

LE DINAMICHE DELL'AUTO.

"la gravità...contiene il segreto della leggerezza..."

Italo Calvino. Lezioni americane.

Leggerezza, precisione, rapidità: queste sono le caratteristiche di una buona guida. Una guida *"rumorosa, aggressiva, scalpitante e rombante, appartiene al regno della morte, come un cimitero d'automobili arrugginite"* (Calvino).

Prima di parlare delle tecniche di guida dobbiamo capire come l'auto soggiace alle leggi della fisica e come risponde alle manovre del guidatore. Diamo quindi un breve sguardo alla tecnica concentrandoci solo sugli elementi determinanti per comprendere la dinamica del veicolo. Per guidare bene non occorre essere ingegneri, ma è importante capire l'effetto delle nostre manovre sul comportamento dell'auto.

2.1. MANEGGEVOLEZZA E STABILITA'.

L'auto deve rispondere contemporaneamente a due esigenze diverse e opposte: deve cambiare rapidamente e con facilità direzione di marcia (maneggevolezza), e deve mantenere la propria traiettoria anche in caso di brusche sollecitazioni (manovre brusche di sterzo, frenate in curva, colpi di vento) senza sbilanciarsi (stabilità).

Maneggevolezza e stabilità hanno esigenze apparentemente opposte ma le loro esigenze devono coesistere nel deliberare l'assetto di un'automobile. L'automobile eccessivamente maneggevole finirà per girare su se stessa come una trottola, mentre l'auto eccessivamente stabile sarà difficile da inscrivere in una qualsiasi traiettoria curvilinea e con essa sarà difficile cambiare direzione di marcia. Fissiamo quindi due concetti fondamentali.

1. L'auto deve essere maneggevole a bassa velocità e stabile ad alta velocità.
2. Più peso avremo sull'anteriore più l'auto sarà maneggevole, più peso avremo sul posteriore e più sarà stabile.

L'interazione fra questi due concetti farà sì che, ad esempio, entrare in un tornante con una leggera pressione sul pedale del freno (più peso sull'anteriore + maneggevolezza) sarà di aiuto nell'impostare correttamente la curva. La stessa manovra, in un curvone autostradale, sarà invece sconsigliata perché potrebbe far perdere stabilità all'auto con una reazione violenta dell'anteriore e il conseguente alleggerimento del posteriore: la tecnica corretta in questo caso consiste nell'affrontarle la curva in leggera accelerazione (più peso sul posteriore + stabilità).

Oggi, tutte le case automobilistiche tendono a privilegiare giustamente la stabilità dei loro prodotti anche a scapito della maneggevolezza: si tendono a favorire quindi comportamenti leggermente sottosterzanti (vedi capitolo 5) e, in certe situazioni, si può avere un certo ritardo della risposta dello sterzo alla manovra di inserimento in curva.

2.2. I PNEUMATICI E L'ADERENZA.

La nostra auto mantiene il contatto col suolo attraverso i pneumatici e qualsiasi movimento impresso loro mediante lo sterzo, qualsiasi manovra di guida, passa attraverso di essi; le loro risposte saranno efficaci finché manterranno una buona aderenza con l'asfalto. Dobbiamo quindi iniziare a parlare della nostra auto partendo dai pneumatici.

Dal punto di vista della fisica l'aderenza di un pneumatico rispetto a una superficie dipende dal peso che grava sul pneumatico e dall'attrito che questo sviluppa con la superficie stradale. Ma la formula "più peso = più aderenza" non deve far pensare che più un'auto sia pesante e più tenga la strada. Anzi, un'auto pesante ha una minore tenuta di strada in curva, perché sopporta meno le accelerazioni laterali (ad esempio nel test in uno "steering pad"). Non solo: il peso è anche nemico di ogni accelerazione (che richiede con più peso, più potenza e quindi più consumo di carburante), di ogni decelerazione (gli spazi di arresto di un'auto pesante si allungano), e di ogni cambiamento di

direzione (perché inserire l'auto in curva diventa più difficile per la maggiore massa a cui occorre far cambiare direzione). Possiamo quindi sostenere che il primo requisito di un'auto, la sua prima dote per farne un mezzo docile e facile da guidare, è la leggerezza (come lo era secondo Italo Calvino per la letteratura). Eppure oggi il peso di un'auto non è certo fra i dati più considerati. Ma basta lanciarsi alla stessa velocità con due auto di peso diverso per accorgersi che, giunti in prossimità di una curva, il loro rallentamento sarà più difficile quanto maggiore sarà il loro peso.

