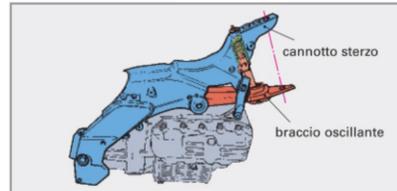


Figura 4: Telaio aperto con elementi scatolati

Telaio perimetrale in alluminio profilato (deltabox) (fig. 5). Il telaio è ottimizzato per quanto riguarda il peso e la rigidità. Permette, inoltre, un buon adattamento alle molteplici sollecitazioni a cui è sottoposto.



Figura 5: Telaio perimetrale in alluminio

Telaio tubolare a traliccio (fig. 6). È una struttura portante composta da tubi d'acciaio saldati tra loro e, quindi, particolarmente resistente alle torsioni.

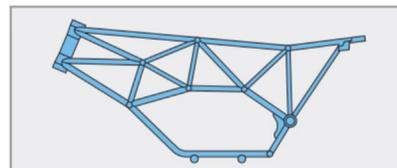


Figura 6: Telaio tubolare a traliccio

21.12 Sterzo, sospensioni e ammortizzatori

Lo sterzo, le sospensioni e gli ammortizzatori influenzano direttamente il comportamento del veicolo e il comfort di guida: attenuano e ammortizzano i sobbalzi dovuti alle irregolarità del fondo stradale, correggono la traiettoria del veicolo e trasmettono al telaio le forze frenanti e di accelerazione.

Forcella anteriore. Si utilizzano i seguenti modelli:

- forcella telescopica classica;
- forcella a steli rovesciata;
- sistema a semi-bracci oscillanti (telelever);
- sospensione a bracci oscillanti.

Forcella telescopica classica (fig. 1). Il tubo dello sterzo è montato nel canotto dello sterzo del telaio. La rigidità è garantita dalle piastre della forcella e dal perno della ruota. I due tubi, quello interno e il fodero esterno, scorrono l'uno nell'altro, ammortizzati da un'apposita molla integrata. Una molla supplementare (o un elemento in gomma), inserita sul fondo della forcella, svolge la funzione di finecorsa. Il volume d'aria presente nella parte superiore svolge l'importante ruolo di elemento elastico a caratteristica progressiva. Nella parte inferiore della forcella si trova l'ammortizzatore idraulico. Nella fase di compressione, l'olio passa dalla camera di pressione inferiore a quella superiore, attraverso i fori dell'unità valvole. L'effetto frenante prodotto dalla laminazione dell'olio è debole per permettere alla sospensione di assorbire l'urto. Durante la fase di estensione della molla, l'olio è costretto a ritornare nella camera inferiore, ma è ostacolato dalle valvole dell'ammortizzatore, che possiedono una sezione di laminazione minore. La fase di estensione risulta pertanto più dura, determinando

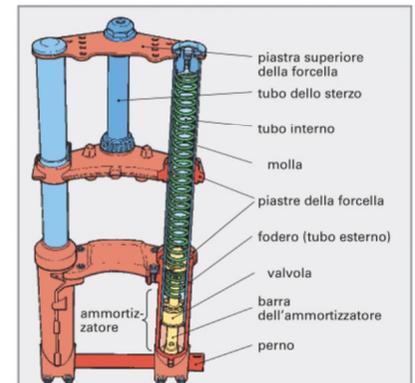


Figura 1: Forcella telescopica

un buon effetto smorzante e una buona sensibilità di risposta.

Forcella a steli rovesciata. In questo modello, il principio costruttivo è esattamente l'opposto: il tubo esterno, più stabile, costituisce il tubo fissato al telaio, mentre il tubo scorrevole, sul quale è fissata la ruota, entra nel tubo esterno. Questa forcella è utilizzata negli scooter, nelle moto da cross e da strada. Presenta un'elevata resistenza alla flessione, un'elevata rigidità e minori masse non sospese.

Sistema telelever (fig. 2). In questo sistema la piastra superiore poggia su un giunto sferico del telaio. Il braccio oscillante longitudinale ha il compito di sterzare la ruota anteriore. A esso è collegato un elemento molla-ammortizzatore che offre i vantaggi seguenti:

- sensibilità nella risposta, grazie all'attrito ridotto;
- elevata stabilità di guida in fase di compressione, grazie all'incremento dell'incidenza;
- effetto anti-dive in frenata.

