

CONOSCIAMO NEI DETTAGLI GLI SHOCK ABSORBERS

INTRODUZIONE AGLI AMMORTIZZATORI

1 PARTE

Primo articolo di una serie dedicata agli **ammortizzatori**. Iniziamo con un po' di **teoria** per poi affrontare la **pratica**: a breve sarete in grado di **revisionare e costruire ammortizzatori!**

Scopo di questi articoli

Questo è il primo articolo di una serie dedicato agli ammortizzatori, alla loro costruzione e revisione. Questo mese inizieremo con un po' di teoria, ma poi passeremo subito alla pratica e vedremo come sono fatti, come si revisionano e come si costruiscono. Infatti l'obiettivo finale è quello di mettere i nostri lettori, i meccanici, in condizione di revisionare ma anche di costruire ogni tipo di ammortizzatore: monotubo e

bitubo, fisso e regolabile in altezza o in taratura, per vetture stradali o competizione, per furgoni o camion. Seguiteci mese per mese, tenete questi articoli, e vedrete voi stessi!

L'ammortizzatore e la sospensione

La sospensione è l'insieme di componenti che collegano la ruota alla sospensione e viceversa: supporti, ammortizzatore, elementi elastici (molla elicoidale, barra di torsione, balestra, tampo-

ne...), barra stabilizzatrice, eccetera. Nelle sospensioni a quadrilatero articolato (fig.01), bracci longitudinali, ponte torcente, multi-link, balestra, ponte rigido... la ruota è guidata da uno o più bracci o un asse, perciò l'ammortizzatore si limita a smorzare i movimenti della sospensione.

Nella sospensione di tipo Mc Pherson (fig. 02) invece, l'ammortizzatore ha anche una funzione strutturale, cioè è determinante ai fine della traiettoria della ruota rispetto

alla scocca e viceversa, e per questo motivo il loro stelo è molto più grosso di quelli tradizionali. L'ammortizzatore Mc Pherson si riconosce subito per via dell'attacco rigido al mozzo ruota, che rende ruota e ammortizzatore un pezzo unico (fig.03).

Moti della massa sospesa e non sospesa

La massa della scocca, del motore, dei passeggeri, dei bagagli... è sospesa sugli elementi elastici della sospensione, perciò si definisce Sospesa.

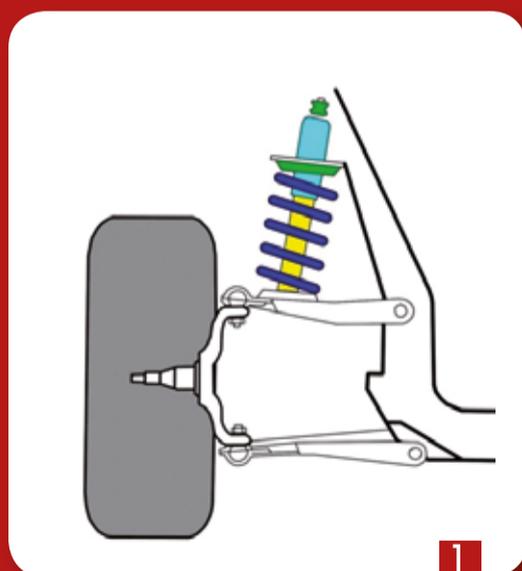
La massima della sospensione invece, siccome poggia direttamente per terra, si definisce NON Sospesa.

La massa sospesa è molto su-

periore a quella non sospesa, perciò i movimenti della massa sospesa rispetto a quella non sospesa (rollio, beccheggio e pompaggio) avvengono a velocità inferiori e con ampiezze superiori rispetto a quelle dei moti della massa non sospesa (buche, ostacoli, pavé... - fig.04).

In linea di massa, se gli ammortizzatori hanno lo stesso braccio di leva della ruota e quindi si muovono alla stessa velocità:

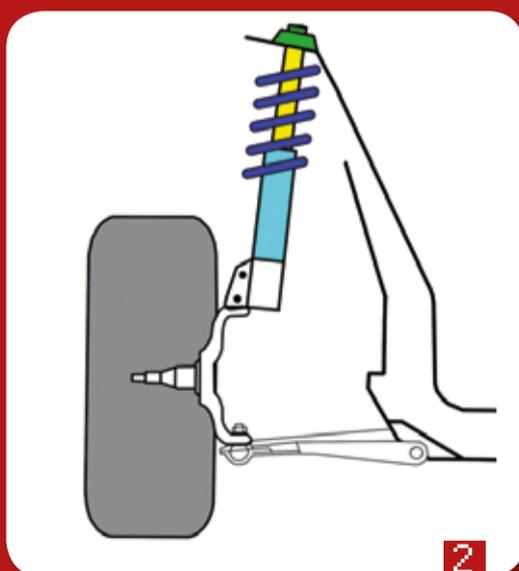
- rollio e beccheggio avvengono a velocità comprese tra 0 e 0,13m/s;
- pompaggio tra 0 e 0,39m/s
- urti della sospensione e vibrazioni varie, fino a 2,5m/s