Tornando al nostro pneumatico voglio evidenziare che l'aderenza che sviluppa col suolo è unica (è un dato numerico, un certo valore), ma si applica in due direzioni diverse: in senso longitudinale e in senso laterale (o trasversale).

In senso longitudinale l'aderenza viene sfruttata per accelerare e per decelerare o frenare; in senso laterale viene usata per i cambi di direzione e per tutti i movimenti connessi al cambiamento di traiettoria durante la percorrenza di una curva.

Quindi se abbiamo un coefficiente di aderenza "x" disponibile, potremo usarlo tutto in una direzione, ad esempio per frenare o per sterzare. Se però, durante una frenata in cui usiamo tutta l'aderenza longitudinale disponibile, tenteremo anche di sterzare, richiederemo improvvisamente anche aderenza laterale. In questo caso il pneumatico non risponderà alla nostra manovra e l'auto proseguirà diritta perché non c'è più aderenza disponibile per un cambio di direzione, essendo l'aderenza tutta utilizzata nella frenata in senso longitudinale (disegno 1). Similmente, se stiamo percorrendo una curva al limite dell'aderenza e usiamo quindi tutta l'aderenza disponibile in senso laterale, non possiamo richiedere al pneumatico di darci prestazioni anche in senso longitudinale. Infatti, se freniamo bruscamente durante la percorrenza di una curva, le ruote anteriori tendono a bloccarsi con il risultato di trovarsi con l'auto che prosegue diritta (se abbiamo l'ABS questo non succede ma il sistema deve intervenire neutralizzando al massimo la richiesta di frenata). Se invece acceleriamo bruscamente le ruote motrici perdono aderenza pattinando.

Se stiamo invece usando solo il 50% dell'aderenza in senso longitudinale in frenata, avremo ancora il 50% di aderenza da usare in senso laterale per un cambio di direzione.

Da ciò deriva che tutte le manovre estreme come le frenate al limite, le accelerazioni brusche, le curve percorse con la massima aderenza laterale disponibile, devono essere effettuate senza abbinarle con altre manovre. In parole povere, o si sterza, o si frena. Per queste ragioni i manuali di guida consigliano di frenare prima della curva e a ruote diritte; poi di percorrere tutta la curva ad accelerazione costante!

Ritourneremo più avanti sulla necessità di separare le manovre di guida e di fare all'auto una richiesta alla volta (quando parleremo dei "sincronismi" alla guida nei capitoli sulle tecniche di guida in curva).

2.3. IL MOTO.

Un corpo si dice "libero" da forze esterne quando si trova in stato di riposo o in stato di moto rettilineo uniforme. La quantità di moto, o inerzia, si misura come prodotto della sua massa per la velocità. La massa del veicolo, a sua volta, si distingue in masse sospese (scocca, sedili, motore, cambio ecc.) e masse non sospese (pneumatici, cerchi, alcuni braccetti della sospensione, freni quando sono sulle ruote).

Cambiare lo stato di quiete di una massa in movimento implica o un cambio di direzione del moto, o un'accelerazione (negativa o positiva); questo viene ottenuto attraverso l'applicazione di una o più forze. Le accelerazioni si misurano in "G" (1G = forza di gravità).

Secondo le leggi della fisica, per affrontare una curva cambiando direzione al moto rettilineo, abbiamo bisogno di una forza applicata al veicolo e diretta verso il centro della curva: la "forza centripeta" (dal latino "*centrum*" e "*petere*" tendere verso il centro).

Questa "forza" viene fornita dall'aderenza dei pneumatici con la superficie stradale: essa permette di cambiare il moto da rettilineo a curvilineo o di mantenere un moto curvilineo costante. L'altro termine usato comunemente, quello di forza centrifuga, denomina una forza che in realtà non esiste applicata al veicolo. La sua percezione è reale perché reale è la spinta centrifuga che il corpo subisce, ma la sua esistenza è una sorta di "inganno percettivo": essa infatti è la sensazione che prova l'occupante

del veicolo che si sente trascinare dal lato opposto alla curva rispetto al suo sistema di riferimento che è l'abitacolo della vettura e quello che vede attorno a sé (esperienza centrifuga).

