

## **I freni delle automobili**

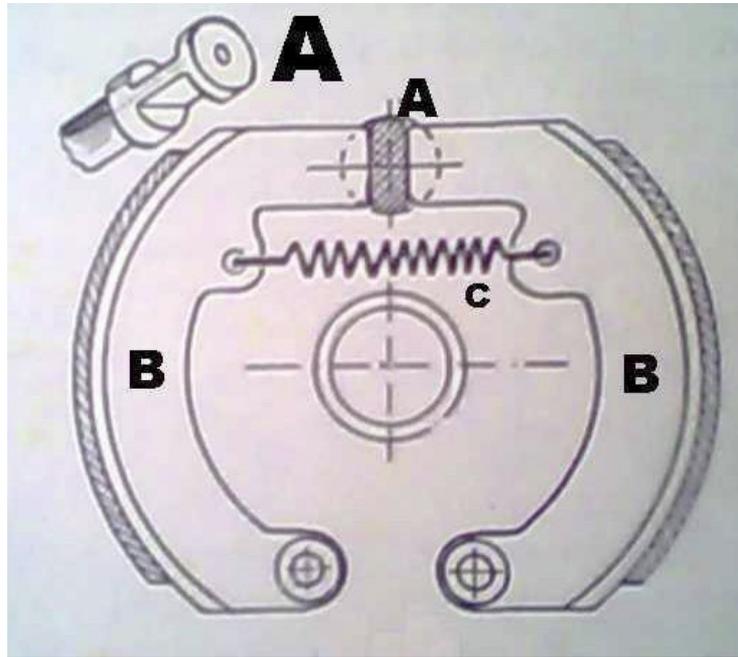
Sin dai primordi della ruota fermare qualcosa in movimento è stato più difficile che muoverlo. Ci si affidava alla forza di un animale per muoversi e alla sua forza per fermarsi. Poi il solito eroe ignoto ebbe un'intuizione, perché non provare a fermare in qualche modo la ruota con qualcosa? Nacque così il primo freno su una ruota sola, con un ceppo di legno che imperniato sul carro faceva forza sulla ruota e frenava (si fa per dire) il carro.

Il primo passo era stato fatto, forse nel tardo medioevo, ma ahimè rimase così per secoli fino all'avvento dell'automobile ed oltre. In effetti non si avevano idee chiare sul come frenare un mezzo in movimento, lo testimoniano i tanti tentativi e i tanti vicoli ciechi percorsi dalla ricerca .

Ancora verso gli inizi della prima guerra mondiale c'erano auto che superavano 70/80 chilometri all'ora e si affidavano, per fermarsi, ai freni a filo (tanto per intenderci quelli delle biciclette) che per di più agivano solo sui freni posteriori.

Adesso vi spiegate il perché di tanti incidenti all'alba dell'automobilismo.

Eppure nel 1901 la Maybach aveva usato un primordiale freno a tamburo, ma bisogna attendere il 1902 perché Louis Renault presenti il primo freno a tamburo così come noi lo conosciamo, anche se l'azionamento delle ganasce era meccanico.



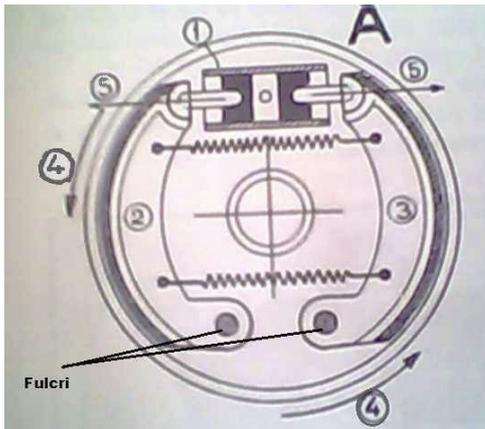
Il perno A veniva fatto ruotare da una leva esterna al tamburo, le ganasce B si aprivano e l'auto rallentava, rilasciando il freno la molla C aiutava le ganasce a ritornare al posto, semplice e discretamente efficace, ancora in uso su rimorchi agricoli.

## Freni a tamburo

Da sfatare immediatamente la favola che siano inferiori ai dischi, in realtà un freno a tamburo è più efficace di un freno a disco, per via della maggiore superficie di attrito. Quello che lo rende inferiore è che non smaltisce altrettanto bene il calore generato dalla frenata.

I freni a tamburo sono di vari tipi, i più importanti sono quelli a ceppi fulcrati e quelli a ceppi flottanti.

Freno a ceppi fulcrati. E' il tipo più vecchio ed è di costruzione semplice. Ha l'inconveniente di non poter garantire un ampio contatto fra suola ( la superficie che genera attrito, comunemente chiamata Ferodo, dal nome della ditta più conosciuta) e tamburo appunto a causa dell'ancoraggio del ceppo al fulcro. Ciò si traduce in una visibile irregolarità di usura dei ceppi



1 Cilindretto freni azionato dall'olio idraulico

2/3 Ganasce

4 Senso di rotazione

5 Pistoncini di azionamento ganasce

L'olio entrando nel cilindretto 1 provoca l'apertura delle ganasce 2 e 3 che però essendo fulcrate sotto toccano parzialmente l'interno del tamburo e consumano irregolarmente la suola.

## **Freno a ceppi flottanti .**

Questo tipo di freno rappresenta un perfezionamento rispetto al ceppo fulcrato in virtù della maggiore libertà consentita alla suola.

Scompaiono i fulcri e tra le due parti inferiori delle ganasce compare un appoggio in lamiera che aumenta il loro grado di libertà. Libertà che permette di aumentare la superficie di contatto e rende il logoramento più regolare.

Altre differenze costruttive riguardano : 1) la posizione della suola rispetto al ceppo (ganascia), suola che non ricopre più tutto il ceppo; 2) Il dispositivo di dispersione del calore, che in genere consiste in una alettatura esterna del tamburo, e foratura del disco ruota, 3) dispositivo per la ripresa del gioco fra suola e tamburo dovuto al progressivo logoramento della suola.

## **Freni a disco**

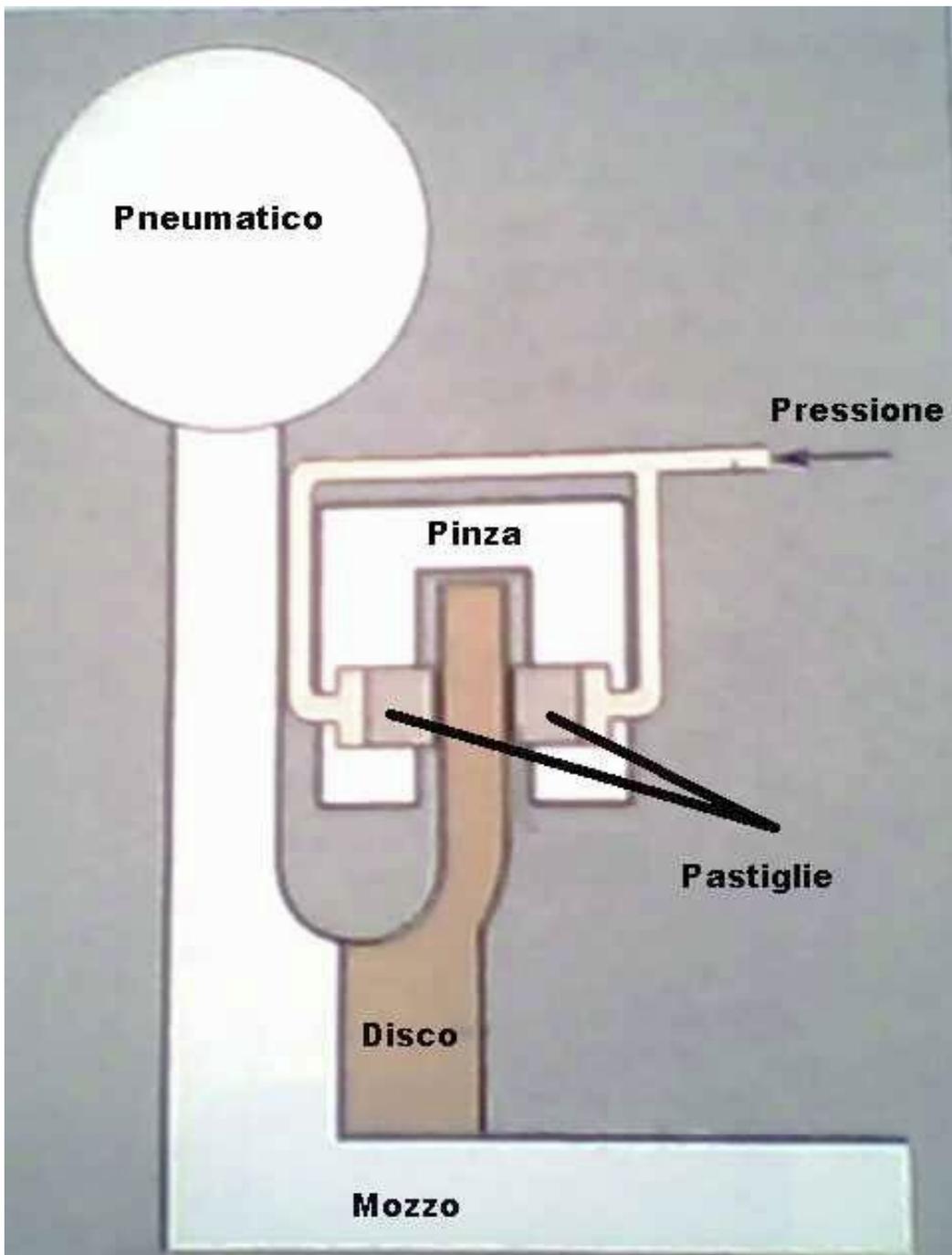
Come abbiamo visto nacquero prima dei freni a tamburo, però non trovarono applicazioni valide perché all'epoca i freni a tamburo erano sufficientemente evoluti ed in grado di soddisfare le esigenze del tempo. Il vero interesse iniziò a manifestarsi verso il 1935 nel settore carrelli d'aereo, dato che le velocità in gioco cominciavano a mettere fuori causa i tamburi.