1

1. Sospensione a quadrilatero deformabile. Notare l'ammortizzatore e la molla coassiali che poggiano sul braccio superiore.

2. Sospensione McPherson derivata dalla precedente: praticamente l'ammortizzatore si collega alla ruota rigidamente diventando un pezzo unico con essa, e al



2

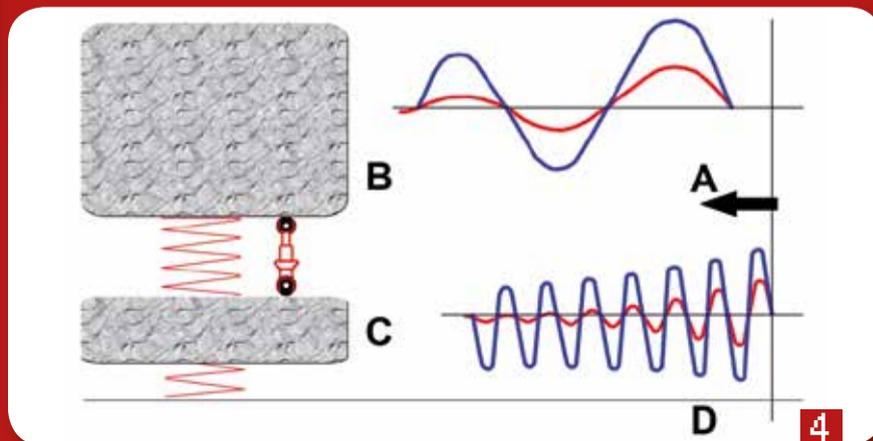
telaio con uno snodo che ne permette la rotazione.

3. Diversi tipi di ammortizzatori McPherson. Da sinistra a destra: cartuccia da inserire in un corpo avente funzione strutturale (Golf I e II); Mc Pherson classico con staffe di collegamento al mozzo ruota (Golf III); Mc Pherson senza staffe che

si collega al mozzo ruota attraverso un collare (Golf IV); Mc Pherson privo di piatto-molla (Mercedes); Mc Pherson identico al precedente ma dotato di piatto-molla (BMW).
4. La massa Sospesa è di gran lunga superiore a quella NON sospesa, perciò si muove più lentamente e con oscillazioni più ampie.

