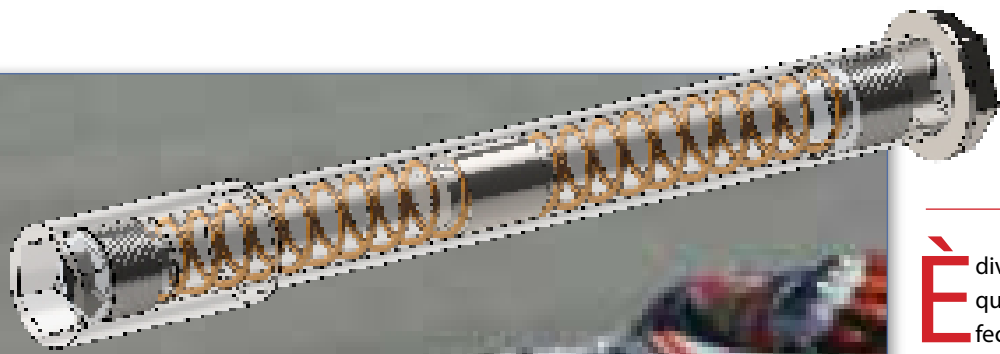


# Chattering Addio?

Un'interessante proposta di un dispositivo smorzante da applicare ai perni ruota anteriore e posteriore per contenere e regolare questo fenomeno e che nelle intenzioni del suo ideatore dovrebbe migliorare la trazione con angoli di piega elevati

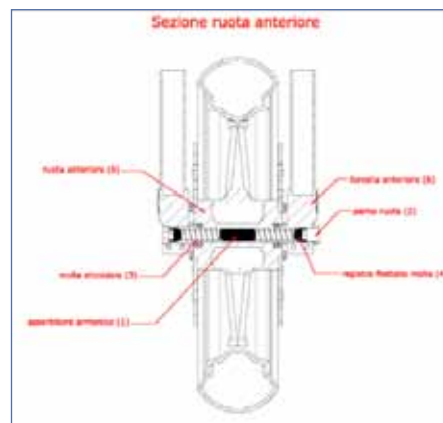
Il chattering è un fenomeno che affligge molti piloti, alle prese con vibrazioni che rendono problematico portare al limite la propria moto. Le variabili che lo possono generare sono molteplici e ben difficilmente controllabili con il semplice set-up dell'assetto e delle sospensioni fatto in pista.





Un disegno 3D del sistema a massa oscillante ideato dal nostro lettore. Eugenio Tam.

**È** diventata parte del linguaggio comune qualche anno fa, quando Max Biaggi ne fece abbondante uso per descrivere il comportamento della sua moto. Anzi, la parola chattering fu per molti il modo per etichettare le lamentele del pilota romano, mai troppo ben voluto da certa stampa... Oggi, invece, che il chattering affligge piloti più "simpatici", questa parola è diventata un termine tecnico che ha sollevato profonde discussioni per capirne meglio il significato. Sicuramente negli ultimi vent'anni l'enorme sviluppo di sospensioni e pneumatici e i sempre più sofisticati sistemi di gestione elettronica hanno reso più evidenti i fenomeni vibrazionali che più basse velocità di percorrenza in curva e più moderati angoli di inclinazione non evidenziavano. Come è noto, infatti, ogni sistema elastico ha una sua gamma di frequenze proprie di vibrazione, ovvero dei valori tipici, determinati da un grande numero di parametri, il cui valore, se malauguratamente coincide con delle condizioni di utilizzo abituali può generare instabilità. Per rendere meglio l'idea, immaginate una massa  $M$  sospesa ad una molla di costante elastica  $k$  (in pratica la ruota anteriore di una moto dei nostri nonni...). Se si estende la molla per una certa quota e poi si libera la massa, questa verrà accelerata fino a un valore di energia tale da equilibrare la forza esercitata dalla molla compressa



Un disegno che evidenzia la relativa semplicità del sistema e la sua possibilità di regolazione, agendo sia sulla caratteristica o il precarico delle molle sia sulla massa oscillante.



