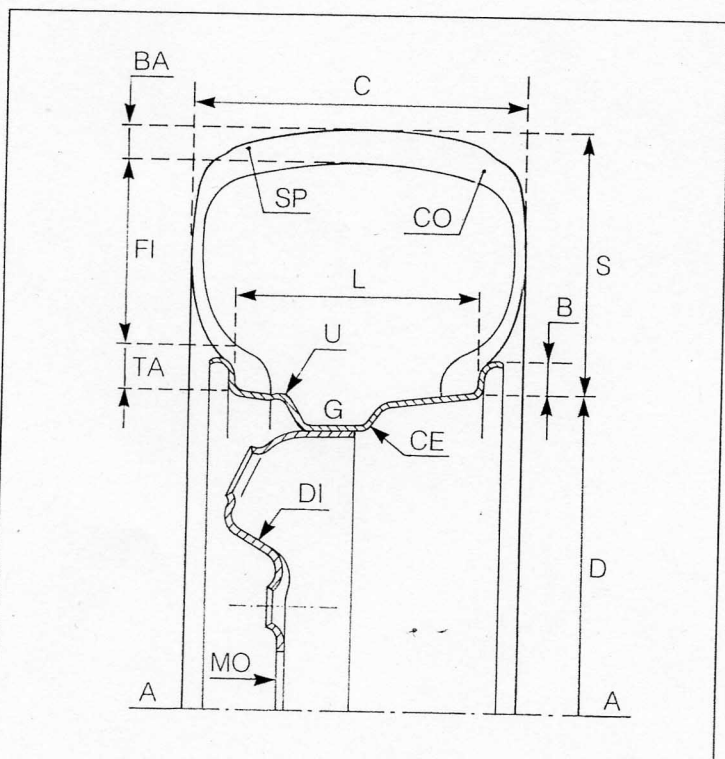
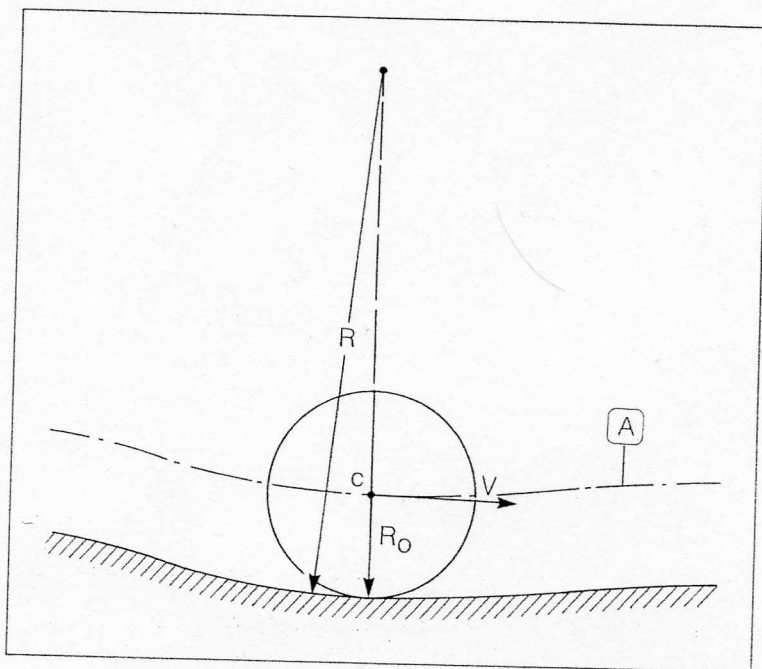


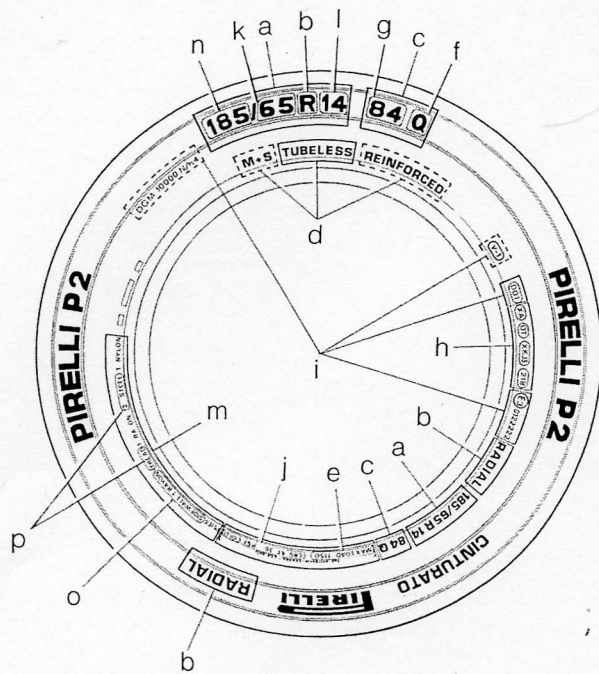
**Figura 1.2** – Schema a blocchi dell'autoveicolo

**Figura 2.1** – Schema per il calcolo dell'accelerazione del centro,  $c$ , di una ruota rigida.

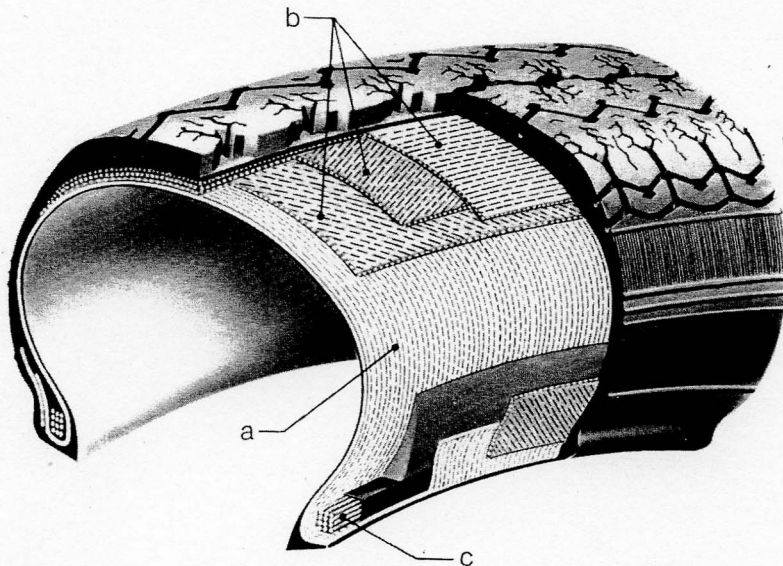


**Figura 2.2** – Semisezione meridiana di una ruota con pneumatico. A-A: asse di rotazione della ruota. CO: copertura; BA: battistrada; FI: fianco; TA: tallone; SP: spalla; C: "corda" o larghezza della sezione; S: altezza della sezione; S/C: rapporto di aspetto (aspect ratio). CE: cerchione - B: altezza della "balconata"; D: diametro di calettamento; G: gola; L: base o larghezza di calettamento; U: risalto antidetallonamento. DI: disco. MO: mozzo.



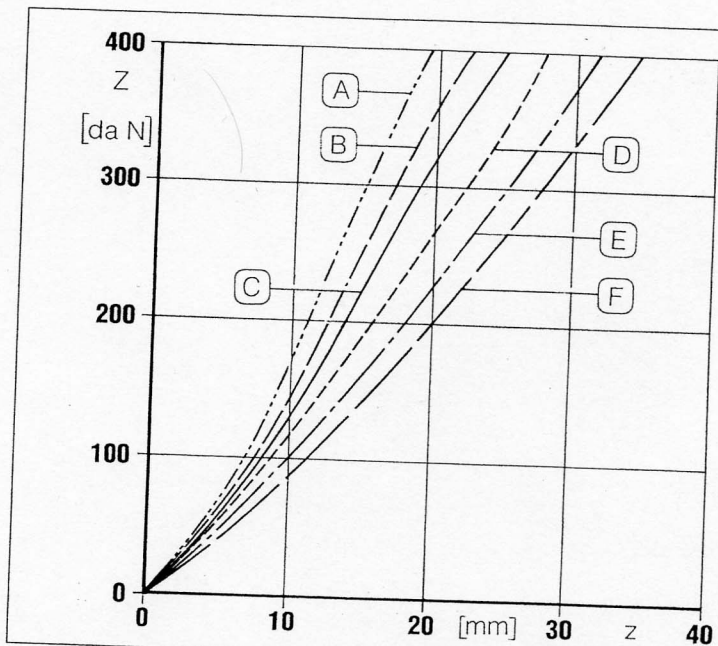


**Figura 2.5** – Marcate sul fianco della copertura. a: caratteristiche dimensionali; b: caratteristica di costruzione; c: caratteristica di servizio; d: caratteristica di utilizzazione; e: carico per ruota/carico massimo/ limite di carico; f: codice di velocità; g: indice di carico; h: matricola; i: omologazioni; j: pressione di gonfiamento; k: rapporto nominale di aspetto; l: diametro nominale del cerchio; m: strati, tele di tessuto; n: larghezza nominale della sezione; o: pneumatico a carcassa (tessile); p: pneumatico a cintura (metallica).

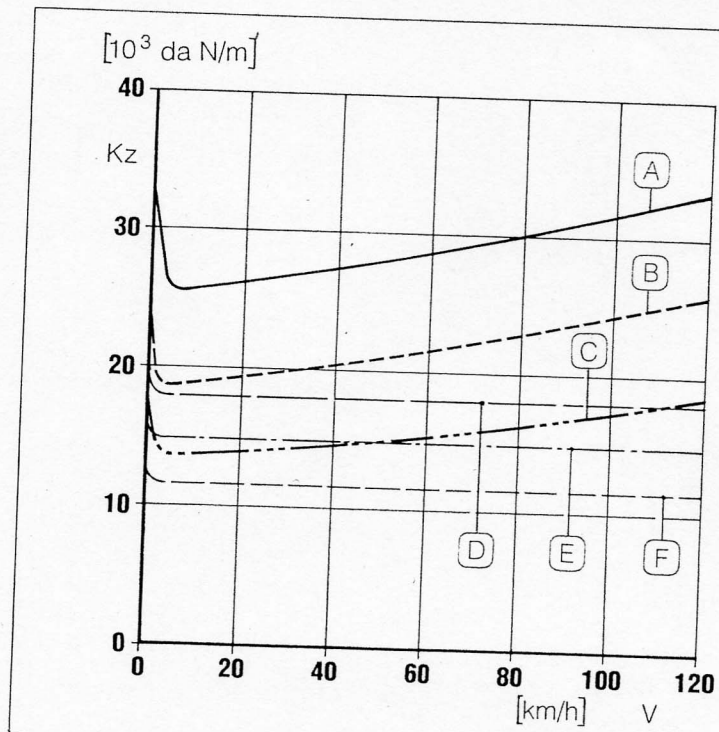


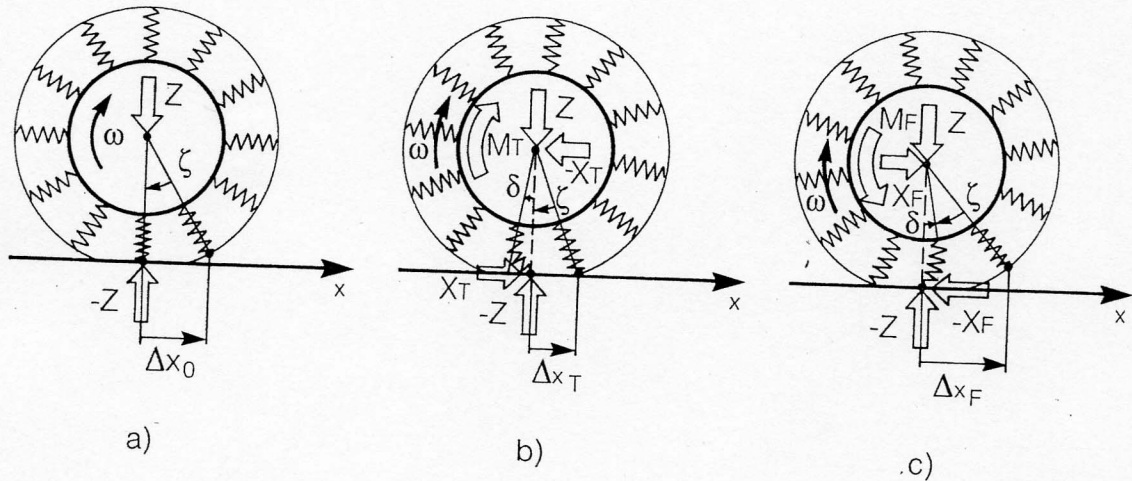
**Figura 2.6** – Pneumatico radiale (radial) per vettura. a: carcassa (radiale) con unica tela a 90°; b: cintura (3 tele, una a 0°, 2 incrociate); c: cerchietti (a spirale).

**Figura 2.9** – Pneumatico da vettura: diagramma carico (Z) schiacciamento (z) - A,B,C: “incrociato” con pressione di gonfiaggio 2,5; 2; 1,5 /bar/, rispettivamente. D, E, F: “radiale” con pressione di gonfiaggio 2,5; 2; 1,5 /bar/, rispettivamente.

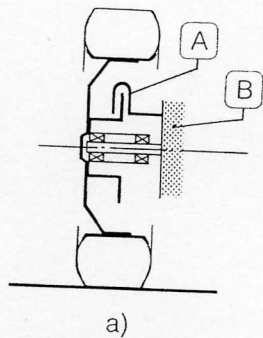


**Figura 2.10** – Pneumatico da vettura: diagramma rigidità dinamica  $K_z = Z/z$  in funzione della velocità  $V$ . A,B,C: “incrociato” con pressione di gonfiaggio 2,5; 2; 1,5 /bar/, rispettivamente. D, E, F: “radiale” con pressione di gonfiaggio 2,5; 2; 1,5 /bar/, rispettivamente.