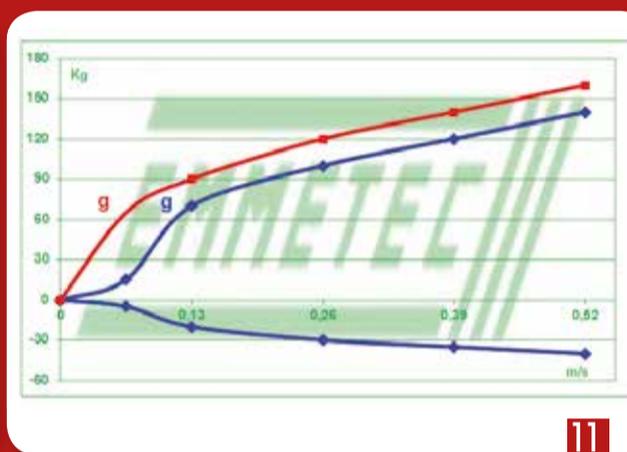
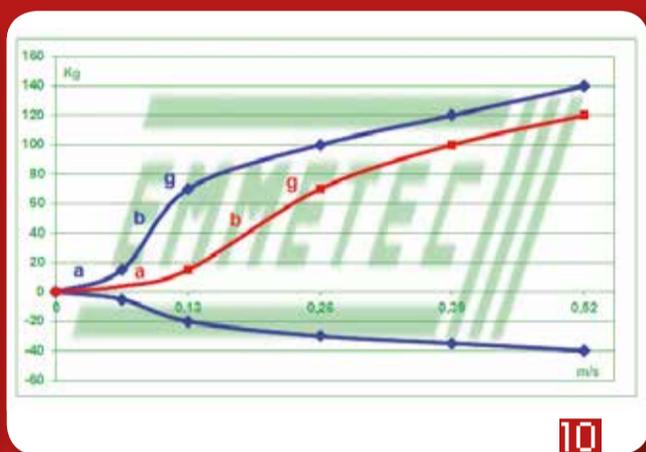
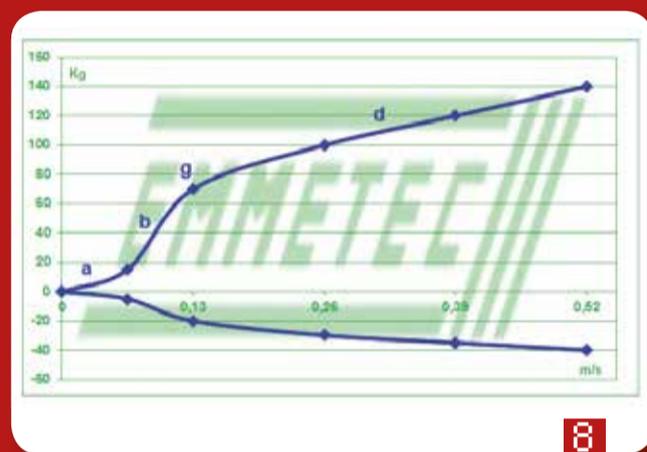
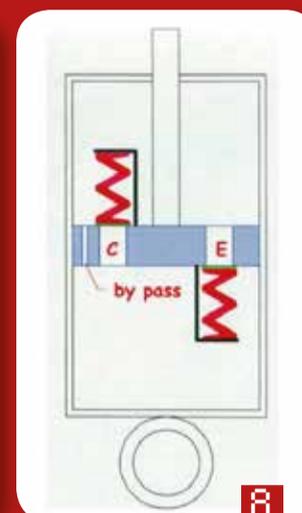
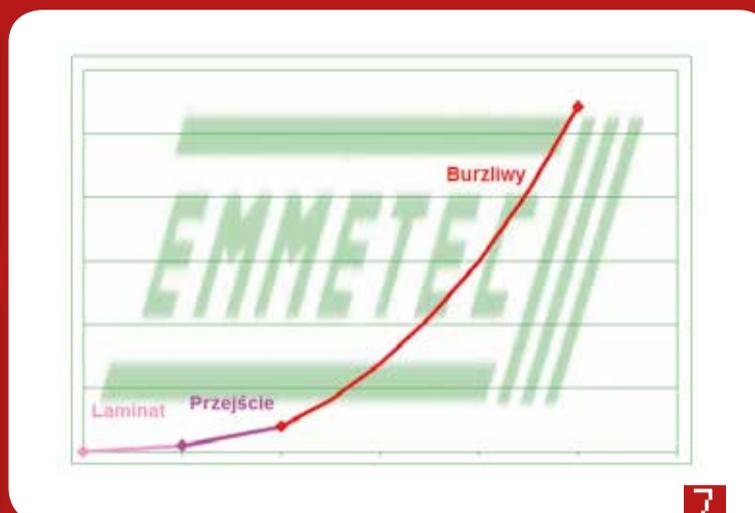
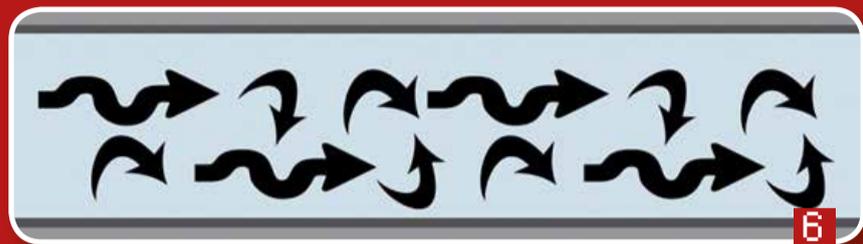
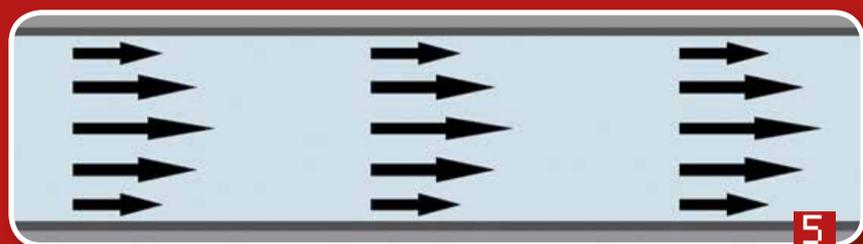


3



4





5. Il moto di un fluido si dice Laminare quando può essere studiato come una serie di strati sovrapposti dove ogni singola particella si muove nello stesso senso e direzione del fluido nel suo insieme. La velocità massima si ha nel mezzo del condotto, mentre quella minima, pari a zero, sulle pareti.