Negli anni successivi l'uso di freni a disco in aeronautica si generalizzò, e passata la guerra i tempi e le prestazioni delle auto erano maturi per l'utilizzo automobilistico. Prima nelle competizioni e poi via via nelle auto di tutti i giorni.

### **Come è fatto un freno a disco:**

semplice: un disco metallico a facce piane, solidale alla ruota, gira fra due uno o due pistoncini coassiali portati da una pinza fissata alla sospensione della vettura. I pistoncini recano sul lato affacciato verso la superficie del disco una guarnizione di materiale di attrito, mentre sull'altro lato sono sottoposti alla pressione idraulica generata dal dispositivo di comando (foto 3). La pressione di frenatura giungendo su entrambi i pistoncini genera una forza che serra il disco e la macchina frena. Una versione più economica è quella a pinza flottante, un solo pistoncino che spinge da una parte e per reazione tira a sé l'altra pastiglia dato che la pinza è libera (flottante), ma il risultato non cambia, il disco viene frenato. La superficie della pinza non è mai eccessiva e questo permette un raffreddamento eccellente, migliorato ancora di più nei dischi ventilati, in pratica due dischi uniti da una canalizzazione interna, e aperti sul bordo, che fa da aspiratore e raffredda ulteriormente il complesso disco+pastiglie+pinza.

Attualmente i materiali in uso per i dischi sono: ghisa per i normali usi automobilistici; acciaio per uso motociclistico dato che entra subito in temperatura, carbonio per auto da corsa, carboceramici che sono i migliori in assoluto e praticamente insensibili al fading, ma mostruosamente costosi, montati a richiesta su macchine tipo Porsche e Ferrari.

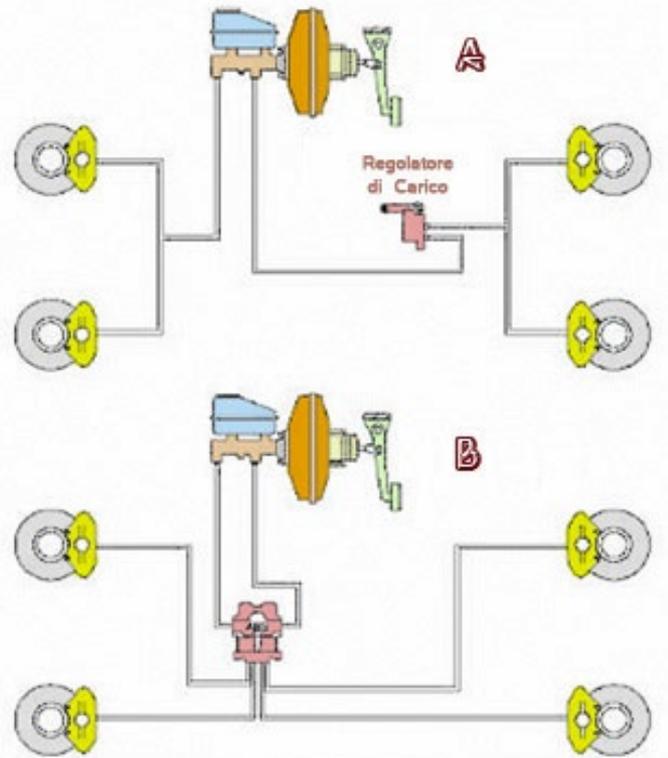


Infatti durante la frenata si ha, per effetto dell'inerzia, un traferimento di parte del carico sulle ruote anteriori; a questo trasferimento corrisponde un aumento dell'aderenza delle ruote anteriori e una diminuzione delle posteriori ( la macchina si "alza" dietro). Poiché la frenata risulta alterata, un impianto razionale deve riservare ai freni anteriori la percentuale maggiore della capacità totale di frenata, non per niente la grande maggioranza delle auto ha freni a disco all'anteriore e tamburo al posteriore.

## Come funziona l'ABS

***Cominciamo ad avere le idee un po' più chiare sul funzionamento dell'ABS guardando i prossimi disegni. Non ci interesseremo di chi lo ha montato per primo o di chi lo ha sviluppato, ma cercheremo di spiegare per bene a cosa serve e come, soprattutto, si usa.***

### Impianti di Frenatura Elettroidraulici



**A**: Tradizionale

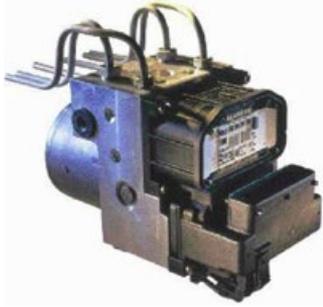
**B**: Con ABS

Fermare un'auto in marcia su un fondo a basso coefficiente di attrito non è per nulla facile neanche per i grandi piloti di rally abituati a correre su qualunque fondo, dal fango al ghiaccio, alla sabbia e così via, figuriamoci per noi guidatori "normali". In un'auto senza Abs ottenere l'arresto della medesima su fondo scivoloso senza innescare sbandate e testa coda significa essere dotati di un gran manico e di una ancor più grande fortuna. Basta un'inezia e il testacoda è assicurato. **Con l'Abs invece l'impresa riesce praticamente a tutti. Vediamo un po' come funziona.**



Innanzitutto l'**Abs** ha bisogno di sapere **se le ruote stanno girando o se una si sta fermando**. Ciò è reso possibile da un congegno particolare chiamato "**ruota fonica**", che nella ruota anteriore è montato direttamente sul mozzo, come quello in foto a fianco.

I denti metallici della ruota fonica passando davanti ad un sensore generano un segnale che permette alla parte elettronica di capire a che velocità sta ruotando il mozzo e quindi gestire il tutto.



Occorre poi una centralina e una pompa particolare (*vedi foto*).

Quando noi premiamo il pedale del freno, l'auto inizia a rallentare, ma se il fondo è ineguale una o più ruote tenderanno a bloccare.

**E qui interviene la centralina**, la ruota fonica di una ruota si ferma e quindi la centralina capisce che deve intervenire aprendo una valvola, al suo interno, che scarica la pressione sulla pinza freno della ruota bloccata che riprende a girare, la centralina si accorge che la ruota ha ripreso a girare e ridà pressione al freno ed il ciclo riprende e così via con tutte e quattro le ruote. **Tutto questo avviene fino a 15/20 volte al secondo.**

Il risultato è che la macchina frena e si ferma dritta e l'unica cosa che avvertite è un **pulsare del pedale del freno e il sordo brontolio delle valvole che si aprono e si chiudono.**

Ovviamente per far questo la centralina dell'Abs ha bisogno di una pompa supplementare elettrica per mantenere costante la pressione di frenata, pertanto in caso di frenata violenta è **FONDAMENTALE frenare più forte che potete** e contemporaneamente **PREMERE il pedale della frizione** per evitare che il motore si spenga e con lui la pompa supplementare che garantisce il funzionamento dell'Abs.

Come avete visto dal primo disegno gli impianti con Abs non abbisognano del regolatore di frenata sul ponte posteriore, provvede a tutto l'Abs.

## **Il cambio di velocità**

***Lo adoperiamo ogni qualvolta usiamo l'auto, ma in effetti è un oggetto da "iniziati", ci ricordiamo di lui solo quando "grattiamo".***

Innanzitutto dobbiamo sapere che il cambio è un dispositivo che serve a variare le caratteristiche di potenza meccanica, coppia e velocità, che viene trasmessa dal motore agli organi di utilizzo (le ruote tanto per intenderci).