I perni ruota applicati alle forcelle delle moto da competizione hanno diametro elevato, essendo parte strutturale della forcella. Inserire il "mass damper" non rappresenta dunque una modifica radicale.

che avrà accumulato una quantità di energia tale da fare nuovamente accelerare la massa in direzione opposta. Un giochetto che, idealmente, può andare avanti all'infinito, supponendo non ci siano attriti. Una situazione non reale, ovviamente. Se alla massa e alla molla si aggiunge un ammortizzatore con coefficiente di smorzamento  $c$  (in pratica la ruota anteriore di una moto di... nostro padre) il sistema oscillerà per un numero finito di volte, poiché a ogni oscillazione parte dell'energia resa dalla molla è assorbita dall'ammortizzatore e non contribuisce più ad accelerare la massa. Dopo un certo numero di oscillazioni, dipendenti da  $M$ ,  $k$ ,  $c$  e dalla compressione (o estensione) iniziale della molla, il sistema si fermerà.

La frequenza con la quale il sistema massa+molla oscillerà si chiama frequenza naturale ed è una caratteristica intrinseca del sistema. E' regolata da una semplice equazione matematica nella quale la rigidità compare a numeratore e la massa a denominatore.

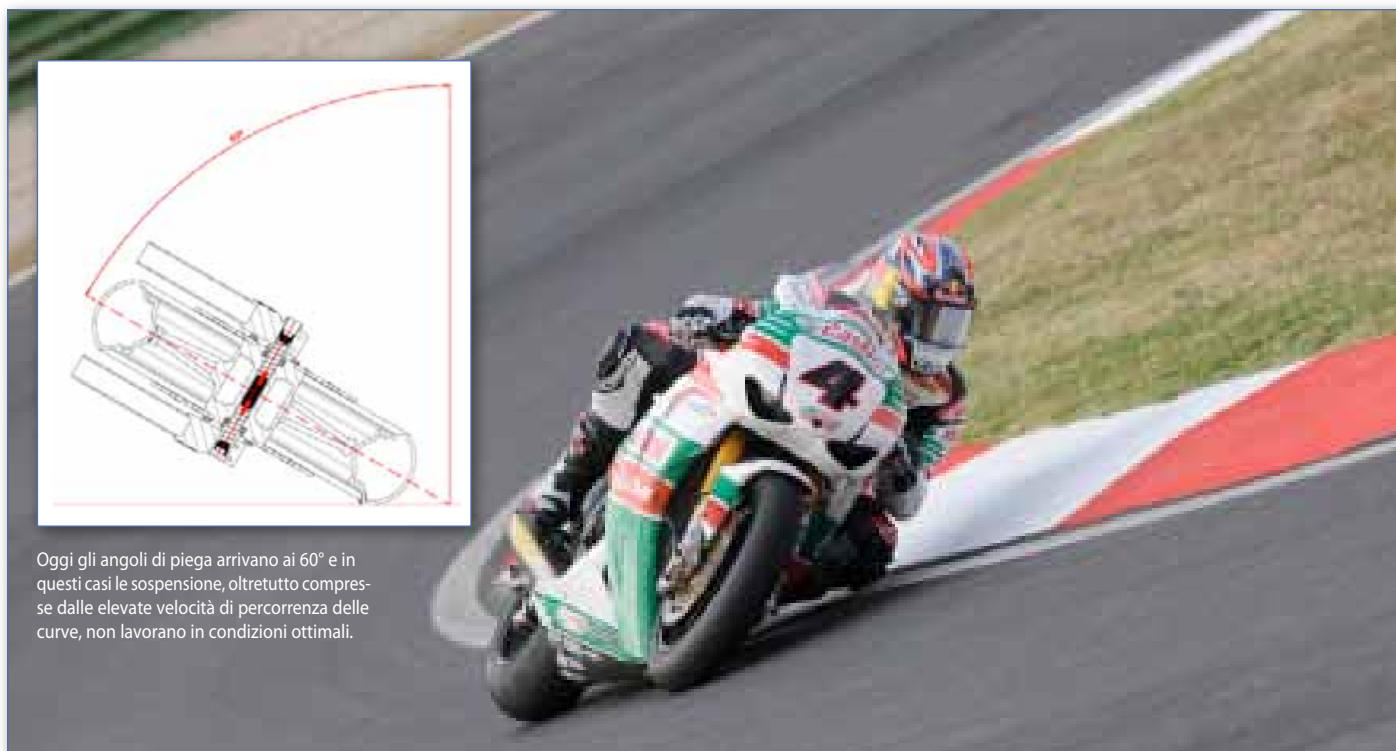
Questo significa che la frequenza propria di vibrazione aumenta con la rigidità del-