6. Il moto di un fluido si dice Turbolento quando ogni particella ha un moto proprio diverso da quello del fluido stesso. La distribuzione della velocità diventa casuale.

7. La resistenza offerta da un fluido in moto laminare aumenta linearmente con la velocità, mentre quella di un fluido in moto turbolento aumenta in maniera parabolica.

Fluidodinamica

Quando un fluido scorre in un condotto, il primo strato a contatto con le pareti del condotto, a causa dell'attrito, vi aderisce, perciò la sua velocità è nulla. Un secondo strato a contatto col primo, a causa di un attrito inferiore, inizia a scorrere, ma molto lentamente. Un terzo strato, muovendosi su una superfi-

8. Ammortizzatore concettuale: notare il by-pass di sezione ristretta e sempre aperto, e i fori C ed E che sono chiusi e unidirezionali.

9. L'olio si muove all'interno del by-pass inizialmente con moto laminare (a) e poi turbolento (b). Quando la resistenza offerta dall'olio nell'attraversare il by-pass uguaglia il precarico della molla (g), il foro E si apre e l'olio inizia a fluire riportando l'olio a un moto laminare (d).

10. Raddoppiando la sezione del by-pass, si dimezza la velocità dell'olio, di conseguenza la lunghezza dei tratti a e b raddoppia.

11. Dimezzando la sezione dei by-pass, si raddoppia la velocità dell'olio, di conseguenza la lunghezza dei tratti a e b si dimezza.

cie in movimento, si muove più velocemente. In pratica, la velocità del fluido aumenta man mano che ci spostiamo dai bordi verso il centro. Siccome possiamo immaginare il fluido costituito da lamine che si muovono ordinatamente una sull'altra, questo moto si chiama Laminare (fig.05). Oltre una certa velocità pe-

rò, l'equilibrio delle lamine si rompe e le particelle del fluido si muovono disordinatamente, perciò anche se la massa complessiva di fluido si muove in una determinata direzione, ogni particella si muove al suo interno in modo caotico: questo moto si chiama Turbolento (fig.06). La resistenza offerta da un fluido che si muove in moto laminare aumenta linearmente con la velocità, mentre la resistenza di un fluido che si muove con moto turbolento aumenta in maniera parabolica, e tra i due esiste un tratto detto di Transizione (fig.07).

Ammortizzatore concettuale

Semplifichiamo al massimo le parti di un ammortizzatore: corpo, olio, stelo e pistone (fig.08).

Supponiamo che il pistone presenti tre fori:

1. il by-pass, di piccola sezione, sempre aperto, che lascia passare l'olio nei due sensi.
2. il foro (E) dell'estensione, di sezione molto maggiore, chiuso da una lamella pre-

ricata da una molla: l'olio vi fluisce solo quando l'ammortizzatore si muove in estensione e soltanto dopo aver superato la resistenza offerta dalla lamella.

3. il foro (C) della compressione che si comporta esattamente come quello dell'estensione, ma in senso inverso. Quando l'ammortizzatore si muove in estensione, l'olio passa dalla camera superiore a quella inferiore. Se l'ammortizzatore si muove molto lentamente, l'olio si muoverà in condizioni di moto laminare attraverso il by-pass, offrendo una resistenza che aumenta linearmente con la velocità (fig.09 tratto a).

Se aumentiamo la velocità dell'ammortizzatore, aumenterà anche la velocità dell'olio che assume un moto turbolento e perciò la resistenza aumenta in maniera parabolica (b).

Quando la resistenza offerta dall'olio nell'attraversare il by-pass uguaglia quella necessaria a sollevare la lamella che chiude il foro E (punto g), allora l'olio passerà attraverso il by-pass ed E. Siccome la sezione di E è molto mag-

giore di quella del by-pass, la velocità dell'olio diminuisce drasticamente tornando ad un regime laminare, perciò la resistenza offerta aumenta di nuovo linearmente (d).

Quando l'ammortizzatore giunge a velocità molto elevate, allora il flusso attraverso E torna ad essere turbolento e la resistenza aumenta in maniera parabolica.