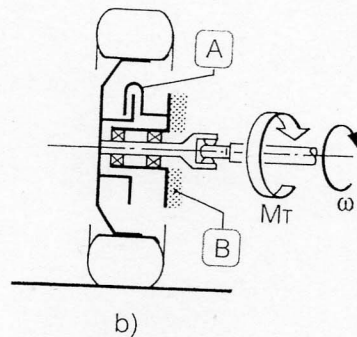




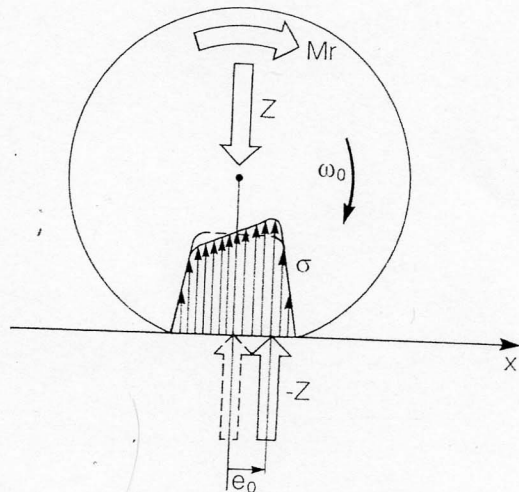
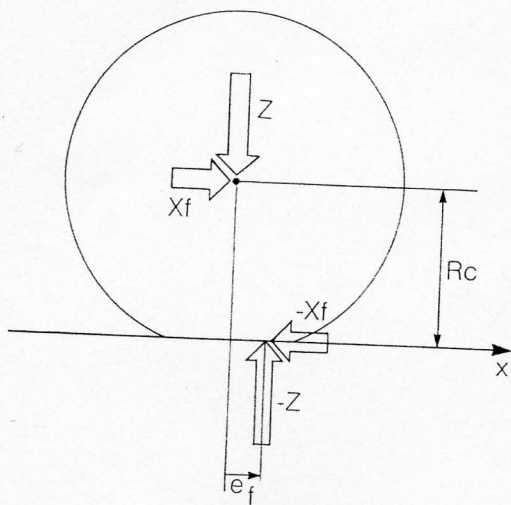
**Figura 2.11** – Modello meccanico dello pneumatico in rotolamento. a) in puro rotolamento; b) in trazione; c) in frenata.



a)



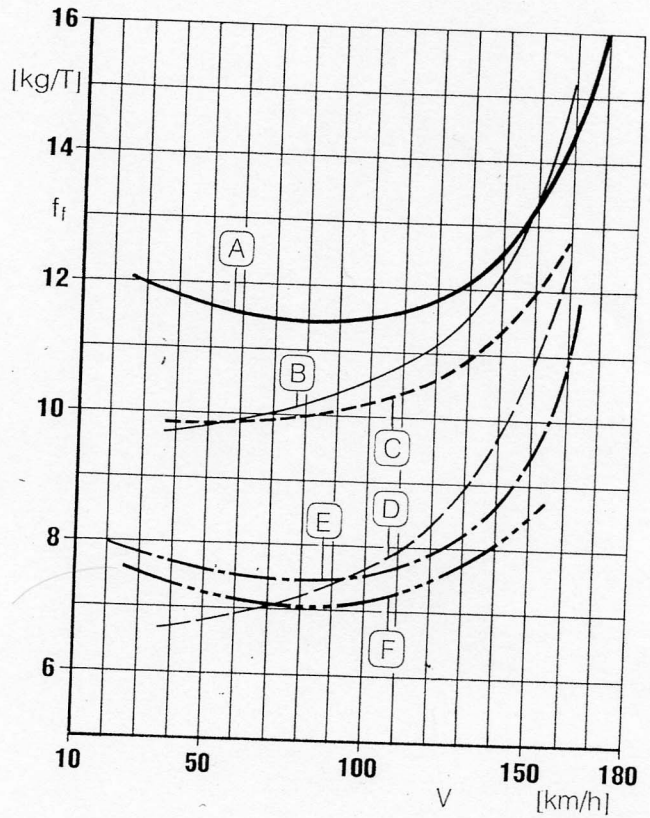
b)



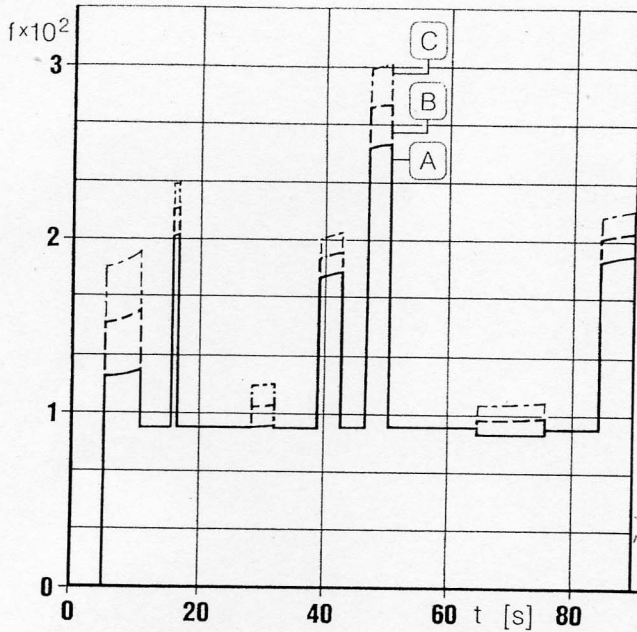
**Figura 2.13** – Schema di ruota “folle” in rotolamento. A: freno; B: supporto del mozzo.

**Figura 2.14** – Schema di ruota motrice in rotolamento. A: freno; B: supporto del mozzo.

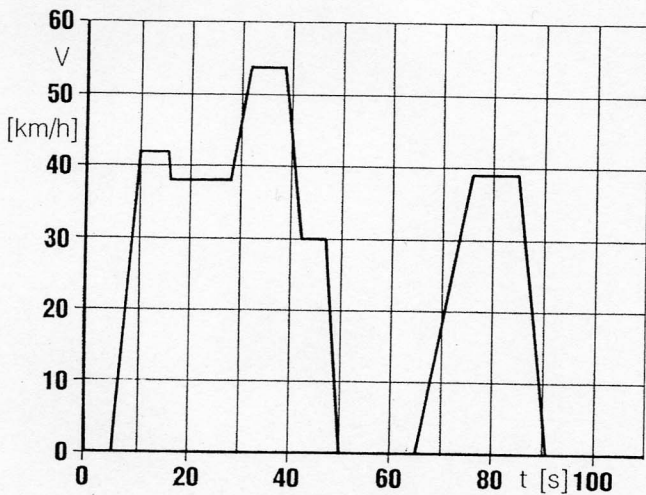
**Figura 2.15** – Coefficienti di rotolamento in “folle” ( $f_f$ ) di ruote “radiali” per vettura. Da Auto Journal, n.3 1996. A: Michelin tradizionale a 2 /bar/; F: Michelin tradizionale a 5 /bar/; E: Michelin “pneu vert”; B: Pirelli 155/70 R 13; C: Pirelli 175/65 R 14; D: Pirelli 155/70 R 13.



**Figura 2.18** – Coefficiente di rotolamento ( $f = f' + f''$ ) per vettura media (massa 1300 kg) che percorre il ciclo di Fig. 2.19



**Figura 2.19** – Ciclo cittadino medio (modulo rappresentativo velocità ( $V$ ) tempo ( $t$ )).

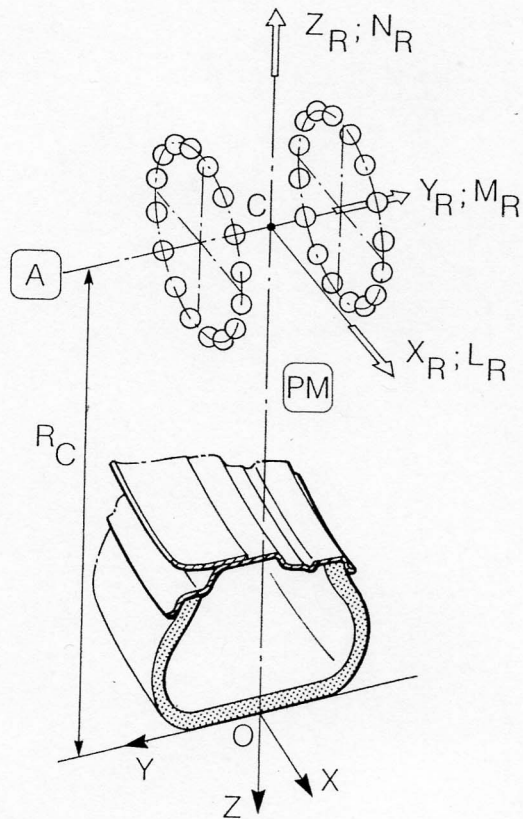


**TABLE 2.1****Rolling Resistance Coefficients**

<b>Conditions</b>	<b>Rolling Resistance Coefficient</b>
Car tires on a concrete or asphalt road	0.013
Car tires on a rolled gravel road	0.02
Tar macadam road	0.025
Unpaved road	0.05
Field	0.1–0.35
Truck tire on a concrete or asphalt road	0.006–0.01
Wheel on iron rail	0.001–0.002

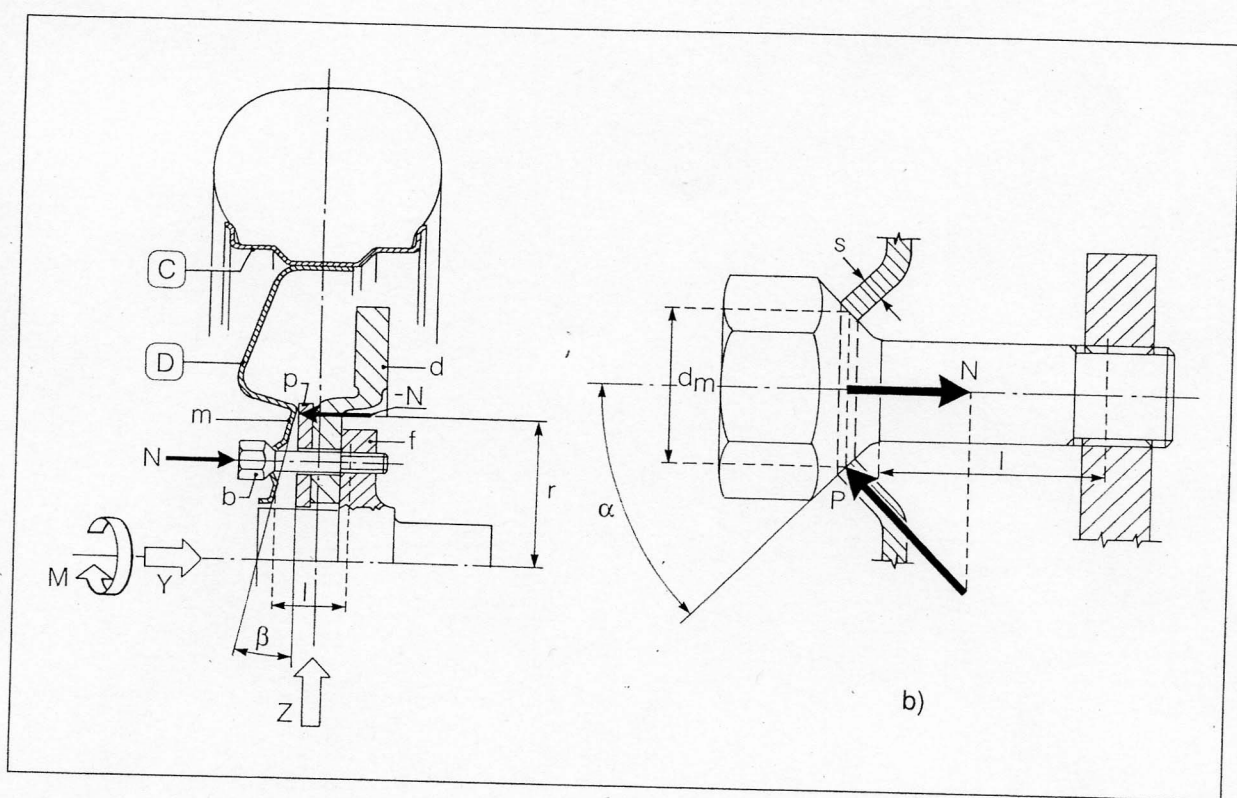


**Figura 3.1** – Sistema d'assi cartesiani coordinati secondo una terna destra, di riferimento del mozzo ruota, ottenuto con lo spostamento dell'origine del sistema di riferimento ruota da O al centro ruota C, dell'asse Y, ( $Y_R$ ), sull'asse ruota e del senso dell'asse Z, ( $Z_R$ ), verso l'alto. A: asse ruota; PM: traccia del piano medio della ruota.

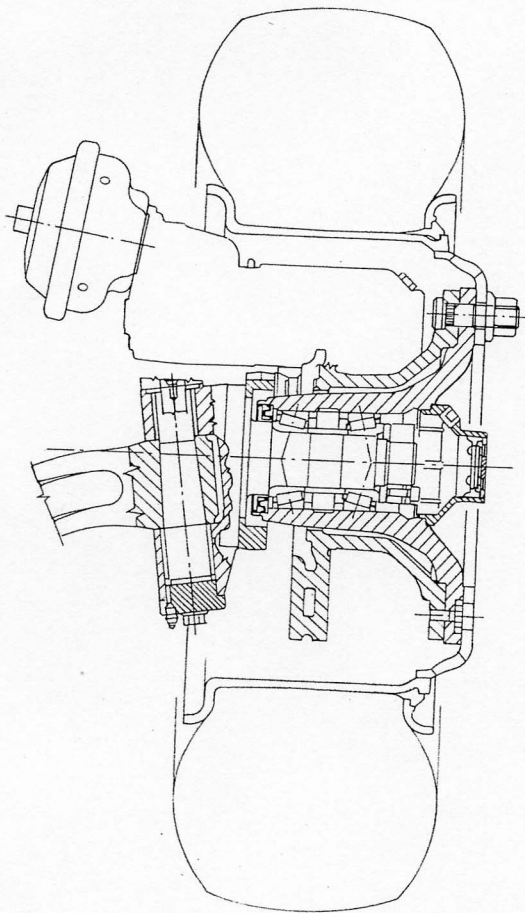




**Figura 3.4** – Semisezione meridiana dell'attacco della ruota al mozzo. C: cerchione; D: disco ruota; b: bullone di fissaggio; d: disco freno; f: flangia del mozzo; m: mozzo del cerchio ruota; p: piastra di appoggio. In b) è riportato particolare del bullone di fissaggio.