$$f_n = \frac{1}{2\pi} \sqrt{\frac{k}{m}}$$

la molla e col diminuire della massa. Questo è il modello matematico cui ci si può riferire quando si parla di un qualunque sistema elastico. E' il caso dell'avantreno di una moto che nel suo insieme è costituito da una serie di masse, di molle e smorzatori collegati tra loro. Pensate al pneumatico, con la sua massa e la sua elasticità e, ovviamente un suo effetto smorzante dovuto alla natura stessa del materiale di cui è costituito. C'è poi il cerchio, che ha una struttura metallica flessibile in funzione del suo disegno e del materiale di cui è costituito, la forcella (l'unico elemento con elasticità ed effetto smorzante controllate... ma solo lungo l'asse verti-



Il dispositivo può essere montato anche sul perno ruota posteriore.



Oggi gli angoli di piega arrivano ai 60° e in questi casi le sospensioni, oltretutto compresse dalle elevate velocità di percorrenza delle curve, non lavorano in condizioni ottimali.

cale) e poi le piastre e tutto quello che viene dopo, telaio compreso. Questo fa capire come il nostro modello sia solo la base di partenza, ma che il controllo delle vibrazioni su una motocicletta sia tutt'altro che semplice.

#### LA RISONANZA

Ma procediamo a piccoli passi, passando ad analizzare un caso più concreto, ovvero cosa capita a un sistema elastico quando la vibrazione è innescata da una causa esterna, come ad esempio un'irregolarità della strada o una forza armonica dovuta a uno squilibrio delle masse rotanti, come una ruota non ben equilibrata.

In questo caso, quando lo smorzamento è minimo e la frequenza della causa forzante è vicina alla frequenza propria del sistema si ha il fenomeno della risonanza che porta a una brusca impennata dell'ampiezza di oscillazione e genera fenomeni incontrollabili. Senza entrare troppo nella fisica del fenomeno e nell'analisi dei parametri sui quali agire per limitarne gli effetti, o almeno spostare la frequenza propria del sistema lontano da quella della causa perturbante (cosa praticamente impossibile), vediamo di capire cosa capita a una motocicletta in

inserimento di curva, e quindi piegata con un forte angolo e sottoposta a una elevata forza centrifuga generata dalla velocità di percorrenza della curva. Premetto che Moto Tecnica si è occupata di chattering in un interessante articolo pubblicato sul numero di agosto 2007 a firma di Gabriele Gabrielli e Raffaele Zin, allievi dell'Università di Padova e del prof. Vittore Cossalter, massimo esperto nella dinamica del motoveicolo, cui rimandiamo per gli approfondimenti sull'analisi dinamica del fenomeno realizzata in collaborazione con un team in quel periodo impegnato nel mondiale 125 GP.

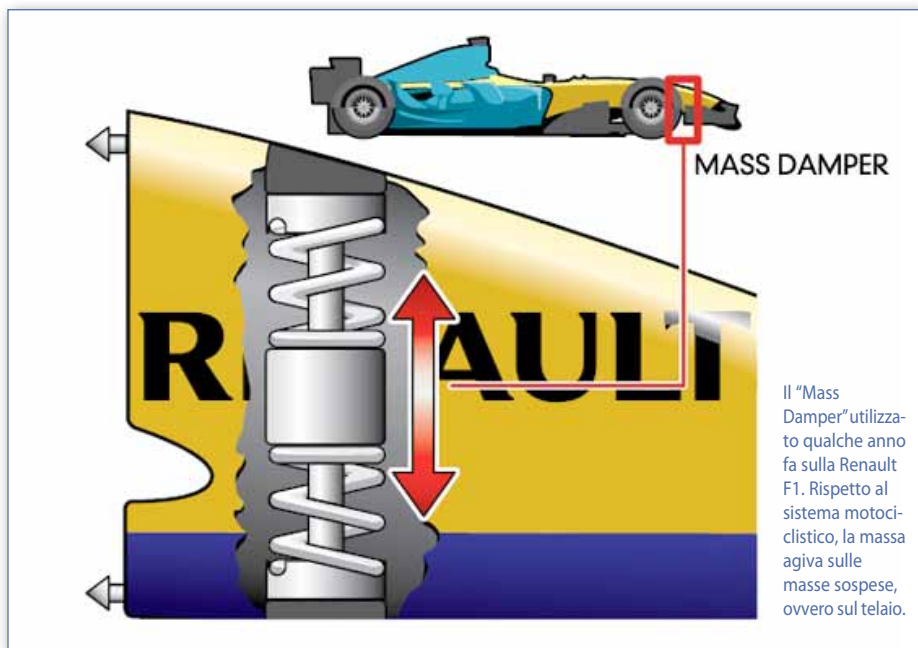
Un dato importante emerso dall'analisi con i tradizionali sistemi di acquisizione installati a bordo veicolo su un numero significativo di eventi di chattering in fase di inserimento e percorrenza di curva fu che la frequenza critica era compresa tra i 17 e i 22 Hz, con picchi di accelerazione fino a 5g.

