

*Paolo Andreoli
classe 5^H
anno scolastico 2005/2006*

IL DIFFERENZIALE A BLOCCAGGIO MANUALE



INDICE

- pag. 3 IL DIFFERENZIALE E LA SUA FUNZIONE
- pag. 4 LA SUA STRUTTURA
- pag. 5 IL SUO COMPORTAMENTO NELLA MARCIA IN RETTILINEO E IN CURVA
- pag. 6 QUANDO NASCE LA NECESSITA' DI BLOCCARE IL DIFFERENZIALE
- pag. 7 COME SI EFFETTUA IL BLOCCAGGIO MANUALE DEL DIFFERENZIALE
- pag. 9 CONFRONTO STRUTTURALE OPEN-LOCKED
- pag. 10 VANTAGGI E SVANTAGGI DI UN LOCKED RISPETTO AD UN OPEN
- pag. 11 CONSIDERAZIONI PERSONALI

IL DIFFERENZIALE E LA SUA FUNZIONE



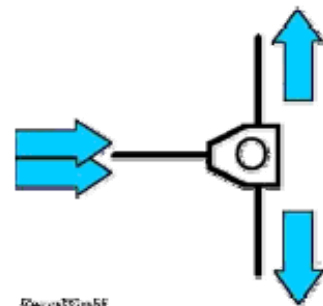
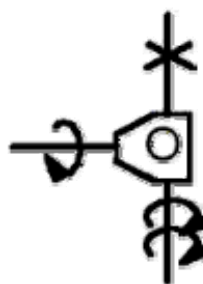
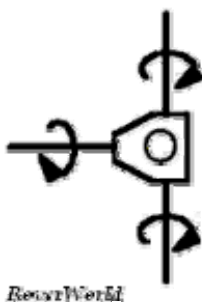
Il differenziale è un dispositivo meccanico che riceve il moto da un albero (**asse conduttore**) e lo ripartisce su altri due (**assi condotti**). Questi ultimi due assi sono collegati fra di loro da un complesso di ingranaggi, in modo che possano all'occasione ruotare a differenti velocità.

E' fondamentale interporre un differenziale fra le due ruote motrici di uno stesso asse di un veicolo poiché, quando si percorre una curva, le ruote interne percorrono una traiettoria differente rispetto a quelle esterne e quindi girano a velocità inferiore. Senza questo dispositivo le due ruote sarebbero costrette a girare a uguale velocità; così facendo la necessaria differenza di rotazione sarebbe sopperita dallo strisciamento di una o entrambe le ruote sul terreno facendo nascere eventi negativi e pericolosi, come l'usura precoce degli pneumatici e la perdita di aderenza del veicolo.

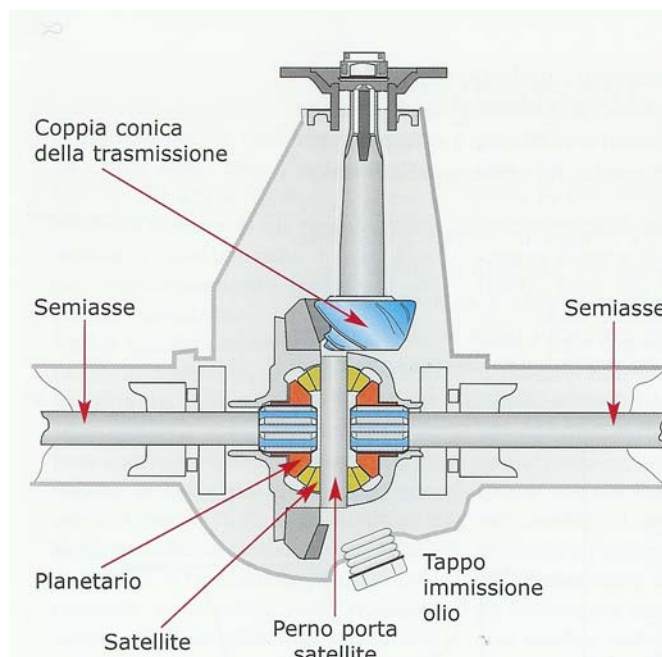
Questo tipo di differenziale è quello, concettualmente e meccanicamente, più semplice ed è anche quello più diffuso; è definito differenziale "OPEN" (aperto, libero).

