

# Volume 3 - Capitolo 6

## Sospensioni e ammortizzatori nei veicoli

---

**Dispositivo meccanico che** nei veicoli collega elasticamente la carrozzeria agli assali delle ruote.

Le sospensioni adottate per tutti i veicoli su strada e su binario hanno essenzialmente la funzione di distribuire sugli assali il carico nel modo più uniforme possibile, di compensare le spinte longitudinali, verticali e trasversali del veicolo in movimento in modo da garantire la massima aderenza dei pneumatici al suolo o delle ruote ai binari, di assorbire le oscillazioni provocate dal terreno o dalle asperità delle rotaie così da ottenere maggiori comodità per i passeggeri; poiché queste tre condizioni non sono sempre compatibili fra loro (per esempio sospensioni rigide assicurano una migliore tenuta di strada ma non il *comfort*; oppure la flessibilità verticale contrasta con quella trasversale) le soluzioni tecniche rappresentano sempre un compromesso studiato di volta in volta secondo il tipo di veicolo.

Negli autoveicoli, le sospensioni sono sempre del tipo elastico, costituite da più elementi metallici accoppiati fra loro secondo i criteri geometrici che variano in base al tipo di vettura e alla scelta della casa costruttrice; in ogni caso si ricerca il compromesso ideale per garantire *comfort* e sicurezza e impedire la trasmissione delle sollecitazioni fra assali anteriore e posteriore, cosa che si ottiene con un'accurata scelta dei rapporti di flessibilità verticale delle sospensioni di questi due organi; gli elementi fondamentali usati sono rappresentati, oltre che dagli ammortizzatori, essenzialmente da molle (a balestra o a elica), barre di torsione, reazione e stabilizzatrici, bracci, puntoni, tiranti, perni a snodo, guide, biellette, *silent bloc*.

I tipi di sospensioni più usati sono quelli a balestra, a molle elicoidali, a barre di torsione; tipi particolari sono le sospensioni pneumatiche, oleopneumatiche e le cosiddette “sospensioni attive”. Schematicamente, le sospensioni *a balestra* comprendono molle a balestra o a mezza balestra assicurate tramite biellette oscillanti (biscottini) alla scocca o al telaio; sono poco adatte per le ruote anteriori direttrici per cui vengono preferite per gli assali rigidi; vengono fissate alla struttura portante per le estremità mentre la parte centrale è collegata all'assale o al ponte; in questo tipo la sospensione scarica il peso del veicolo sulla molla la quale agisce per flessione. Le sospensioni *con molle a elica* operano per compressione e vengono inserite tra coppie di bracci oscillanti trasversali (superiore e inferiore) collegate alle singole ruote; nelle sospensioni per assali rigidi il braccio superiore è fissato alla struttura portante tramite perni con boccole elastiche. La sospensione *a barre di torsione e bracci oscillanti* è quella generalmente adottata per le ruote direttrici anteriori; è costituita da elementi a sezione circolare che agiscono per torsione, ma a volte sono anche presenti molle a elica. Nei *veicoli pesanti*, la sospensione è di norma del tipo a balestre, anche rovesce, e appoggia sempre su assali rigidi anche per l'avantreno; è sempre presente una particolare traversa detta “triangolo di reazione” e spesso vengono montate sopra le altre delle piccole balestre ausiliarie (balestrini) che agiscono quando il veicolo è a pieno carico; il collegamento delle balestre al telaio avviene tramite mensole con superfici di contatto a pattini oppure tramite fulcro fisso e biscottino; quando sono presenti anche delle molle, queste vengono montate tra assale e telaio o tra puntoni a snodo; i veicoli più pesanti adottano spesso sospensioni *pneumatiche*, sostanzialmente delle molle racchiuse in un involucro elastico flessibile a tenuta d'aria in pressione alimentatrice regolata da compressore; una valvola limitatrice regola la molla in funzione del carico e delle condizioni di marcia; la sospensione viene completata da due barre di reazione, longitudinale e trasversale, che collegano anche gli assali al telaio e sopportano le sollecitazioni di frenatura, spinta d'avanzamento e forza centrifuga. Le sospensioni *oleopneumatiche* permettono alle quattro ruote escursioni verticali indipendenti a seconda delle asperità del suolo, tanto da consentire di non montare ammortizzatori, e contemporaneamente permettono di regolare l'altezza del pianale della vettura rispetto al suolo in funzione del carico; sono montate come delle molle a elica e sono schematicamente costituite da un cilindro pieno d'olio sovrastato da una sfera, divisa in due parti da una membrana elastica, nella cui parte superiore si trova un gas inerte; fra i due elementi si trova una sorta di ammortizzatore a valvole che regola il passaggio dell'olio dal cilindro nella sfera e viceversa; quando la ruota incontra una buca il pistone del cilindro scende, per cui il gas si espande comprimendo l'olio; quando la ruota incontra un ostacolo il pistone sale e spinge l'olio contro la membrana che comprime il gas; in tal modo si evitano colpi bruschi alla carrozzeria e, regolando la pressione del gas tramite un comando posto nel cruscotto e collegato al motore, si può variare

l'altezza della vettura rispetto al suolo; la pressione viene mantenuta mediante una pompa azionata dal motore