**Il cambio, in poche parole, adegua il momento motore al momento resistente della vettura (attriti interni, attrito asfalto, attriti esterni ecc).**

Ci permette cioè di muoverci adeguando la coppia a ciò che dobbiamo fare.

Infatti grazie ai rapporti di riduzione dovuti agli ingranaggi effettua una moltiplicazione della coppia motrice favorendo lo spostamento e il successivo lancio della nostra beniamina.

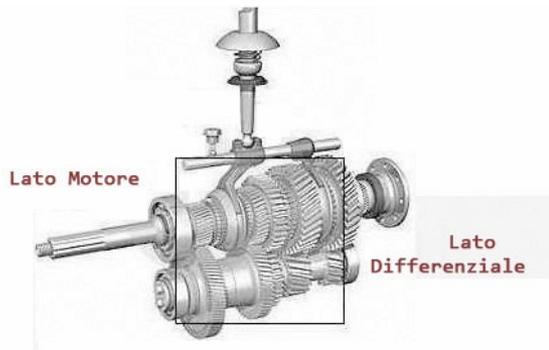
In genere oggi ha 5 marce, anche se negli ultimi diesel sono 6 e in qualche auto particolare 7.

Il cambio è una scatola di lega leggera (*alluminio*) nella quale sono alloggiati, immersi più o meno in olio lubrificante, ingranaggi, cuscinetti alberi e tutto ciò che compone la parte meccanica.

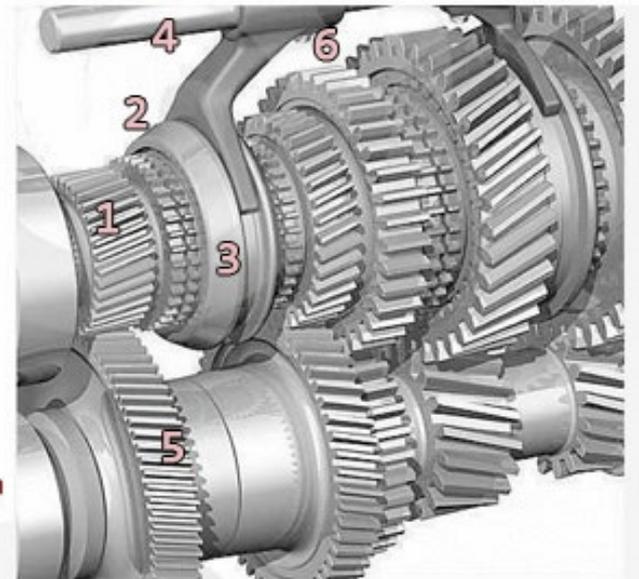
Gli alberi sono due o più (semplificheremo a due per comodità di spiegazione, e prenderemo in considerazione il cambio di una trazione posteriore per evitarci la complicazione del differenziale tra i piedi).

Uno degli alberi (il **secondario**) ha ingranaggi calettati direttamente (cioè fanno corpo unico con l'albero), l'altro, che porta il moto dalla frizione (**primario**), ha gli ingranaggi che a riposo sono svincolati dal primario, e che quando la marcia viene "*ingranata*" vengono resi solidali con l'albero mediante lo scorrimento di un manicotto.

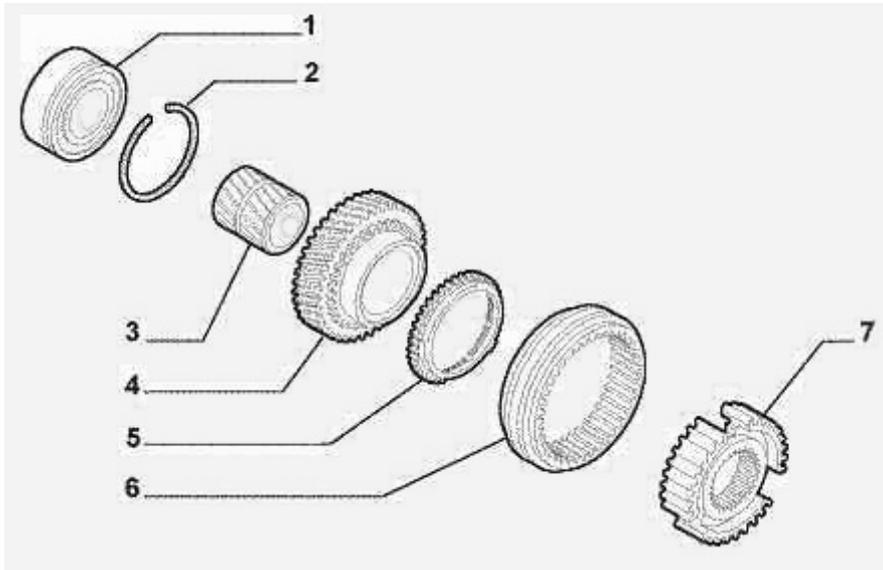
**Apparentemente sembra strano, ma non lo è! Osservate il disegno e cominciamo a spiegare.**



- 1 Ingranaggio Prima
- 2 Sincronizzatore tipo Borg Warner
- 3 Manicotto scorrevole
- 4 Forcella selettore
- 5 Ingranaggio prima sul secondario
- 6 Ingranaggio Retromarcia



L'**ingranaggio 1** è scollegato meccanicamente dall'albero primario fintantoché il **manicotto scorrevole 3** spinto dalla **forcella 4** ingrana il **sincronizzatore 2** rendendo così l'ingranaggio della prima collegato meccanicamente con l'**ingranaggio 5**. Detto così sembra un caos perché non si vedono alcune parti essenziali, ma diamo uno sguardo all'esploso qui sotto



1. **Cuscinetto**
2. **Anello di ritegno**
3. **Boccola**
4. **Ingranaggio**
5. **Sincronizzatore**
6. **Manicotto rigido**
7. **Mozzo interno al sincronizzatore e solidale coll' albero.**

*Il manicotto 6 spinto dalla forcella del selettore (vedi disegno precedente) scorre verso l'ingranaggio 4 che ruota sulla boccola 3, il sincronizzatore 5 spinto verso l'ingranaggio ne accelera la velocità di rotazione fino a fargli raggiungere quella dell'albero primario (evitando così la "grattata") e il manicotto 6 rende così l'ingranaggio solidale con l'albero primario tramite il mozzo 7.*

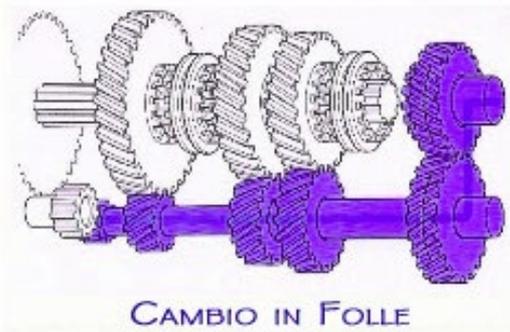
## Il cambio automatico

Il cambio ha la funzione di trasferire la coppia del motore alle ruote motrici attraverso la trasmissione, in base alla necessità di potenza, velocità o spunto richiesti.

*In pratica: le marce più basse danno maggiore spunto ed accelerazione e meno velocità al contrario di quelle più lunghe da utilizzare quando la velocità è maggiore permettendo quindi al veicolo di districarsi nelle più svariate condizioni di traffico e di percorso.*

In linea di massima **il cambio è formato da tre alberi** (più quello della retromarcia) ed una serie di ingranaggi:

- il **primario** (o *albero della frizione*) attaccato alla frizione dalla quale riceve direttamente la coppia
- il **secondario**, collegato con l'albero di trasmissione o direttamente al differenziale
- l'**ausiliario**: un albero che fa da ponte tra gli altri due, permettendo quindi il collegamento tra motore e ruote.



**Ogni rapporto è costituito da una coppia di ingranaggi innestati rispettivamente su secondario e ausiliario:** quando è in folle tutti gli ingranaggi del secondario sono “scollegati” dall'asse, quando inseriamo una marcia andiamo a inserire un supporto tronco-conico tra albero e ingranaggio. In tal modo diventano un tutt'uno e la coppia passa da primario all'ausiliario e da questo al secondario e quindi alle ruote motrici.