Il suo funzionamento può essere riassunto con due semplici leggi (senza considerare il rapporto di riduzione):

1. La velocità di rotazione dell'albero conduttore è sempre il valore medio delle velocità degli alberi condotti.
2. La coppia disponibile su ciascuno degli alberi condotti è sempre la metà di quella applicata sull'albero conduttore.



LA SUA STRUTTURA



Il differenziale OPEN è costituito principalmente da: un pignone conico di piccolo diametro, una corona conica di grande diametro, due o quattro satelliti, due planetari.

La **coppia conica**, cioè l'insieme di **pignone** e **corona**, ha una duplice funzione: trasferire la coppia motrice dall'albero conduttore ai due alberi condotti (semiasse) e realizzare un rapporto di riduzione.

Il trasferimento di coppia è indispensabile dato che tra albero in entrata e alberi in uscita c'è un angolo di 90° ; questo avviene grazie all'accoppiamento tra pignone (che è calettato direttamente sull'albero conduttore) e corona (alla quale è fissata la scatola del differenziale).

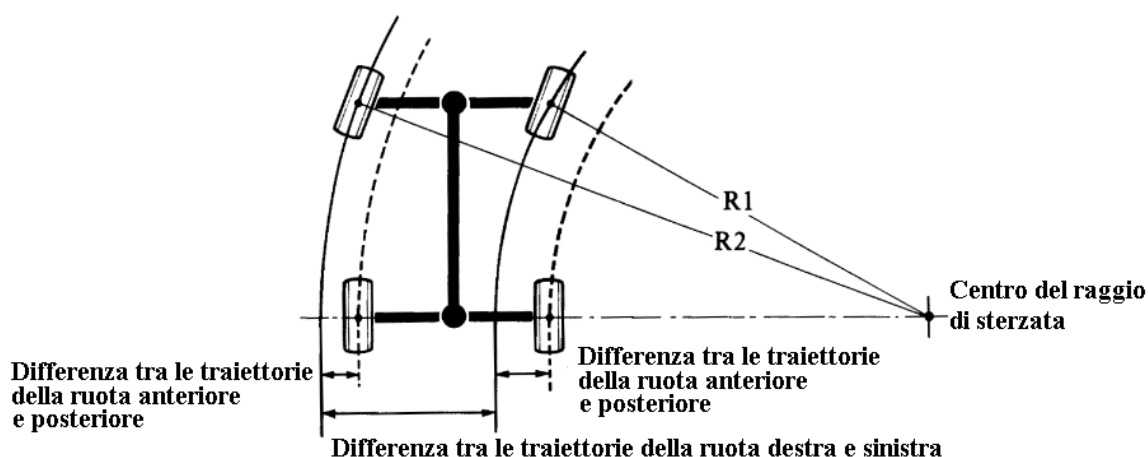
Il rapporto di riduzione è realizzato utilizzando un pignone più piccolo rispetto alla corona; tramite ciò si ottiene una riduzione della velocità di rotazione con conseguente aumento della coppia motrice (generalmente da 3 a 5 volte per usi automobilistici). Per principio il numero dei denti della corona non è mai multiplo di quello dei denti del pignone. Si evita così che gli stessi denti entrino in contatto ad ogni giro della corona.

I due, o quattro, **satelliti** hanno il compito di collegare la scatola del differenziale (ovvero la struttura fissata alla corona che supporta i satelliti) con i due planetari. Successivamente vedremo il comportamento di questi satelliti durante la marcia in rettilineo e in curva.

I due **planetari** ricevono il moto dai satelliti e lo trasmettono direttamente ai semiasse; infatti, questi planetari sono calettati direttamente sull'estremità del semiasse formando così un corpo unico.