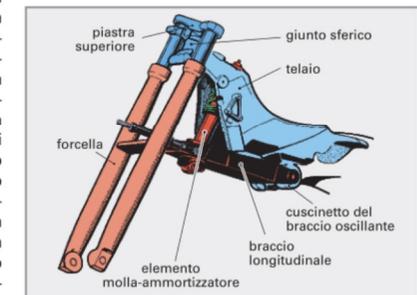


Figura 2: Sistema telelever

Sospensione a bracci oscillanti. In questo sistema, la ruota viene direzionata da due bracci oscillanti. La sospensione e l'ammortizzazione avvengono in maniera analoga al sistema telelever, ossia attraverso un elemento molla-ammortizzatore montato centralmente. Durante la corsa di compressione della molla, l'incidenza aumenta, contribuendo alla stabilità del veicolo.

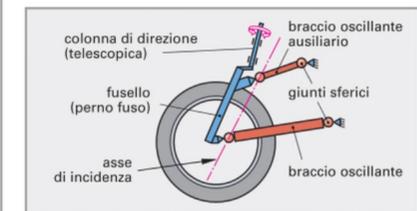


Figura 3: Sospensione a bracci oscillanti

Guida della ruota posteriore. Le ruote possono essere guidate con i seguenti sistemi:

- a due bracci oscillanti (forcellone tradizionale);
- a un braccio oscillante (forcellone monobraccio);
- sistema paralever;
- sistema pro-link;
- sospensione elastica cantilever.

I bracci oscillanti sono collegati al telaio tramite un perno. Il tipo di movimento del braccio influenza direttamente il comportamento della sospensione, il comfort e la tenuta di strada.

Sistema a due bracci oscillanti (fig. 1). Può essere realizzato in tubi d'acciaio saldati o in profilati d'alluminio scaturati. Il telaio poggia su un asse girevole e contiene, in posizione centrale, l'elemento molla-ammortizzatore, e nella parte posteriore, la ruota. Questa struttura è caratterizzata da un'elevata rigidità, ma lo smontaggio della ruota risulta più complesso rispetto al sistema a un braccio oscillante.

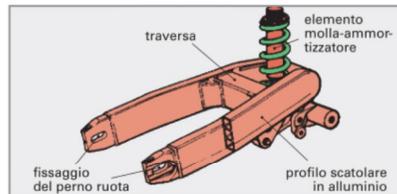


Figura 1: Sistema a due bracci oscillanti

Sistema a un braccio oscillante. Il braccio oscillante asimmetrico, in profilato scaturato di alluminio, è fissato tramite un perno al telaio o al motore ed è ammortizzato da una gamba elastica centrale (elemento molla-ammortizzatore). La ruota è fissata al braccio tramite un perno fuso, per cui lo smontaggio risulta facilitato.



Figura 2: Sistema a un braccio oscillante

Sistema paralever (fig. 3). È composto da un monobraccio oscillante e da un braccio di spinta e reazione. Il braccio oscillante guida la ruota, mentre il braccio di spinta e reazione influenza positivamente il comportamento della sospensione in fase di cambiamento di carico. Questo sistema permette di attenuare i fenomeni di beccheggio durante le accelerazioni e le frenate. La sospensione paralever è munita di una gamba elastica centrale, la cui ammortizzazione è regolabile in continuo.

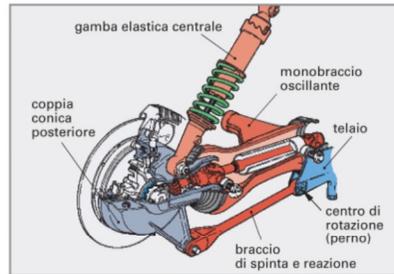


Figura 3: Sistema paralever

Sistema pro-link (fig. 4). Il braccio oscillante di questa sospensione è alloggiato nel telaio ed è sostenuto dall'elemento molla-ammortizzatore con un sistema di leve. Quando la ruota comincia a comprimersi, si genera una piccola escursione elastica sul cuscinetto dell'elemento molla-ammortizzatore. A mano a mano che la compressione avanza, il sistema di leve si distende, per cui lo spostamento e la costante della molla aumentano progressivamente.