In compressione succede la stessa cosa e a seconda della rigidità della molla e della sezione di passaggio, si avrà una resistenza maggiore o minore.

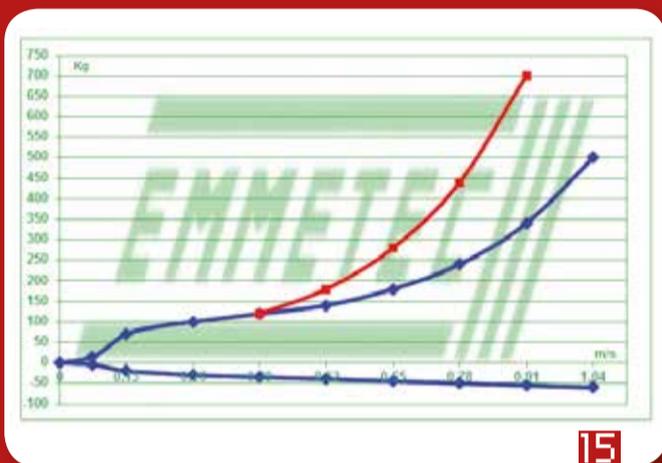
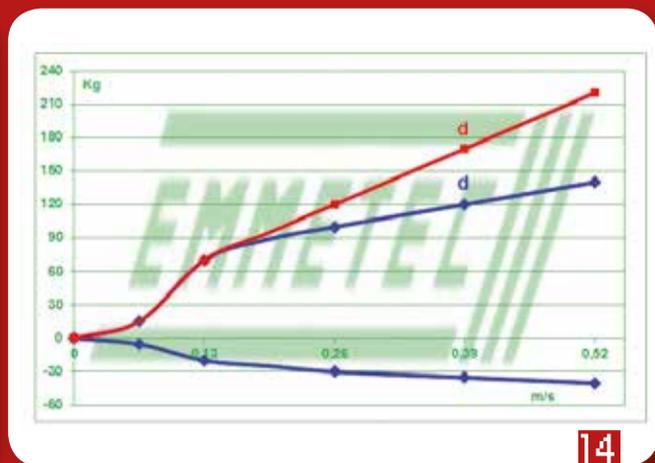
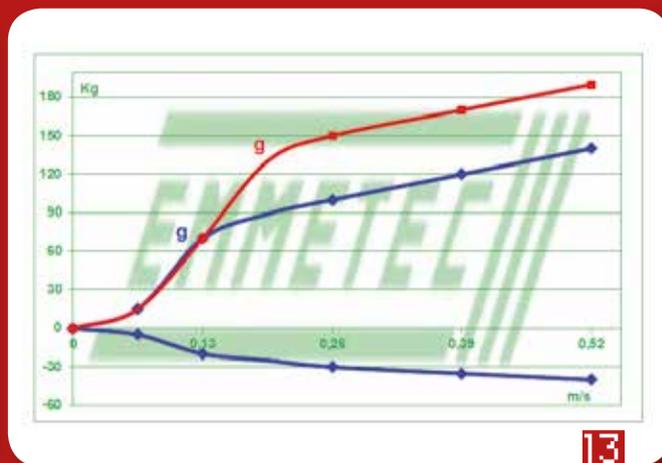
La resistenza complessiva offerta dall'ammortizzatore alle diverse velocità, si chiama Taratura.

Parametri che determinano la taratura alle basse velocità

Supponiamo che inizialmente il by-pass avesse un diametro di 1mm e quindi una sezione di $0,785\text{mm}^2$.

Immaginiamo di aumentare il diametro del foro del by-pass fino a 1,4mm portando la sezione a $1,570\text{mm}^2$, cioè il doppio rispetto al caso iniziale: siccome la sezione





12. Eliminando il by-pass, la taratura parte con un valore pari al precarico della molla, cioè g.

13. Aumentando il precarico della molla, si ritarda l'apertura del foro E alzando il punto g, l'olio continua a fluire esclusivamente attraverso il by-pass prolungando il tratto b.