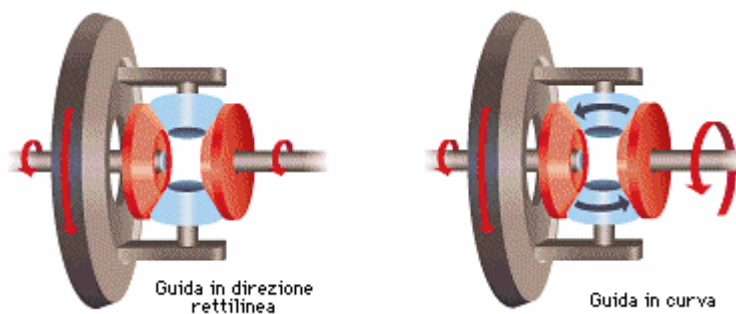
IL SUO COMPORTAMENTO NELLA MARCIA IN RETTILINEO E IN CURVA

Durante la marcia in rettilineo, siccome le ruote compiono lo stesso numero di giri, i planetari ruotano alla stessa velocità e perciò i satelliti funzionano come chiavette rigide di collegamento incastrate tra i due planetari stessi. In questa situazione i satelliti sono fermi rispetto al loro perno, ma possiedono un moto di rivoluzione attorno all'asse dei planetari.



Quando il veicolo percorre una curva, le due ruote, e quindi i due planetari, assumono velocità diverse ed allora i satelliti, mentre continuano a trasmettere il moto ai planetari, ruotano attorno al proprio asse.

Durante la marcia in curva i satelliti, oltre a possedere un moto di rivoluzione attorno all'asse dei planetari, dovuto al moto di trascinamento per opera della scatola del differenziale, sono anche animati da un moto di rotazione attorno all'asse del perno porta satellite.



QUANDO NASCE LA NECESSITA' DI BLOCCARE IL DIFFERENZIALE

Percorrendo strade asfaltate e asciutte non si incontra alcun tipo di problema.

I problemi nascono quando il veicolo affronta dei terreni con scarsa aderenza o molto accidentati tali da provocare perdite di aderenza di una o più ruote, rendendo impossibile l'avanzamento del veicolo.

Come abbiamo già visto, la coppia motrice che arriva al differenziale è "incanalata" nel semiasse che offre minor resistenza all'avanzamento; questo funzionamento non è sempre utile, anzi, affrontando percorsi fuoristrada spesso il differenziale OPEN si rivela controproducente.

Ad esempio una ruota che slitta su fango o ghiaccio, o peggio ancora una ruota sollevata, è sufficiente a fermare l'avanzamento del veicolo. Difatti la ruota che ha un bassissimo, o nullo, coefficiente di aderenza inizierà a ruotare vorticosamente, mentre la ruota opposta con buona aderenza rimarrà ferma. Una situazione analoga si ha in caso di rottura di un semiasse.

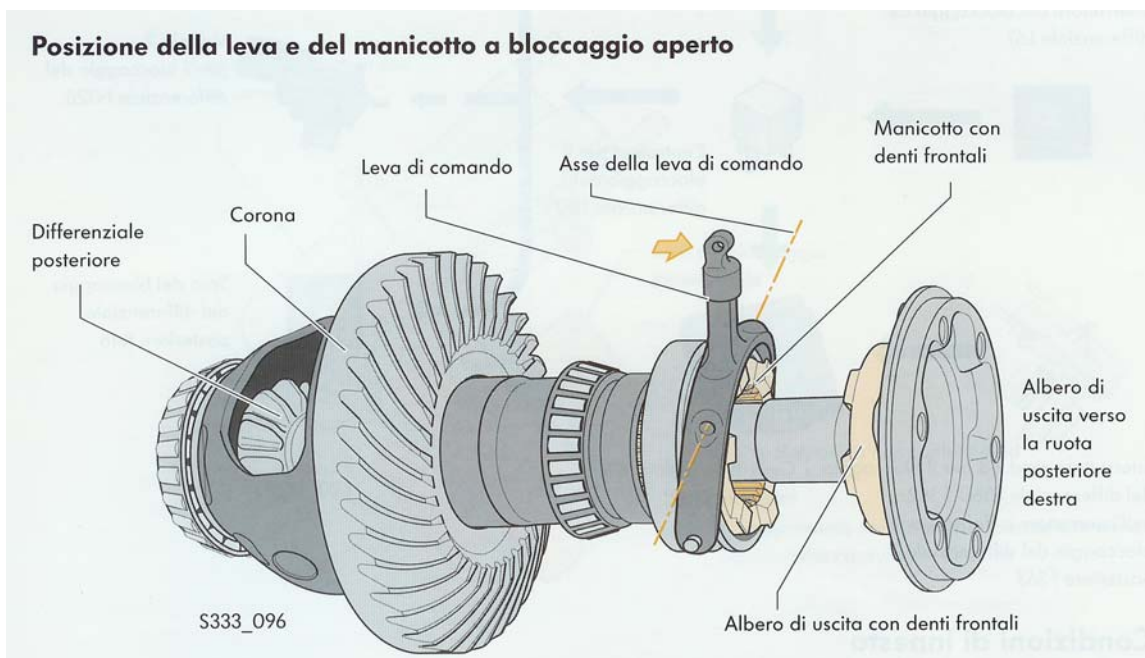
Da qui è necessario provvedere ad un dispositivo che escluda la funzione del differenziale OPEN, cioè si deve ricorrere ad un differenziale LOCKED (chiuso, bloccato).

