Marco Zacchetti

SCUOLA MOTO

MANUALE DI RIPARAZIONE E MANUTENZIONE MOTO E SCOOTER

VOLUME 6.

TRASMISSIONE: DALL'ALBERO MOTORE ALLA RUOTA

Marco Zacchetti

RIPRODUZIONE VIETATA
© SCUOLAMOTO.IT

MANUALE
DI RIPARAZIONE E MANUTENZIONE
MOTO E SCOOTER

RIPRODUZIONE VIETATA
© SCUOLAMOTO.IT

VOLUME 6

TRASMISSIONE:
dall'ALBERO MOTORE alla RUOTA

PREFAZIONE ..... **pag 5**

CAPITOLO 1 **PRINCIPI DI MECCANICA** ..... **pag 7**
1-1 MOMENTO DI UNA FORZA E COPPIA ..... **pag 8**
1-2 FORZE INERZIALI DI SISTEMI ROTANTI ..... **pag 11**
1-3 LA POTENZA MECCANICA ..... **pag 13**
1-4 LA TRASMISSIONE E LA MODIFICA DEI PARAMETRI DELLA POTENZA ..... **pag 15**
1-5 LE VIBRAZIONI TORSIONALI ..... **pag 20**

CAPITOLO 2 **LA LUBRIFICAZIONE: TEORIA E PRATICA** ..... **pag 23**
2-1 INTRODUZIONE ..... **pag 24**
2-2 IL DIMENSIONAMENTO DEGLI ORGANI ..... **pag 25**
2-3 IL RENDIMENTO MECCANICO ..... **pag 26**
2-4 IL LUBRIFICANTE ..... **pag 26**
2-4-1 LA PUREZZA DELL'OLIO ..... **pag 27**
2-4-2 LA QUANTITÀ DELL'OLIO ..... **pag 28**
2-4-3 LA VISCOSITÀ DELL'OLIO ..... **pag 29**
2-5 ORGANI LUBRIFICATI CON OLIO ..... **pag 30**
2-6 ORGANI LUBRIFICATI CON GRASSO ..... **pag 32**

CAPITOLO 3 **LA TRASMISSIONE FINALE E LA PRIMARIA: TEORIA** ..... **pag 35**
3-1 IL GIUNTO ..... **pag 36**
3-2 LA TRASMISSIONE DIRETTA ..... **pag 40**
3-3 L'ALBERO ..... **pag 42**
3-4 GLI INGRANAGGI ..... **pag 44**
3-5 L'ANELLO FLESSIBILE ..... **pag 46**
3-5-1 LA CINGHIA TRAPEZOIDALE ..... **pag 47**
3-5-2 LA CINGIA DENTATA ..... **pag 47**
3-5-3 LA CATENA A PIASTRE ..... **pag 50**
3-5-4 LA CATENA A RULLI ..... **pag 51**

CAPITOLO 4 **LA TRASMISSIONE FINALE E LA PRIMARIA: PRATICA** ..... **pag 57**
4-1 IL GIUNTO ..... **pag 58**
4-2 LA CINGIA DENTATA ..... **pag 59**
4-3 LA CATENA A PIASTRE E A RULLI A BAGNO D'OLIO ..... **pag 62**
4-4 LA CATENA A RULLI A SECCO ..... **pag 63**

RIPRODUZIONE VIETATA © SCUOLAMOTO.IT

RIPRODUZIONE VIETATA © SCUOLAMOTO.IT

CAPITOLO 5 **LA FRIZIONE: TEORIA** ..... **pag 91**
5-1 INTRODUZIONE ..... **pag 92**
5-2 LA FORMA DELLA SUPERFICIE DI CONTATTO ..... **pag 93**
5-3 IL FLUIDO TRA LE SUPERFICI DI CONTATTO ..... **pag 97**
5-4 IL COMANDO (TRASMISSIONE e RICHIAMO) ..... **pag 98**
5-5 L'UBICAZIONE ..... **pag 104**
5-6 VIBRAZIONI MODULANDO DA FERMO ..... **pag 105**

CAPITOLO 6 **LA FRIZIONE: PRATICA** ..... **pag 107**
6-1 LA FRIZIONE MANUALE NELLA GUIDA ..... **pag 108**
6-2 LA FRIZIONE SEMIAUTOMATICA NELLA GUIDA ..... **pag 112**
6-3 INTRODUZIONE ALLE OPERAZIONI PRATICHE ..... **pag 114**
6-4 LE PROCEDURE DI CONTROLLO E RIPARAZIONE ..... **pag 115**

CAPITOLO 7 **IL CAMBIO: TEORIA** ..... **pag 131**
7-1 INTRODUZIONE ..... **pag 132**
7-2 L'UBICAZIONE ..... **pag 136**
7-3 IL CAMBIO A DOPPIA FRIZIONE ..... **pag 139**
7-4 IL CAMBIO A PULEGGE ..... **pag 142**
7-5 IL CAMBIO A INGRANAGGI ..... **pag 145**
7-5-1 L'INNESTO A SFERE E A CROCIERA ..... **pag 146**
7-5-2 L'INNESTO FRONTALE ..... **pag 150**
7-5-3 IL CAMBIO CON PRESA DIRETTA ..... **pag 154**
7-5-4 IL CAMBIO A DENTI DRITTI ..... **pag 156**

CAPITOLO 8 **IL CAMBIO: PRATICA** ..... **pag 159**
8-1 CONTROLLI E RIPARAZIONI SUL CAMBIO A PULEGGE ..... **pag 160**
8-2 CONTROLLI E RIPARAZIONI SUL CAMBIO A INGRANAGGI ..... **pag 170**