**Figura 3.5** – Sezione meridiana del mozzo della ruota di un asse anteriore (sterzante) di veicolo industriale.



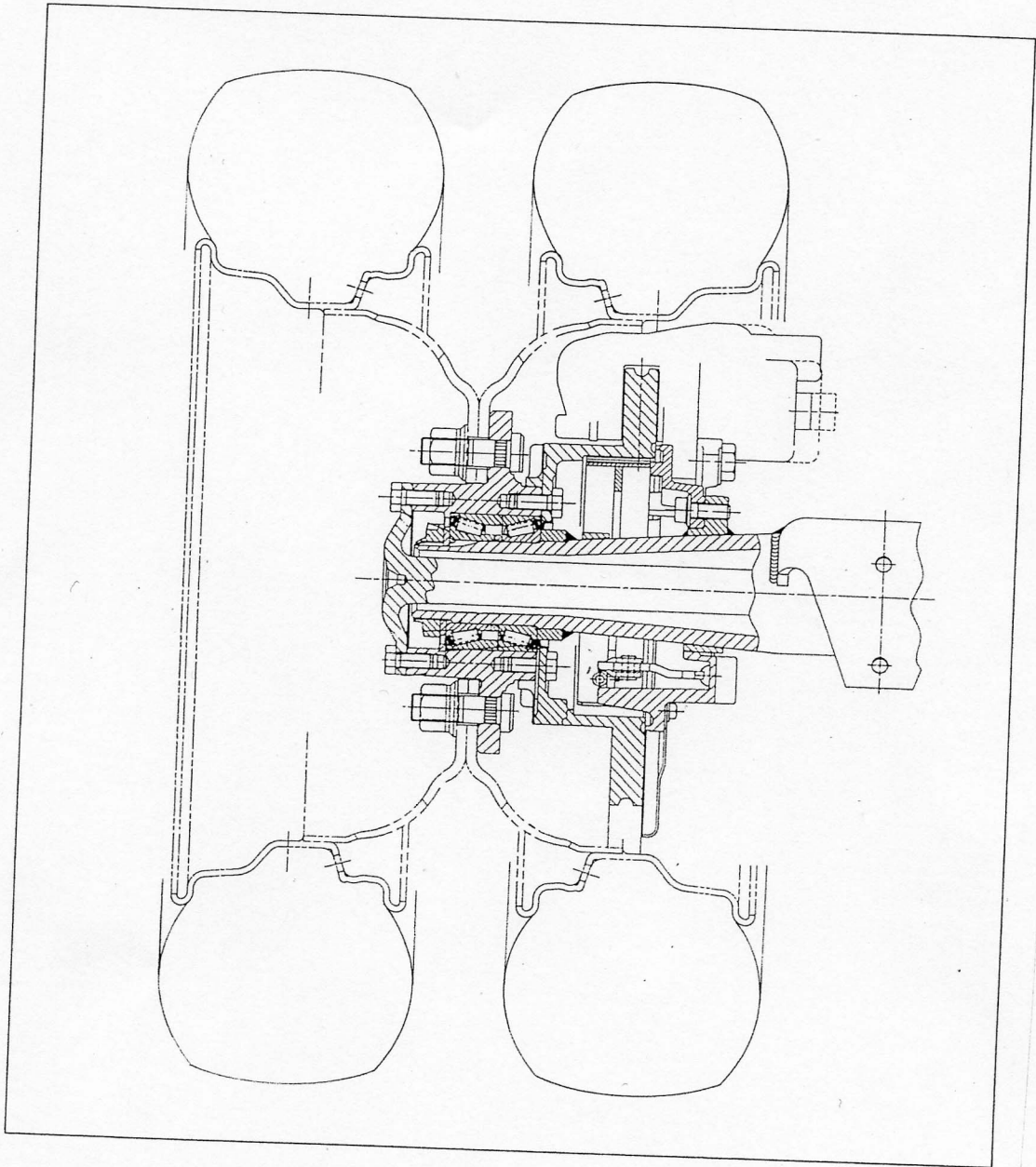
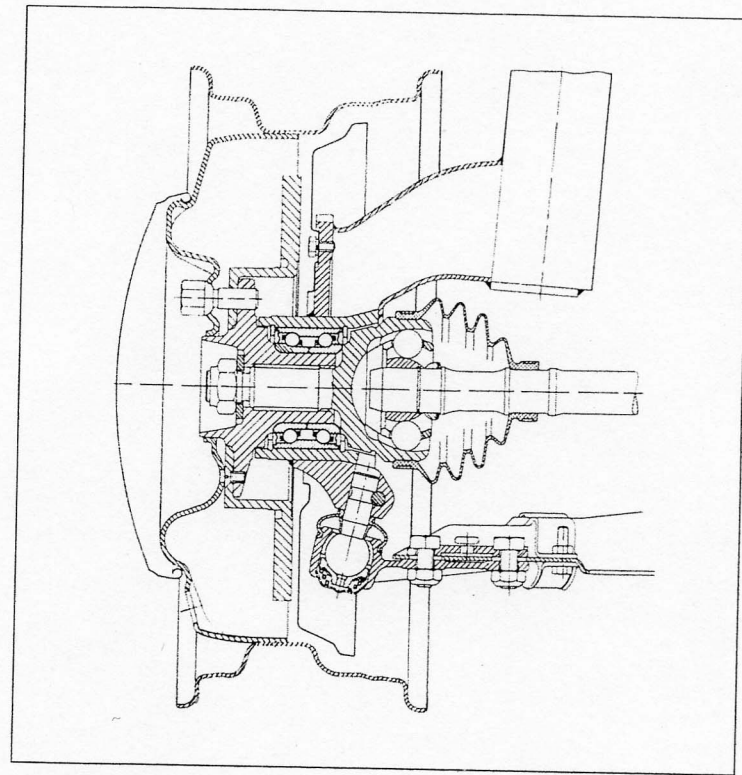
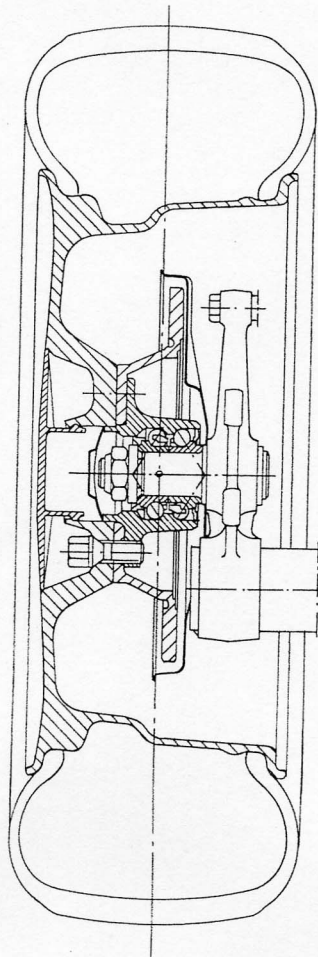
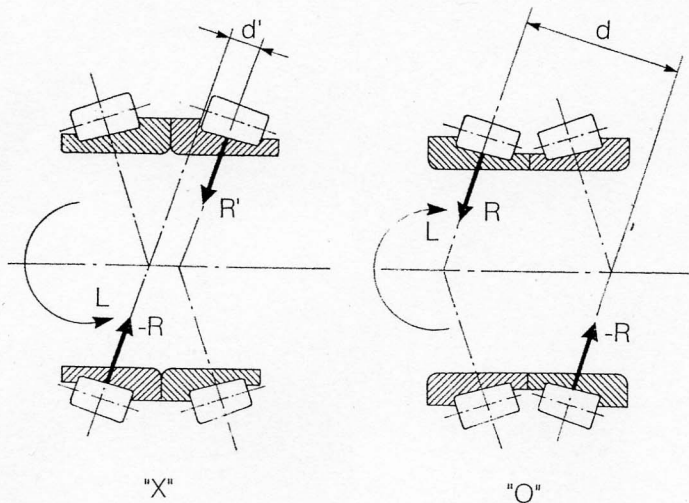


Figura 3.6 – Sezione meridiana del mozzo di ruote gemellate di un asse posteriore (traente) di veicolo industriale.



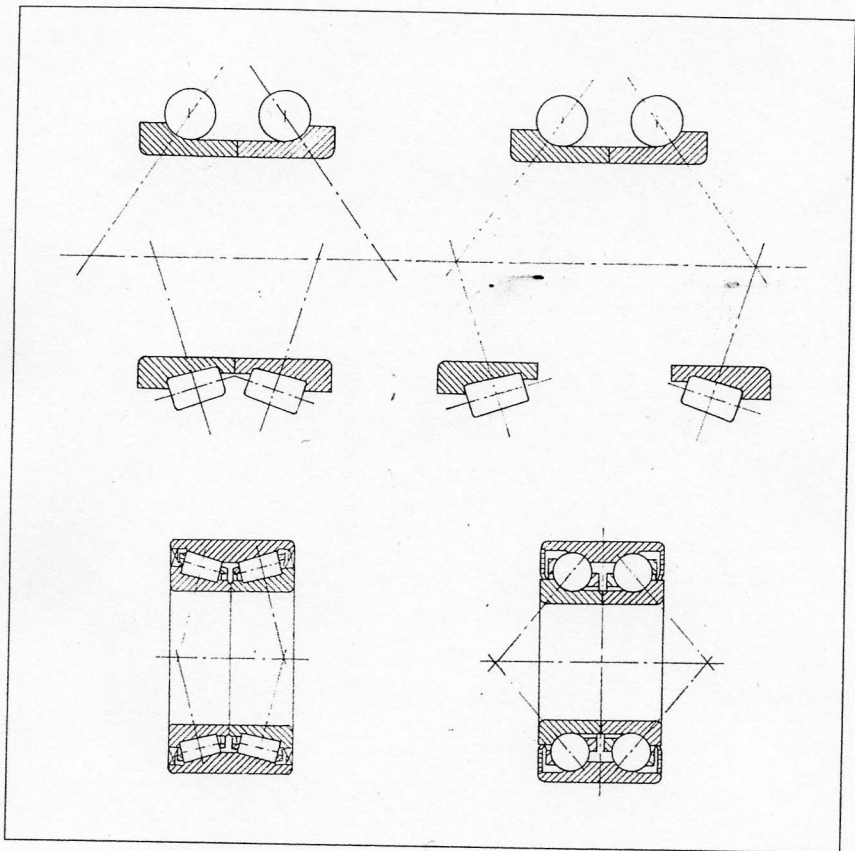
**Figura 3.7** – Sezione meridiana del mozzo di ruota non sterzante, per autovettura (SKF per asse posteriore SAAB “9000”).

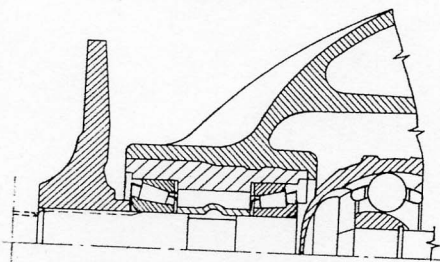
**Figura 3.8** – Sezione meridiana del mozzo di ruota motrice, e sterzante, per l’asse anteriore di autovettura (AUDI “80”, 1973).



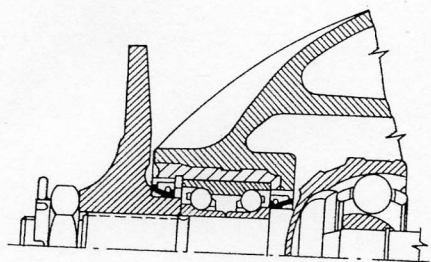
**Figura 3.9** – Possibili accoppiamenti a "X" e a "O" degli anelli interni di cuscinetti a rulli conici.

**Figura 3.12** – Confronto fra gli accoppiamenti ad “O” realizzabili con cuscinetti a sfere su gole oblique e con cuscinetti a rulli conici.

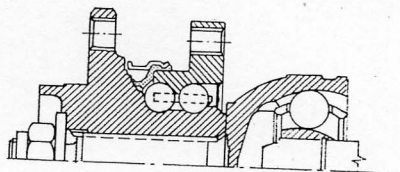




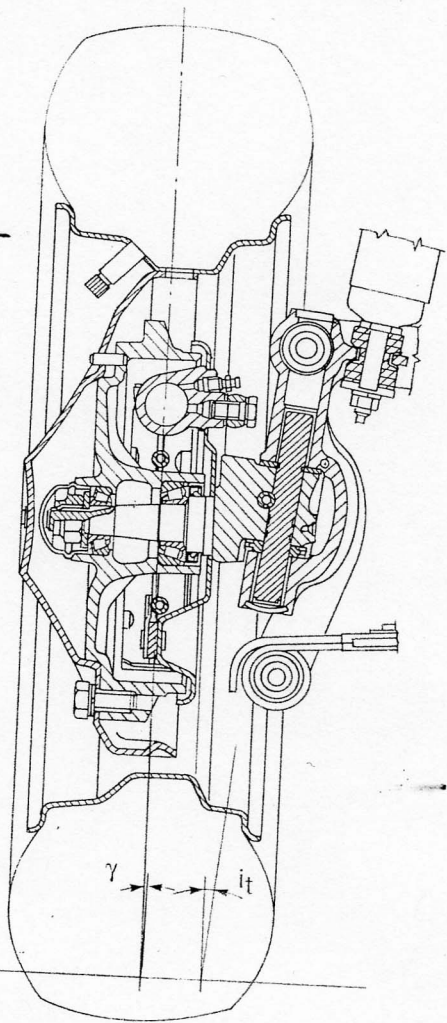
1960



1967

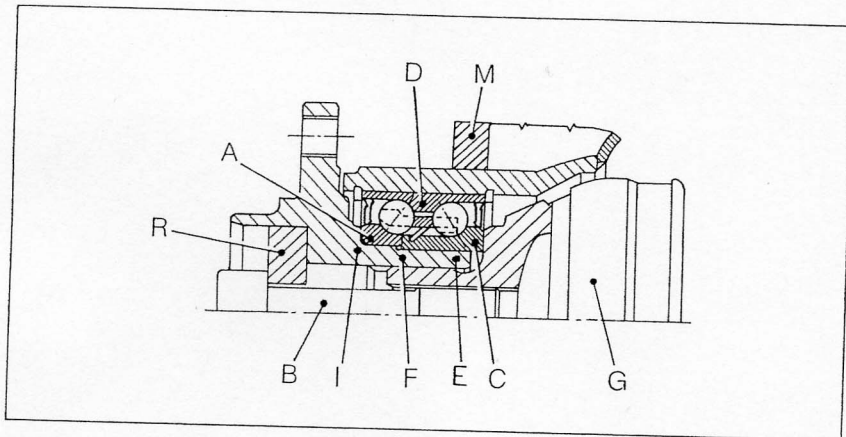


1980

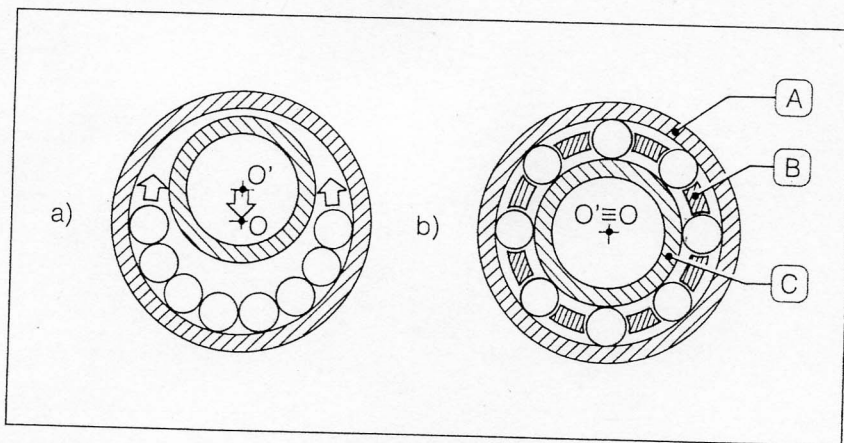


**Figura 3.10** – Cronistoria delle principali evoluzioni del mozzo per ruota motrice di autovettura a trazione anteriore.

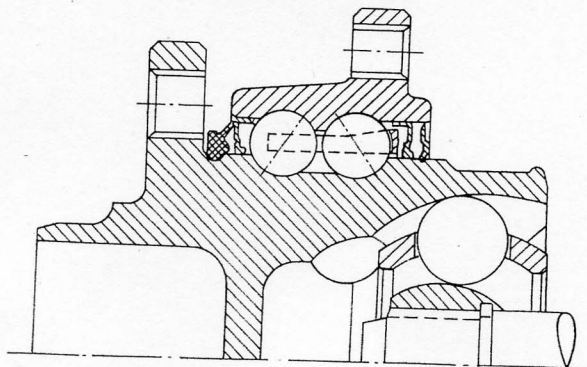
**Figura 3.11** – Sezione meridiana del mozzo di ruota "folle", sterzante, utilizzando due cuscinetti a rulli conici FIAT "Nuova 500" (1957) e "126" (1972).



**Figura 3.13** – Sezione di mezzo dotato di cuscinetti a sfere su gole oblique accoppiati (FAG) per ruota motrice sterzante di autovettura (AUDI “100”, 1991, cfr. rif. /3-1/ Cit:3.1).