Bisogna tener conto che un fuoristrada con i differenziali bloccati acquista sì mobilità, ma perde contemporaneamente capacità direzionale: in questa configurazione si dovrà quindi procedere solo a bassa velocità e per brevi tratti.

Inoltre se si aziona il dispositivo di bloccaggio mentre gli ingranaggi ruotano velocemente, si possono provocare dei danni alle parti in movimento: per questo motivo è importante bloccare il differenziale a bassissima velocità, meglio ancora se il veicolo è fermo, e non in curva.



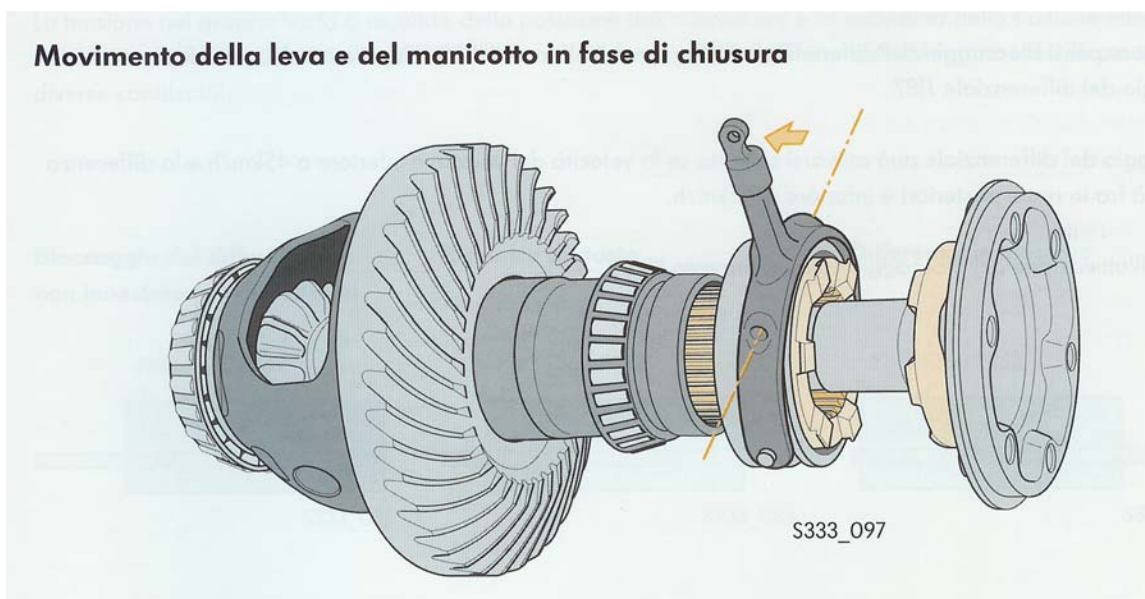
COME SI EFFETTUA IL BLOCCAGGIO MANUALE DEL DIFFERENZIALE



Il bloccaggio più semplice di un differenziale, differenziale LOCKED, consiste in un accoppiamento ad innesto dentato che può essere inserito in modo meccanico o elettropneumatico.