**Fino a 5-10 anni fa la maggior parte degli automobilisti italiani utilizzava il cambio manuale**, abbassando il pedale della frizione, spostando la leva, rilasciando il pedale etc etc **considerando il cambio automatico una cosa da donnicciole** adducendo **scuse** quali:

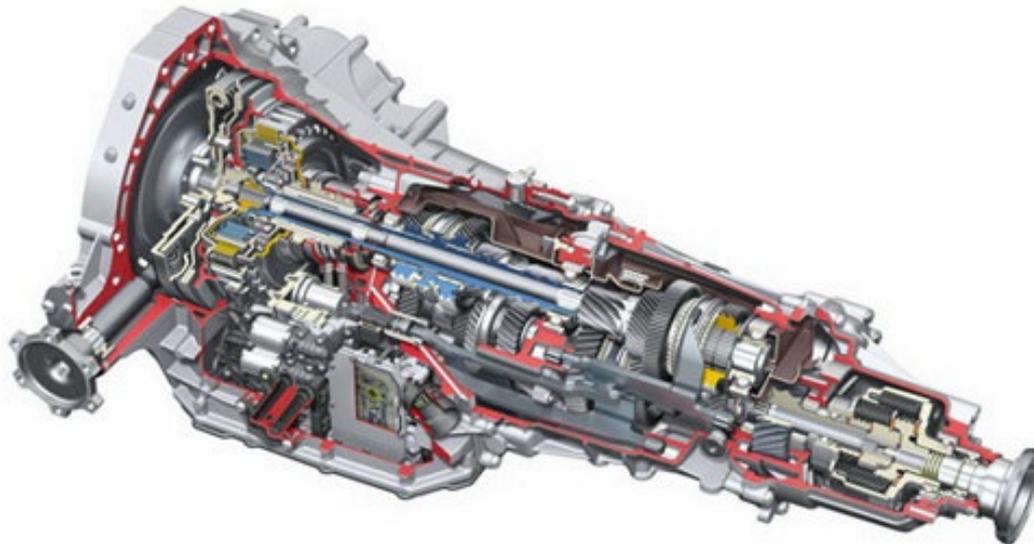
- il cambio automatico fa consumare di più
- riduce le prestazioni
- riduce il comfort
- riduce il piacere di guida.

con qualche ragione e molti pregiudizi.

**Poi son arrivati i paddle, i comandi al volante;** il marketing ha fatto passare tale comando come *“il vero cambio, quello usato dai piloti di formula 1”* e tutto è cambiato.

Si è scoperto che **un cambio automatico ben progettato migliora le prestazioni**, riducendo i cambi marcia, **fa consumare di meno in condizioni normali**, in quanto sceglie sempre il giusto rapporto ottimizzando la coppia e di conseguenza il rendimento e, soprattutto, il piacere di guida migliora di molto ma ancor più importante si è scoperta **la notevole comodità** di non dover stare sempre ad abbassare il pedale della frizione nel traffico. Cosa ovvia e risaputa, ma tant'è! :)

**Audi S tronic 7-Gang**  
Audi S tronic 7 speed



*Nel frattempo i modelli di cambio automatico sono aumentati a dismisura: con convertitore idraulico, con variatore, a doppia frizione robotizzato e si parla in futuro di nuovi e più moderni modelli.*

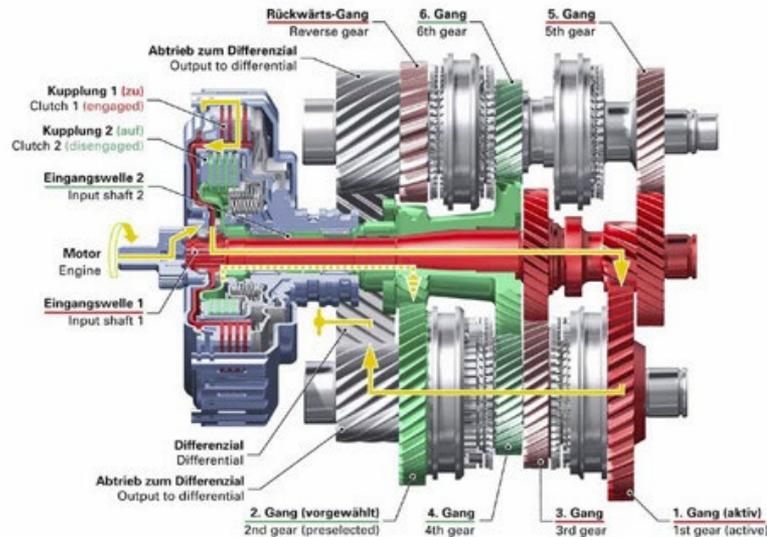
***Vediamo assieme le caratteristiche dei vari cambi automatici***

**Robotizzato**

**E' un cambio “classico” con l'aggiunta di un servo-meccanismo che cambia le marce per noi e di una centralina elettronica che regola il giusto numero di giri del motore nel momento della cambiata, riducendo o a volte aumentandolo nelle scalate o salendo di marcia. **Può esser utilizzato manualmente attraverso i paddle sul volante o automaticamente.****

***E' il cambio che fa consumare di meno, ha più efficienza ed ha come controindicazione una scarsa fluidità di guida. Per tali motivi è spesso montato su super sportive (a causa dell'alta efficienza) e su piccole vetture da città (smart ad esempio) per i bassi consumi.***

# Doppia frizione



Come dice il nome ha due frizioni ognuna delle quali si occupa di una serie di marce (tipicamente 1-3-5 una e 2-4-6 l'altra). **Quando si inserisce una marcia l'altra frizione si preoccupa di pre-selezionare e preparare la marcia successiva, aumentando, quindi, rispetto al cambio robotizzato, la fluidità di guida ed il comfort.** Anch'esso è accompagnato da bassi consumi ed ha l'unico limite della coppia non troppo elevata trasmissibile. Uno dei più famosi è il DSG audi-vw, probabilmente uno dei migliori cambi, insieme al robotizzato Ferrari, attualmente sul mercato.

## **Cambio automatico con convertitore idraulico**

**È il cambio automatico storico**, caratterizzato da **elevati consumi**, in special modo nei vecchi modelli a 3-4 marce. Attualmente evoluti verso numeri di marce più elevati (6-7) permettono minor consumi dei modelli precedenti anche se il consumo rispetto allo stesso modello di automobile, specialmente in città, resta più elevato di circa un quinto. **Al contempo permette una fluidità ed un morbidezza non presente negli altri modelli** (tranne che nei CVT, ovviamente).

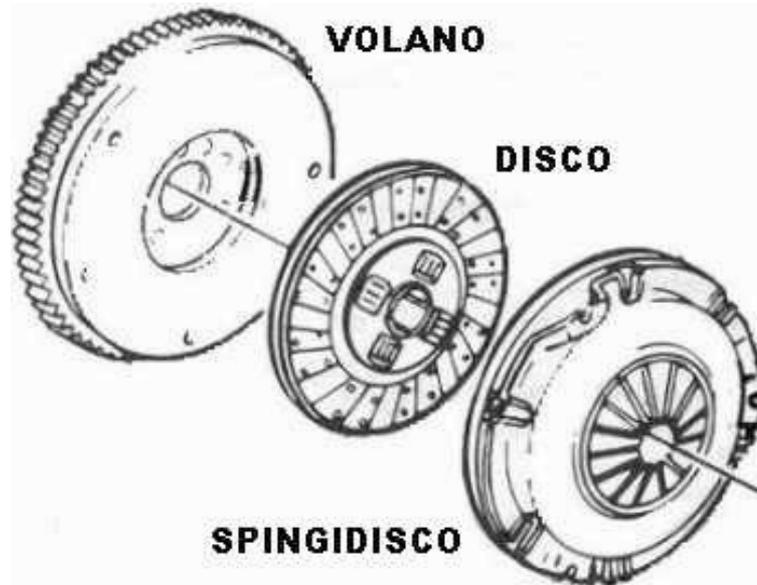
## **Con variatore o CVT**

Funzionano tramite pulegge e cinghie: non hanno rapporti reali ma il rapporto dipende da quanto si sposta la cinghia sulle pulegge. **È come se fosse un cambio con rapporti infiniti**. Sono poi quelli usati sugli scooter e sono caratterizzati da una **eccellente fluidità di marcia** con il maggior comfort possibile, anche se le prestazioni ed i **consumi sono mediamente più alti** di un cambio manuale. Un altro difetto, che chiunque abbia guidato un maxiscooter ha ben presente, è l'effetto "*slittamento apparente*": ad alte velocità tende a far restare il motore a numeri di giri alti e costanti, con un notevole rumore, stesso effetto che si ha con una frizione che slitta.

## La Frizione.

E' l'organo che ci permette di sfruttare al meglio le potenzialità della nostra auto, senza di essa è praticamente impossibile fare partenze in salita o cambiare marcia velocemente. Cosa fa ?

Permette la separazione tra albero motore e cambio consentendo così di effettuare un cambio di marcia e con la sua capacità di slittare e trasmettere una coppia ci permette di spostare la nostra beniamina sia in piano che in salita. Cominciamo col dare un'occhiata a come è fatta.



Sembra un oggetto abbastanza semplice, ma è un concentrato di tecnologia.

**Cominciamo dal volano:** Lo scopo del volano è quello di rendere più fluido il movimento dell'albero motore, è insomma una discreta massa di acciaio che accumula energia cinetica durante le fasi attive del motore (scoppio) e la restituisce durante le passive (aspirazione e scarico) rendendo così fluida la rotazione, è ovviamente ben equilibrato ed ha una posizione che è bene riprendere in caso di smontaggio altrimenti sono possibili traballamenti infernali del motore.