CREDITI, COPYRIGHT ..... **pag 184**

RIPRODUZIONE VIETATA © SCUOLAMOTO.IT

RIPRODUZIONE VIETATA © SCUOLAMOTO.IT

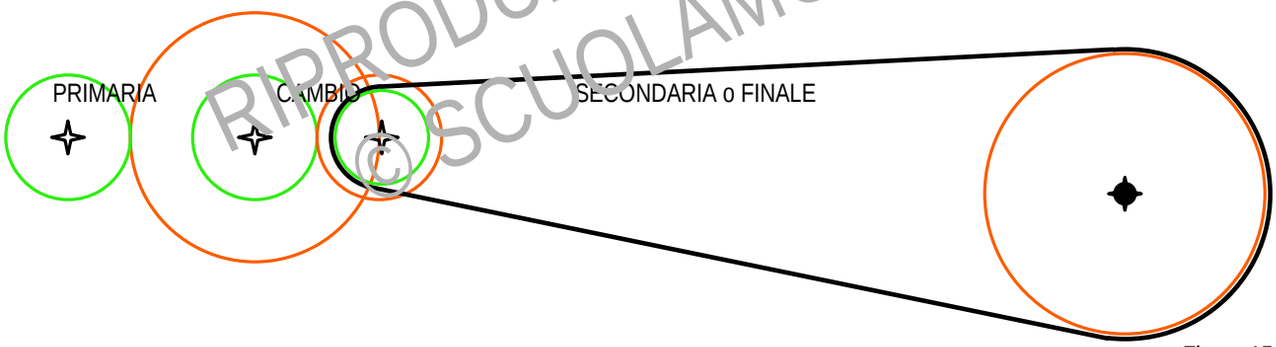


Figura 15

RIPRODUZIONE VIETATA
© SCUOLAMOTO.IT

■ **ESERCIZIO 2**

Riprendiamo lo schema di **Figura 8** e ampliamo la descrizione fornendo i seguenti dati:

- la circonferenza della ruota è di 2 m
- la velocità massima della moto nell'ultima marcia (6ª) è di 240 km/h

Ricaviamo il numero di giri della ruota posteriore alla massima velocità.

Un punto che si trova sulla circonferenza della ruota (superficie esterna dello pneumatico) si muove alla velocità periferica pari alla velocità di avanzamento del veicolo. La relazione da usare è quella quindi che lega la velocità angolare di un punto in moto circolare con la sua velocità periferica:

$$\omega_{ruota} = v/r$$

con r raggio della ruota e v = 240 km/h

Esprimiamo la velocità secondo quanto previsto nel SI

$$v = 240/3{,}6 = 66{,}67 \text{ m/s}$$

Ricaviamo il raggio della ruota sapendo la sua circonferenza:

$$C = 2\pi r$$

da cui

$$r = C/2\pi = 2/6{,}28 = 0{,}32 \text{ m}$$

Quindi si ha:

$$\omega_{ruota} = 66{,}67/0{,}32 = 208{,}34 \text{ rad/s}$$

Si può adesso ricavare il numero di giri della ruota:

$n_{ruota} = \omega/2\pi = 208{,}34/6{,}28 = 33{,}17$ giri/s = 1990 giri/minuto

(assumiamo il valore 2000 tenendo conto delle approssimazioni fatte nei calcoli).

È evidente che la velocità massima si raggiunge in corrispondenza del regime massimo di rotazione del motore (10000 giri/minuto).

Si tratta quindi di ridurre la velocità dell'albero motore al numero di giri della ruota motrice attraverso la catena cinematica della trasmissione, comunque sia composta.

Il rapporto totale di riduzione della velocità (rapporto di trasmissione totale) in questo caso è di 2000/10000 ovvero 1/5:

$$\tau = \omega_{ruota} / \omega_{motore} = 1/5 = 0{,}20$$

essendo la ruota motrice la cedente e l'albero motore il movente.

L'intera catena cinematica della trasmissione (costituita da trasmissione primaria, cambio, trasmissione finale) si comporta come un riduttore di velocità: adegua la velocità del motore a quella della ruota posteriore attraverso un guadagno di coppia.

■ **ESERCIZIO 3**

Per verificare quanto appena detto, calcoliamo la coppia disponibile alla ruota.

Ipotizzando che non vi siano perdite di potenza durante la trasmissione, tutta la potenza di 100 CV verrà resa disponibile alla ruota.

Si ha quindi:

$$P = M_{ruota}\omega_{ruota} = M_{motore}\omega_{motore}$$

da cui

$$M_{ruota} = M_{motore}\omega_{motore} / \omega_{ruota} = M_{motore} / \tau = 70{,}23 \times 5 = 351{,}15 \text{ Nm}$$

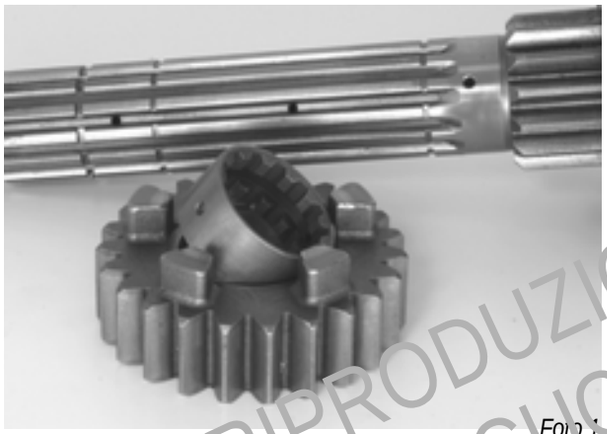


Foto 1

Foto 2

RIPRODUZIONE VIETATA © SCUOLAMOTO.IT

LUBRIFICAZIONE A SBATTIMENTO

È considerato lubrificazione a sbattimento qualsiasi sistema privo di pompa dell'olio.
Se nella stessa scatola del cambio o nelle vicinanze si trova qualche altro elemento rotante che nel suo movimento normale sposti l'olio in favore del cambio, sempre di sbattimento si tratta.
Un modo brillante di risolvere l'introduzione di olio in corrispondenza degli alberi del cambio, senza l'ausilio della pompa, è di sfruttare lo spostamento di olio causato da un ingranaggio esterno al cambio come fosse una ruota a pale.

