

L'AVANCORSA TRA STABILITA' E MANEGGEVOLEZZA

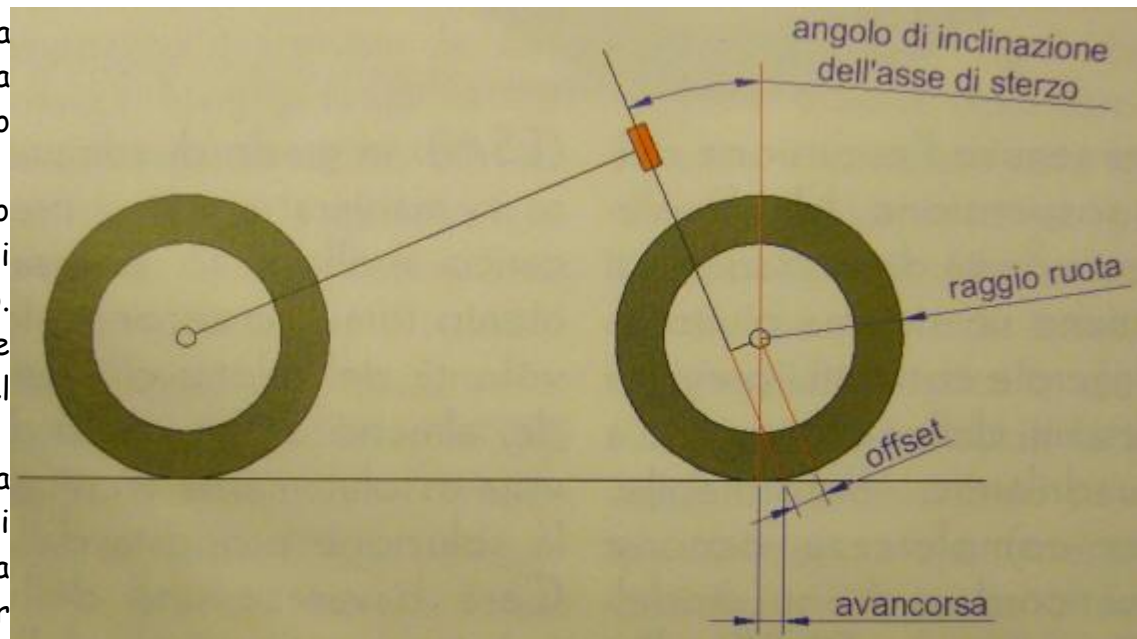
CARATTERISTICHE DELL'AVANTRENO :

Leggendo la scheda tecnica di una qualsiasi motocicletta notiamo un valore in mm che esprime l'avancorsa, una delle grandezze fondamentali che caratterizzano la ciclistica. Tale misura è molto più di un semplice numero dato che, come vedremo meglio più avanti, influisce direttamente sulla stabilità e sulla maneggevolezza del veicolo a due ruote. Proviamo a definire qualche concetto per meglio aiutarvi a capire il legame tra avancorsa e il comportamento dinamico del motociclo.

Partiamo dalla considerazione che tutte le moto presentano una ruota anteriore sterzante libera di girare intorno ad un asse chiamato asse di sterzo. Questo asse risulta inclinato rispetto alla verticale di un certo angolo, che chiameremo inclinazione del canotto di sterzo.

Ora possiamo definire l'avancorsa come la distanza del punto d'intersezione della proiezione dell'asse di sterzo con il terreno e il punto di contatto della ruota anteriore con la medesima superficie. Per convenzione il suo valore è considerato positivo

quando il punto di contatto della ruota è più arretrato, rispetto alla direzione della marcia, del punto d'intersezione dell'asse di sterzo con il piano stradale. Quasi tutte le motociclette hanno questa caratteristica, ma esistono delle situazioni in cui l'avancorsa viene ridotta fino a diventare addirittura negativa. L'avancorsa dipende strettamente sia dall'angolo di inclinazione dell'asse di sterzo che dal diametro della ruota. Prendendo in esame una qualsiasi moto noteremo però che l'asse del perno della ruota difficilmente giace l'ungo l'asse di sterzo, ma è avanzato di una certa distanza che viene chiamata offset o avanzamento.