Ha una faccia rettificata per permettere al disco di lavorare. Il disco è formato da una coppia di lamine di acciaio con un disco di materiale speciale ad alto coefficiente di attrito su una faccia, il tutto unito insieme. La composizione di questo disco ha subito una drastica modifica anni fa quando venne vietato l'uso dell'amianto, ci fu un periodo di problemi di usura ma ora da parecchi anni con i nuovi materiali sinterizzati ( che vengono cioè mescolati e incollati ad alte pressioni con l'uso di solventi speciali ) si raggiungono facilmente i 200.000 km. senza problemi; con l'amianto 60.000 km. erano un traguardo per pochi. I dischi vengono fissati sulle lamine metalliche tramite rivetti di alluminio e colle. Le quattro molle vicino al foro centrale della frizione hanno il compito di assorbire gli strappi.

**Passiamo ora allo spingidisco.** Ha dalla parte interna un disco di acciaio rettificato con una molla che lo spinge e lo sostiene. Attualmente ha una unica molla a diaframma, cioè tipo quelle delle macchine fotografiche, mentre parecchi anni fa aveva sei molle tradizionali a filo, che si registravano o cambiavano.

Il vantaggio della molla a diaframma è che il suo carico di spinta sul disco della frizione rimane praticamente costante per tutta la vita del disco, mentre le molle a spirale metallica decadevano in genere prima del disco obbligando ad una sostituzione prematura.

Con l'arrivo dei diesel common rail la vita del gruppo frizione è diventata un inferno. Infatti le coppie stratosferiche dei diesel attuali obbligano i progettisti ad arrampicarsi sugli specchi. I volani sono diventati bimassa, cioè in due parti unite da molle annegate in grassi particolari ( e sono nati nuovi problemi, i volani spesso cigolano proprio a causa delle coppie poderose dei diesel), perché la frizione da sola non ce la fa ad assorbire tutti i sussulti e gli strappi; dato che i dischi frizione non possono crescere oltre un certo diametro per motivi di ingombro del cambio, gli spingidisco sono divenuti così sofisticati che durante il montaggio la bulloneria deve essere serrata in una certa sequenza e con un preciso carico in kilogrammetri altrimenti la frizione slitta.

**Come funziona il tutto?** Premendo il pedale della frizione uno speciale cuscinetto chiamato reggispinta scorre in avanti sull'albero primario del cambio, comprime la molla a diaframma e il disco della frizione è libero e non unisce più spingidisco e volano, effettuiamo la cambiata, lasciamo il pedale e la molla a diaframma pressa nuovamente il disco sul volano, rendendo il complessivo solidale con l'albero primario del cambio, risultato l'auto accelera o decelera a seconda della marcia innestata.

Una volta il problema fondamentale dei cuscinetti reggispinta era dato dal fatto che il cuscinetto entrava in contatto con la molla a diaframma solo sotto l'azione del pedale, conseguentemente coloro che erano abituati a guidare col piede sinistro appoggiato sul pedale distruggevano in fretta il loro bel cuscinetto, con grande gioia dei meccanici; oggi la situazione è cambiata dato che tutti i cuscinetti sono a contatto della molla a diaframma perché tutte le frizioni sono auto-registranti, cioè mano a mano che il disco si consuma non occorre più registrare la corsa del pedale frizione, e questo è un bel vantaggio per tutti

## **Le sospensioni**

Sono la parte meno visibile dell'auto, ma **senza le sospensioni non andiamo da nessuna parte**: sono loro che ci fanno scendere freschi e riposati dopo 500 km di autostrada o tritati dopo 20 di città.

### **Ma come funzionano, qual è la loro origine?**

Il problema di arrivare con il fondoschiena non distrutto dopo un viaggio è nato con il primo carro e si perde nella notte dei tempi. Ancora ai tempi dell'antica Roma non c'era nulla di meglio oltre a qualche cuscino e al frazionamento di un viaggio in più giorni. Se leggiamo il resoconto di un viaggio da Roma a Bari di Orazio c'è solo da inorridire. Basta leggere la famosa satira quinta di Orazio, che narra di un viaggio del poeta sulla via Appia tra zanzare, rane, caldo, sobbalzi, urla e marinai ubriachi che strepitano nella notte. Tre giorni per arrivare a Terracina, e noi ci lamentiamo delle tre ore da Milano a Livorno!

Il quadretto descritto dal poeta del pernottamento a Forappio, un borgo di 50/60 case ancor oggi, sito sulla via Appia nei paraggi dell'attuale Latina (allora inesistente), è passato alla storia dei resoconti di viaggio. Figuriamoci cosa doveva essere allora Forappio in mezzo alle paludi pontine ben lungi dall'essere bonificate.



Bisognerà arrivare alla fine del 1300 per cominciare a capire che forse tutto sommato esisteva un sistema per salvaguardare il fondoschiena. Fino ad allora le carrozze ricalcavano la forma e le comodità del carro da trasporto, cioè vasche più o meno rettangolari e comodità vicina allo zero. Poi uno o più ignoti benefattori dell'umanità, il titolo è ampiamente meritato, ebbero un'idea folgorante, ma perché non sospendere il cassone su quattro elementi ellissoidali di ferro? Sicuramente la presenza delle balestre da guerra ha fornito l'idea, ma quello o quegli ignoti compirono il grande passo.

Agli inizi del 1400 in Ungheria presso la città di Kotzce altri benefattori introdussero una nuova modifica, il sistema di molleggiamento viene perfezionato in quanto l'abitacolo non poggia sul telaio ma rimane sospeso mediante l'uso di catene o cinghie (in Italia questo tipo di carrozza viene detta "alla veronese"). E così piano piano arriviamo ai primi veicoli a motore di fine 800 e ai primi tipi di sospensione in senso moderno.

**Ma cosa è in realtà una sospensione?**

**Una sospensione è l'insieme di tutte le componenti mediante le quali una carrozzeria o un telaio è collegato alle ruote del veicolo.** Queste componenti controllano i movimenti del telaio rispetto alle ruote (braccetti o puntoni, molla) e ne smorzano i movimenti rallentandoli (ammortizzatori).

In un'auto normale le caratteristiche del sistema sospensioni sono il frutto di un mix tra le varie esigenze di tenuta di strada e confort. Il funzionamento è semplice, la ruota incontra un ostacolo, sale, la parte elastica la frena e cerca di non trasferire quella energia alla carrozzeria, la ruota scende e l'ammortizzatore frena l'insieme molla ruota per impedire oscillazioni pericolose e beccheggi della carrozzeria. Fine della storia.

## I diversi sistemi di sospensione si dividono in:

1. Sospensioni a molla elicoidale
2. Sospensioni a balestra
3. Sospensioni a barra di torsione
4. Sospensioni idropneumatiche

### **Sospensioni a molle elicoidali**



Le sospensioni a molle elicoidali sono realizzate con molle operanti per compressione. La molla deve avere una guida per evitare la flessione laterale della stessa. al sistema elastico deve essere associato un ammortizzatore, dato che le molle non hanno la possibilità di dissipare termicamente l'energia necessaria a smorzare il movimento elastico del sistema in tempi brevi. Le sospensioni a molle elicoidali esistono di vari tipi, a seconda della cinematica degli elementi di guida: Sospensioni a bracci oscillanti longitudinali: costituite da due bracci collegati da un lato alla scocca e dall'altro ognuno ad una ruota. I bracci sono paralleli all'asse longitudinale del veicolo cioè secondo la sua lunghezza. Il collegamento con la scocca e il movimento relativo ad essa sono assicurati da una cerniera. La cerniera permette la rotazione del braccio durante il movimento verticale della ruota. Fra braccio e scocca sono fraposte la molla e l'ammortizzatore. In genere sono adoperate per l'asse posteriore, sono semplici economiche e robuste, Sospensioni a bracci oscillanti trasversali (dette anche a bracci tirati). Sono due bracci trasversali ancorati alla ruota da un lato e ad una cerniera posta al centro della vettura dall'altro; usate al ponte posteriore sono leggere e permettono molte regolazioni sulla ruota (Alfa 164, Thema, Mini). **Sospensioni Mac Pherson**: Ideate ai primi del novecento dalla Fiat ma non brevettate perché "troppo avanti nei tempi", (roba da fucilare due volte l'imbecille che autorizzò questo), ripescate dal Mac Pherson e passate alla storia col suo nome. Sono costituite da: superiormente ammortizzatore che fa da supporto e guida alla molla, e inferiormente un braccio similtriangolare ,  
semplici, economiche e di buon confort, in genere montate all'avantreno, ma non mancano casi anche al retrotreno (Alfa 147). Normalmente ammortizzatore e molla non sono coassiali per permettere una migliore guidabilità.