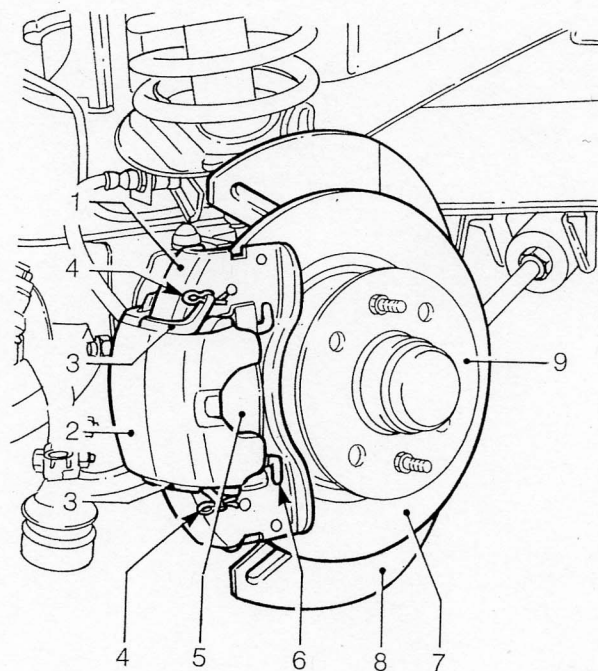
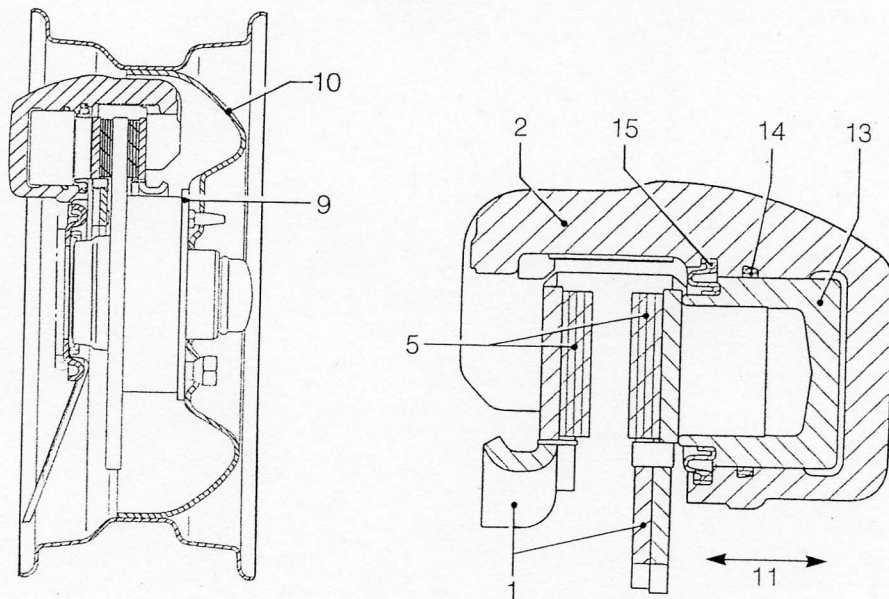
**Figura 3.14** – Schema del montaggio delle sfere su un cuscinetto a doppia corona di sfere su gole oblique, cfr. soluzione SKF per FIAT “Panda”, 1980, in Fig. 3-10. A: anello esterno; B: “gabbia”; C: anello interno.

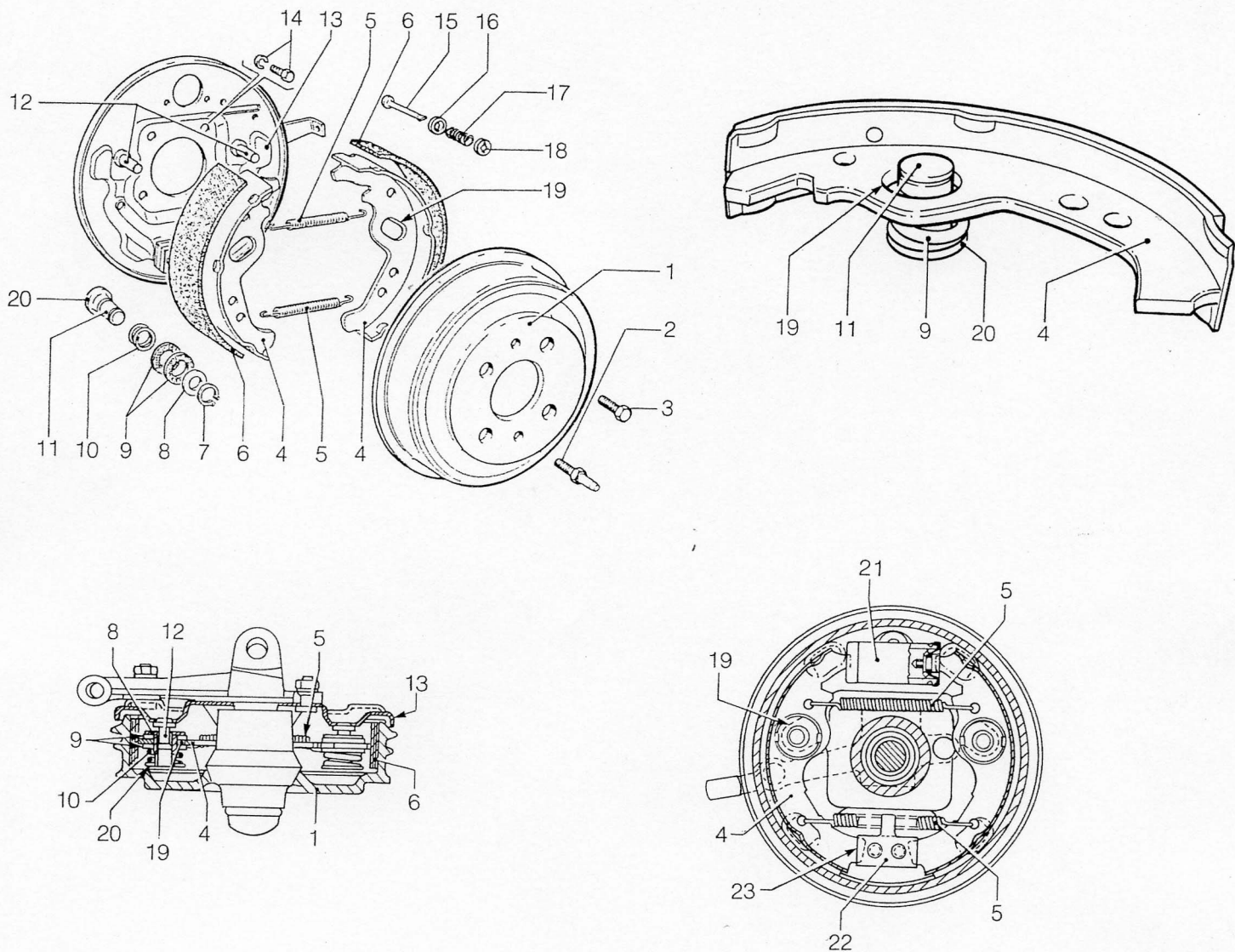


**Figura 3.15** – Sezione di mezzo per ruota motrice e sterzante integrato con giunto di trasmissione.



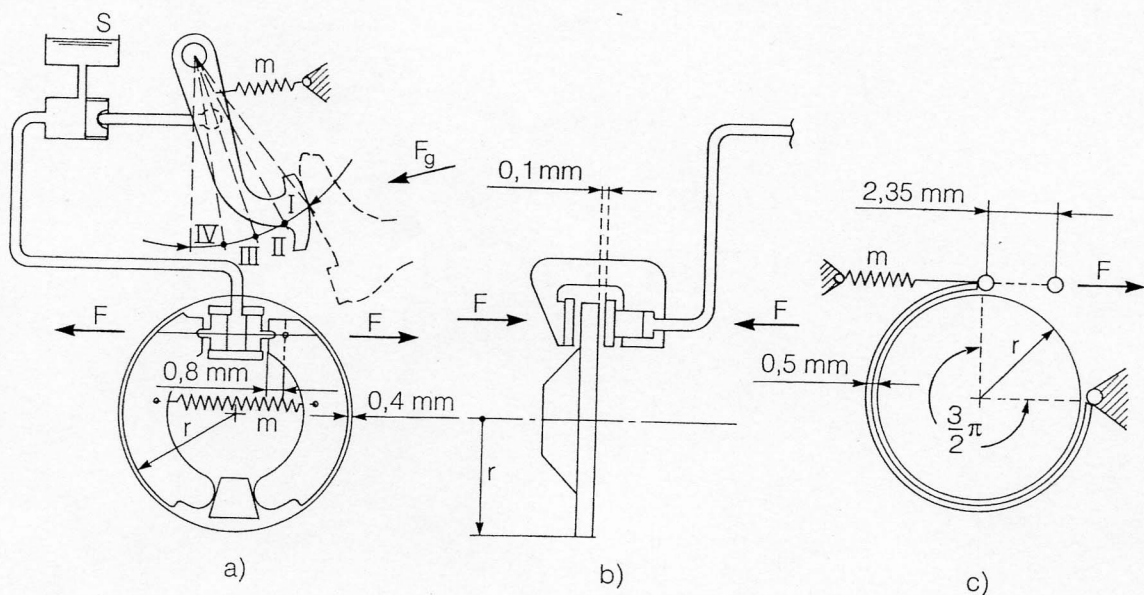
**Figura 7.1** – Freno a disco con pinza “flottante” - 1: supporto fisso della pinza; 2: pinza; 3: pattini esterni (amovibili) dell'accoppiamento flottante di 1 rispetto a 2; 4: fermagli dei pattini 3; 5: “pastiglie” di frizione; 6: fermagli dei pattini interni (amovibili); 7: disco; 8: schermo del disco; 9: flangia vincolo cerchio/ruota; 10: cerchio ruota; 11: direzione di spostamento della pinza flottante; 13: pistone idraulico; 14: guarnizione di tenuta del pistone; 15: cuffia paraolio.





**Figura 7.2** – Freno a ganasce - 1: tamburo; 2: spina centraggio cerchio ruota; 3: bulloni fissaggio cerchio ruota; 4: ganasce (o ceppi); 5: molle di richiamo ganasce; 6: guarnizioni di frizione ganasce; 7: anello fissaggio rondella spallamento, 8, 9: rondelle di frizione; 10: molla pressione rondelle di frizione; 11: "bicchiere" regolazione automatica gioco ganasce/tamburo; 12: pioli interni ai "bicchieri", fissi al piatto porta-ganasce, 13, 14: bulloni fissaggio piatto porta-ceppi; 15: astina sostegno mobile ganasce, con rondella, 16, molla, 17 e ghiera 18; 19: asole su ganasce; 20: spallamento del "bicchiere"; 21: cilindro comando idraulico; 22: appoggio ganasce, con relativa schermatura 23.

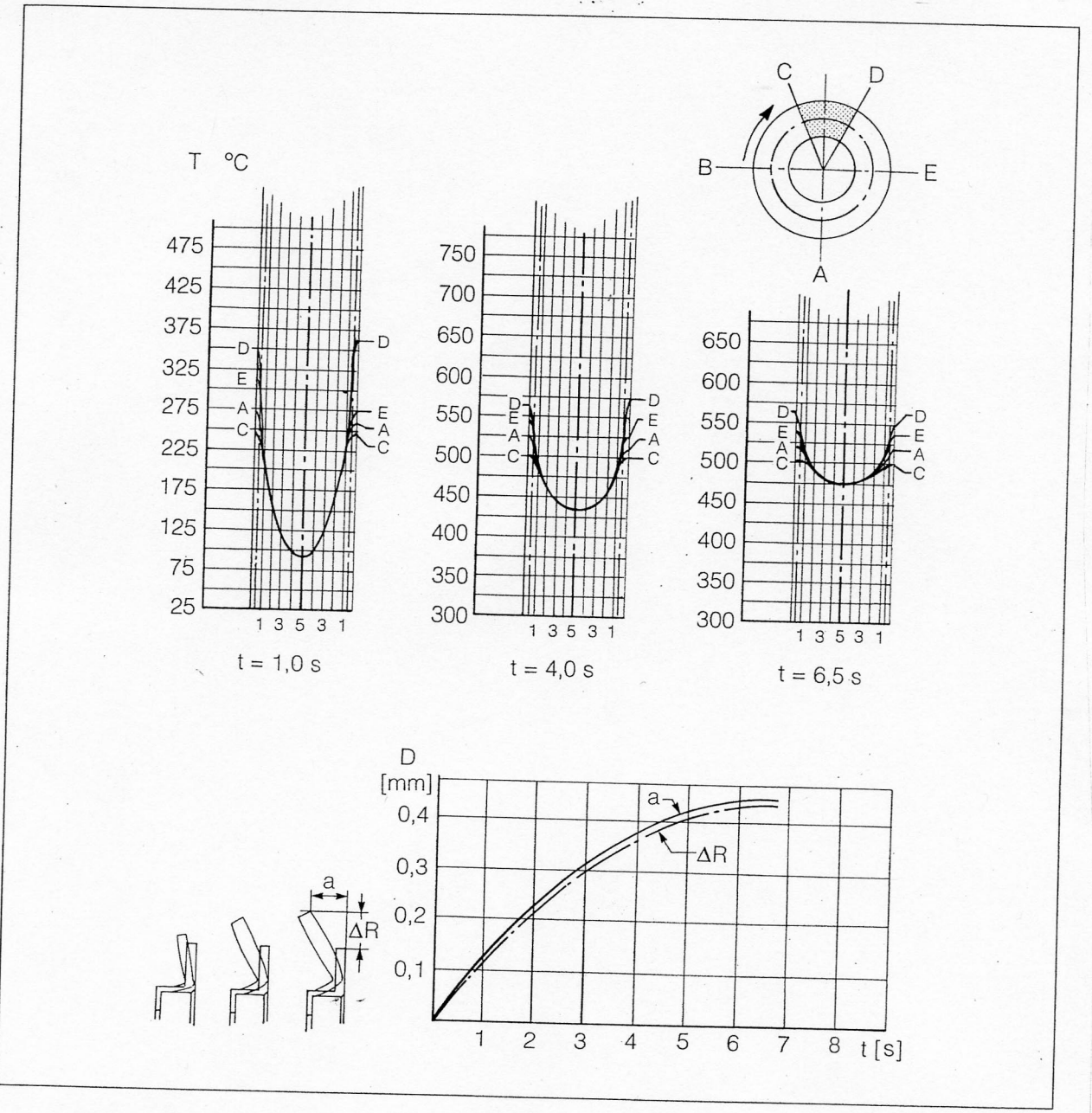
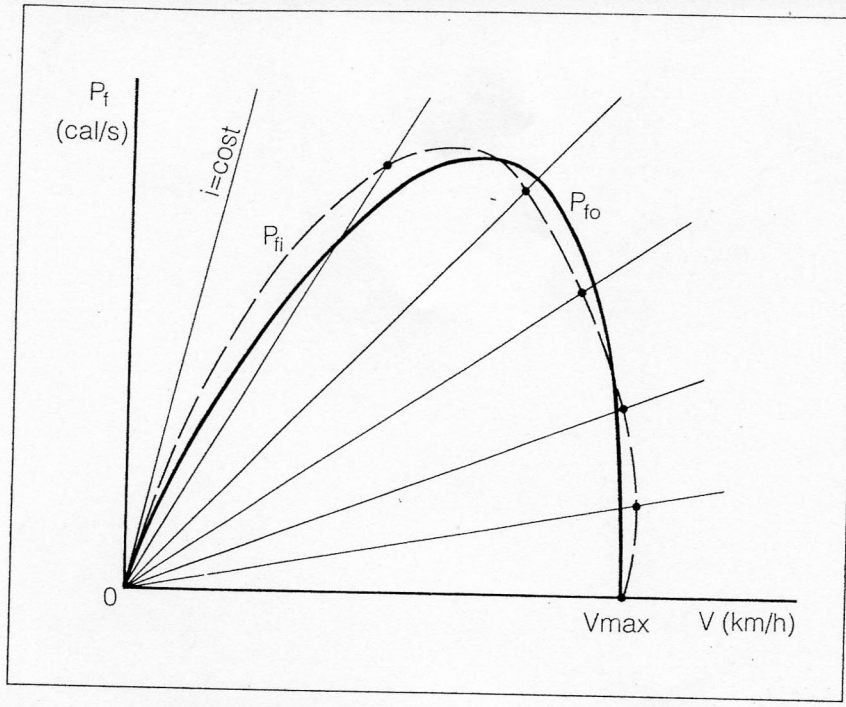
**Figura 7.3** – Corse di comando e giochi nei freni. a) a ganasce; b) a disco; c) a nastro. m: molle di richiamo; s: serbatoio.