Questo parametro permette di modificare il valore di avancorsa, indipendentemente dall'inclinazione del canotto di sterzo e del diametro della ruota. In genere l'avanzamento viene ottenuto dall'adozione ormai universale di piastre di sterzo (che hanno lo scopo di aumentare l'angolo di sterzata) che traslano la forcella in avanti rispetto all'asse di sterzo. Nel caso delle moto da fuoristrada, l'offset viene anche realizzato spostando in avanti i piedini della forcella (anche in questo caso con il doppio scopo, aumentando la corsa delle sospensioni). Inoltre, su certi modelli di scooter è presente una certa condizione di non parallelismo tra l'asse di sterzo e l'asse della forcella, che genera un certo offset del centro ruota.

Una particolare attenzione la merita anche il pneumatico, poiché il contributo della ruota non deve essere trascurato in favore delle grandezze geometriche sopra menzionate: il comportamento della moto è talmente sensibile all'avancorsa che è sufficiente montare gomme con un'altezza della spalla diversa per avvertire piccole differenze di risposta dello sterzo. Si pensi poi alla difficoltà nel definire il raggio reale della ruota, condizionato dalla pressione di gonfiaggio e dalla deformazione del pneumatico. Se poi, come avviene nella trasformazione di una moto da enduro in supermotard o viceversa, si sostituisce il cerchio con uno di diametro diverso gli effetti percepiti sul sistema sterzante cambiano sensibilmente.

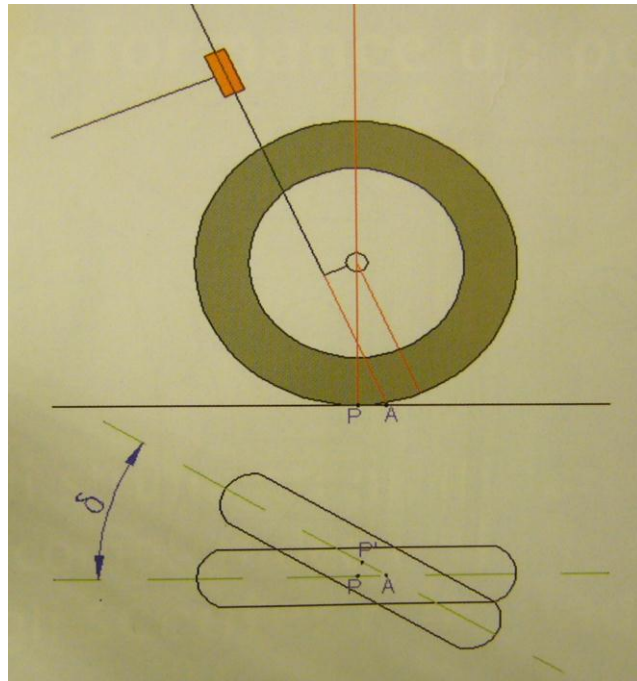
<p>A parità degli altri parametri, l'avancorsa cresce all'aumentare dell'angolo di inclinazione del canotto di sterzo. Bastano frazioni di grado per avvertire sensibili differenze.</p>	<p>L'offset sposta in avanti o indietro il perno della ruota comportando una riduzione o un aumento dell'avancorsa</p>	<p>Mantenendo gli altri parametri costanti, l'adozione di ruote di diverso diametro modifica proporzionalmente il valore di avancorsa</p>

L'EFFETTO RADDRIZZANTE DOVUTO ALL'AVANCORSA

In genere si può affermare che più l'avancorsa è grande più la moto è stabile, ma allo stesso tempo concorre a limitare la maneggevolezza percepita dal pilota. Naturalmente non si può giudicare il comportamento della moto esaminando esclusivamente

gli effetti dovuti all'avancorsa indipendentemente da altri fattori come ad esempio il passo, la posizione del baricentro o la deformabilità del telaio. Ma perché l'avancorsa è così importante?