L'effetto del chattering è quello di generare vibrazioni anomale che si propagano a tutta la struttura della moto, togliendo al pilota quella indispensabile sensazione di sicurezza che gli permette di impostare la traiettoria desiderata e di percorrerla alla massima velocità possibile. Il metodo col quale si cerca di porre rimedio a questo

fenomeno in pista è quello di intervenire sulle gomme (quando possibile), sulla taratura delle sospensioni e sulla distribuzione dei pesi, ovvero sull'assetto del veicolo. In fase di progettazione, è possibile intervenire sul telaio per accoppiare la sua rigidità (o l'elasticità) a quella degli altri componenti. E' certo che l'evoluzione delle gomme, sempre più performanti dal punto di vista del grip, ha contribuito a esaltare l'insorgere del chattering, mettendo in crisi sospensioni e telai.

Punti questi che ci furono evidenziati anche dall'ingegner Filippo Preziosi nel corso di un'interessante intervista rilasciata a Moto Tecnica l'anno scorso, dove emerse che tutto ciò che unisce il punto di contatto con l'asfalto fino al manubrio deve funzionare in modo da trasmettere al pilota informazioni "sincere" e gestibili. Per questo la rigidità della carcassa del pneumatico, della forcella e della struttura che regge il cannotto di sterzo devono essere "intonati" alla perfezione. Cosa non immediata da realizzare, come l'esperienza Ducati ha dimostrato durante tutta questa stagione.

In fase di staccata, con la forcella completamente compressa, il compito di smorzamento è affidato ai pneumatici che non es-



sendo progettati per questo scopo, trasferiscono le vibrazioni al telaio, senza filtrarle in maniera controllata. Lo stesso accade in percorrenza, quando la forte inclinazione (si arriva anche a 60°) fa sì che la forza centrifuga si manifesti quasi completamente nello schiacciamento delle sospensioni, che perdono dunque di efficacia.

#### COME IN F1

Come abbiamo visto, la massa e la rigidità sono elementi sui quali lavorare per controllare la frequenza propria di vibrazione di un sistema elastico. Esiste poi un sistema utilizzato nelle grandi costruzioni (grattacieli) che consente di spostare la frequenza critica utilizzando una relativamente piccola massa sospesa tra due elementi elastici e in grado di vibrare in contro frequenza con la massa principale, con un elevato effetto smorzante. Si chiama Mass Damper e qualche anno fa ha avuto una controversa applicazione anche nella Formula 1, sulle Renault, per smorzare le vibrazioni indotte nelle sospensioni anteriori dal superamento dei cordoli o delle grosse irregolarità della pista, con potenziale riduzione dell'aderenza della vettura, ottimale solo con un assetto della scocca rispetto al terreno perfettamente conforme a quella di progetto.

Eugenio Tam, ha osservato attentamente quel dispositivo e ha pensato che la soluzione del problema si poteva trovare lavorando

però sulle masse non sospese (pneumatico+ruota) anziché, come nel Mass Damper, su quelle sospese (come le sospensioni, il telaio e tutti gli accessori ad esso connessi). La prima considerazione è stata innanzitutto che a completa compressione le sospensioni non lavorano più nel modo per le quali sono state progettate, ovvero lungo il loro asse di scorrimento, ma lateralmente, con evidenti limiti della loro capacità smorzante. Considerando in queste condizioni il pneumatico come principale elemento elastico, Tam ha pensato di inserire nel perno ruota una sorta di "Mass Damper" costituito da una massa mobile sospesa tra due molle

in opposizione. Il sistema può essere facilmente messo a punto agendo sulla massa oppure sul precarico delle molle, attraverso appositi registri.