14. Aumentando la rigidità della molla, aumenta la pendenza del tratto d.

15. Riducendo la sezione di passaggio di E, il tratto e offre una pendenza maggiore.

16. EMMETEC offre quattro banchi prova diversi: Precisa misura la taratura a due velocità diverse riportate su un indicatore analogico; Precisa with software for PC misura la taratura a due velocità diverse riportandole sullo schermo di un PC con grafici simili a quelli qui adoperati; Precisa Plus misura la taratura a cinque velocità diverse; Precisa Plus with hydraulic positioner, consente anche di abbassare l'attacco superiore dell'ammortizzatore, ideale per coloro che devono provare ammortizzatori grossi e pesanti (camion, rimorchi, carrarmati).

raddoppia, la velocità dell'olio si dimezza, perciò per trovare la stessa resistenza è necessario raddoppiare la velocità dell'ammortizzatore ottenendo il grafico rosso di figura 10, dove i tratti a e b hanno lunghezza doppia rispetto al grafico originale. Immaginiamo adesso di ridurre il diametro del foro del by-pass fino a 0,23mm ottenendo una superficie di passaggio di 0,392mm², cioè la metà rispetto al caso iniziale: siccome la sezione si dimezza, la velocità dell'olio raddoppia, perciò per trovare la stessa resistenza è necessario dimezzare la velocità dell'ammortizzatore ottenendo il grafico rosso di figura 11, dove i tratti a e b hanno una lunghezza pari alla metà di quelli originali. Immaginiamo infine di chiudere il foro del by-pass: in queste condizioni, per muovere l'ammortizzatore sarà necessario vincere il precarico della lamella, perciò il grafico partirà dal punto g (fig.12).

Si può concludere che per regolare il comportamento della vettura in rollio e beccheggio, si deve intervenire sulle sezioni del by-pass.

Parametri che determinano la taratura alle medie velocità

Supponiamo di riportare il diametro del by-pass al diametro originale e di raddoppiare il precarico della molla che chiude il foro E: l'olio, per aprire la lamella, dovrà vincere una resistenza pari al doppio di quella di iniziale, perciò il punto g si sposterà verso l'alto (fig.13). Supponiamo di ripristinare il precarico iniziale della molla, ma che la molla abbia una rigidità superiore a quella originale: una volta superato il punto g, la pendenza della taratura sarà superiore a quella iniziale (fig.14). Si può concludere che per regolare il comportamento della vettura quando pompa, si deve intervenire sul precarico e sulla rigidità della molla che chiudono i fori E e C.

Parametri che determinano la taratura alle alte velocità

Supponiamo di ripristinare la sezione di by-pass e la molla iniziale, e di ridurre la sezione di passaggio del foro E: le condizioni di moto turbolento alle alte velocità verranno raggiunte prima e per valori superiori (fig.15).

Si può concludere che per regolare il comportamento della vettura sullo sconnesso, si deve intervenire sul diametro dei fori E e C.

Banchi prova ammortizzatori

I banchi prova ammortizzatori servono a determinare la taratura degli ammortizzatori. Ce ne sono di diversi tipi, ma quelli più adatti agli ammortizzatori per vetture stradali e da competizione, sono quelli con meccanismo biella-manovella-testa croce (fig.16), poiché nel complesso sono i più resistenti ed economici. In pratica, un motore elettrico regolato da un inverter sollecita l'ammortizzatore a diverse velocità, mentre una cella di carico ne legge la resistenza.

Sommando i valori di velocità e resistenza, si ottengono i grafici Forza / Velocità di cui sopra.

Nei prossimi capitoli, la teoria sopra esposta ci servirà per capire il funzionamento degli ammortizzatori mono-tubo, a costruirli in proprio e revisionare quelli in commercio, sia per vetture stradali che competizione.

ATTENZIONE: non manomettere alcun ammortizzatore prima di aver letto nei prossimi capitoli come fare! Senza le dovute attrezzature e conoscenze, POSSONO CAUSARE INCIDENTI GRAVISSIMI.

Per maggiore informazione consultare www.emmetec.com.

Carlos Panziera

EMMETEC, lo specialista mondiale di banchi prova, utensili speciali e ricambi per la revisione di ogni tipo di ammortizzatore, idroguidi e sterzi elettrici (EPS), sarà presente all'Automechanika di Francoforte.

Si preannunciano molte novità:

1. un banco prova ammortizzatori rivoluzionario su cui non trapelano indiscrezioni;
2. un banco prova pompe idrauliche studiato appositamente per le pompe a doppia mandata
3. gli ultimi aggiornamenti relativi al VINCI, l'unico banco prova di sterzi elettrici, che permette di testare qualsiasi sterzo.
4. nuovi cataloghi con centinaia di nuovi kit per la revisione di pompe e idroguidi
5. e tante, tante altre novità

EMMETEC vi aspetta nella Hall 3.0 Boot D01