La ragione risiede nel fatto che l'avancorsa, più di ogni altra grandezza geometrica, è strettamente legata all'effetto raddrizzante che, congiuntamente ad altri fattori (tra cui l'effetto inerziale e l'effetto giroscopico delle ruote), determinano la guidabilità di una moto conferendo una stabilità della moto più o meno soddisfacente.



Con la ruota anteriore sterzata verso destra di un certo angolo δ (ipotizziamo per semplicità l'angolo di rollio nullo), il punto di contatto della ruota al terreno si sposta a sinistra dell'asse longitudinale della motocicletta dalla posizione P alla posizione P'.

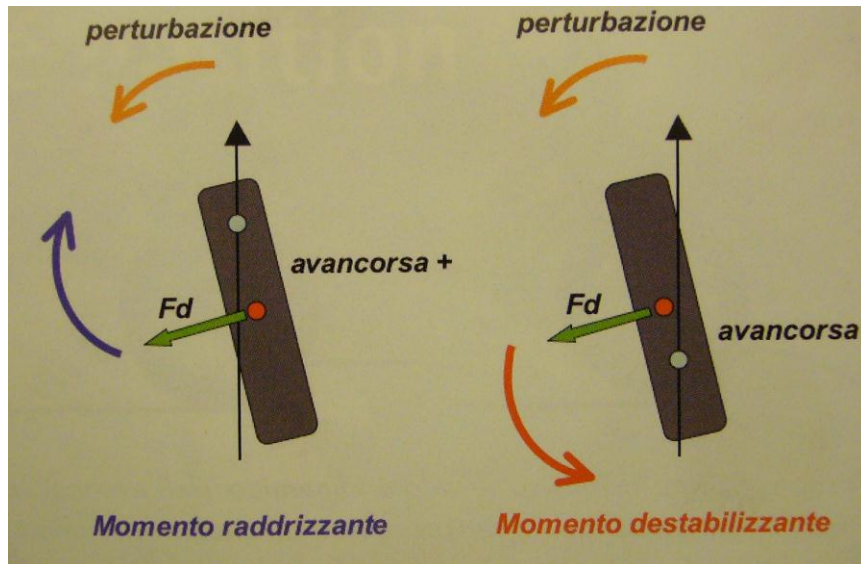
Per cercare di spiegare il fenomeno ci avvaliamo di un semplice esempio. Supponiamo di guidare la nostra moto in un tratto autostradale (ipotesi di moto rettilineo uniforme) a velocità costante. Ad un certo punto un'improvvisa irregolarità dell'asfalto provoca una piccola rotazione dello sterzo, ipotizziamo verso destra. In tale situazione, il teorico punto di contatto tra la ruota e il terreno si sposta strisciando verso sinistra rispetto all'asse longitudinale della motocicletta. Lo strisciamento del pneumatico sull'asfalto genera una forza di attrito con direzione opposta al movimento della ruota, che determina un momento rispetto all'asse di sterzo. Il braccio di questa coppia applicata al sistema sterzante è rappresentato appunto dall'avancorsa. In altre parole, con una certa geometria dell'avantreno, è

possibile sfruttare l'attrito generato dal pneumatico per creare una coppia di reazione che si oppone alla rotazione dello sterzo, che sia essa accidentale che volontaria. Essendo l'avancorsa positiva, la forza d'attrito genera un momento che tende a riportare lo sterzo nella posizione originaria d'equilibrio e genera una sorta di riallineamento automatico della ruota. Tale fenomeno viene chiamato effetto raddrizzante e porta a conservare il moto rettilineo, con conseguenti vantaggi per la stabilità della motocicletta. Dall'esempio si può ben capire come un valore positivo ed elevato del momento raddrizzante comporti alla

motocicletta una guida stabile, in cui lo sterzo tende facilmente a ritornare dritto dopo aver incontrato un ostacolo indesiderato, come può essere una buca o un sasso.