LUBRIFICAZIONE IN PRESSIONE

La canalizzazione che porta l'olio agli alberi deve raggiungere un'estremità di ogni albero.
In genere si tratta di quella non occupata dalla trasmissione primaria o finale, quindi l'albero primario viene alimentato dal lato opposto di quello secondario, ma talvolta si ritiene più opportuno alimentare entrambi gli alberi dallo stesso lato.
Gli alberi sono quindi entrambi fusti cavi, all'interno dei quali scorre l'olio.
Spesso all'interno dell'albero primario si muove anche l'asta di comando della frizione che col proprio volume non deve ostruire il passaggio d'olio.
In corrispondenza di ogni cuscinetto di supporto degli ingranaggi folli si trovano fori di passaggio e un canale anulare in modo che la rotazione non occluda mai il passaggio.
Fori di passaggio si trovano anche in corrispondenza della posizione degli ingranaggi scorrevoli.
Gli stessi scorrevoli hanno alcuni fori radiali che permettono all'olio di raggiungere il disco di comando e relativa forchetta.
Di rado una canalizzazione porta olio sopra il cambio e lascia uscire da alcuni ugelli un lieve getto d'olio a bagnare punti ritenuti sensibili dal progettista.
Anche l'asse di guida della forchetta può essere cavo per la lubrificazione del movimento della stessa forchetta.
In Figura 1 sono state rappresentate assieme tutte le opzioni spiegate sin qui.
Si tratta di una vista assiale agli alberi (sezionati) dove si vedono una sola coppia di ingranaggi con innesto frontale e una forchetta agente sul relativo disco (sezionato).
Tutte le canalizzazioni e i passaggi dell'olio sono colorate in **giallo scuro**.
La presenza dell'anello **grigio scuro** (bronzina) tra ingranaggio e albero secondario indica che si tratta di un ingranaggio folle.

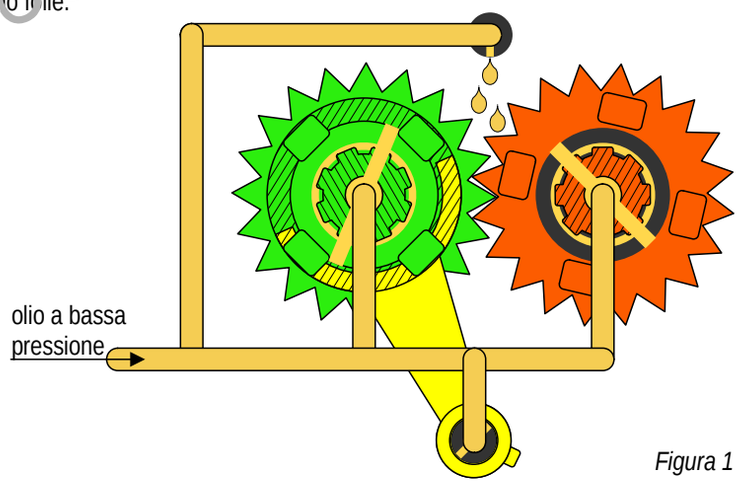


Figura 1

RIPRODUZIONE VIETATA © SCUOLAMOTO.IT

Foto 3

RIPRODUZIONE VIETATA © SCUOLAMOTO.IT

lati del giunto.
Maggiori masse inerziali conferiscono una minore oscillazione di velocità.
Nel nostro caso la massa inerziale maggiore non appartiene al lato movente della trasmissione ma al lato cedente, in quanto la **massa apparente m*** dell'intero veicolo è maggiore e stabilizza con maggior efficacia la rotazione del lato cedente della trasmissione.
Tuttavia ottenere una trasmissione finale omocinetica è possibile installando un secondo giunto cardanico che formi un angolo identico con l'albero in modo da rendere paralleli gli assi movente e cedente della trasmissione.
In **Figura 2** un esempio di questa soluzione con un angolo di 30°.
L'enorme angolo proposto aiuta a comprendere la cinematica della coppia cardanica omocinetica.
Da notare che per essere omocinetica, gli assi delle forchette dei giunti cardanici collegati agli alberi movente e cedente devono trovarsi sullo stesso piano.
Osservando invece le forchette collegate all'albero intermedio si può notare che anch'esse giacciono sullo stesso piano, ma ovviamente ruotate di 90°.
Questa nota è di fondamentale importanza in fase di rimontaggio, come spiegato nel **Capitolo 4.1**.
In **Figura 3** vediamo la stessa soluzione applicata ad un sistema motociclistico.
L'asse movente è allineato all'asse del cambio, mentre quello cedente è allineato all'asse longitudinale del mozzo riduttore ed entrambi restano paralleli a prescindere dalla posizione del forcellone grazie al meccanismo tipico del quadrilatero asimmetrico (vedi anche **Capitolo 4.2 Volume 5**).

Approfondimento

Per evitare ripetizioni, in questo unico Capitolo sono esposte le soluzioni impiegate per la trasmissione finale e per quella primaria.
Nella realtà in un motociclo troveremo differenze nelle dimensioni, maggiori nella finale e minori nella primaria, come sarebbe normale aspettarsi sapendo che la coppia va aumentando via via che gli stadi di riduzione della velocità moltiplicano la coppia.

Figura 2

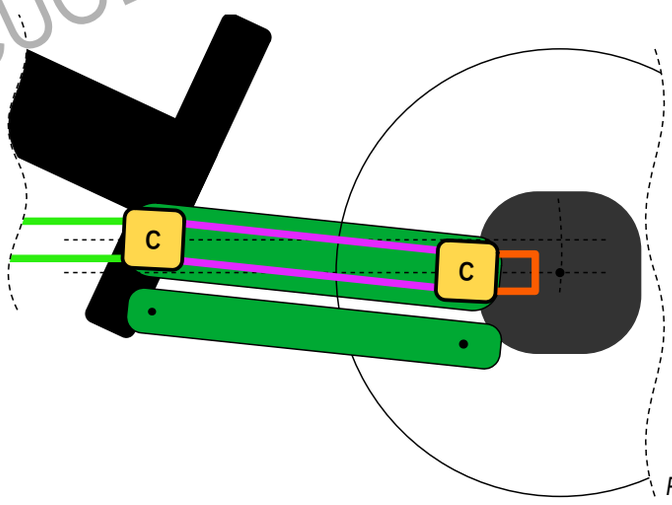


Figura 3

RIPRODUZIONE VIETATA © SCUOLAMOTO.IT

estremità, ma con gioco catena insufficiente

Nel primo migliaio di chilometri un "rodaggio" delle parti nuove causa un rapido aumento del gioco ma, non potendo prevedere quanti chilometri saranno necessari per ottenere il gioco corretto, è bene non iniziare il rodaggio con un gioco insufficiente.