**Tabella 7.2** – Dati caratteristici dei freni per auto-veicoli.

		Freno a ceppi	Freno a disco	Freno a nastro
Corse del pedale di comando nel punto di applicazione di $F_g$ (mm)	corsa I	10	10	10
	corsa II	65	60	50
	corsa III	5	10	10
	corsa IV	20	20	30
$E_s$		3	0,75	15
Corsa di ripresa del gioco guarnizione-tamburo (o disco) nel punto di applicazione di $F$ (mm)		1,6	0,2	2,35
$\tau_e$		40,6	300	21,3
$X_f$ , forza frenante alla periferia della ruota per $F_g = 500$ N		21000	39000	28000

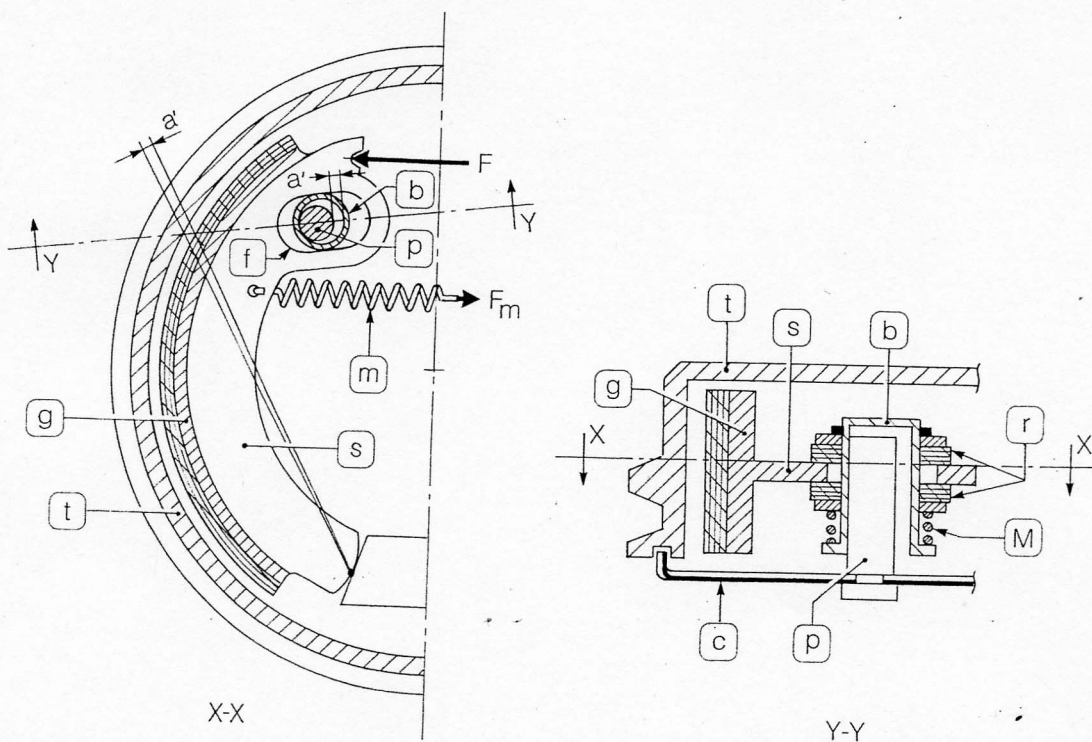
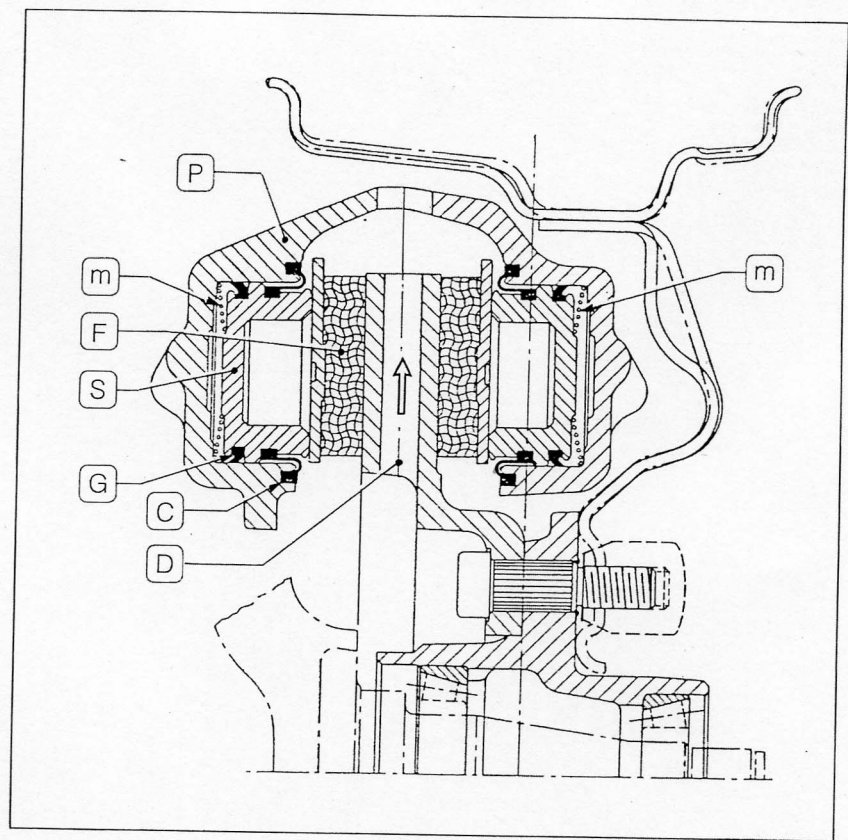
**Figura 7.4** – Potenza da dissipare in calore nei freni: nel moto vario  $P_{fo}$ , tratto continuo; nel moto a regime (in discesa)  $P_{fi}$ .



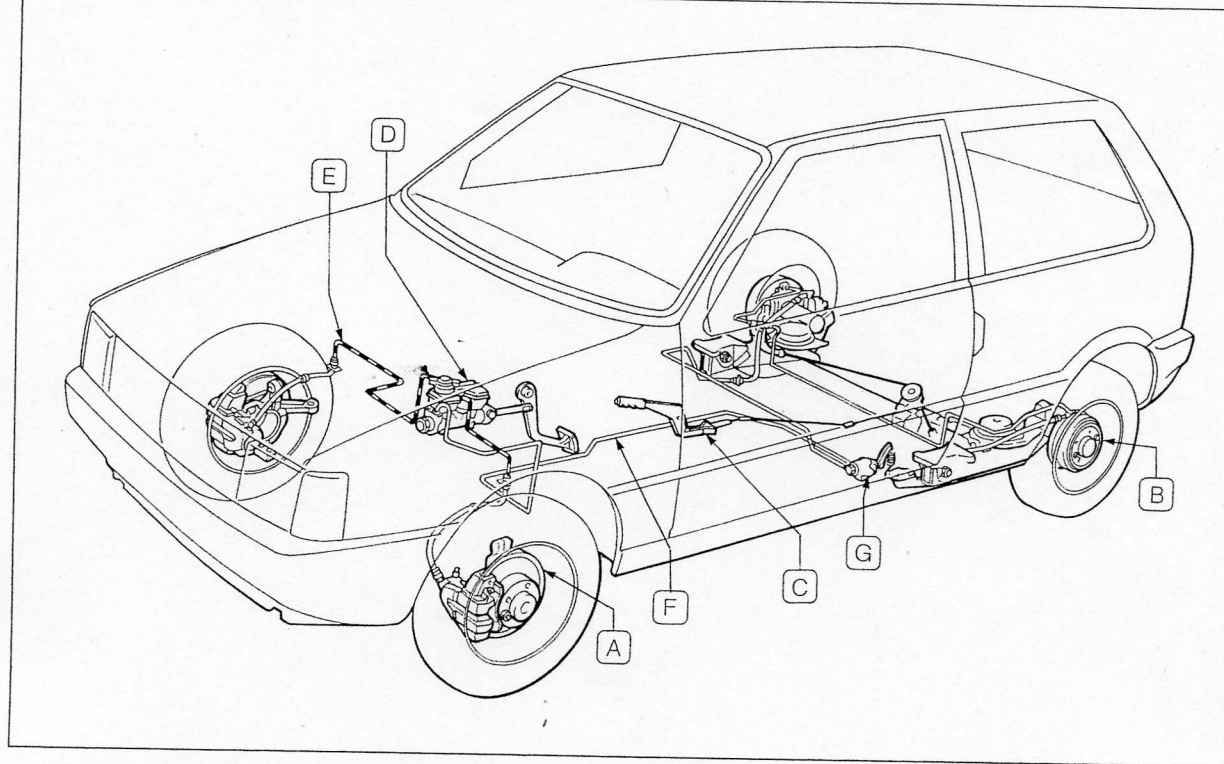
**Figura 7.5** – Stress termico ( $T^{\circ}\text{C}$ ) e relative deformazioni ( $D$  mm) del bordo esterno di un freno a disco in funzione del tempo: a: spostamento in direzione assiale; ( $R$ : in direzione radiale). (da ATA n. 11 1984)



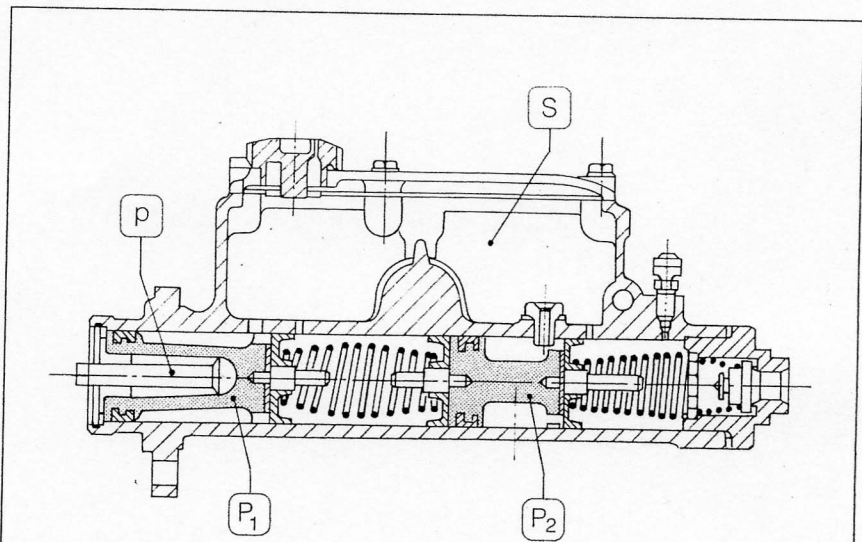
**Figura 7.6** – Semi-sezione meridia-  
 niana di un freno a disco del tipo a  
 pinza fissa con pistoni contrapposti  
 e mollette a spirale, m, per il  
 ricupero del gioco fra guarnizioni  
 frenanti e disco. D: disco “auto-  
 ventilante” (grazie a canalizzazio-  
 ni radiali percorse dall’aria nel  
 senso della freccia, per effetto  
 centrifugo); P: pinza; S: pistone  
 idraulico; F: pastiglia frenante; G:  
 guarnizione di tenuta; C: cuffia  
 paraolio.



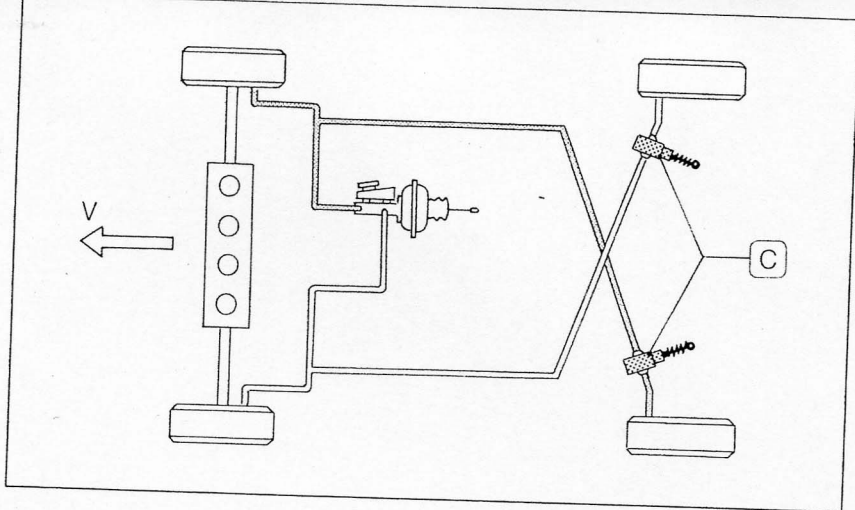
**Figura 7.7** – Dispositivo  
 automatico ripresa giochi  
 in un freno a ganasce  
 (FIAT mod. 126). a': gioco  
 di accostamento; b: “bic-  
 chiere”; c: piatto porta-  
 ganasce; f: feritoia; g:  
 ganasce; m: molla di  
 richiamo; p: piolo; r: ron-  
 delle di frizione; s: “costo-  
 la” della ganasce; t: tam-  
 buro.



**Figura 7.8** – Schema di comando idraulico freni e comando meccanico freno di stazionamento. A: freno anteriore a disco; B: freno posteriore a ganasce; C: leva comando freno a mano (sulle ruote posteriori); D: pompa a pedale con doppio pistone (v. Fig. 7-9); E: circuito idraulico ruote anteriori; F: circuito idraulico ruote posteriori; G: correttore di frenata.