Questo accoppiamento ad innesto dentato è costituito da un manicotto scorrevole scanalato internamente il quale va ad accoppiarsi sul semiasse scanalato esternamente.

Per bloccare il differenziale si deve rendere solidale la scatola del differenziale con il semiasse e questo può avvenire in due modi: il manicotto si collega con la scatola tramite scanalatura interna-esterna, oppure il manicotto collega la scatola e il semiasse tramite un innesto a denti frontali (vedi immagine sottostante).



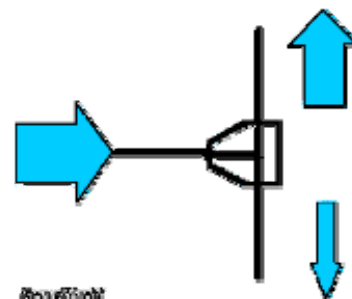
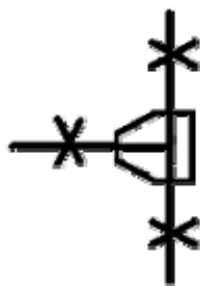
Così facendo i satelliti non possono più ruotare sui planetari, costringendo entrambi i semiassi a ruotare alla stessa velocità. Abbiamo ottenuto il bloccaggio del differenziale trasformando la trasmissione dell'assale in un sistema rigido.

In caso di perdita di aderenza di una delle due ruote, il differenziale bloccato le obbliga in ogni caso a ruotare alla stessa velocità della ruota che ha ancora aderenza; la coppia motrice è applicata alle due ruote e scaricata a terra dalla ruota con più aderenza.

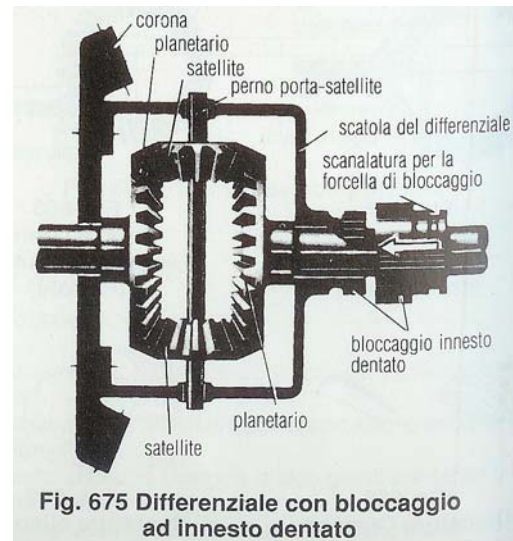
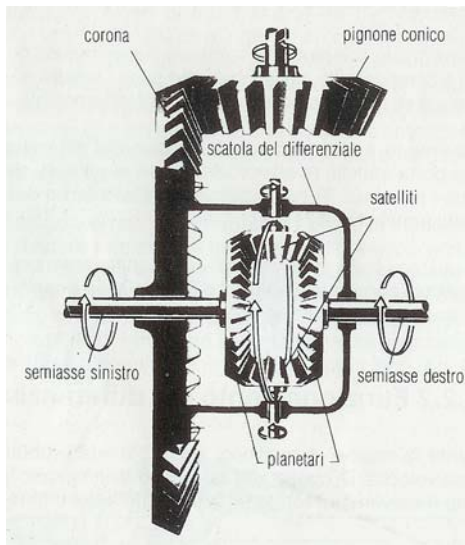
Il funzionamento di un differenziale LOCKED può essere riassunto in due leggi (senza considerare il rapporto di riduzione):

1. Le velocità di rotazione degli alberi condotti sono sempre uguali tra loro e uguali alla velocità di rotazione dell'albero conduttore.
2. La somma della coppia motrice disponibile sui due assi condotti è uguale alla coppia motrice applicata all'asse conduttore.