Come sappiamo, questa condizione è causa di tensione alla catena e danni seri a tutte le parti collegate ad essa.

d una condizione corretta, ma con una pancia superiore rispetto alle nostre aspettative

Questa condizione d) è l'unica perseguibile.

La pancia, un po' più grande, di solito è causata dalla scelta del numero di denti degli ingranaggi: anche di poco, ma differente dall'originale.

Il gioco della catena è registrabile, ma nel farlo il perno ruota finirebbe quasi a metà della corsa utile.

Possiamo immaginare che il fine corsa dei registri si raggiungerà all'incirca a metà dell'usura della catena, col risultato di non poter più regolare il gioco.

Inoltre una persona che non conosca la procedura per **Valutare l'usura della catena**, vedendo il perno ruota a fine corsa e credendo che sia proprio quello il sopraggiunto limite di usura, potrebbe perfino giudicare esausta una catena ancora poco consumata.

Di seguito la soluzione a questo problema:

A procurarsi un giunto nuovo (identico alla catena) entro poco tempo

B conservarlo in un posto sicuro

Durante un'operazione per **Regolare il gioco della catena** dopo alcune migliaia di chilometri, ci si renderà conto che, spostando il centro della corona tutto in avanti, la catena installata potrà essere accorciata di una maglia (due perni).

In quell'occasione si dovrà quindi:

C aprire la catena rimuovendo il giunto installato la prima volta

D rimuovere un giunto adiacente e scartare una maglia (l'eccesso)

E avvicinare le estremità della catena e chiuderla col giunto nuovo acquistato in precedenza

Così operando si impiega la catena fino a raggiungerne il consumo limite.