Quello che succede, in realtà, è che la forza centripeta fornita dall'aderenza dei pneumatici alla vettura per "costringerla" a cambiare traiettoria, non si applica anche al corpo del guidatore dentro la vettura, che non è "solidale" con il corpo della vettura stessa. Il guidatore quindi subisce, durante l'applicazione della forza centripeta nei cambi di direzione, una spinta dalla parte opposta rispetto alla curva detta appunto spinta centrifuga, o che lo allontana dal centro della curva. Questa spinta avvertita dal corpo non è dunque determinata da una ipotetica forza, ma è l'effetto del cambio della direzione del moto (attraverso la forza centripeta) operato mediante rotazione dello sterzo e aderenza sviluppata dai pneumatici (così come è questo la causa del movimento di rollio dell'auto). In effetti, percorrendo una curva, al venire meno in un dato momento della forza centripeta, l'auto partirebbe per la tangente: così fa il nostro corpo dentro l'auto, l'auto volta ma lui tende a proseguire dritto (e aprendo improvvisamente lo sportello finirebbe fuori con traiettoria rettilinea).

Per chiarire certe definizioni nel linguaggio comune alquanto imprecise, diciamo che quando l'auto non curva a sufficienza e finisce dritta fuoristrada, non è la forza centrifuga che la porta fuori, ma l'insufficiente aderenza fra pneumatico e superficie stradale che non riesce a sviluppare una forza centripeta sufficiente per fare cambiare direzione alla massa del veicolo in movimento.

2.4. LA GRAVITA'.

"Ogni movimento ha un centro di gravità; basta governare quel centro".

H. Von Kleist. Sul teatro delle marionette.

Ogni cambio del moto di un corpo (nella velocità o direzione) è il risultato dell'applicazione di una forza.

Baricentro e centro di rollio.

Nella fisica il centro di massa o "baricentro", è un punto dove si considera concentrata la massa del corpo: questo ci aiuta nei ragionamenti sulla dinamica del movimento.

Nelle vetture si identifica un baricentro globale che è un punto, all'interno della vettura, dove possiamo ipotizzare di applicare la risultante peso della vettura. Tanto più basso è questo punto, rispetto al suolo, tanto meglio è per la dinamica della vettura in quanto si "disturba" meno l'equilibrio del mezzo applicandovi forze che ne disturbano "la quiete".

Per abbassare il baricentro bisogna abbassare l'auto e, ovviamente, non mettere niente sopra il tetto! Il "centro di rollio" è il punto intorno al quale l'auto si muove in senso laterale o trasversale (cioè appoggiandosi su un lato in curva). Dato che il baricentro è sopra al centro di rollio avremo un'altezza di rollio positiva; se la distanza fra baricentro e centro di rollio è molto grande l'auto può facilmente ribaltarsi, specie se la carreggiata è stretta e il coefficiente di aderenza trasversale assicurato dai pneumatici è elevato.

Le vetture hanno un centro di rollio anteriore e uno posteriore che scaturiscono dallo studio cinematico della geometria delle sospensioni dei due assi e dalle dimensioni della vettura. Sono due punti attorno al quale ruota la vettura quando è soggetta a forze laterali (forza centripeta). L'unione di questi due punti identifica l'asse di rollio.

Lo studio delle forze applicate al centro di massa rispetto al suo punto di rotazione è lo studio dei movimenti comunemente conosciuto nella fisica. Per illustrare alcuni concetti in modo chiaro, ad esempio perché un veicolo può o meno ribaltarsi nel percorrere una curva, prendiamo ad esempio la torre di Pisa: questa non cade, anche se i nostri occhi ci dicono che dovrebbe farlo, perché la proiezione perpendicolare dal suo centro di massa al suolo non ha oltrepassato l'appoggio perimetrale della torre (visivamente noi pensiamo che il centro di massa sia a metà torre perché non consideriamo le fondamenta che lo abbassano). Parimenti pensiamo che, per avere una maggiore stabilità sulle nostre gambe, è meglio divaricare un po' per aumentare la base di appoggio: questo è un po' come allargare la carreggiata della vettura!

Se invece vogliamo mettere in crisi l'auto da questo punto di vista basta alzare il suo baricentro (aumentando l'altezza da terra, oppure caricando sul tetto forti pesi) e potremo ottenere un bel ribaltamento in un qualsiasi doppio transitorio (quello che qualcuno ha chiamato "la prova dell'alce"). Come nel teatro delle marionette, per muovere una automobilina in modo sicuro non la si spinge da dietro ne la si tira da davanti ma ci si appoggia sopra la mano cercando intorno al suo centro un equilibrio che ne faciliti il moto, così, anche nelle auto, il segreto dell'equilibrio sta, oltre che nella giusta progettazione, anche nella disposizione dinamica dei pesi che viene determinata dalle manovre di sterzo e dei pedali del guidatore: attraverso di esse, infatti, cambia l'influenza dei pesi sul moto del veicolo.