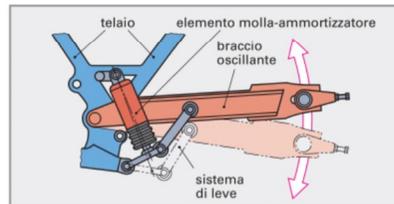


Figura 4: Sistema pro-link

Sospensione elastica cantilever (fig. 5). È una sospensione posteriore con braccio oscillante a forma triangolare e un elemento molla-ammortizzatore disposto centralmente sotto il serbatoio del carburante. Questo sistema consente di ottenere ampie escursioni elastiche e una buona ammortizzazione degli urti sul fondo stradale. Essendo rigido, il braccio oscillante della ruota posteriore garantisce la stabilità del motoveicolo.

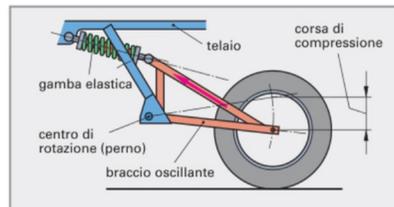


Figura 5: Sospensione elastica cantilever

Comportamento della sospensione anteriore. Gli effetti di sospensione e ammortizzazione sono influenzati dai seguenti fattori:

- lunghezza delle molle;
- curva caratteristica delle molle;
- proprietà dell'olio dell'ammortizzatore;
- masse non sospese di ruota e pneumatico.

Quanto più lunga è una molla, tanto più morbida sarà la sospensione. Il comportamento della sospensione è definito dal costruttore, scegliendo, per esempio, delle molle a passo variabile per ottenere una caratteristica progressiva. Si può intervenire anche incrementando il livello dell'olio e, quindi, riducendo il volume della camera d'aria nella forcella anteriore, ottenendo così una curva caratteristica più rigida.

INDICAZIONI PER LE OFFICINE

- Cambiare l'olio della forcella seguendo puntualmente le indicazioni del costruttore, per limitare l'usura e mantenere l'effetto ammortizzante corretto.
- Riempire con la giusta quantità di olio: l'eccesso di olio aumenta la durezza della sospensione.
- Controllare la tenuta stagna delle guarnizioni della forcella.

Comportamento della sospensione posteriore. Gli effetti di ammortizzazione e di sospensione possono essere influenzati anche dalla regolazione del precarico della molla e dalla regolazione del livello di compressione e distensione. Nel settore motociclistico si utilizzano prevalentemente ammortizzatori monotubo a gas compresso o con serbatoio di compensazione separato (fig. 1).

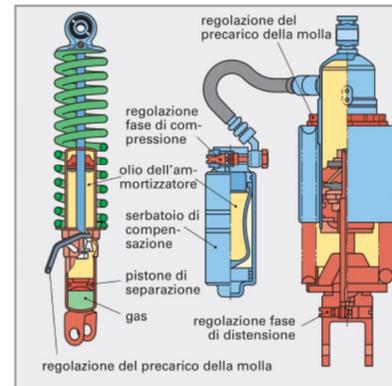


Figura 1: Ammortizzatore monotubo e ammortizzatore monotubo con serbatoio di compensazione separato

Ammortizzatore monotubo. È possibile regolare soltanto il livello di compressione dell'ammortizzatore. Negli ammortizzatori monotubo con serbatoio di compensazione, invece, è possibile regolare anche il livello di distensione. Attraverso il livello di compressione, si determina il comportamento in fase di compressione della sospensione, mentre attraverso il livello di distensione, il comportamento in fase di estensione.

21.13 Freni

Freni a disco (fig. 1). Sono largamente diffusi in tutto il settore motociclistico, scooter compresi, sia sulle ruote anteriori sia sulle ruote posteriori. Il freno comandato dalla mano agisce in genere sulla ruota anteriore, mentre il freno comandato dal piede agisce su quella posteriore. Entrambi hanno una trasmissione idraulica della forza.

Dischi del freno. Sono prodotti in acciaio legato e, nelle motociclette di grossa cilindrata, sono fissati al mozzo in maniera flottante. La presenza di intagli o fori a spirale garantisce una risposta rapida e uniforme dei freni sul bagnato, perché permettono all'acqua e al fango di scivolare via più velocemente dalle superfici dei dischi. Sulle ruote anteriori, a seconda della potenza del veicolo, si utilizzano uno o due dischi che possono essere azionati da pinze fisse a due o più pistoncini. Sulle ruote posteriori, in genere, è montato un solo disco, azionato da un freno con pinza flottante a uno o due pistoncini.



