

Pubblichiamo di seguito la prima parte di un approfondimento tecnico sugli angoli caratteristici delle ruote, estratto dal libro "Pneumatici e assetto ruote" di Massimo Cassano, edito da Hoepli. Il tema, di grande interesse per i gommisti, verrà trattato in due parti. Pubblichiamo oggi la prima: generalità sull'assetto ruote, la campanatura (camber) e la convergenza (Toe in). Proseguiremo nella prossima PneusNewsletter con: l'incidenza (caster) e l'inclinazione del perno fuso.

Generalità sull'assetto ruote

Per assetto ruote si intende l'insieme degli angoli caratteristici della geometria ruote che determinano la posizione e l'impronta a terra di quest'ultime rispetto al piano longitudinale del veicolo, al piano trasversale e longitudinale dell'asse di sterzata e rispetto all'asse di simmetria. Gli angoli caratteristici, misurati in gradi angolari e minuti primi, sono impostati dai progettisti allo scopo di assicurare al veicolo stabilità e direzione, tenuta di strada e corretto consumo dei pneumatici.

Per l'assale posteriore esistono la campanatura, la convergenza, l'angolo di spinta. Per l'asse anteriore gli angoli sono la convergenza, la campanatura, l'incidenza, l'inclinazione del perno fuso, l'angolo incluso, gli angoli di sterzata. Per assi di simmetria invece si intendono le distanze geometriche che determinano la quadratura del telaio ed il corretto parallelismo degli assali. Tali distanze lineari, espresse in millimetri, sono il passo, la carreggiata, il disassamento, lo scostamento laterale.

E' opportuno ricordare che prima della regolazione degli angoli caratteristici bisogna verificare lo stato di usura dei componenti meccanici dell'avantreno (bracci oscillanti, cuscinetti, scatola sterzo, snodi sferici). Forti deterioramenti di questi elementi non consentono una precisa regolazione dell'assetto. Molle ed ammortizzatori scarichi, inoltre comportano un andamento dinamico del veicolo tutt'altro che soddisfacente, anche in presenza di un corretto assetto geometrico. Le variazioni dei valori possono essere, in tal caso anche consistenti.

Gli angoli caratteristici delle ruote sono facilmente rilevabili tramite banchi prova costituiti da una unità centrale (computer), da quattro staffe o griffe che si applicano sui cerchi ruote e su cui vengono successivamente installati quattro rilevatori o proiettori. All'interno di questi componenti dei sensori elettronici molto sofisticati a microprocessore elaborano i dati tecnici e li inviano al computer. Il tecnico ha poi la possibilità di interpretarli tramite la visualizzazione sul monitor. La trasmissione dei dati da un rilevatore all'altro avviene solitamente per mezzo di telecamere all'infrarosso con la tecnologia del CCD (Cage Coupled Device), elementi fotoaccoppiati a carica.

Altri modelli di assetti ruote possono essere del tipo a radio frequenza, con tecnica tridimensionale, a raggi laser e con trasmissione a cordini elastici. Per mezzo di quest'ultimi si effettua però una misura meccanica anziché elettronica e ciò può comportare sicuramente una minor precisione dei dati rilevati. Inoltre eventuali sbalzi repentina della temperatura ambiente influenzano oltre modo le operazioni tecniche eseguite con tale metodo.



La campanatura (camber)

La campanatura è l'angolo di inclinazione verticale delle ruote, guardando il veicolo frontalmente. Può essere positiva (es. $+1^{\circ}00'$), quando cioè la parte superiore della ruota è inclinata verso l'esterno del veicolo, negativa (es. $-1^{\circ}00'$), quando cioè la parte superiore della ruota è inclinata verso l'interno del veicolo, nulla, cioè uguale a zero gradi (es. $0^{\circ}00'$), quando la ruota non è inclinata né verso l'interno, né verso l'esterno.

La campanatura è un angolo fondamentale, in quanto da esso derivano importanti funzioni che il veicolo deve svolgere, tra le quali la **tenuta di strada**, sia in rettilineo che in curva, la corretta sterzatura, il corretto consumo dei pneumatici. Dal punto di vista della direzionalità del veicolo è opportuno ricordare che quest'angolo deve essere più o meno uguale sulle due ruote dell'asse anteriore, in quanto una differenza incrociata tra le due ruote di oltre $0^{\circ}30'$ provocherebbe una deviazione dalla marcia rettilinea. In questo caso il veicolo devierà dalla parte della ruota con inclinazione positiva. Se invece entrambe le ruote hanno un valore positivo, le forze laterali si compensano e si annullano a vicenda.

Dal punto di vista della corretta **usura dei pneumatici**, la campanatura è un angolo fondamentale, quasi quanto la convergenza. Infatti un valore troppo negativo provoca un'usura interna del battistrada, un valore troppo positivo un'usura esterna. Ciò è dovuto alla non perpendicolarità della ruota e del suo piano di appoggio sulla superficie stradale. Bisogna quindi ricercare un giusto compromesso, soprattutto in fase di progettazione.