## **Sospensioni a quadrilatero:**

sono costituite da due elementi trasversali, sovrapposti, generalmente di forma simil-triangolare. Ammortizzatore e molla sono collegati al braccio inferiore.

Entrambi i bracci sono collegati al mozzo ruota. Possono essere a quadrilatero alto o basso, a seconda della distanza fra i due bracci. Generalmente le sospensioni a quadrilatero basso sono utilizzate su veicoli con connotazione sportiva (es. BMW) all'anteriore. Possono essere a quadrilatero alto se sull'assale su cui sono utilizzati le ruote sono motrici: distanziando i due bracci si possono far passare i semiassi che portano il moto alla ruota.

## **Sospensioni multilink:**

sono costituite da più bracci trasversali, al massimo 5, perchè 5 sono i gradi di libertà della ruota da vincolare (solo il moto di oscillazione verticale è permesso). Sono utilizzate al retrotreno e, potendo stabilire le dimensioni di ogni braccio, è possibile ottimizzare il movimento della ruota. Sono però più complesse, pesanti e costose rispetto alle altre soluzioni. Insomma per farla breve sono utilizzate per veicoli di alta gamma.

## **Sospensioni a balestra**

In questo caso l'organo elastico è una balestra, inventata, come la conosciamo noi, da Obadiah Elliot nel 1804, e operante per flessione di foglie ellittiche di materiale elastico (acciaio) collegate fra loro da graffe metalliche. Il sistema permette lo spostamento senza necessità di guide, inoltre, dato che le balestre dissipano velocemente l'energia elastica, è possibile realizzare sistemi di sospensione a balestra senza ammortizzatori. Il sistema a balestra è stato il primo ad essere usato sui veicoli a motore, prima direttamente importato dalle carrozze a cavalli e poi via via modificato e, data la sua notevole rigidità, viene utilizzato ancora per veicoli pesanti (camion), mentre è in disuso per le automobili. Il sistema è stato molto usato nel passato, ed è ancora usato in ferrovia.

## **Sospensioni a barre di torsione**

In questo tipo di sospensioni, utilizzate principalmente su veicoli più assi, il mezzo elastico è una barra che attraversa tutta la larghezza del veicolo opportunamente fissata. La ruota stessa è collegata alla barra da una manovella (con movimento verticale limitato). Le sospensioni a barre di torsione sono semplici ma piuttosto rigide, quindi vengono utilizzate su veicoli di peso molto elevato (blindati), in genere accoppiando la manovella su cui è imperniata la ruota ad un ammortizzatore.

Una variante di sospensione a barra di torsione è usata al retrotreno delle auto. La barra di torsione è fatta in genere da un tubo aperto, con sezione a forma di C, posto trasversalmente al veicolo. Ad essa sono poi accoppiati due bracci longitudinali e in fondo ad essi le ruote. Non sono presenti molle ma solo ammortizzatori, uno per braccio. Vista la loro semplicità sono utilizzate sul retrotreno di veicoli economici (Punto e simili) ma anche su veicoli di gamma superiore (es. FIAT Bravo).

## **Sospensioni idropneumatiche**

Sono la goduria del fondoschiena nei viaggi di qualunque lunghezza, assorbono e filtrano qualunque ostacolo, mantengono l'assetto piatto dell'auto in curva, non risentono del carico per cui l'auto ha sempre la stessa altezza da terra, permettono di abbassare l'auto al di sopra di una certa velocità migliorando cx e consumi, fanno fare a meno del crick per il cambio ruota, se buchi non perdi il controllo dell'auto e non massacri il pneumatico perché l'auto si riequilibra da sola su tre ruote, te ne accorgi solo se hai bucato l'anteriore perché non hai il differenziale autobloccante, insomma favolose, peccato che costruirle non è economico , e la Citroen è la casa che le ha inventate e diffuse prima con la DS nel 1955 e poi via via con tanti altri modelli).

**Vediamole in dettaglio.** Una pompa idraulica porta ad alta pressione un fluido che alimenta 4 martinetti idraulici che sono la parte fondamentale della sospensione, ad essi è collegata sulla parte idraulica, lato scocca, una sfera divisa in due da una membrana e contenente da una parte azoto ad alta pressione (150/200 bar), che è la parte elastica dell'insieme che assorbe le pulsazioni ed i colpi di ariete, cioè ammortizza e sospende insieme, e dall'altra il fluido idraulico; c'è poi una quinta sfera vicina alla pompa che fa da serbatoio tampone. La testa del martinetto è solidale con la scocca, il pistone scorrevole con la ruota . La pressione nel circuito determina l'altezza da terra del veicolo. Quando la ruota affronta un ostacolo il pistone si sposta in su e in giù nel suo cilindro, se l'ostacolo è un dosso il fluido idraulico è spinto nella sfera e il gas si comprime, se è una cunetta il gas spinge il liquido che passa dalla sfera al cilindro del pistone. La compressione e l'espansione del gas fanno sì che l'energia dell'ostacolo non si trasmetta alla scocca, data la praticamente nulla inerzia del gas rispetto alla molla tradizionale; superato l'ostacolo il sistema ritorna in equilibrio e all'interno dell'auto non è filtrato quasi niente.

C'è anche la possibilità di rendere più “sportivo “ il comportamento delle sospensioni, variando i tempi di risposta di valvole ad hoc sul circuito idraulico, ma è chiaro che il sistema è inadatto per macchine decisamente sportive. E' un sistema complesso e costoso, dato che la pompa idraulica alimenta freni, sterzo e sospensioni (nel primo modello equipaggiato così, la Ds, anche frizione e cambio, e non c'era il pedale del freno sostituito da una specie di grosso bottone, bisognava abituarsi a modulare la potenza delle frenate, altrimenti l'inchiodata terrificante era in agguato), sistema che ha raggiunto la maturità negli ultimi anni grazie alla separazione dei circuiti idraulici sospensioni dal freno e servosterzo, e alla onnipresente elettronica che ha migliorato ancora di più la godibilità dell'insieme

## Sterzo e Servosterzo

*Non c'è auto attuale che praticamente non abbia il servosterzo, una volta accessorio solo delle macchine di lusso, oggi diffuso anche su macchine così leggere che potrebbero farne a meno, ma utile per la guida in città e apprezzatissimo dalle signore.*

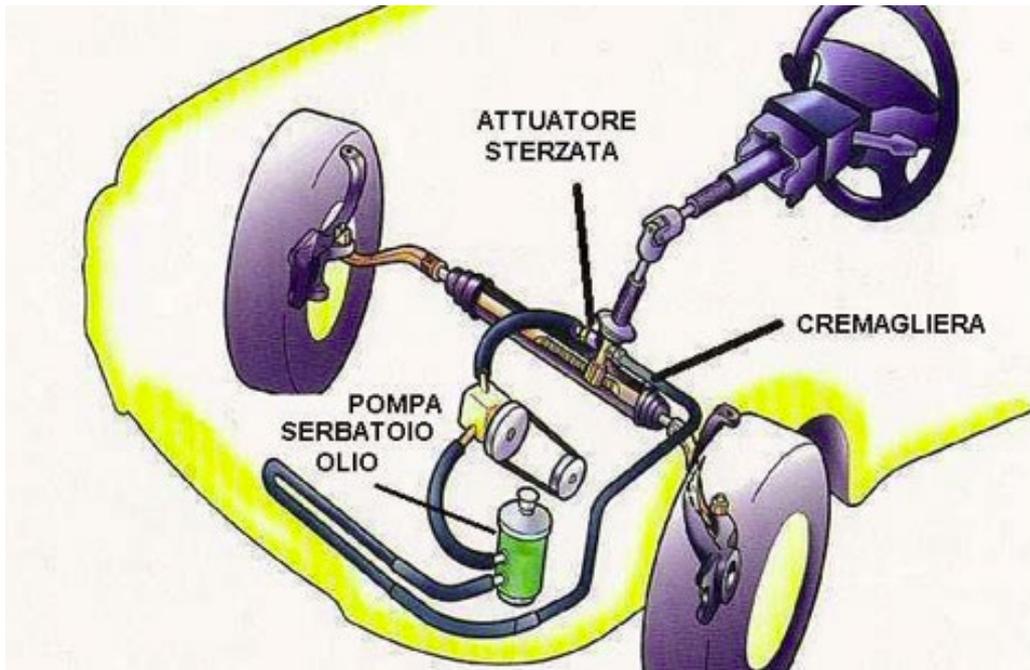
Ci occupiamo del tipo di sterzo più diffuso, **quello a cremagliera**, lasciando da parte tutte quelle chiccherie tecnologiche tipo a **circolazione di sfere** o a **rapporto variabile**, dotazione di auto ben lontane dalle tasche del cittadino comune. Siamo infatti purtroppo tutti più o meno proprietari di auto medie che montano sterzo e servosterzo semplici.