Arrivati a questo punto, sorge però l'eterno compromesso tra stabilità e maneggevolezza. Avere un buon effetto raddrizzante, infatti, può portare dei benefici quando si viaggia in autostrada o su percorsi veloci, ma può diventare un limite nel traffico cittadino o, più in generale, quando la moto deve essere in grado di poter variare facilmente la sua direzione.

Il momento raddrizzante viene numericamente descritto con formule abbastanza complicate che coinvolgono sia i parametri legati alla dinamica del veicolo che quelli derivanti dalle quote ciclistiche.



L'effetto raddrizzante è fondamentale per mantenere in equilibrio il veicolo durante la marcia in rettilineo. In questa immagine viene chiarificato il fenomeno, confrontandolo con l'effetto opposto destabilizzante. Il punto di intersezione dell'asse di sterzo con il piano stradale è colorato in azzurro mentre il punto di contatto ruota terreno è in rosso. Qualora questi punti dovessero coincidere si avrebbe un effetto indifferente.

Senza entrare nel dettaglio, possiamo osservare come il momento raddrizzante sia direttamente proporzionale all'avancorsa e quindi, ragionando al contrario, avere un'avancorsa negativa comporterebbe un rispettivo momento negativo, che tenderebbe a favorire la rotazione

dell'avantreno verso la direzione di sterzata (nell'esempio verso destra) compromettendo notevolmente la stabilità di guida. In questo caso le immaginabili conseguenze saranno tutte a carico del lavoro di braccia che il motociclista dovrà fare per contrastare l'effetto destabilizzante.

SCELTA DELL'AVANCORSA AL MOMENTO DELLA PROGETTAZIONE.

Come abbiamo visto la stabilità e l'agilità di una moto sono fortemente influenzate dall'entità dell'avancorsa. Ma esista un valore ideale? Guardando il panorama motociclistico si può osservare come, in genere, moto con vocazione turistica hanno un'avancorsa notevole, mentre al contrario moto sportive prevedono valori più contenuti per garantire rapidi cambiamenti di direzione. Tuttavia queste considerazioni sono del tutto approssimative in quanto l'avancorsa può dare una corretta indicazione della

maneggevolezza del motociclo solo se correlata al passo. Inoltre la scelta di un valore piuttosto che un altro dipende anche dal carattere che i progettisti vogliono dare ad una certa motocicletta, magari orientandosi verso valori che facciano diversificare la sua guida dalle concorrenti.

L'avancorsa e l'angolo di inclinazione dell'asse di sterzo sono particolarmente importanti in quanto definiscono le caratteristiche geometriche principali dello sterzo e quindi concorrono a definire le proprietà di maneggevolezza e di stabilità direzionale del veicolo: a parità del raggio della ruota e di offset, aumentare l'angolo di inclinazione del canotto di sterzo comporta un conseguente accrescimento dell'avancorsa. Basta anche un solo grado di inclinazione in più per ottenere aumenti dell'avancorsa di 5-7 millimetri.

Piccole variazioni della avancorsa si ottengono anche intervenendo sull'assetto delle sospensioni. Precaricando le molle della forcella o diminuendo il precarico del monoammortizzatore posteriore si può aumentare l'avancorsa. Agendo in maniera opposta si ottiene l'effetto contrario.

LA VARIAZIONE DELL'AVANCORSA IN BASE AL TERRENO E ALLA DINAMICA DI MARCIA

Fino a qui abbiamo considerato situazioni abbastanza semplici in cui il moto è rettilineo e il valore dell'avancorsa risulta sostanzialmente costante. Al contrario, nell'uso quotidiano del veicolo, esistono una serie di circostanze in cui il valore dell'avancorsa può cambiare improvvisamente, talvolta rischiando anche di diventare negativo. Il rapido susseguirsi di variazioni di avancorsa può portare a bruschi cambiamenti del momento raddrizzante e quindi anche di momentanee perdite di controllo del veicolo.

Se poi si contano tutte le variabili legate al comportamento dinamico della motocicletta nel piano e in curva, l'avancorsa può modificarsi infinite volte all'interno di una certa gamma di valori: in questo caso è più opportuno parlare di avancorsa dinamica.