Figura 2: Freno a disco sulla ruota anteriore

Pastiglie del freno. Sono fabbricate in metallo sinterizzato o in semimetallo, materiali caratterizzati da un coefficiente di attrito elevato, che deve essere costante in tutte le condizioni di funzionamento.

Freni a tamburo. Si utilizzano ancora nei motorini sia per la ruota anteriore sia per quella posteriore. La leva del freno, ad azionamento meccanico, ruota la camma del freno, premendo i ceppi contro la superficie interna del tamburo.

Sistema frenante combinato CBS (Combined Brake System) con **sistema di controllo della trazione TCS** (Traction Control System).

Questo sistema combinato **CBS-TCS** (fig. 1) viene utilizzato sulle moto molto potenti e garantisce elevata sicurezza e stabilità di marcia durante la frenata e l'accelerazione.

- Il sistema **CBS** ottimizza la ripartizione della forza frenante sulle ruote anteriore e posteriore in funzione delle condizioni di marcia e di carico del veicolo.
- Il sistema **ABS** impedisce il bloccaggio delle ruote durante la frenata.
- Il sistema **TCS** ha il compito di impedire lo slittamento della ruota motrice durante l'accelerazione.

Sistema CBS. È un dispositivo servo-meccanico privo di componenti elettrici. In caso di frenata ad alta velocità, il passo ridotto e il baricentro alto della motocicletta generano un forte trasferimento dinamico del carico. Grazie a un avanzato sistema servo-meccanico, la pressione dei circuiti frenanti viene ripartita sulla ruota anteriore e posteriore in funzione del carico agente su di essa. La pressione viene dosata in maniera tale da ottenere una risposta uniforme.

Il conducente può frenare con la leva manuale e/o con il pedale. La ripartizione della pressione di frenata effettuata dal sistema dipende: dalla velocità, dalle caratteristiche del fondo stradale, dalla massa del veicolo e dall'altezza del baricentro.

Il sistema offre i seguenti **vantaggi**:

- due circuiti frenanti indipendenti;
- l'azionamento del freno come nei sistemi tradizionali;
- nessuna interferenza tra freno manuale e freno a pedale;
- mantenimento della sensibilità alla frenatura sul freno manuale e sul pedale.

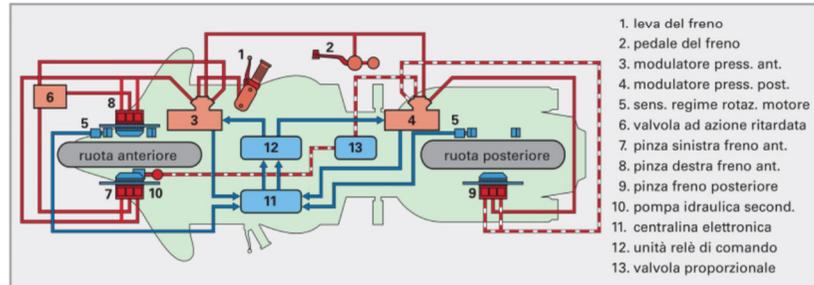


Figura 1: Sistema CBS-ABS-TCS

Funzionamento

Frenatura con il freno manuale. La pressione di frenata agisce sui due pistoncini esterni del freno anteriore. Contemporaneamente, un sistema meccanico avanzato trasmette una parte della forza frenante alla pompa idraulica secondaria. Quest'ultima produce una pressione che, tramite una valvola proporzionale, agisce sui due pistoncini esterni del freno posteriore. La valvola può definire una ripartizione della forza frenante a tre stadi.

Frenatura con il freno a pedale. La pressione di frenatura agisce sul pistoncino centrale della ruota posteriore e, nel primo stadio, tramite la valvola ad azione ritardata, soltanto sul pistoncino centrale della pinza sinistra anteriore. In tal modo si ottiene una risposta moderata e dolce del freno, in quanto la pressione sulla ruota anteriore è ridotta di circa il 50%. All'aumentare dell'intensità di frenata, la valvola ad azione ritardata aumenta la pressione sulla pinza destra anteriore. Questa strategia riduce il tipico effetto di beccheggio in frenata, che può verificarsi quando si frena con il freno anteriore.

Sistema ABS-TCS. È composto da: sensori del regime di rotazione delle ruote, modulatori di pressione, relè di comando e centralina.