**Lo sterzo a cremagliera presenta rispetto al vecchio tipo a scatola il vantaggio di essere più leggero, più diretto, senza manutenzione e soprattutto di essere fissato meglio alla scocca dato che gli ancoraggi sono più distanti e lo sforzo che sopportano è minore per via del braccio di leva più lungo.**

E' un tipo di sterzo **semplice, di facile montaggio e senza praticamente nessuna manutenzione**, dato che è lubrificato a vita con grasso e non a olio, quindi niente rabbocchi e *praticamente zero controlli per tutta la vita del pezzo se le cuffie di protezione sono integre.*

Se **non** maltrattato vive quanto e più dell'auto su cui è montato. Si compone di un semplice **pignone**, ancorato al telaio, che ruotando in un senso o nell'altro fa sterzare l'auto, è tutto qui.

*Nel disegno se ne vede un esempio con un servosterzo idraulico:*



Il servosterzo idraulico è di costruzione complessa: ha

- una pompa alta pressione;
- un serbatoio olio idraulico;
- tubazioni per alta pressione
- pulegge, cinghia etc.,

ed è un po' rognoso nella gestione.

## Pregi e difetti del servosterzo idraulico

### Pregi:

- se ben costruito e regolato **dà grosse soddisfazioni** perché è potente a macchina ferma, basta una sgasata molte volte per aumentare lo sforzo e appena l'auto si muove praticamente scompare dando la certezza di sapere dove sono le ruote, reattivo ai piccoli angoli di sterzata, insomma non è "*torpido*" come molti elettrici a bassa velocità;
- è inoltre **robusto e dura** facilmente **più di 100.000 Km**, adatto a macchine di un notevole peso, ma è anche costoso, al punto tale che anni fa veniva offerto come optional a pagamento.

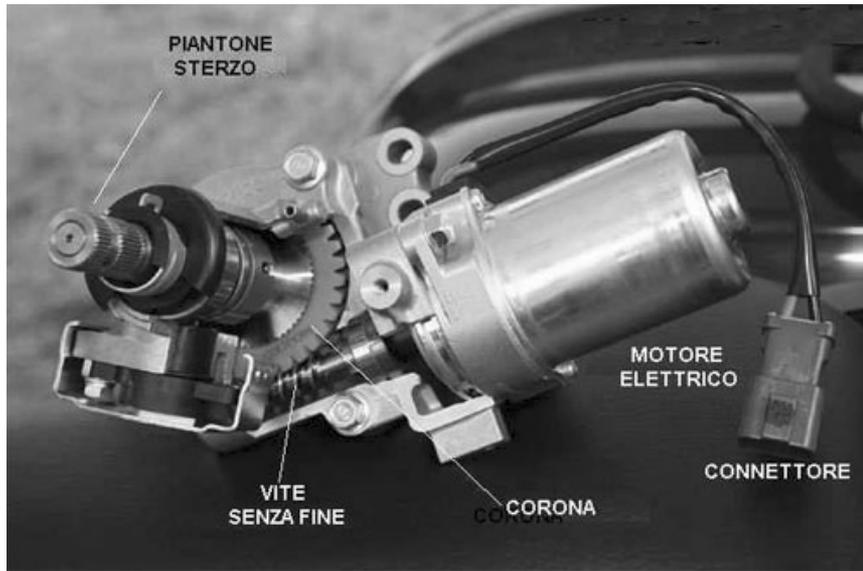
### Difetti:

- Come detto è **costoso**: se si rompe la pompa idraulica sono dolori;
- è **pesante**, abbisogna di olio, cinghia, puleggia,

ma soprattutto

- **assorbe sempre energia**, perché la pompa è sempre in funzione: in pratica un servosterzo idraulico

## *Vediamo ora un servosterzo elettrico*



E' innanzitutto **leggero, compatto, economico per le case che lo installano, semplice da montare**, con in genere due livelli di potenza, bassa velocità e guida normale, assorbe energia solo durante l'uso e in marcia normale è praticamente sempre fermo, è in genere montato nel cruscotto subito dopo lo sterzo, ma... ma è **spesso aleatorio**, non sempre si riesce a percepire l'esatto angolo di sterzata, specialmente se l'angolo è piccolo, inoltre soffre con una certa facilità di problemi ai sensori di sterzata (costosi) e **non si ripara**: o si sostituisce con uno di rotazione o con uno nuovo, in ogni caso il conto anche in questo caso è salato.

Esiste un altro tipo di servosterzo che ha i pregi sia dell'elettrico che dell'idraulico, ed è quello **elettroidraulico**

In pratica **la pompa idraulica non è più azionata dal motore** tramite una cinghia, **bensì da un motorino elettrico** che si aziona solo all'occorrenza, come per quello totalmente elettrico, mantenendo così la precisione e la morbidezza di quello idraulico con il **risparmio di consumo e la facilità di montaggio dell'elettrico**.

Come costo è una via di mezzo, insomma ce n'è per tutte le tasche, ma purtroppo anche lui quando si rompe è "**doloroso**" per il portafoglio

## L'alternatore

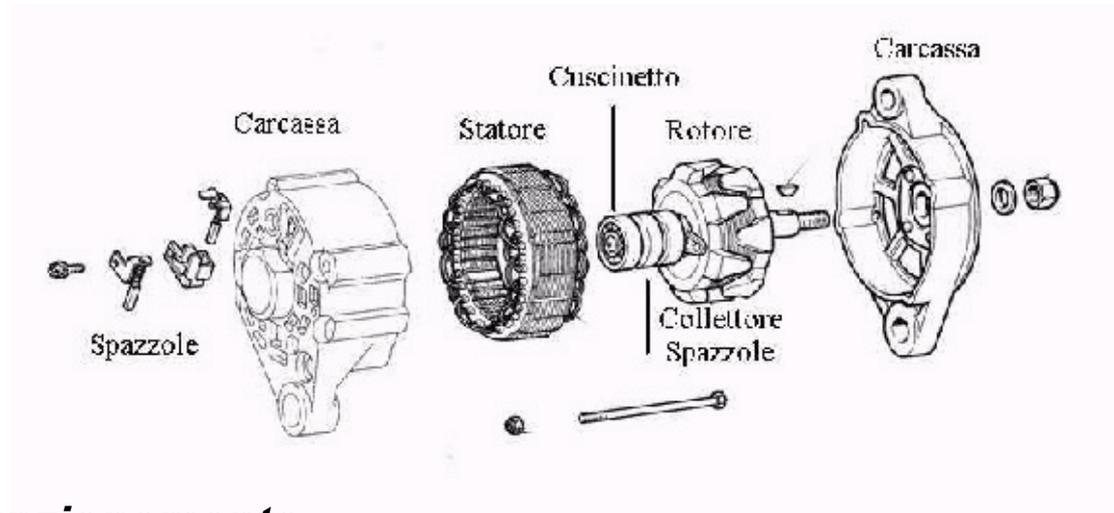
***Tutte le auto hanno bisogno di energia, anzi hanno fame di energia!*** Ci sono tanti di quei dispositivi in una auto odierna che mangiano energia anche ad auto spenta: *antifurti, rilevatori gps, orologi, sensori vari e chi più ne ha più ne metta.*

Si pensa normalmente che la batteria basti per ogni evenienza: niente di più sbagliato! **Auto che scaricano la batteria anche da ferme sono all'ordine del giorno, ma basta metterle in moto che tutto torna a posto.** Questo perché ogni auto è dotata di un proprio potente generatore, l'**alternatore**. *Se ci fosse ancora stata la vecchia dinamo sai quanti black-out!* Anche se ad onor del vero bisogna dire che la dinamo era ben più efficiente dell'alternatore odierno. Infatti la sua resa energetica era circa 0,8 contro lo 0,3 degli alternatori attuali, cioè per ogni kw di energia meccanica prelevato dal motore ne ridava 0,8 in energia elettrica. Ma la **dinamo** aveva un handicap formidabile: il suo collettore, cioè la parte dove si raccoglieva l'energia elettrica, era lamellare, cioè a settori separati, collettore che lentamente mangiava le spazzole per via dell'abrasione che si creava, il che **implicava una durata limitata delle spazzole di raccolta e una impossibilità a ruotare ad alto regime**, era per questo che al minimo si accendeva la famosa spia della dinamo.

L'alternatore invece, pur essendo meno efficiente, ha il collettore circolare, il che significa che ruota tranquillamente a regimi proibitivi per la dinamo, infatti al minimo la spia è normalmente spenta.

Inoltre l'utilizzo dell'alternatore ha permesso la sostituzione delle precedenti batterie auto ad alta capacità e basso spunto con altre ad alto spunto e capacità minore, ben più leggere, ma che mettono in moto più facilmente il motore.