**Per sospensione** di un veicolo si intende l'insieme dei componenti che collegano le ruote e quanto ad esse connesso (freni, mozzi, ecc.), dette *masse non sospese*, al telaio del veicolo, ovvero la carrozzeria e tutte le parti meccaniche in essa contenute, che appoggiando sugli elementi elastici della sospensione (molle, barre o balestre) vengono definite *massa sospesa*. I componenti della sospensione controllano i movimenti del telaio rispetto alle ruote (cosiddetti *braccetti o puntoni*, molla), consentendo la compressione o l'estensione al variare delle forze in gioco; inoltre all'elemento elastico venne quasi subito applicato l'ammortizzatore, un elemento che ne smorza e rallenta l'oscillazione.

Le caratteristiche di un sistema di sospensione/ammortizzatore sono solitamente un compromesso tra le esigenze di tenuta di strada e quelle di comfort. L'obiettivo principale dell'impiego delle sospensioni è comunque quello di ottenere, nel complesso e durante i vari percorsi, un'ottimale stabilità del veicolo ed un elevato comfort per i suoi occupanti.

**Una sospensione** è l'insieme di tutte le componenti mediante le quali una carrozzeria o un telaio è collegato alle ruote del veicolo. Queste componenti controllano i movimenti del telaio rispetto alle ruote (braccetti o puntoni, molla) e ne smorzano i movimenti rallentandoli (ammortizzatori).

In un'auto normale le caratteristiche del sistema sospensioni sono il frutto di un mix tra le varie esigenze di tenuta di strada e confort.

Il funzionamento è semplice, la ruota incontra un ostacolo, sale, la parte elastica la frena e cerca di non trasferire quella energia alla carrozzeria, la ruota scende e l'ammortizzatore frena l'insieme molla ruota per impedire oscillazioni pericolose e beccheggi della carrozzeria.

I diversi sistemi di sospensione si dividono in:

Sospensioni a molla elicoidale

Sospensioni a balestra

Sospensioni a barra di torsione

Sospensioni idropneumatiche

Sospensioni a molle elicoidali

Le sospensioni a molle elicoidali sono realizzate con molle operanti per compressione.

La molla deve avere una guida per evitare la flessione laterale della stessa. al sistema elastico deve essere associato un ammortizzatore, dato che le molle non hanno la possibilità di dissipare termicamente l'energia necessaria a smorzare il movimento elastico del sistema in tempi brevi. Le sospensioni a molle elicoidali esistono di vari tipi, a seconda della cinematica degli elementi di guida:

Sospensioni a bracci oscillanti longitudinali: costituite da due bracci collegati da un lato alla scocca e dall'altro ognuno ad una ruota.

I bracci sono paralleli all'asse longitudinale del veicolo cioè secondo la sua lunghezza. Il collegamento con la scocca e il movimento relativo ad essa sono assicurati da una cerniera.

La cerniera permette la rotazione del braccio durante il movimento verticale della ruota. Fra braccio e scocca sono frapposte la molla e l'ammortizzatore. In genere sono adoperate per l'asse posteriore, sono semplici economiche e robuste,

Sospensioni a bracci oscillanti trasversali (dette anche a bracci tirati). Sono due bracci trasversali ancorati alla ruota da un lato e ad una cerniera posta al centro della vettura dall'altro; usate al ponte posteriore sono leggere e permettono molte regolazioni sulla ruota (Alfa 164, Thema, Mini).

Sospensioni Mac Pherson: Ideate ai primi del novecento dalla Fiat ma non brevettate perché "troppo avanti nei tempi", (roba da fucilare due volte l'imbecille che autorizzò questo), ripescate dal Mac Pherson e passate alla storia col suo nome. Sono costituite da: superiormente ammortizzatore che fa da supporto e guida alla molla, e inferiormente un braccio similtirangolare, semplici, economiche e di buon confort, in genere montate all'avantreno, ma non mancano casi anche al retrotreno (Alfa 147). Normalmente ammortizzatore e molla non sono coassiali per permettere una migliore guidabilità.

Sospensioni a quadrilatero:



sono costituite da due elementi trasversali, sovrapposti, generalmente di forma simil-triangolare. Ammortizzatore e molla sono collegati al braccio inferiore.

Entrambi i bracci sono collegati al mozzo ruota. Possono essere a quadrilatero alto o basso, a seconda della distanza fra i due bracci. Generalmente le sospensioni a quadrilatero basso sono utilizzate su veicoli con connotazione sportiva (es. BMW) all'anteriore.

Possono essere a quadrilatero alto se sull'assale su cui sono utilizzati le ruote sono motrici: distanziando i due bracci si possono far passare i semiassi che portano il moto alla ruota.

Sospensioni multilink:

sono costituite da più bracci trasversali, al massimo 5, perchè 5 sono i gradi di libertà della ruota da vincolare (solo il moto di oscillazione verticale è permesso). Sono utilizzate al retrotreno e, potendo stabilire le dimensioni di ogni braccio, è possibile ottimizzare il movimento della ruota. Sono però più complesse, pesanti e costose rispetto alle altre soluzioni. Insomma per farla breve sono utilizzate per veicoli di alta gamma.