Funzionamento. All'inserimento dell'accensione, la centralina effettua un'auto-diagnosi. Nel caso di difetti, il sistema viene disattivato e una spia luminosa avverte il conducente. Qualora la centralina rilevi uno slittamento in accelerazione o una tendenza al bloccaggio, i relè di comando attivano il modulatore di pressione. In caso di tendenza al bloccaggio, un motorino elettrico integrato aziona un cursore che regola l'intensità di frenata in modo tale da impedire il bloccaggio. Se la ruota posteriore tende, invece, a slittare in fase di accelerazione, il sistema TCS interviene e la centralina comanda una correzione del punto d'accensione, in modo da ridurre la coppia motrice finché non vi è più tendenza allo slittamento. In tal caso, una spia luminosa avverte il conducente.

Sistema antibloccaggio (fig. 1)

È un dispositivo in più che affianca il sistema frenante idraulico delle motociclette a maggiore potenza per aumentare la stabilità del veicolo in frenata.

Struttura. Il sistema è composto dalle parti elettriche e idrauliche rappresentate nella fig. 1.

Funzionamento. Ruotando l'interruttore d'accensione, si effettua un'auto-diagnosi. Se tutte le parti risultano efficienti, il sistema è pronto per l'uso. I sensori delle ruote rilevano il numero dei giri e informano la centralina che elabora l'entità dello slittamento. Quando la forza frenante applicata non presenta nessuna tendenza al bloccaggio, l'ABS non interviene e la pressione di frenata prodotta dal conducente agisce direttamente sulle due pinze. Quando la frenata presenta, invece, una tendenza al bloccaggio, la centralina elettronica aziona l'elettromagnete nel relativo modulatore di pressione. Di conseguenza, il pistone di modulazione si sposta e la valvola a sfera chiude il passaggio verso la pinza. Il progressivo abbassamento del pistone modulatore crea un aumento di volume e, quindi, una rapida diminuzione della pressione nel circuito frenante. La riduzione della pressione permette alla ruota di aumentare il suo regime. Questa operazione di controllo e regolazione si ripete fino a quando non si riscontra più nessuna tendenza al bloccaggio, dopodiché la centralina interrompe l'alimentazione del modulatore e la pressione presente nel circuito viene ripristinata.

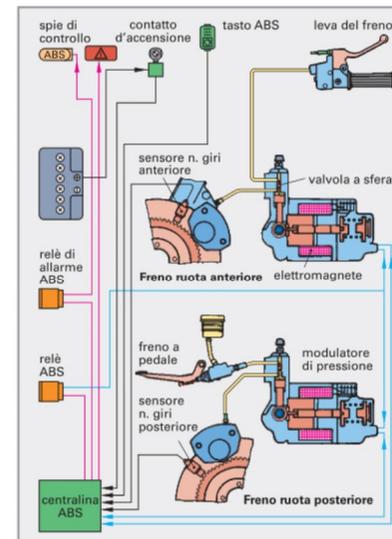


Figura 1: Sistema antibloccaggio

21.14 Ruote e pneumatici

Ruote

Hanno il compito di alloggiare lo pneumatico e trasferire le forze di frenata e accelerazione. A tale scopo devono presentare le seguenti caratteristiche:

- massa ridotta;
- elevata resistenza meccanica ed elasticità;
- precisione dimensionale.

Per i veicoli a due ruote si utilizzano i seguenti modelli.

Ruote a raggi in filo metallico (fig. 2). Il cerchione è prodotto in acciaio oppure in lega leggera; i raggi sono fabbricati in acciaio. A seconda del modello, si possono montare pneumatici con o senza camera d'aria. Le ruote a raggi sono prevalentemente utilizzate per i cicli e le moto da fuoristrada, in quanto presentano un'elevata elasticità e un peso ridotto.

Ruote in lega leggera (fig. 3). Sono ruote monoblocco, realizzate in pressofusione d'alluminio, in genere, per pneumatici senza camera d'aria. Sono impiegate per scooter e motociclette.

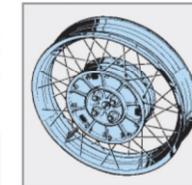


Figura 2: Ruota a raggi in filo metallico



Figura 3: Ruota in lega leggera

Ruote composite. Sono prodotte in pressofusione d'alluminio, presentano buone caratteristiche di precisione dimensionale e di resistenza. Possono essere composte da 2 o 3 parti: il cerchione, i raggi e il mozzo.