L'alternatore è costituito da una parte fissa, lo **statore**, e da una parte mobile, il **rotore**. Su entrambe sono disposti dei conduttori elettrici collegati tra loro in modo da formare due circuiti. Uno dei due ha la funzione di creare il campo magnetico (avvolgimento induttore o di eccitazione) e l'altro quella di essere sede di forza elettromotrice indotta (avvolgimento indotto). Normalmente il campo magnetico è creato facendo circolare una corrente continua nell'avvolgimento posto sul rotore; in tal caso lo statore ha la forma di un cilindro cavo, nel cui interno, coassiale con esso, è disposto il rotore, che nelle auto ha generalmente forma stellare (**rotore a poli salienti**). Negli alternatori di piccola potenza, quali quelli usati negli autoveicoli, il campo magnetico può essere generato anche con un magnete permanente, in questo caso manca l'avvolgimento di eccitazione. Se correttamente costruito è una macchina che può durare ben oltre duecentomila chilometri senza altra manutenzione che la sostituzione della cinghia ed una corretta tensione della stessa.



### ***Principio di funzionamento***

Il motore fornisce l'energia meccanica per mantenere in movimento il rotore, la cui rotazione provoca, per la legge dell'induzione elettromagnetica, la nascita della forza elettromotrice. Alla conseguente circolazione di corrente è dovuta l'erogazione di energia elettrica. Normalmente gli alternatori auto girano a velocità più o meno doppia rispetto a quella del motore, dipende dalle pulegge usate.

L'**alternatore** tradizionale potrebbe essere sostituito da un nuovo tipo, calettato, cioè montato, direttamente sul volano, e a tensione maggiore, che potrebbe fungere anche da motorino di avviamento e regolatore del minimo, ma che soprattutto essendo a tensione e potenza elevata, potrebbe alimentare direttamente l'aria condizionata eliminando i problemi del compressore dovuti alle vibrazioni del motore. *Ovviamente l'alternatore fornisce corrente alternata, basta un banalissimo ponte di diodi all'interno dell'alternatore e il problema è risolto*

## **La marmitta catalitica**

***E' un oggetto alquanto misterioso e costoso che a partire dal 1992 ha rivoluzionato la vita di noi automobilisti.***

Fino ad allora la stragrande maggioranza delle auto avevano ancora il carburatore, usavano super, col piombo, a 100 ottani e se si scassavano era facile ripararle, l'elettronica era poca e semplice. Poi la parola **VERDE**, che in tutto il mondo fa magicamente diventare innocue le peggiori fregature, colpì ancora.

***Basta super col piombo, ci vuole la benzina verde, ci vuole il catalizzatore!  
Da dove veniva questo piombo?***

Da molto lontano nel tempo nel 1921 un ricercatore della General Motors, Thomas Midgeley jr. scoprì a Dayton (Ohio), che l'aggiunta di piombo Tetraetile alla benzina era l'aiuto che ci voleva per aumentare i rapporti di compressione e far girare più in alto, quindi più potenza, i motori. Detto fatto la Standard Oil (la casa madre della Esso) iniziò ad additivare la benzina col piombo, i motori non picchiarono più in testa e tutti furono felici e contenti, **tranne l'ambiente che iniziò a inquinarsi di piombo.**

All'inizio degli anni '90 qualche burocrate stabilì che era ora di cambiare sull'inquinamento, e iniziò a inseguire pedissequamente il "**Clean air act**" della California, basta piombo, viva la benzina **VERDE**, marmitte catalitiche per tutti, via il piombo, sostituiamolo col ... **Benzene**!!!! E poi con il... **metil-terziar-butil-etero (MTBE) e etil-terziar-butil-etero (ETBE)**.

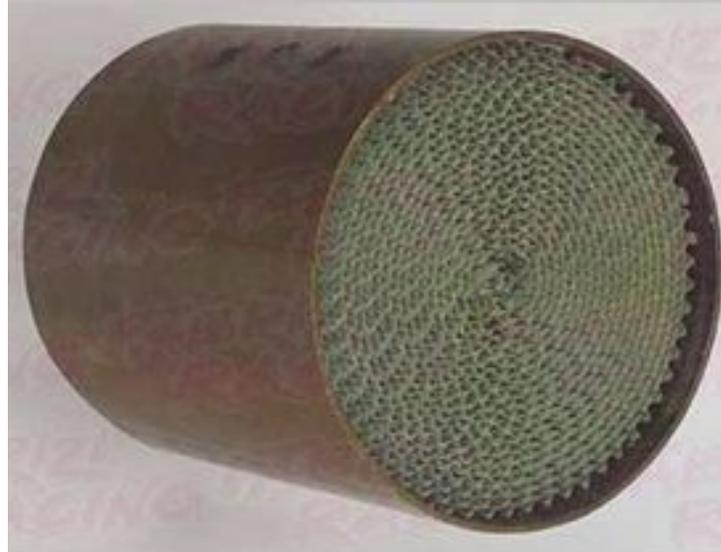
L'uso di MTBE è stato recentemente bandito negli Stati Uniti per l'effetto fortemente inquinante per le falde acquifere e in quanto cancerogeno (dalla padella del piombo alla brace dei catalizzatori). L'ETBE viene preso ultimamente in maggiore considerazione in quanto parzialmente proveniente da fonte rinnovabile. Esso consiste infatti in un prodotto di reazione tra isobutilene e etanolo, che può esser di origine agricola.

### **Anzitutto cosa è un catalizzatore?**

E' un dispositivo che viene installato nel primo tratto del sistema di scarico subito dopo il collettore, e che e' in grado di portare a valori bassissimi la quantità di sostanze inquinanti (ossido di carbonio, idrocarburi e ossidi di azoto) presenti in seno ai gas combusti. Le marmitte catalitiche sono di tre tipi:

1. **ossidanti**: possono solo limitare le emissioni di ossido di carbonio e di idrocarburi, trasformando questi gas in acqua e in anidride carbonica;
2. **riducenti**: scindono invece gli ossidi di azoto in ossigeno più azoto;
3. **trivalenti**: svolgono sia la funzione ossidante che quella riducente.

Una tipica marmitta catalitica e' costituita da un **involucro**, in acciaio inox all'interno del quale e' collocato un **supporto poroso** (monolite ceramico a celle passanti o supporto in lamiera di acciaio fittamente pieghettata e avvolta) sul quale viene depositato uno **strato di wash-coat** (un particolare tipo di ceramica in genere a base di allumina estremamente poroso, in grado di far aumentare la superficie esposta ai gas fino a 20.000 mq) che con la sua superficie fittamente "*frastagliata*" aumenta ancora la superficie che viene lambita dai gas, pur mantenendo un minimo, ingombro esterno. *Sulla superficie del wash-coat e' incorporata una miriade di particelle di catalizzatore* (in genere Platino-Rodio-Palladio).



**Affinché la marmitta catalitica trivalente abbia un elevato rendimento**, ovvero per avere una elevata efficienza di conversione (superiore al 90%), **e' indispensabile che il motore sia alimentato con una miscela aria-benzina avente un titolo controllato con la massima accuratezza al fine di mantenerlo all'interno di una ristretta finestra chiamata "rapporto stechiometrico"**.

Per questo motivo si impiega una **sonda Lambda** collegata alla centralina **che gestisce l'iniezione e che legge in tempo reale l'ossigeno in uscita**, permettendo alla centralina di dosare istante per istante la benzina in funzione di temperatura aria, acqua di raffreddamento, posizione pedale acceleratore ecc.

***Poiché la marmitta catalitica entri in funzione la sua temperatura deve superare i 250°/280°C circa.*** Subito dopo una partenza a freddo quindi vi e' un certo periodo (qualche minuto) durante il quale la marmitta non è in grado di funzionare a dovere. Per questo motivo i costruttori lavorano sempre per ridurre il periodo in questione e raggiungere più velocemente possibile il "light-off" (punto di entrata in funzione del catalizzatore).

**I nemici delle marmitte catalitiche sono principalmente due: il surriscaldamento e l'avvelenamento.** Quest'ultimo è fondamentalmente causato dai composti a base di piombo, ma anche dal fosforo e lo zinco dei lubrificanti, pertanto si è lavorato molto sui consumi di olio dei motori. **Dunque è assolutamente fondamentale che le automobili con marmitta catalitica siano alimentate esclusivamente con benzina "verde"** (priva appunto di additivi a base di piombo). In foto 2 è visibile schematicamente quello che arriva dal motore e quello che esce.

Per evitare il surriscaldamento è fondamentale che non vi siano mancate accensioni (**Misfiring**) altrimenti al catalizzatore arriva benzina in eccesso che bruciando dentro allo stesso lo rovinerebbe: ***per questo se l'auto non parte per batteria a terra è assolutamente sconsigliato metterla in moto a spinta,*** occorre una seconda batteria. Per evitare il misfiring sono state messe a punto candele la cui vita media è superiore a 30.000 Km.