I progettisti sempre più spesso preferiscono impostare il camber a valori estremamente negativi (es. $-1^{\circ}00'$), per trarne un'ottima tenuta di strada in curva, anche a velocità elevate. Ciò avviene perché inclinando le ruote all'interno del veicolo si abbassa sensibilmente il baricentro, si allarga di qualche millimetro la carreggiata e di conseguenza si genera una resistenza ed una opposizione al ribaltamento del veicolo, soprattutto quando quest'ultimo

marcia ad una velocità sostenuta. Come svantaggi di questa impostazione, si avranno usure precoci dei pneumatici, anche dopo un breve chilometraggio (es. 15.000 km).

In fase di manutenzione pratica in officina, trovandosi di fronte ad una campanatura ai valori normali della casa, però allo stesso tempo con delle irregolarità di usura dei pneumatici, si può ovviare impostando il valore di convergenza totale con segno opposto a quello della campanatura. In termini pratici, se quest'ultima è positiva la convergenza dovrà essere negativa, se il camber è negativo, la convergenza dovrà essere positiva.

Un altro metodo pratico per cercare di compensare il problema è la rotazione più frequente dei pneumatici, soprattutto se l'autoveicolo è di grossa cilindrata e di un certo peso. A proposito di quest'ultimo, la campanatura è molto influenzabile dal peso statico della vettura e dal carico in essa contenuto. In accelerazione, frenata e sterzata del veicolo, le sospensioni ed i relativi gommini e silent block subiscono notevoli sollecitazioni, con l'insorgenza di forze laterali e trasversali che possono modificare il valore di campanatura. Inoltre il fenomeno dell'elastocinematica, cioè il movimento strutturale delle sospensioni a veicolo in marcia, contribuisce oltre modo alle possibili variazioni di inclinazione.

E' opportuno a tale scopo tenere sempre efficienti gli organi meccanici strettamente connessi con quest'angolo. Ad esempio gli ammortizzatori e le molle scariche determinano degli spostamenti più o meno consistenti, a seconda dell'entità di inefficienza. Il gioco dei cuscinetti e del fusello, inoltre, non deve essere eccessivo. I bracci trasversali inferiori ed i relativi gommini non devono presentare usure, deterioramenti o deformazioni.

Chilometraggi eccessivi del veicolo generano delle flessioni della scocca-telaio, dovute a cedimenti strutturali dei punti nevralgici della carrozzeria, con variazioni notevoli degli angoli di camber. L'angolo di campanatura (espresso in gradi angolari e minuti primi), è facilmente misurabile ed in maniera completamente automatica con tutti i moderni banchi prova assetto ruote. Viene inoltre sempre regolato prima della convergenza. E' consigliabile prima della misura, la verifica e l'eventuale regolazione della pressione di gonfiaggio, per livellare le altezze di assetto da terra fino alla scocca.



La convergenza (Toe in)

La convergenza è l'angolo orizzontale delle ruote, osservando il veicolo frontalmente. Viene misurata rispetto al piano longitudinale del veicolo. Vi è in pratica una chiusura delle ruote se esiste una convergenza (es. +1,0 mm), un'apertura delle ruote se esiste una divergenza

(es. -1,0 mm), un perfetto parallelismo se non esiste un'apertura, né una chiusura. In questo caso vi è un valore nullo, cioè una convergenza uguale a zero (es. 0,0 mm).



L'angolo di convergenza è il più importante per quanto concerne il corretto **consumo dei pneumatici**, sia anteriori che posteriori, pertanto, per quanto semplice sia la sua procedura di regolazione, necessita sempre di una particolare attenzione in fase di manutenzione. Esso è fortemente soggetto a possibili variazioni durante il moto dinamico del veicolo. Le alterazioni sono essenzialmente dovute alle resistenze offerte dalla strada, all'elasticità e ai cinematismi delle sospensioni, alle coppie motrici e frenanti, che sull'asse anteriore sono molto efficaci. Anche i giochi eccessivi dei componenti meccanici dell'avantreno (bracci, snodi, scatola sterzo) influiscono notevolmente sui valori di quest'angolo e pertanto devono essere preventivamente appurati ed eliminati.

Solitamente una convergenza nulla, cioè di zero millimetri risulta sempre efficace per qualsiasi autoveicolo, sia in termini di usura dei pneumatici, sia in termini di direzionalità e stabilità del veicolo. Tuttavia le tolleranze fornite dai costruttori sono abbastanza ampie, per cui è il tecnico gommista o l'autoriparatore che deve saper valutare in fase pratica quale valore sia più giusto per una determinata autovettura.

In particolar modo si deve tenere conto anche della tipologia del veicolo, della sua potenza e cilindrata, del tipo di sospensione meccanica adottata, del lavoro che deve svolgere l'autoveicolo e dell'eventuale carico in esso contenuto. L'angolo di convergenza raramente genera disturbi di guida eccessivi, soprattutto se è variata di 1,0 o 2,0 millimetri. L'unico modo per riscontrarla è la frequente ispezione visiva dello stato di usura dei pneumatici o comunque un controllo periodico con un banco prova da un gommista specializzato.