Designazioni del cerchione. La codifica impiegata è simile a quella utilizzata per i cerchioni delle automobili. Per esempio:

3.50 x 17 MT H2

3.50 = larghezza del canale in pollici

x = cerchione in un sol pezzo

17 = diametro del cerchione in pollici

MT = marcatura per cerchioni da moto

H 2 = due profili hump

Pneumatici

Nei veicoli a due ruote, la superficie di appoggio degli pneumatici è molto più piccola rispetto agli pneumatici delle automobili. Essa è di fondamentale importanza per il mantenimento delle ruote nella giusta traiettoria e influisce in misura determinante sulla sicurezza di guida e sulle prestazioni

del veicolo. Ecco perché i produttori stabiliscono le dimensioni degli pneumatici che possono essere montati e, in alcuni casi, raccomandano persino determinati modelli. In genere si utilizzano misure e sculture diverse per la ruota anteriore e per la ruota posteriore. La ruota anteriore deve trasmettere soprattutto forze di sterzata e di reazione laterale, per cui le masse non sospese devono essere mantenute quanto più ridotte possibile. La ruota posteriore, invece, è molto più larga per far fronte alle elevate forze motrici e di reazione laterale che deve trasferire al suolo. La scolpitura degli pneumatici da moto è rappresentata nella **fig. 1**. Il profilo della ruota anteriore, ha in genere, delle scanalature longitudinali oppure orientate a freccia nella direzione di marcia. Questo tipo di scolpitura previene la formazione di usure irregolari. Per quanto riguarda gli pneumatici posteriori, per i motocicli potenti da strada si utilizzano pneumatici a sezione larga. Il profilo (**fig. 1**) di questi pneumatici è sviluppato in modo da incrementare, con l'aumentare dell'inclinazione, la superficie d'appoggio al suolo e, quindi, l'aderenza. Il profilo della ruota posteriore ha un disegno parabolico a freccia, che impedisce la formazione di gradini d'usura anche dopo lunghi periodi di utilizzo. Speciali mescole di gomma, sviluppate per le corse, aumentano l'aderenza dello pneumatico in condizioni estreme.



Figura 1: Profilo dello pneumatico da motociclo

Gli pneumatici dei motocicli devono possedere le seguenti caratteristiche:

- buona aderenza, indipendentemente dalla profondità del profilo;
- elevata stabilità laterale e buona tenuta di strada in curva;
- buona stabilità (piccola deriva);
- buona idoneità di utilizzo su strada o fuoristrada, a seconda dell'impiego.

Modelli di pneumatici. In commercio esistono quattro modelli di pneumatici per motocicli:

- a carcassa diagonale;
- a carcassa diagonale cinturata;
- a carcassa radiale con cintura diagonale;

- a carcassa radiale con cintura in acciaio disposta a 0°.

Pneumatico a carcassa diagonale (fig. 2). In questo modello, le 4 tele della carcassa in nylon o in poliammide sono disposte diagonalmente una sopra l'altra con un angolo di circa 45° e avvolte attorno ai fili del tallone (cerchietto metallico). L'altezza dei fianchi influisce sulla capacità di trasmissione delle forze laterali.

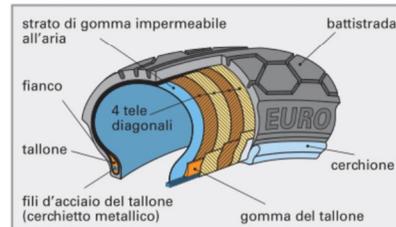


Figura 2: Pneumatico a carcassa diagonale

Pneumatico a carcassa diagonale cinturata (fig. 3). È composto da due strati diagonali di tele e da una cintura a due strati posta sotto il battistrada, per esempio in kevlar. Lo pneumatico acquisisce in tal modo una buona tenuta di strada in curva e una buona stabilità dimensionale.

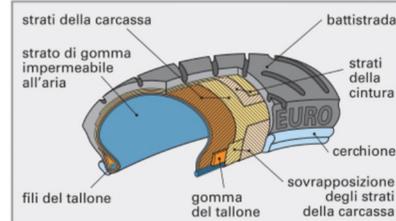


Figura 3: Pneumatico a carcassa diagonale cinturata

Pneumatico a carcassa radiale con cintura diagonale (fig. 4). Questo modello ha una carcassa radiale (a 90°) monostrato e una cintura a due strati in fibre di aramide, disposta diagonalmente.