Uno dei casi più indesiderati è la presenza di un dosso o, peggio ancora, di un gradino: al momento dell'impatto con l'ostacolo il punto di contatto con il terreno avanza e l'avancorsa si riduce. Nella peggiore delle ipotesi, in cui l'asperità a dimensioni notevoli, l'avancorsa può diventare perfino negativa rischiando di comportare persino una caduta.

Queste possibili diminuzioni dell'effetto raddrizzante devono essere tenute bene in considerazione dal pilota soprattutto in curva.

. Se andiamo a vedere i dati costruttivi delle moto da fuoristrada non troveremo mai dei valori ridotti di avancorsa come ci potremmo aspettare da un impiego sportivo, ma un giusto compromesso che consenta al pilota di non perdere il controllo ad ogni minima asperità.

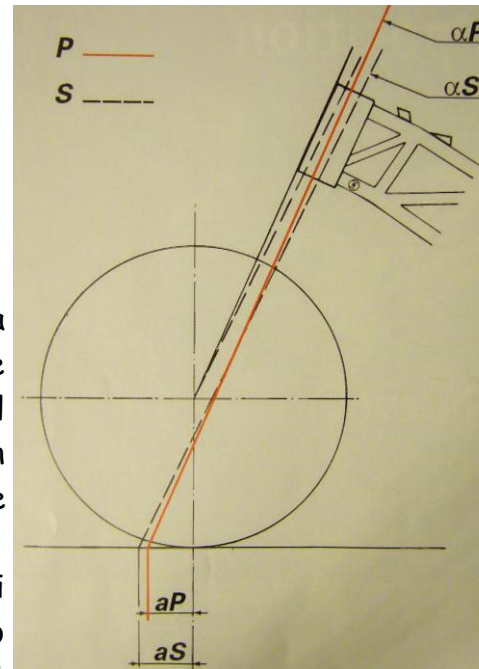
Anche il beccheggio del veicolo intorno al suo baricentro fa variare dinamicamente l'angolo di inclinazione dell'asse di sterzo e di conseguenza l'avancorsa.

Non è difficile immaginare come in frenata il peso gravi maggiormente sull'asse anteriore, facendo inclinare la moto in avanti. In tale condizione l'angolo del canotto di sterzo si riduce rispetto alla verticale e l'avancorsa diminuisce. Questo fenomeno può essere ritenuto positivo perché, durante la decelerazione, consente di migliorare la maneggevolezza e consentire di inserire la moto in curva più agevolmente. Al contrario, mentre si sta eseguendo una forte accelerazione la motocicletta tende a caricarsi sull'asse posteriore, facendo sollevare l'avantreno. Il progressivo aumento di avancorsa garantisce una migliore stabilità dello sterzo. In ultimo, anche durante la percorrenza di una curva l'avancorsa cambia rispetto al suo valore statico, in funzione dell'angolo di rollio e di sterzata. In questo caso la maneggevolezza viene anche influenzata dal passo e dalle prestazioni del telaio e dei pneumatici.

Queste condizioni sono state alla base dell'introduzione da parte di Honda del sistema cbs di frenata combinata che limitando lo spostamento dell'assetto dovuto alle frenate mantiene il più possibile costante il valore della avancorsa limitando l'affondamento della forcella.

Spero di essere stato chiaro, ho cercato di limitare al massimo le formule matematiche che non servono a nessuno e di spiegare perché queste misure sono fondamentali nella dinamica della motocicletta.

Arrivederci al prossimo argomento. Claudio



In alcuni motocicli è possibile variare leggermente l'avancorsa, questa possibilità viene data per offrire due configurazioni di guida della motocicletta senza modificare l'interasse. La geometria dello sterzo per uso stradale (S) è di $24^{\circ} 30'$ per l'angolo di sterzo e 97 mm di avancorsa. Per l'impiego in pista (P) i valori cambiano in $23^{\circ} 30'$ e 91 mm.