Le anomalie di tiraggio del veicolo sono principalmente attribuibili alla presenza di tensioni anomale o forze laterali dei pneumatici a struttura radiale e quindi raramente generate dall'angolo di convergenza errato, a meno che non vi sia una delle due ruote anteriori molto aperta, cioè in divergenza (**Toe out**) di 4,0-5,0 millimetri, tanto da creare una traslazione della stessa dal suo piano centrale. La ruota eccessivamente aperta tende ad uscire, specialmente alle alte velocità, dal suo asse di simmetria, anche se è ben vincolata ad un gruppo meccanico (bracci della sospensione) ed alla flangia del mozzo. Ma tutto ciò comporterebbe anche e comunque una inefficiente tenuta di strada ed uno sbandamento consistente del veicolo, tanto da indurre l'automobilista ad una pronta verifica in officina.

La convergenza è presente sia sugli assali anteriori che posteriori, ed è costituita dalle

semiconvergenze di ogni singola ruota e dalle convergenze totali. In pratica sull'asse anteriore, la somma algebrica delle semiconvergenze di destra e di sinistra formano la convergenza totale. Analoga cosa dicasi per l'asse posteriore. Su quest'ultimo, se le semiconvergenze non sono uguali fra loro, ma risultano differenti e soprattutto di segno opposto, viene a generarsi il cosiddetto **angolo di spinta**. In pratica le ruote posteriori non sono perfettamente allineate con quelle anteriori (parallelismo incorretto degli assi) e costringono il veicolo a marciare su una direzione assunta e determinata proprio dall'assale posteriore (asse di spinta). L'angolo di spinta è pertanto l'angolo formato dall'asse di spinta con la linea di mezzeria passante per il centro del veicolo. La linea di mezzeria può essere denominata anche asse geometrico o linea direzionale.

Per quanto concerne i disturbi di guida derivanti da un elevato angolo di spinta, il cui valore normale non deve essere superiore ai $0^{\circ}15'$, si possono verificare sbandamenti del posteriore, irregolarità di usura dei pneumatici, andamento diagonale del veicolo, sterzo decentrato anche in presenza di un corretto parallelismo anteriore.

L'angolo di spinta è correggibile solo se l'assale sospensivo permette la regolazione delle semiconvergenze posteriori. Se ciò non può essere effettuato, ed in presenza di un assale rigido non regolabile, l'unico modo per centrare il volante è l'applicazione del principio dell'asse di spinta. Questo consiste, ed è effettuabile solo in presenza di lievi scostamenti (es. $0^{\circ}10'$), nella regolazione delle semiconvergenze anteriori in funzione proprio della variazione posteriore. In termini pratici se la ruota posteriore sinistra è aperta di 1,0 millimetro e la ruota posteriore destra è chiusa di 1,0 millimetro, altrettanti valori devono essere impostati sull'anteriore. E' evidente che se lo scostamento del posteriore è notevole (es. $0^{\circ}40'$), bisogna andare a ricercare eventuali deformazioni degli organi meccanici interessati, primo fra i quali l'assale rigido, i bracci trasversali, i mozzi, gli ammortizzatori ed i vari punti di attacco alla scocca di questi componenti.

A titolo informativo, si ricorda che la convergenza va regolata, dove esistono punti di rettifica, sempre prima all'asse posteriore e che l'unità di misura è il millimetro, essendo una frazione di angolo molto piccola e quindi difficilmente interpretabile in termini diagnostici se viene misurata in gradi angolari e minuti primi. Sull'asse anteriore di qualsiasi autoveicolo, la convergenza o la divergenza sono sempre regolabili.

Quando i due tiranti di regolazione della convergenza hanno uguale lunghezza e simmetria e lo sterzo è ben allineato si ottiene un perfetto angolo di sterzata sui due lati del veicolo. Quest'ultimo, quando compie le sterzate per curvare genera delle angolazioni denominate anche divergenze in curva. Questo parametro è misurabile soltanto a 20 gradi e con l'ausilio di un banco prova computerizzato dotato di piastre oscillanti elettroniche. Effettuando una

sterzata interna al veicolo ed una esterna al veicolo, si possono diagnosticare eventuali deformazioni ad una barra di accoppiamento o braccetto dello sterzo e nello stesso tempo appurare se il veicolo ha una differenza anomala degli angoli di sterzata. Il valore massimo incrociato tra le due ruote anteriori non deve essere superiore a 2-3 gradi.



Per l'acquisto del manuale "Pneumatici e assetto ruote" visitare il sito www.Hoepli.it o rivolgersi direttamente all'autore: cassanomassimo@virgilio.it



Gli angoli caratteristici della geometria delle ruote vengono impostati dai progettisti per assicurare al veicolo stabilità, direzione, tenuta di strada e corretto consumo dei pneumatici



La copertina del libro "Pneumatici e assetto ruote" di Massimo Cassano, edito da Hoepli

© riproduzione riservata

pubblicato il 27 / 09 / 2011