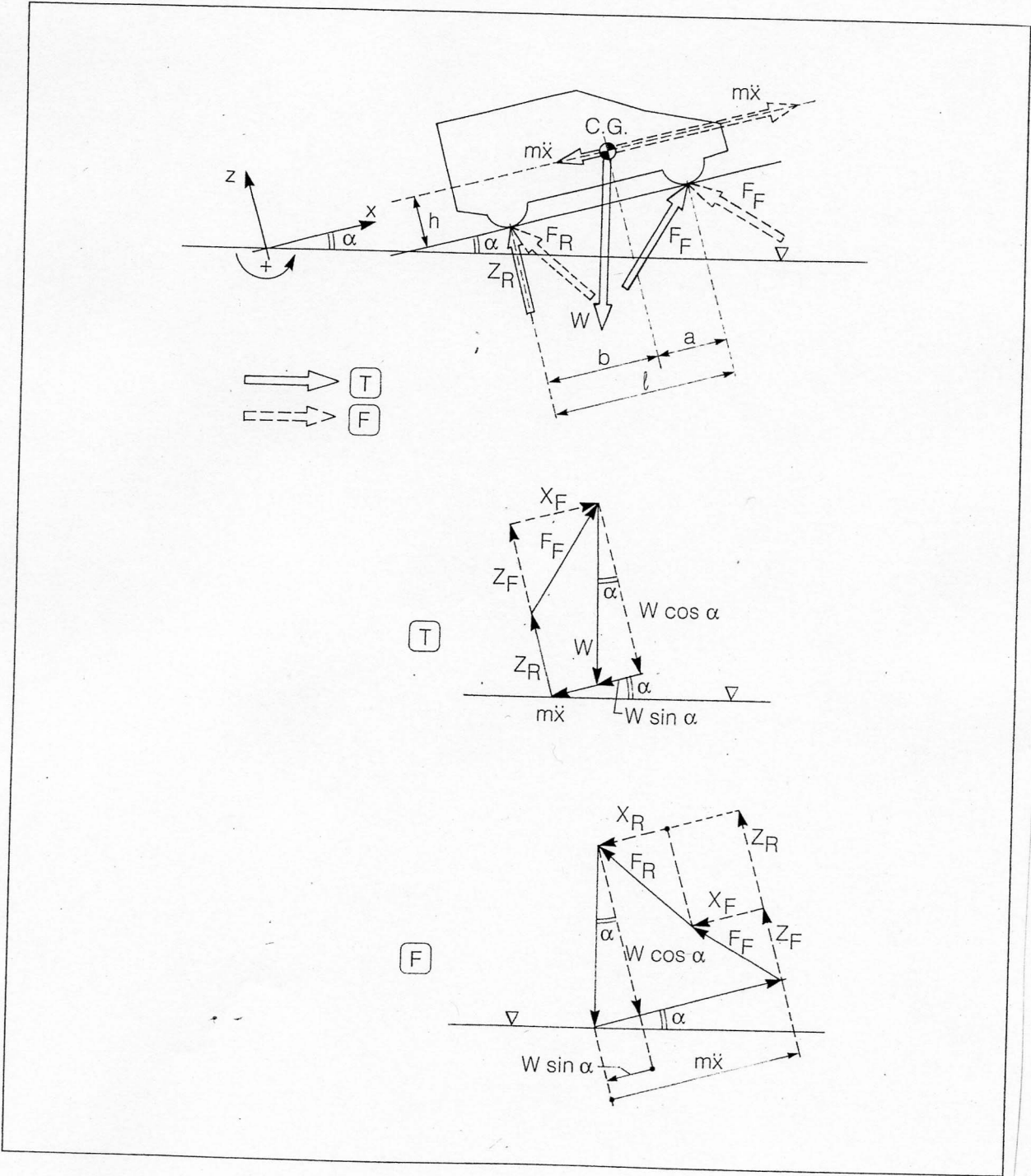


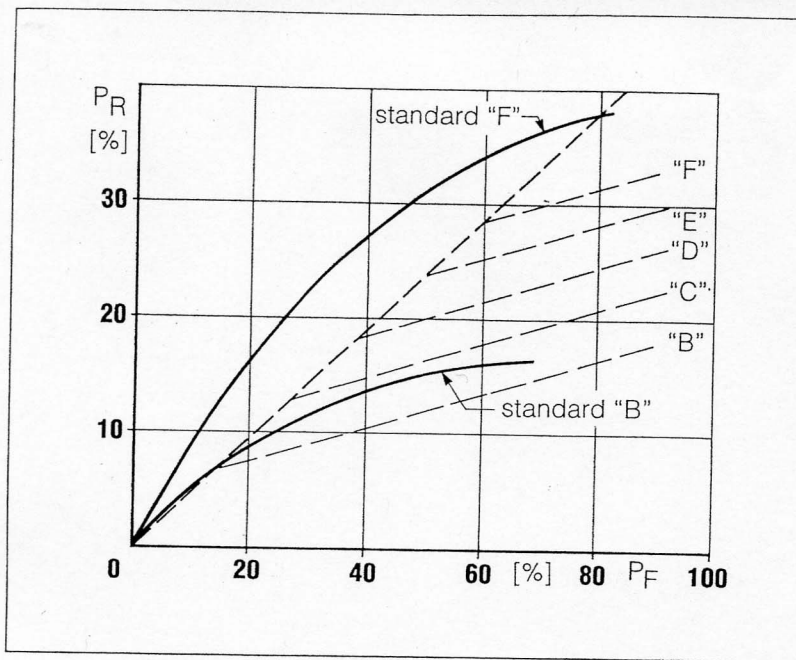
**Figura 7.9** – Pompa idraulica per doppio circuito frenante. P1: primo pistone comandato dal pedale tramite il puntale p; P2: secondo pistone comandato dal primo pistone tramite la colonna di fluido interposta nel cilindro; S: serbatoio dell'olio. Nota: l'uscita dell'olio pompato dal primo pistone non è visibile in questa sezione.



**Figura 7.10** – Schema del doppio circuito frenante in configurazione ad “X”. C: doppio correttore di frenata. V: senso di marcia.

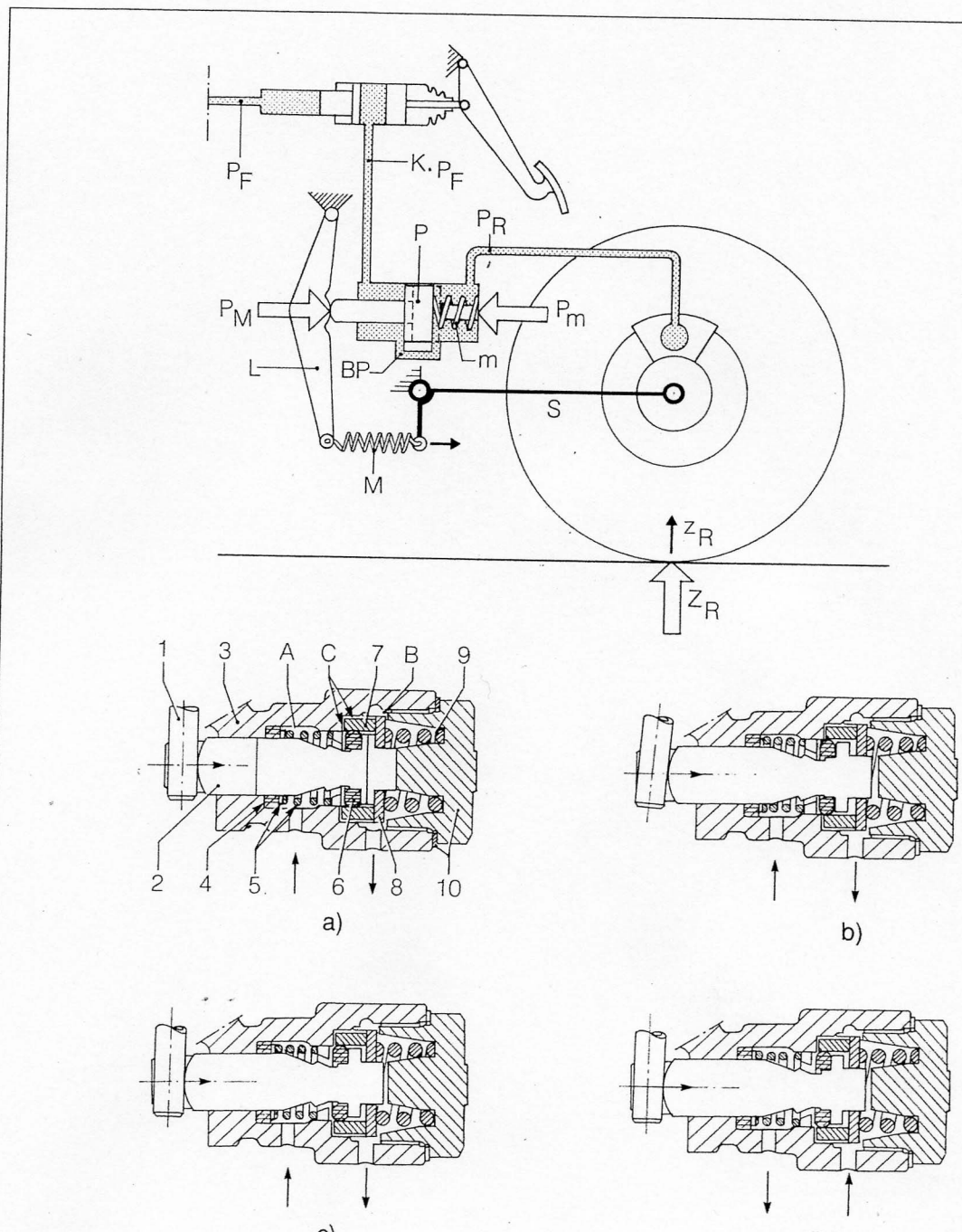
**Figura 7.11** – Schema di equilibrio del veicolo in frenata su strada in pendenza.





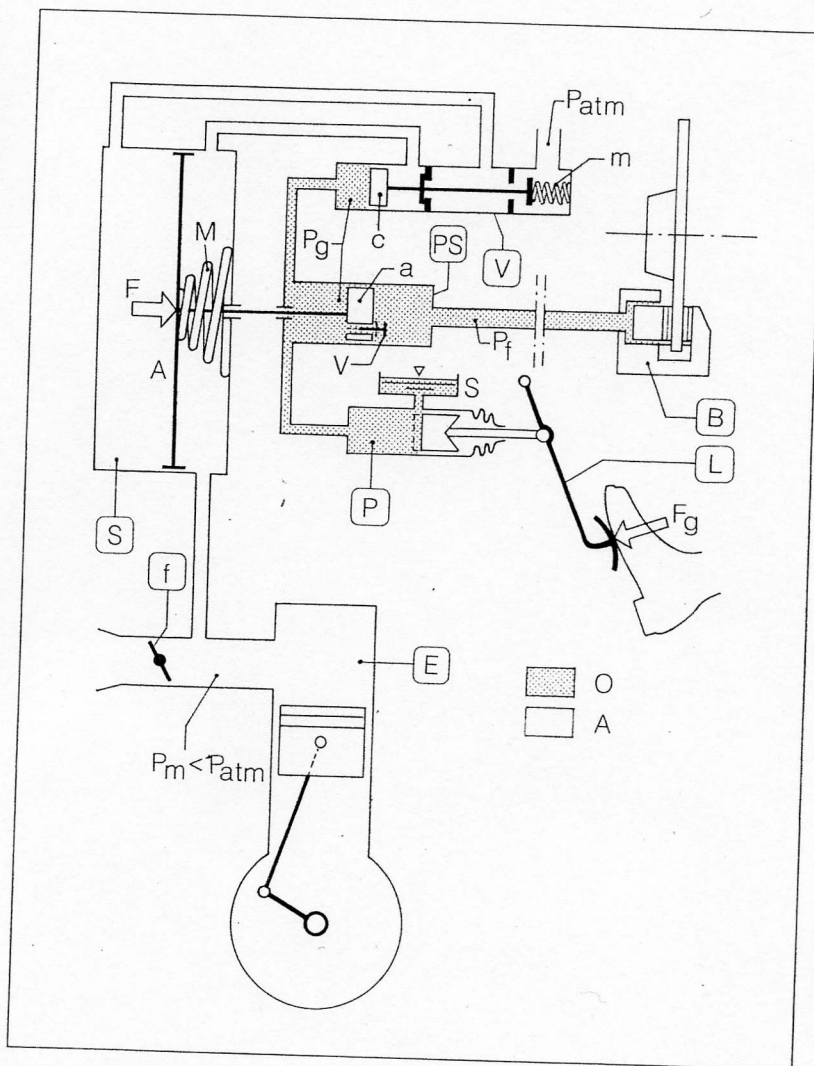
**Figura 7.12** – Diagramma di ripartizione ideale delle pressioni nel circuito frenante in condizioni di carico minimo (Standard "B", con solo guidatore) e massimo (Standard "F", con 5 persone a bordo), curve a tratto continuo; diagramma attuato con il "correttore" di frenata, spezzate a tratteggio.

**Figura 7.13** – Schema di un "correttore" di frenata con pistone P ripartitore della pressione  $P_R$  agente sui freni dell'asse posteriore in funzione del carico  $Z_R$  gravante su di esso. a) in condizioni di "by pass"; b), c), d) in condizioni di funzionamento.





**Figura 7.14** – Schema di servofreno pneumatico a depressione. A: aria; O: olio; B: freno; L: pedale; P:pompa; PS: surpressore; V: cassetto pneumoidraulico; E: cilindri motore con relativo collettore e valvola di ammissione gas, f.



**Figura 7.15** – Servofreno

pneumatico integrato. C1, C2: camere dell'attuatore pneumatico .E: corpo di comando e regolazione.

M: raccordo tubazione in depressione dal motore.

1: condotto in depressione;

2: cuffia di protezione; 3 e

6: molle della valvola di

regolazione (V); 4: filtro

aria; 5: puntale comando

valvola V; 7, 8: comunica-

zioni di C1 con l'atmosfera

tramite il valvolismo di

regolazione (E); 9: stan-

tuffo del valvolismo

(E); 10: stantuffo pneu-

matico di supporto della

membrana 11 per tenuta

stagna dello stantuffo stes-

so rispetto al coperchio 13;

12: disco di reazione del

puntale 14; 15: molla di

ritorno dello stantuffo 10;

16: corpo pompa idraulica;

17: sede raccordo a tre vie

tubazioni freni; 18,19 fori

di compensazione e ali-

mentazione pompa; 20:

molla di reazione del pisto-

ne idraulico 24 dotato di

anello di tenuta 23 premu-

to dal porta anello flottante

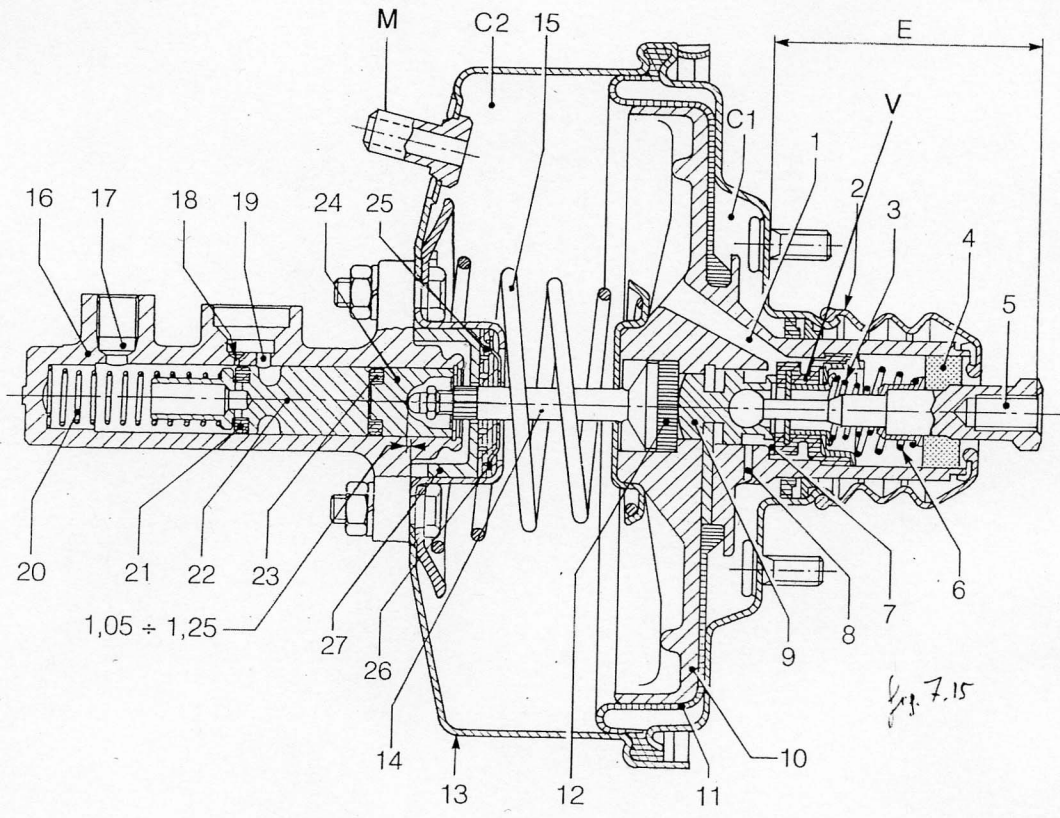
22; 21: anello flottante; 25

guarnizione anteriore di

tenuta con scodellino 26 di

centraggio del puntale 14 e

scodella di guida 27.