Foto 13a

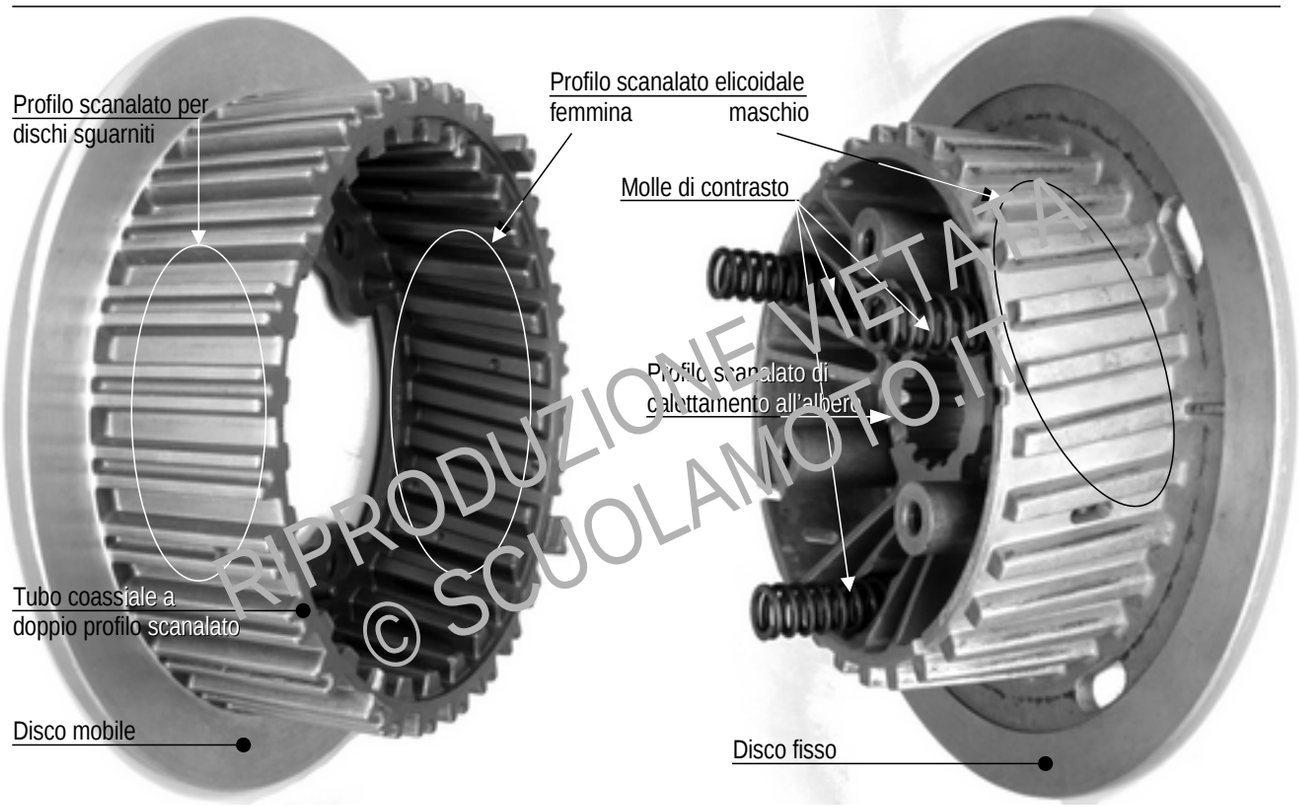
Foto 13b

Foto 13c

Foto 13d

RIPRODUZIONE VIETATA © SCUOLAMOTO.IT

RIPRODUZIONE VIETATA © SCUOLAMOTO.IT



Fondello *Mozzetto*

RIPRODUZIONE VIETATA © SCUOLAMOTO.IT

COMANDO SEMIAUTOMATICO

La **frizione semiautomatica in asservimento di coppia** è una frizione multidisco in cui la spinta costante di collegamento dovuta alle solite molle è modulata da una coppia prismatica elicoidale.
Il profilo maschio della coppia prismatica è ricavato sul mozzetto semplicemente torcendo il normale profilo scanalato che per l'occorrenza è realizzato di diametro inferiore al solito.
Diventando quindi più piccolo, il mozzetto non ha presa con alcun disco.
Il fondello è dotato di un tubo coassiale a doppio profilo scanalato: all'interno vi è ricavato quello elicoidale femminile che si accoppia al mozzetto e all'esterno il solito profilo scanalato dedicato alla presa coi dischi sguarniti.
Dalla **Figura 5** e dalle Foto sopra si colgono meglio i particolari commentati.
Ovviamente da moto a moto possono cambiare il numero e la forma dei denti del profilo, ma anche l'inclinazione e il verso: orario o antiorario, come qualsiasi coppia vite/madrevite.
L'inclinazione o il passo delle scanalature è l'unica variabile in grado di influire sulla risposta di questo particolare meccanismo.
Come per qualsiasi altra frizione, quando è collegata i dischi conduttori trascinano i dischi condotti.
Questi spingono in rotazione il fondello sui quali hanno presa.
A sua volta il fondello trasmette il moto al mozzetto tramite il profilo scanalato ma, essendo elicoidale, una parte della spinta angolare si trasforma in spinta assiale.
La coppia che attraversa la frizione è però variabile e cambia di segno tra gas aperto e gas chiuso.
Quando il motore genera coppia da trasmettere alla ruota, il profilo scanalato elicoidale tende a pressare in proporzione il fondello verso il mozzetto, aggiungendo in questo modo la sua spinta a quella delle molle e assicurando l'attrito statico tra i dischi.
Al contrario, quando il gas è chiuso è la ruota motrice a generare la spinta la quale, di segno opposto, causa un proporzionato svitamento del fondello.
L'allentamento della forza di compressione dei dischi causa una perdita dell'attrito statico: il motore non frena con la stessa forza la ruota motrice.
Come nella frizione automatica a disco, anche in questa frizione sono presenti piccole molle di contrasto.
Queste sono necessarie ad assicurare che piccole forze di attrito statico tra le parti non causino trascinamento.

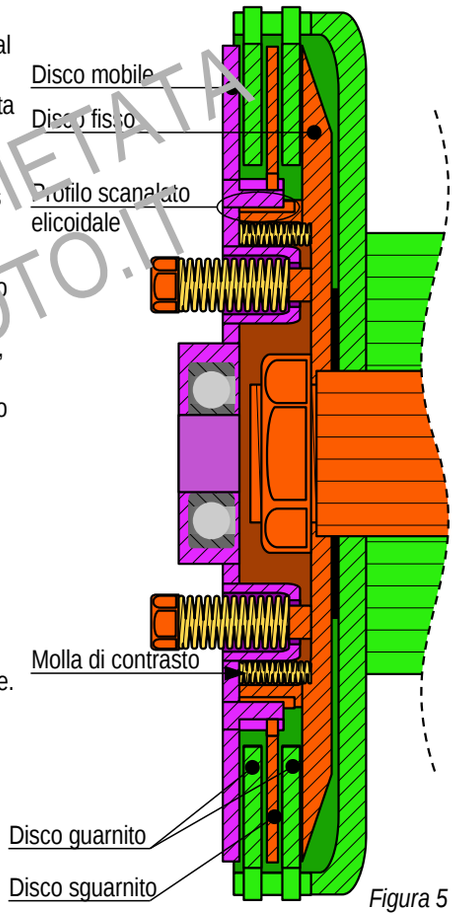


Figura 5

RIPRODUZIONE VIETATA © SCUOLAMOTO.IT

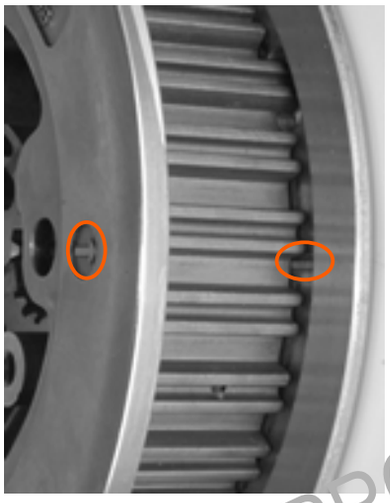


Foto 1 Q1

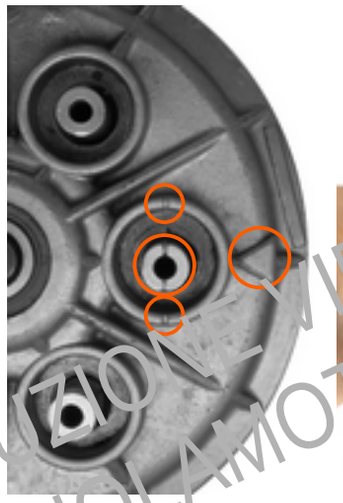


Foto 1 Q2

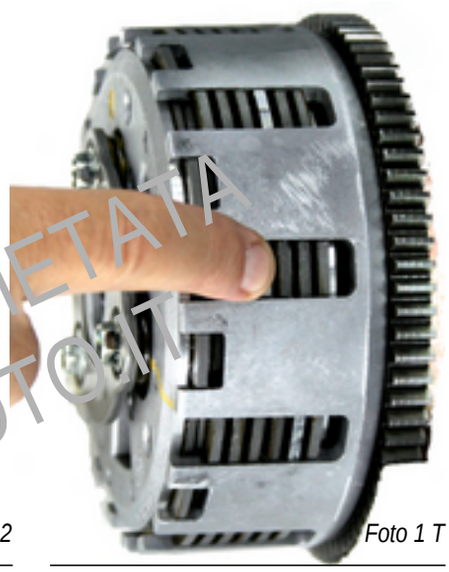


Foto 1 T

T verificare il contatto tra i dischi
Bisogna provare a spostare un disco guarnito lungo la sua scanalatura toccandolo con la punta di un dito o di un piccolo giravite.
Se il pacchetto di dischi in effetti è pressato (frizione collegata) questi non potranno spostarsi neppure di un decimo di millimetro.
Al contrario, se si dovessero spostare di qualche millimetro significa che la posizione angolare tra disco mobile e disco fisso non è corretta: rimuovere viti, molle e disco mobile.
Trovare la posizione corretta seguendo con molta cura le indicazioni riportate nel punto P.