Il sistema, nella sua semplicità, presenta aspetti interessanti che meriterebbero un approfondimento sperimentale. Tam ha contattato parecchi team, tra i quali la HRC e BMW Motorrad Italia, ottenendo commenti più o meno positivi, ma anche utili indicazioni relativamente allo sviluppo. Innanzitutto è stato sottolineato come l'innescò del chattering sulle moto di alto livello tecnico sia un "privilegio" riservato a pochi piloti in grado di portare al limite queste macchine e dunque questo renda certamente più difficile acquisire dati significativi. Inoltre è stato osservato come per convincere una Casa a investire nello sviluppo sia necessario presentare almeno una serie di risultati sperimentali derivati dall'impiego di un prototipo strumentato che consenta di valutare l'efficacia del sistema. Anche il professor Cossalter ha commentato favorevolmente l'idea di Tam che è ovviamente disponibile ad approfondire ogni aspetto legato a futuri sviluppi del suo sistema con chiunque lo ritenga opportuno. ■

Tam Motor - Via Stelvio, 11 - 23020 Poggiridenti (So)  
tel. 0342-210041 - fax 0342-517392  
[www.tammotor.it](http://www.tammotor.it) - e-mail: [tammotor@tin.it](mailto:tammotor@tin.it)>





### C'E' ANCHE UN BREVETTO

Riportiamo testualmente il testo dell'invenzione di Eugenio Tam, sperando che qualcuno possa essere interessato ad approfondire la sperimentazione per confermare la validità della sua intuizione. La presente invenzione riguarda i perni ruota per motocicletta a 2 ruote montati sia sulla ruota anteriore che sulla ruota posteriore. Lo scopo dell'invenzione è quello di risolvere il problema di tenuta ad angoli di inclinazione (angoli di rollio) in curva molto elevate che attualmente vengono superati, nelle competizioni, di  $60^\circ$ , migliorando il modo di tenuta della ruota anteriore, quindi la direzionalità e la trazione della ruota posteriore. Quando la motocicletta raggiunge a centro curva questo elevato valore di inclinazione e lo stesso sia anteriore che posteriore sono quasi totalmente compressi dalla forza centrifuga di circa 2g lungo il proprio asse mediano. Questa sollecitazione non permette alla forza anteriore ed anche alla sospensione posteriore di "copiare" opportunamente le asperità della curva con conseguente perdita di aderenza che nel caso della ruota anteriore può provocare la caduta mentre per quella posteriore fa perdere trazione o nei casi in cui la motocicletta non è dotata di controllo di trazione può provocare la caduta. Questo inconveniente si verifica spesso nelle competizioni dove le prestazioni sono portate al limite massimo. Attualmente si cerca di porre rimedio a questo inconveniente diminuendo la rigidità laterale dei componenti della ciclistica come telaio, forcellone, forcella e piastre, in vari modi provocando una flessione controllata laterale al punto di massima inclinazione in curva, in modo da assecondare il movimento della carcassa della gomma sulle asperità della curva.

Questa invenzione si propone di inserire all'interno dei perni ruota anteriore e posteriore di un ciclouno assorbitore armonico che opportunamente dimensionato come peso, dimensione e forma, assecondato da molle di ritorno, contrasta e armonizza il molleggiare della carcassa della gomma sulle asperità della curva favorendo anche dalla posizione quasi verticale sul punto

di contatto della gomma con il suolo e amplificato dal braccio di leva della forza di contrasto dall'assenteuro del perno ruota al punto di contatto della gomma, migliorando il modo di tenuta di strada del motociclo. Considerate le dimensioni limitate del diametro del perno ruota si può ad esempio utilizzare per l'assorbitore armonico un metallo come il tungsteno che ha un peso specifico di  $19,250 \text{ kg/dm}^3$ . Il dispositivo contenuto nel perno ruota può essere fornito all'occorrenza di due registri laterali per modificare il carico delle molle di contrasto della massa oscillante e di una eventuale frenatura idraulica regolabile per armonizzare l'insieme con il molleggiare della carcassa della gomma. Questo dispositivo armonico all'interno dei perni ruota della motocicletta può dare dei benefici anche a un altro fenomeno che disturba la guida in curva, il "chattering" ovvero la vibrazione in risonanza delle sospensioni anteriori e posteriori. Questa vibrazione se non sufficientemente assecondata dalle sospensioni porta al saltellamento della ruota posteriore e successivamente a quella anteriore.