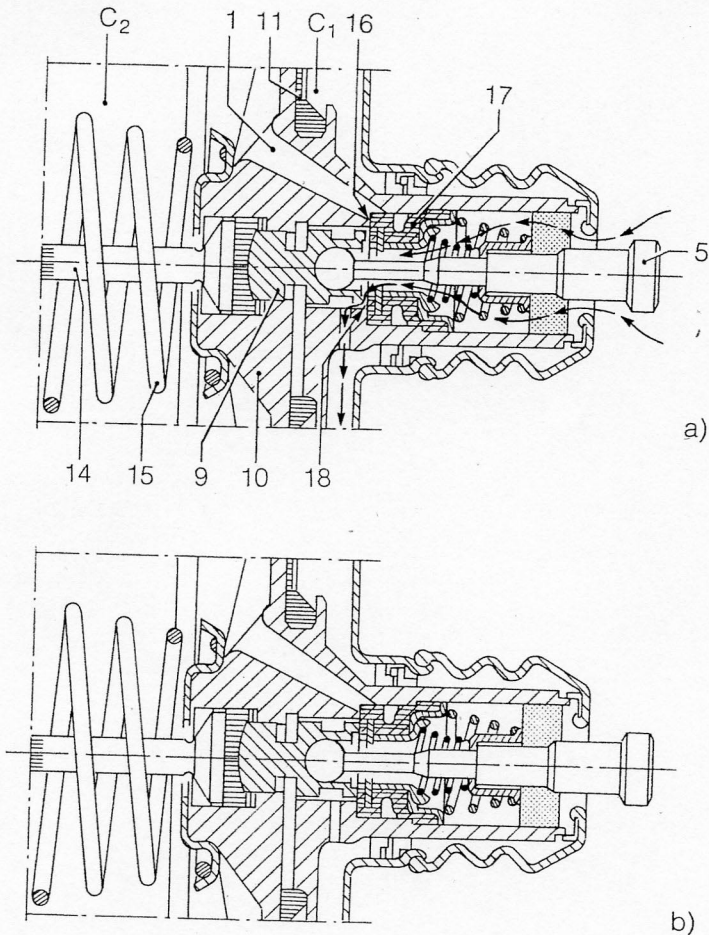


16 17 18 19 24 25  
20 21 22 23

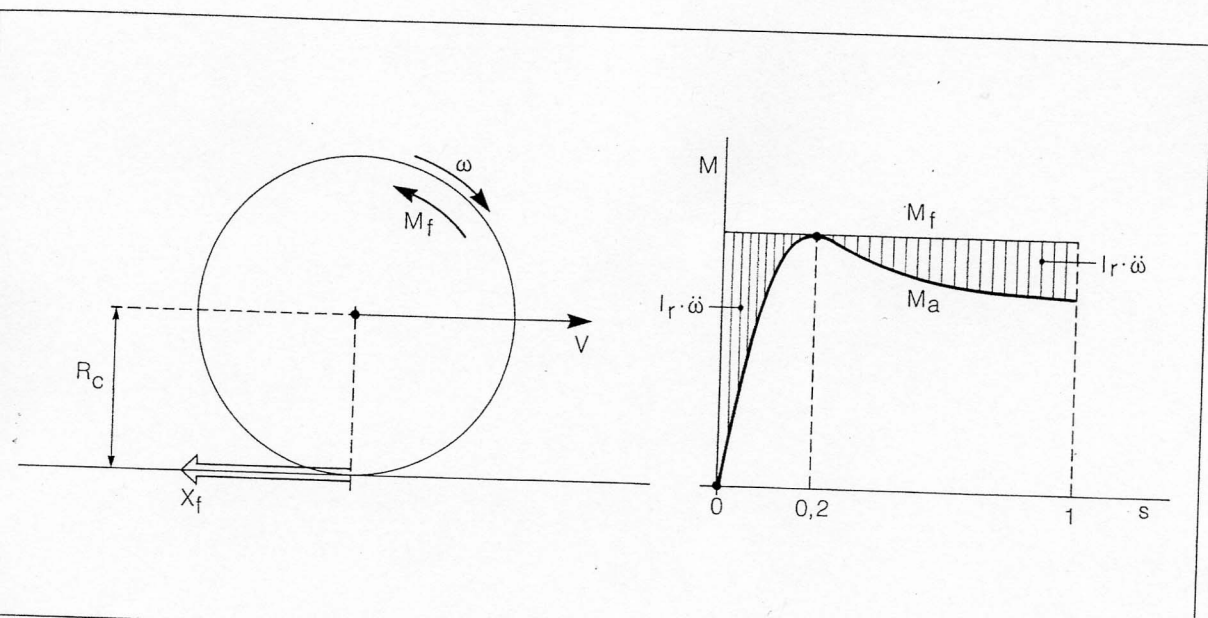
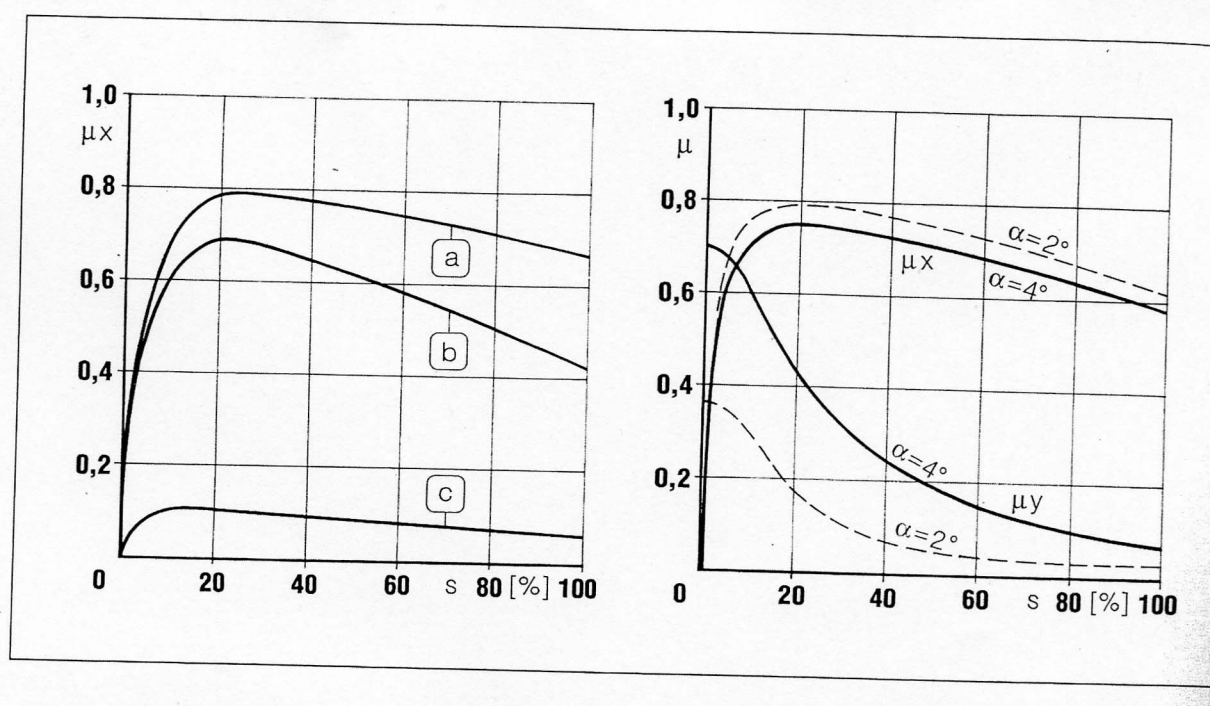
1,05 ÷ 1,25

Fig. 7.15

**Figura 7.16** – Funzionamento del servofreno pneumatico integrato. (descrizione nel testo).

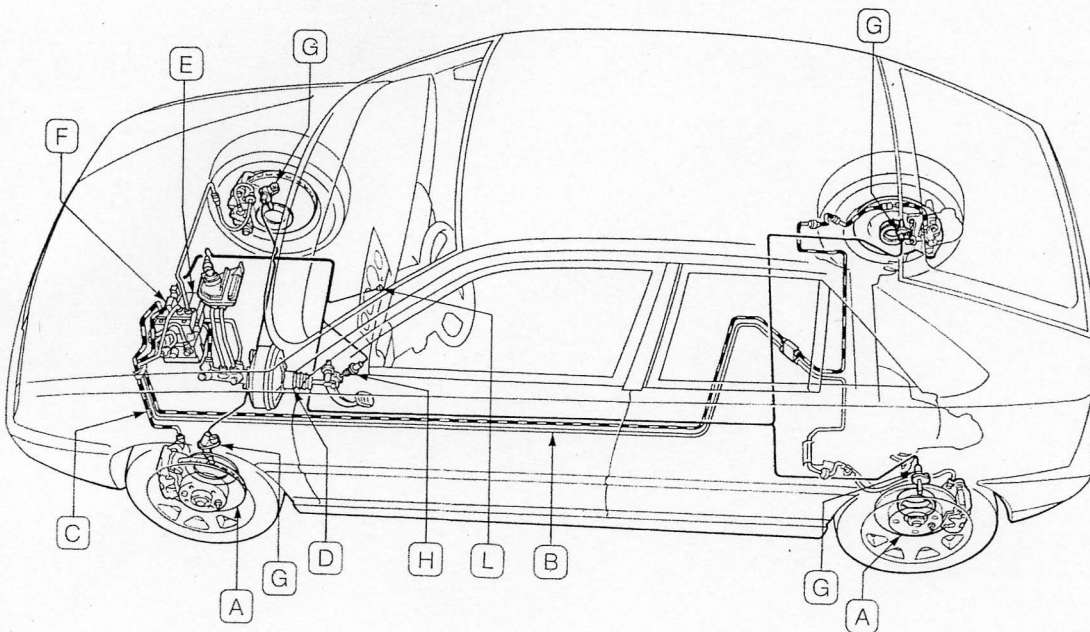
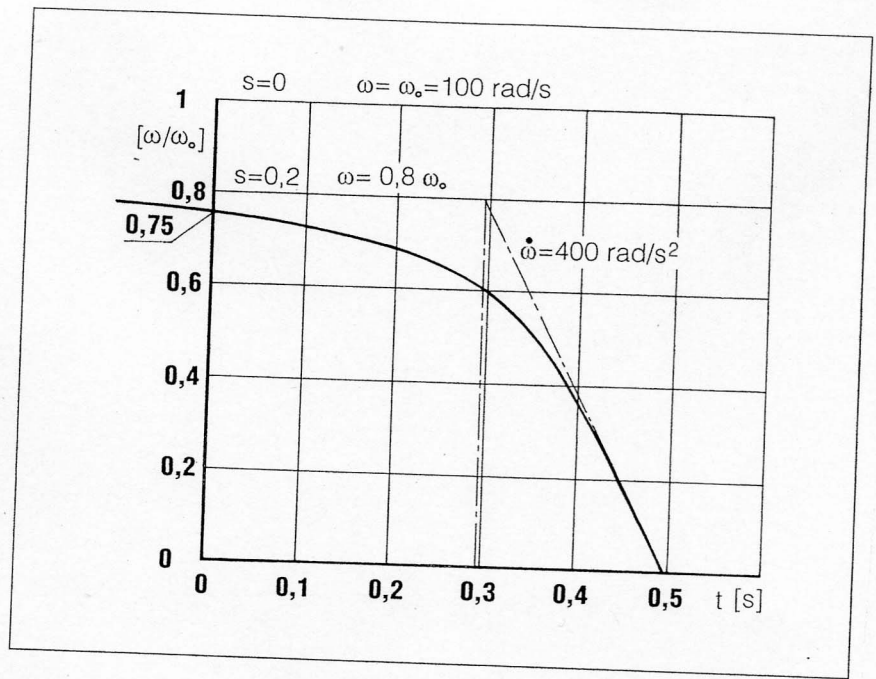


**Figura 7.17** - a) coefficiente di aderenza longitudinale  $\mu_x$  in funzione dello scorrimento  $s$  e dello stato della superficie stradale: a: asciutta; b: bagnata; c: ghiacciata. b) coefficienti di aderenza  $\mu_x$  e  $\mu_y$ , ad angolo di deriva costante  $\alpha = 2^\circ$  e  $4^\circ$ , in funzione dello scorrimento,  $s$ .



**Figura 7.18** - Condizioni di equilibrio dinamico della ruota in frenata.

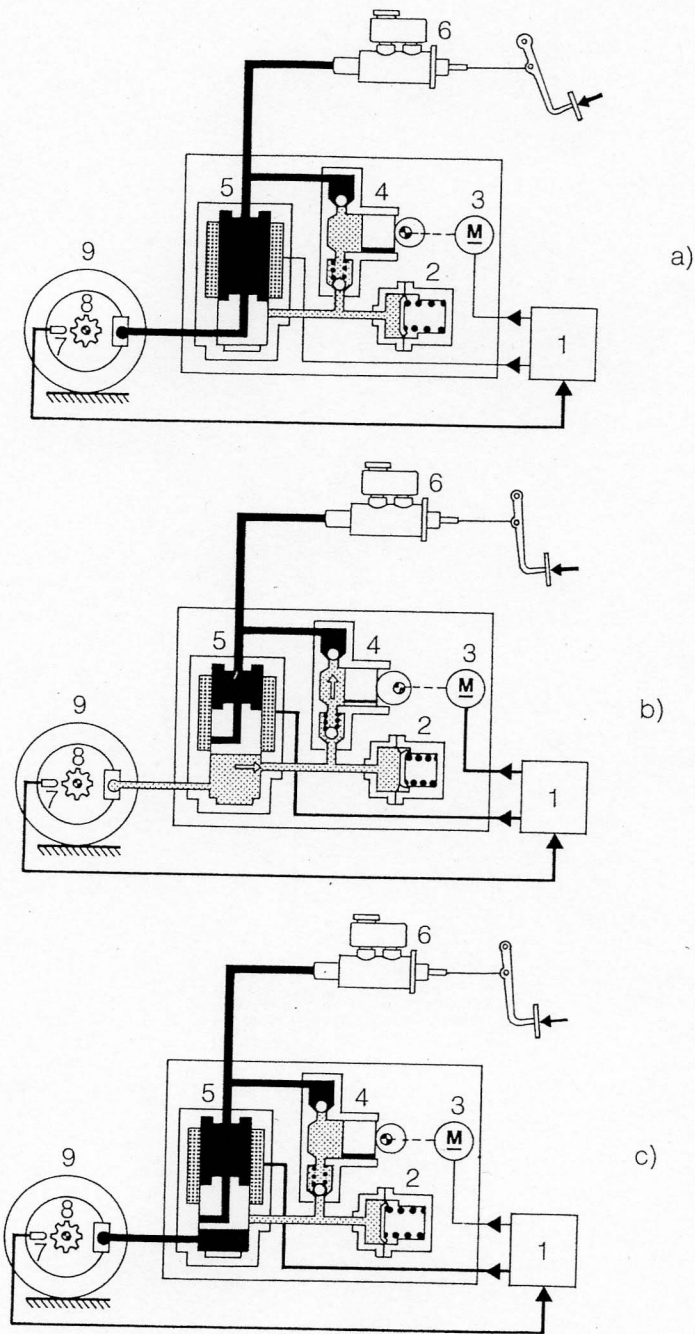
**Figura 7.19** – Riduzione di velocità di una ruota in fase di bloccaggio.