U Installare la guarnizione sulla sede di tenuta olio

Dell'olio potrebbe colare sulle superfici di tenuta appena prima della chiusura del coperchio: prendere le necessarie contromisure per essere certi che durante la chiusura del coperchio le superfici di battuta della guarnizione non si ungano né si sporchino in alcun modo.

V seguire a ritroso i punti da F ad A, invertendo le manovre (es. montare invece di smontare, ecc.)

■ RECUPERARE IL GIOCO TRA I PROFILI SCANALATI

(vedi **Foto 2 A**, **B**, **C**, ecc)

In occasione della sostituzione dei dischi, bisogna considerare l'accoppiamento tra i profili spigolosi dei dischi nuovi con i profili ormai smussati di cestello e mozzetto.
Qualora i profili oltre ad essere smussati, sono anche seghettati, erosi dallo sfregamento coi dischi, si possono avere problemi di slittamento, modulazione o trascinamento.

A sfilare tutti i dischi

B ispezionare i profili scanalati sui quali scorrono dischi guarniti e sguarniti

L'ispezione serve ad aiutarci a decidere se mantenere o sostituire le parti consumate in funzione della profondità dell'erosione riscontrata.
Attenzione: spesso il cestello è solidale all'ingranaggio condotto della trasmissione primaria e quasi mai viene fornito separato da esso.
Volendo sostituire il cestello dotato di ingranaggio è da considerare anche la sostituzione dell'ingranaggio conduttore della trasmissione primaria.
Per evitare la sostituzione di queste parti, costose e magari neppure consumate, spesso si può rimediare spostando l'insieme dei dischi di mezzo passo, ovvero proprio a metà distanza tra le posizioni originali, in un punto di appoggio mai utilizzato prima.

C misurare il passo dei dischi, ovvero la distanza tra due dischi guarniti

Dividere a metà il passo per ottenere la misura dello spostamento dei dischi verso l'esterno che si vuole raggiungere: mezzo passo.

D cercare un anello (corona circolare) adatto allo spostamento assiale dei dischi e spesso mezzo passo

In genere l'anello più facile da trovare è un vecchio disco sguarnito da posizionare a ridosso del disco fisso, ma lo spessore sarà inferiore al necessario.
È importante che la faccia del disco fisso e quella del disco sguarnito aderiscano: non deve restare spazio tra i due.
Nel caso, per compensare lo spazio:

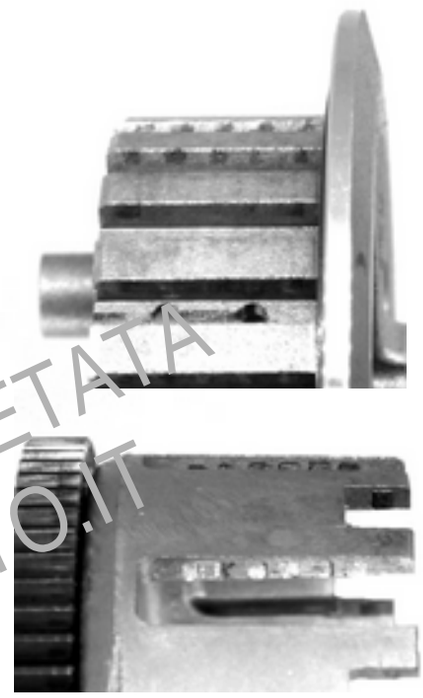


Foto 2 B

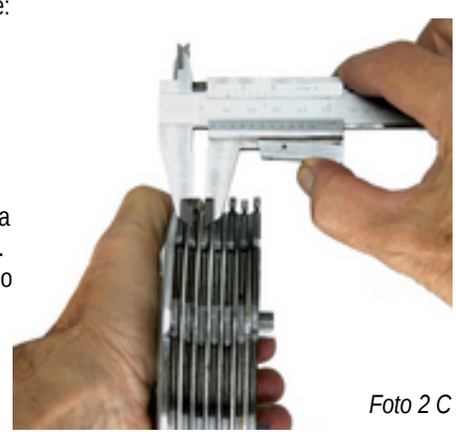


Foto 2 C

RIPRODUZIONE VIETATA © SCUOLAMOTO.IT

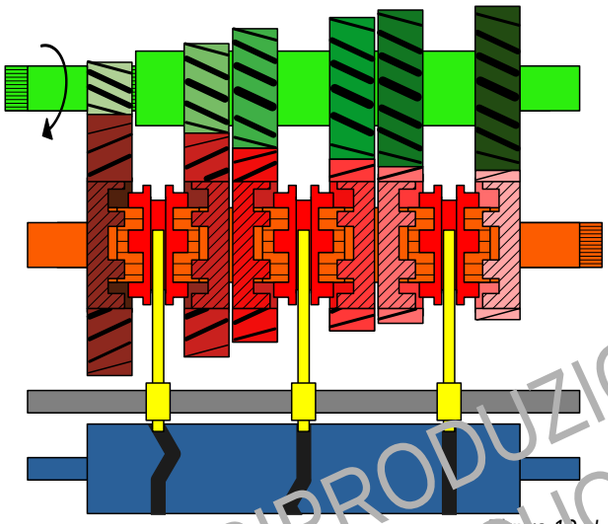


Figura 12 N

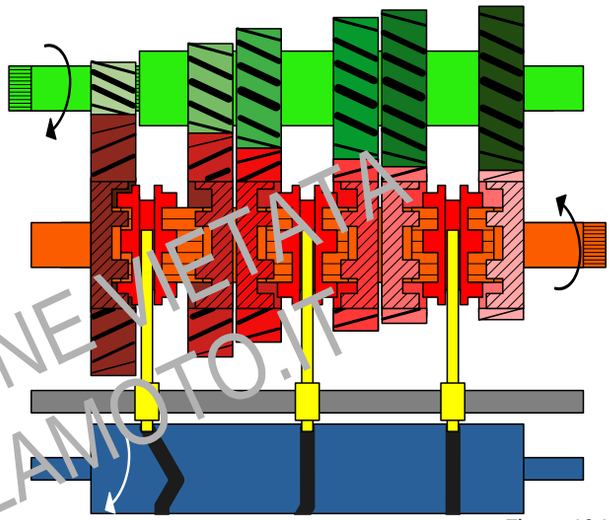


Figura 12 I

tra le fasi di **trazione** e quella di **rilascio**.
Nelle seguenti Figure lo schema molto semplificato e altrettanto verosimile di un cambio con innesti frontali.
In modo analogo a ciò che abbiamo appreso per il cambio a crociera, sull'albero primario giacciono tutti gli ingranaggi fissi.
Sul secondario giacciono tutti gli ingranaggi folli, i quali saranno innestati, uno dopo l'altro, dai relativi dischi scorrevoli presenti sullo stesso albero.
Con cambio in folle (vedi **Figura 12 N** e scattino in pianta in **Foto 3 N**), motore acceso, frizione rilasciata e moto ferma, l'albero primario con gli ingranaggi fissi e tutti gli ingranaggi folli del secondario ruotano assieme, mentre tutti gli innesti frontali e lo stesso albero secondario sono fermi (in quanto collegati alla trasmissione finale).
Se ad ogni ingranaggio fisso su un albero corrisponde un ingranaggio folle sull'altro albero, ad ogni disco scorrevole sul secondario corrisponde un distanziale sul primario: il motivo del maggior sviluppo assiale di questo tipo di cambio.
Per contenere la lunghezza degli alberi, gli ingranaggi folli vengono scavati per circa la metà del loro spessore.
Nelle Figure di questo Paragrafo gli ingranaggi folli, la quale dentatura frontale sia incassata, sono rappresentati parzialmente sezionati al fine di mostrare il meccanismo di innesto.
In **Figura 12 I** si vede l'innesto della prima marcia (scattino in **Foto 3 I** o **II**).
Rispetto alla **Figura 12 N**, il rullo selettore è stato fatto ruotare di 30° nel senso indicato dalla freccia.
Con questo movimento la sagoma della

Foto 3 N

Foto 3 I o II

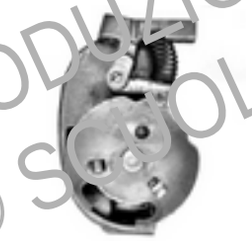


Foto 3 III o VI

Foto 3 IV o V

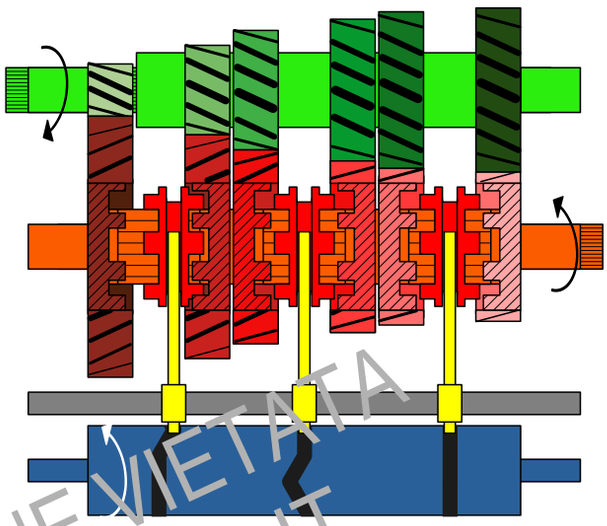


Figura 12 II

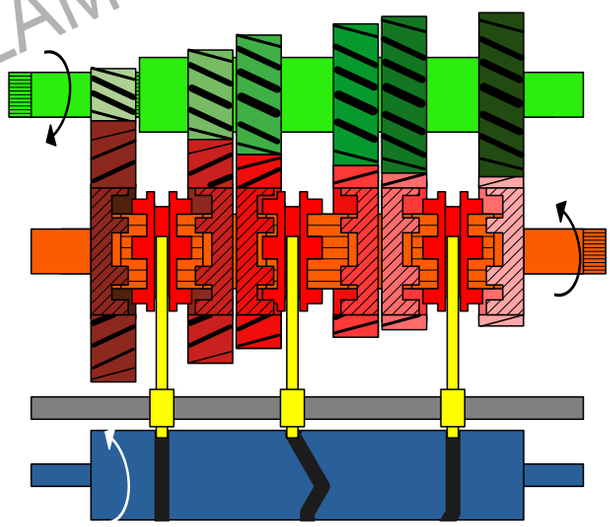


Figura 12 III

RIPRODUZIONE VIETATA © SCUOLAMOTO.IT

RIPRODUZIONE VIETATA © SCUOLAMOTO.IT

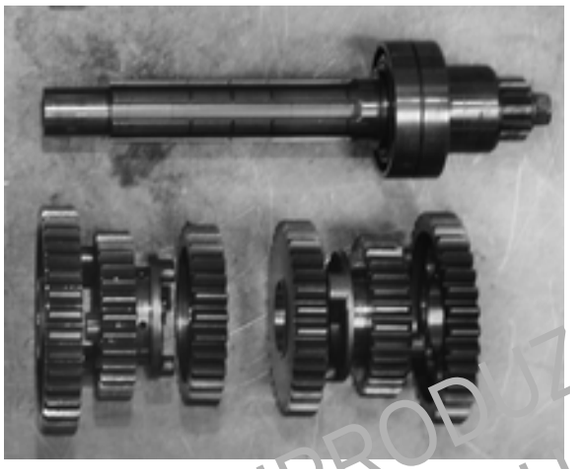


Foto 11 F

Foto 11 G

RIPRODUZIONE VIETATA © SCUOLAMOTO.IT

trovare i 4 innesti convincenti in un massimo di 16 mosse.
In questo modo si ottengono due gruppetti di ingranaggi da conservare per il punto F:

1 uno scorrevole compreso tra il folle della 1ª marcia e un altro folle
2 un altro scorrevole compreso tra il folle della 2ª marcia e un altro folle

E disporre sul tavolo gli alberi del cambio

La logica suggerisce di posare gli alberi in una posizione simile a quella che assumerebbero al momento della posa in opera, nella mezza scatola superiore.