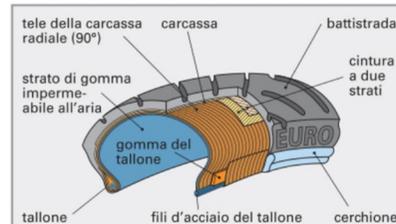


Figura 4: Pneumatico a carcassa radiale con cintura diagonale

Pneumatico a carcassa radiale con cintura in acciaio disposta a 0° (fig. 1). In questo modello, sopra la carcassa radiale a strato unico è disposta a 0° una cintura in acciaio, anch'essa a strato unico. È particolarmente idoneo per le alte velocità, in quanto la cintura mantiene estremamente stabile il profilo.

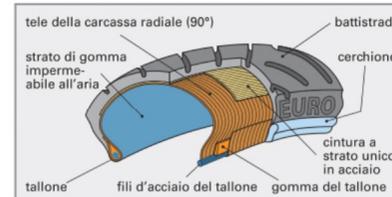


Figura 1: Pneumatico a carcassa radiale con cintura in acciaio a 0°

Mescole di gomma. In commercio vi sono pneumatici con diverse mescole di gomma, fino a 3, da dura a morbida, il che consente di selezionare lo pneumatico ideale per qualunque situazione d'impiego.

Marcatura degli pneumatici

Pneumatico a tele diagonali: 4.10 - 18 60 P

- 4.10 = larghezza dello pneumatico in pollici
- 18 = diametro del cerchione in pollici
- 60 = indice di carico
- P = velocità max. 150 km/h

Pneumatico a sezione ridotta: 120/50 ZR 17 TL

- 120 = larghezza dello pneumatico in mm
- 50 = rapporto d'aspetto 50%
- Z = velocità max. superiore a 240 km/h
- R = pneumatico a carcassa radiale
- 17 = diametro del cerchione in pollici
- TL = tubeless (senza camera d'aria)

Registrazione degli pneumatici

Le dimensioni dello pneumatico registrate nel certificato tipo devono essere rispettate.

Per molti motocicli esiste la possibilità di montare pneumatici alternativi.

In questo caso, bisogna verificare che vi sia un certificato di autorizzazione, il quale può contenere uno dei seguenti punti.

- **Collaudo e iscrizione non sono necessari.** Il conducente deve, però, portare sempre con sé il certificato di autorizzazione.
- **Il collaudo deve essere effettuato da un perito ufficiale.** Il conducente deve sempre portare con sé il certificato di montaggio.
- **Il collaudo deve essere effettuato da un perito ufficiale, e va confermata l'eventuale registrazione sulla carta di circolazione (libretto).**

INDICAZIONI PER LE OFFICINE

- Montare gli pneumatici esclusivamente su cerchioni in buono stato, intatti e non corrosi.
- Fare attenzione durante il montaggio alla presenza di eventuali frecce indicanti la direzione di marcia.
- Quando si devono sostituire degli pneumatici con camera d'aria, utilizzare sempre camere d'aria nuove, in quanto quelle vecchie potrebbero formare delle pieghe.
- Per le ruote a raggi, montare sempre nastri protettori nuovi.
- Montare sempre valvole nuove quando si sostituiscono gli pneumatici senza camera d'aria.
- Gonfiare lo pneumatico a un valore uguale a 1,5 volte il valore della pressione di esercizio per posizionarlo bene nel tallone.
- Regolare la pressione.
- Bilanciare la ruota e lo pneumatico.
- In caso di cerchioni da 2,5 e oltre di larghezza, procedere al bilanciamento dinamico degli pneumatici con un'equilibratrice.
- Per ottenere un'aderenza ottimale, lo pneumatico deve essere rodato per circa 200 km a moderata velocità.

DOMANDE DI RIPASSO

- 1 Quali esigenze devono soddisfare gli pneumatici per moto?
- 2 Quali funzioni ha la guida delle ruote nelle motociclette?
- 3 Quali tipi di ruote anteriori e posteriori esistono nelle motociclette?
- 4 Da che cosa dipende la capacità di ammortizzamento della forcella anteriore?

- 5 Spiegate i sistemi CBS, ABS e TCS presenti sulle moto.
- 6 Spiegate la seguente marcatura del cerchione: 3.25-17 MT-H2.
- 7 Quali caratteristiche devono possedere gli pneumatici per moto?
- 8 Quali tipi di pneumatici per moto esistono?
- 9 Spiegate la seguente marcatura dello pneumatico: 160/60 ZR 18 TL.