E' da notare che la seconda legge non specifica la percentuale di coppia per ciascun asse condotto, ciò vuol dire che un asse può ricevere da 0 al 100% di coppia disponibile. Da qui si deduce che i semiassi collegati ad un differenziale LOCKED devono sopportare forze più elevate (fino al doppio per ogni semiasse rispetto ad un differenziale OPEN) e quindi devono essere dimensionati adeguatamente.



CONFRONTO STRUTTURALE OPEN-LOCKED



Come si può notare dalle due figure qui sopra illustrate, la struttura di un differenziale LOCKED (figura a destra) è molto simile a quella di un differenziale OPEN (figura a sinistra).

Entrambi i differenziali sono costituiti da una coppia conica, da due o quattro satelliti, da due planetari e dalla scatola del differenziale.

In aggiunta al LOCKED rispetto ad un OPEN c'è solo il meccanismo che permette di bloccare il differenziale, ovvero un manicotto scanalato (con il relativo semiasse scanalato) e la scatola del differenziale leggermente modificata in modo da poter accogliere il manicotto. Quest'ultimo può essere azionato meccanicamente da una leva, alla quale è collegata una piccola fune metallica o una serie di leve in modo da raggiungere il posto di guida, oppure da un sistema elettropneumatico (cilindro pneumatico azionato elettricamente dal posto di guida).

Una differenza secondaria, ma non meno importante, è la dimensione dei semiasse, che in un differenziale LOCKED devono essere molto più robusti rispetto a quelli che si potrebbero utilizzare in un differenziale OPEN.

VANTAGGI E SVANTAGGI DI UN LOCKED RISPETTO AD UN OPEN

VANTAGGI

- Nel traffico normale si circola con il differenziale libero, quindi non c'è nessuna usura precoce delle ruote, non ci sono inutili stress meccanici e rimane la sicurezza di guida in quanto un LOCKED sbloccato si comporta esattamente come un OPEN.
- In fuoristrada blocco immediato al 100%, ovvero tutta la coppia disponibile sull'assale è inviata alla ruota con maggior aderenza, garantendo sempre una trazione eccellente; in tal modo diminuisce la possibilità di non avanzare a causa di un ostacolo impegnativo. L'altro vantaggio è che appena si aziona il meccanismo di bloccaggio, il differenziale si blocca immediatamente, in pochi decimi di secondo.
- Non si crea la necessità di lubrificanti particolari, difatti si utilizza il medesimo olio che si utilizzerebbe in un OPEN; non c'è la necessità di aggiungere particolari, e costosi, additivi.

SVANTAGGI

- Meccanica sovradimensionata rispetto ad un OPEN, il che significa costi maggiori, maggiori ingombri dei semiassi e del dispositivo di blocco, maggior peso presente sull'assale.
- Costo elevato rispetto ad un OPEN a causa della meccanica maggiorata e del dispositivo di bloccaggio (in particolar modo se questo è elettropneumatico).

CONSIDERAZIONI PERSONALI

Personalmente proporrei di montare su tutti i fuoristrada almeno il differenziale posteriore di tipo LOCKED come primo equipaggiamento poiché il mio utilizzo del fuoristrada in fuoristrada mi porta a dire che gli svantaggi sono largamente superati dai vantaggi.

Non di minore importanza è la possibilità di trarsi d'impaccio da una situazione critica solo grazie alla presenza di almeno un bloccaggio del differenziale ai ponti.

Ovviamente la decisione di montare un differenziale LOCKED di primo equipaggiamento rispetto ad un differenziale OPEN non è così semplice, difatti bisogna tener conto del tipo di veicolo, dell'ipotetico uso principale, delle esigenze del mercato e non per ultimo il costo.

Anche la decisione di sostituire un differenziale OPEN con un differenziale LOCKED come accessorio after-market è una scelta molto soggettiva che deve tener conto dell'utilizzo che si intende effettuare del veicolo fuoristrada e del proprio budget economico.

Così facendo bisogna tener presente che i semiassi risulteranno sottodimensionati per il nuovo impiego; andranno quindi sostituiti con altri rinforzati.