F trovare la sequenza esatta degli ingranaggi sull'albero secondario

L'ingranaggio conduttore della 1ª marcia (ricavato sul fusto dell'albero primario) ci indica la posizione dell'ingranaggio condotto della 1ª marcia sull'albero secondario .
Il gruppetto di ingranaggi trovato al punto D che contiene l'ingranaggio condotto della 1ª marcia, dev'essere disposto rispettando il suo conduttore e lo sviluppo dell'albero.
L'altro gruppetto di ingranaggi (contiene l'ingranaggio condotto della 2ª marcia) dev'essere disposto ricordando che la 2ª marcia si trova all'estremità opposta della 1ª marcia sugli alberi.

G trovare la sequenza esatta degli ingranaggi sull'albero primario

Per questa sequenza è sufficiente tornare a formare le coppie con i 5 ingranaggi rimasti liberi sul tavolo, senza spostarli dallo stesso tavolo.
Con ordine, il più piccolo (conduttore 2ª marcia) andrà allineato a quello libero più grande, il più piccolo rimasto (conduttore 2ª marcia) andrà allineato a quello libero più grande rimasto e così via fino all'ultima marcia.

H separare gli anelli di ritenzione elastici, i rasamenti, i cuscinetti in base alle dimensioni

Se gli alberi hanno il fusto differente nel profilo scanalato, tutti gli elementi sopra citati vanno separati secondo questo criterio dimensionale.
I cuscinetti radenti possono avere un profilo interno scanalato oppure liscio, ma queste discriminanti geometriche non sono sufficienti a determinare la posizione corretta: nei corpi cilindrici anche l'altezza dev'essere rispettata.
A tal proposito è bene notare anche l'ovvio: sul fusto di qualsiasi albero vi sono più cave a diverse distanze tra loro. Tra due cave lontane ci sposta l'ingranaggio scorrevole, mentre tra due cave vicine gira l'ingranaggio folle.
L'altezza di un cuscinetto non può eccedere lo spazio disponibile tra due cave per anelli elastici di ritenzione a poca distanza tra loro.
Non è invece interessante la posizione angolare dei fori di lubrificazione del cuscinetto radente sull'albero: la canalizzazione interna al cuscinetto è realizzata per distribuire l'olio a prescindere dalla posizione.

I installare gli ingranaggi sugli alberi

Su uno stesso albero possono alloggiare ingranaggi privi di cuscinetti, con cuscinetti radenti o volventi.
Ogni ingranaggio folle deve avere il gioco assiale minimo indispensabile a non mantenerlo forzato: deve sempre girare libero, ma il gioco assiale non deve eccedere 0,5 mm.

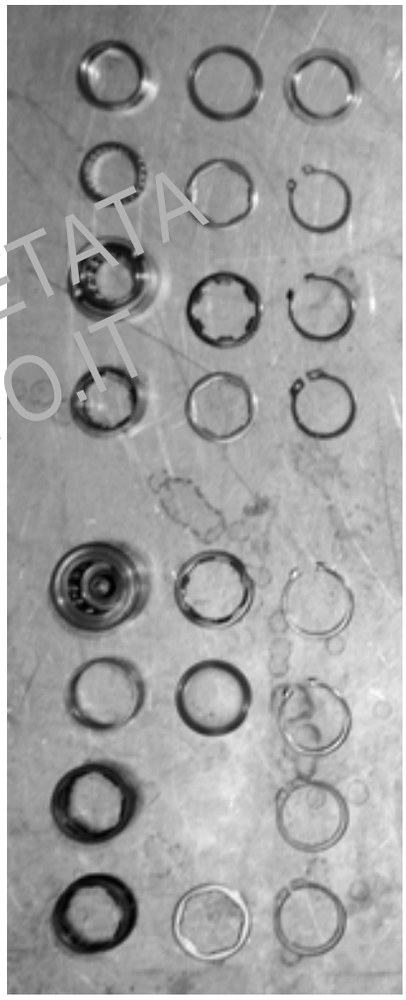


Foto 11 H

RIPRODUZIONE VIETATA © SCUOLAMOTO.IT

MANUALE DI RIPARAZIONE E MANUTENZIONE MOTO E SCOOTER
VOLUME 6 - TRASMISSIONE: dall'ALBERO MOTORE alla RUOTA

Un'idea di Marco Zacchetti

© 2025 Scuolamoto
via B. Quaranta, 50 - Milano (MI)
presso il laboratorio dedicato
di BIKESTAFF.COM S.N.C.
officina riparazione motocicli multimarca

Orario segreteria:
dal lunedì al venerdì
dalle 08:30 alle 13:00
e dalle 14:00 alle 18:30

Tel +39 02.87.19.60.75
www.scuolamoto.it

Questa opera è pubblicata direttamente dall'autore il quale detiene ogni diritto della stessa in maniera esclusiva. Nessuna parte di questo libro può essere pertanto riprodotta o diffusa senza il preventivo assenso scritto dell'autore.

Testi e disegni
Marco Zacchetti

Revisione tecnica testi
Paul Lazar

Produzione fotografica
Gianluca Gobbetti

Post produzione fotografica
Giulia Lucia Zacchetti

Collaudatori operazioni pratiche
Luca Oggioni

Capitolo 1 a cura di
Paul Lazar

Progetto grafico
Erich Borella

Realizzazione grafica e editing
Studio Agazzi – Milano

OFFICINA RIPARAZIONE
MOTOCICLI MULTIMARCA

Questo manuale è stato interamente redatto in Italia grazie a software open source, ma senza alcun ausilio di intelligenza artificiale.