Sospensioni a balestra

In questo caso l'organo elastico è una balestra, inventata, come la conosciamo noi, da Obadiah Elliot nel 1804, e operante per flessione di foglie ellittiche di materiale elastico (acciaio) collegate fra loro da graffe metalliche. Il sistema permette lo spostamento senza necessità di guide, inoltre, dato che le balestre dissipano velocemente l'energia elastica, è possibile realizzare sistemi di sospensione a balestra senza ammortizzatori. Il sistema a balestra è stato il primo ad essere usato sui veicoli a motore, prima direttamente importato dalle carrozze a cavalli e poi via via modificato e, data la sua notevole rigidità, viene utilizzato ancora per veicoli pesanti (camion), mentre è in disuso per le automobili. Il sistema è stato molto usato nel passato, ed è ancora usato in ferrovia.

Sospensioni a barre di torsione

In questo tipo di sospensioni, utilizzate principalmente su veicoli più assi, il mezzo elastico è una barra che attraversa tutta la larghezza del veicolo opportunamente fissata. La ruota stessa è collegata alla barra da una manovella (con movimento verticale limitato). Le sospensioni a barre di torsione sono semplici ma piuttosto rigide, quindi vengono utilizzate su veicoli di peso molto elevato (blindati), in genere accoppiando la manovella su cui è impernata la ruota ad un ammortizzatore.

Una variante di sospensione a barra di torsione è usata al retrotreno delle auto. La barra di torsione è fatta in genere da un tubo aperto, con sezione a forma di C, posto trasversalmente al veicolo. Ad essa sono poi accoppiati due bracci longitudinali e in fondo ad essi le ruote. Non sono presenti molle ma solo ammortizzatori, uno per braccio. Vista la loro semplicità sono utilizzate sul retrotreno di veicoli economici (Punto e simili) ma anche su veicoli di gamma superiore (es. FIAT Bravo).

Sospensioni idropneumatiche

Sono la goduria del fondoschiena nei viaggi di qualunque lunghezza, assorbono e filtrano qualunque ostacolo, mantengono l'assetto piatto dell'auto in curva, non risentono del carico per cui l'auto ha sempre la stessa altezza da terra, permettono di abbassare l'auto al di sopra di una certa velocità migliorando cx e consumi, fanno fare a meno del crick per il cambio ruota, se buchi non perdi il controllo dell'auto e non massacrare il pneumatico perché l'auto si riequilibra da sola su tre ruote, te ne accorgi solo se hai bucato l'anteriore perché non hai il differenziale autobloccante, insomma favolose, peccato che costruirle non è economico, e la Citroen è la casa che le ha inventate e diffuse prima con la DS nel 1955 e poi via via con tanti altri modelli).

Vediamole in dettaglio.

Una pompa idraulica porta ad alta pressione un fluido che alimenta 4 martinetti idraulici che sono la parte fondamentale della sospensione, ad essi è collegata sulla parte idraulica, lato scocca, una sfera divisa in due da una membrana e contenente da una parte azoto ad alta pressione (150/200 bar), che è la parte elastica dell'insieme che assorbe le pulsazioni ed i colpi di ariete, cioè ammortizza e sospende insieme, e dall'altra il fluido idraulico; c'è poi una quinta sfera vicina alla pompa che fa da serbatoio tampone. La testa del martinetto è solidale con la scocca, il pistone scorrevole con la ruota. La pressione nel circuito determina l'altezza da terra del veicolo.

Quando la ruota affronta un ostacolo il pistone si sposta in su e in giù nel suo cilindro, se l'ostacolo è un dosso il fluido idraulico è spinto nella sfera e il gas si comprime, se è una cunetta il gas spinge il liquido che passa dalla sfera al cilindro del pistone. La compressione e l'espansione del gas fanno sì che l'energia dell'ostacolo non si trasmetta alla scocca, data la praticamente nulla inerzia del gas rispetto alla molla

tradizionale; superato l'ostacolo il sistema ritorna in equilibrio e all'interno dell'auto non è filtrato quasi niente.

C'è anche la possibilità di rendere più "sportivo" il comportamento delle sospensioni, variando i tempi di risposta di valvole ad hoc sul circuito idraulico, ma è chiaro che il sistema è inadatto per macchine decisamente sportive. E' un sistema complesso e costoso, dato che la pompa idraulica alimenta freni, sterzo e sospensioni (nel primo modello equipaggiato così, la Ds, anche frizione e cambio, e non c'era il pedale del freno sostituito da una specie di grosso bottone, bisognava abituarsi a modulare la potenza delle frenate, altrimenti l'inchiodata terrificante era in agguato), sistema che ha raggiunto la maturità negli ultimi anni grazie alla separazione dei circuiti idraulici sospensioni dal freno e servosterzo, e alla onnipresente elettronica che ha migliorato ancora di più la godibilità dell'insieme.