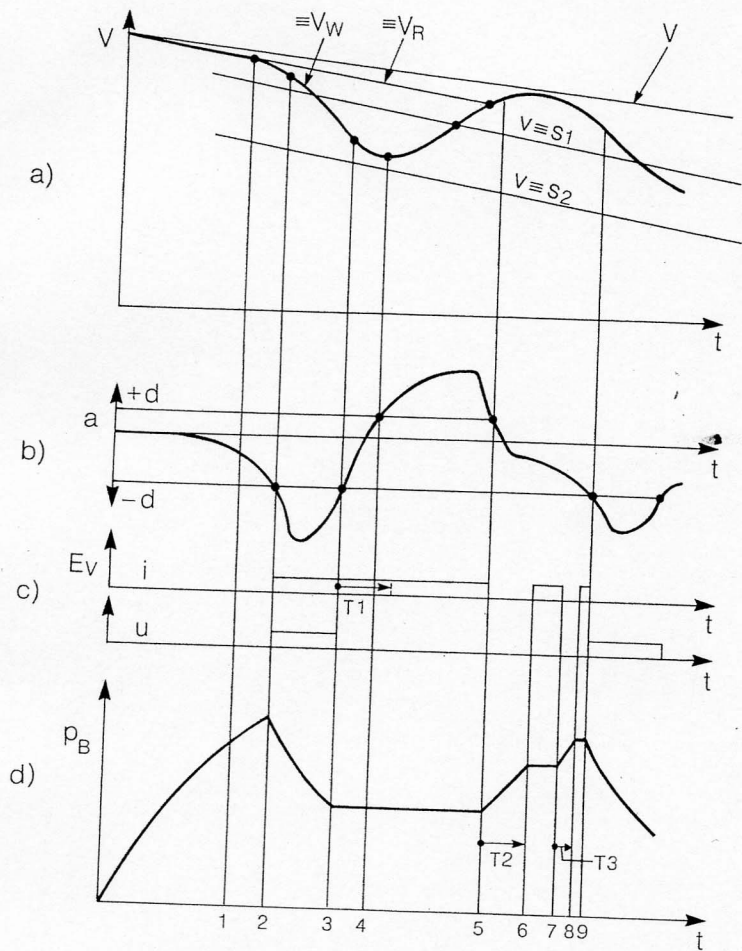


**Figura 7.20** – Impianto frenante con sistema “antibloccaggio” (antiskid) delle ruote (LANCIA “8”). A: freni (a disco). Circuito idraulico (a “X”) alle ruote anteriore destra e posteriore sinistra (B) e alle ruote anteriore sinistra e posteriore destra (C); D: pompa con servofreno; E: centralina elettronica di controllo; F: servovalvola elettroidraulica; G: sensori tachimetrici delle ruote; H: interruttore luci “stop”; L: spia di segnalazione guasto.

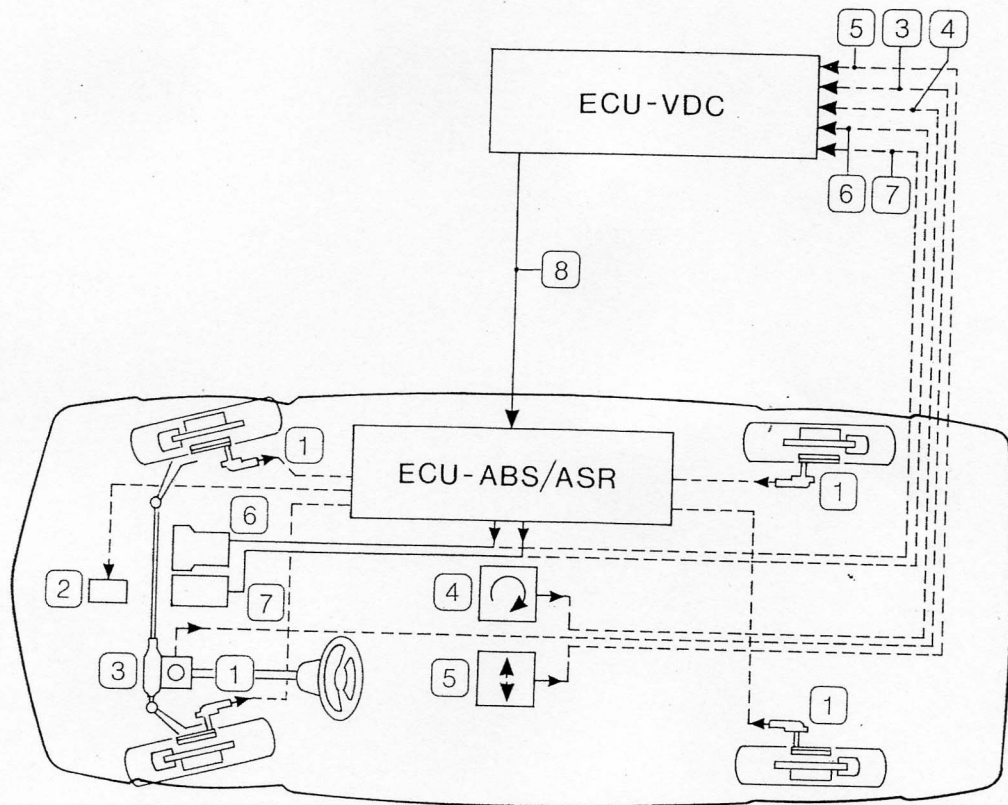


**Figura 7.21** – Schema delle fasi di funzionamento del sistema “antibloccaggio” ruote. 1: centralina elettronica di controllo (ECU); 2: accumulatore idraulico; 3: motore comando pompa di ricupero 4; 5: valvola elettroidraulica; 6: pompa comando freni; 7: sensore tachimetrico ruota (9), a “ruota fonica” (8).  
a) - Fase 1: comando con aumento della pressione; b) - Fase 2: riduzione della pressione di comando; c) - Fase 3: mantenimento della pressione di comando.





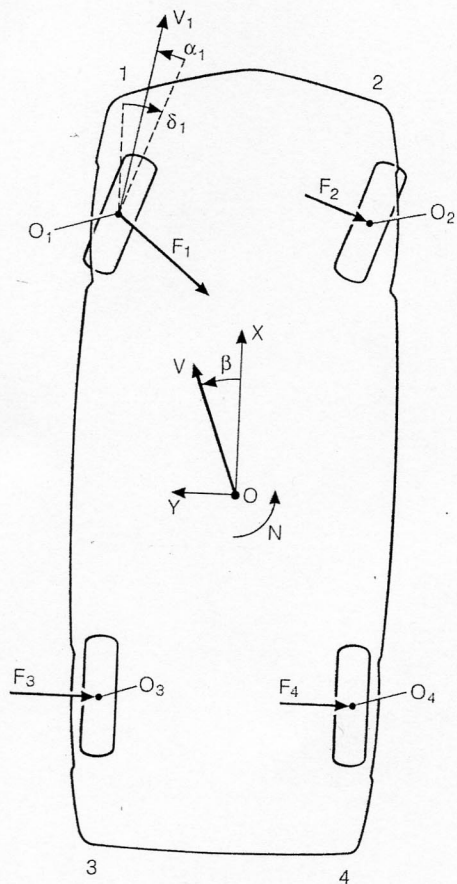
**Figura 7.22** – Ciclo di regolazione del sistema “antibloccaggio” ruote; (descrizione nel testo). T1: tempo (variabile) di mantenimento della pressione; T2, T3: tempo (variabile) di aumento della pressione.



**Figura 7.23** – Schema del sistema di controllo VDC (Vehicle Dynamic Control).



**Figura 7.24** – Schema dinamico per la regolazione di coppie imbardanti tramite la variazione dello “scorrimento” delle ruote.



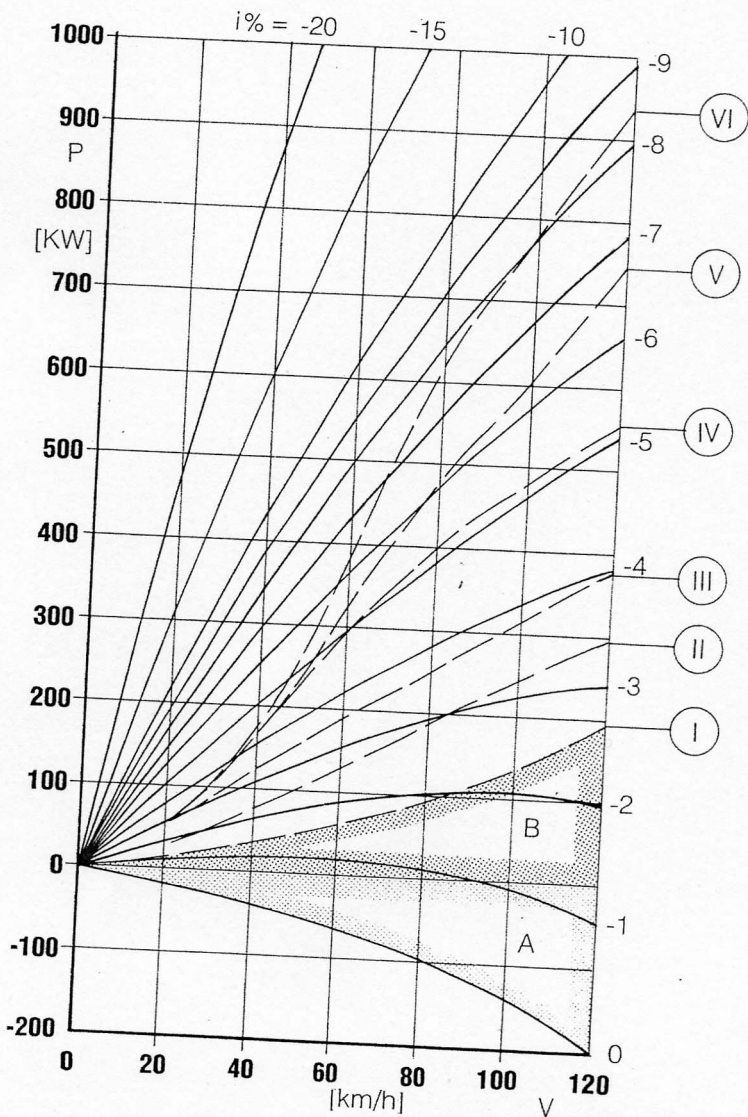
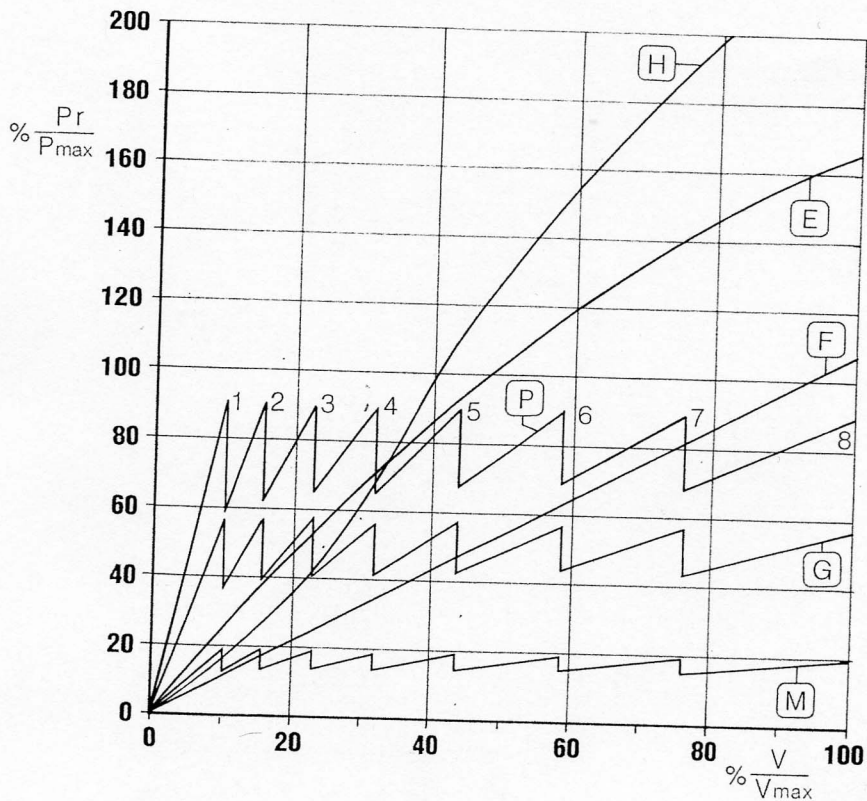
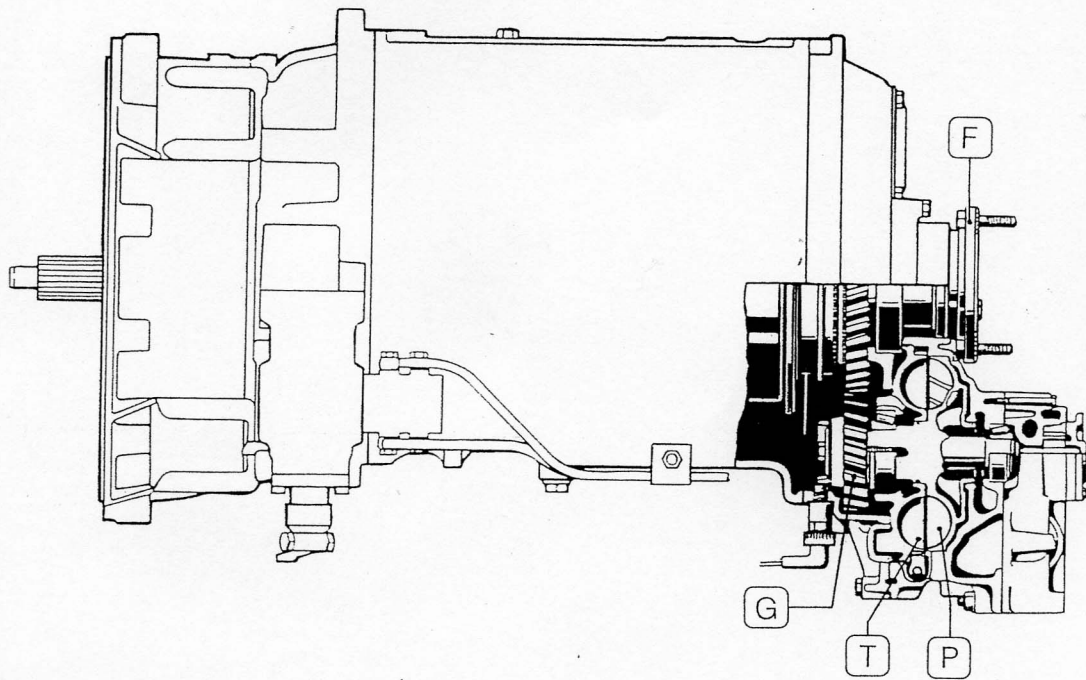


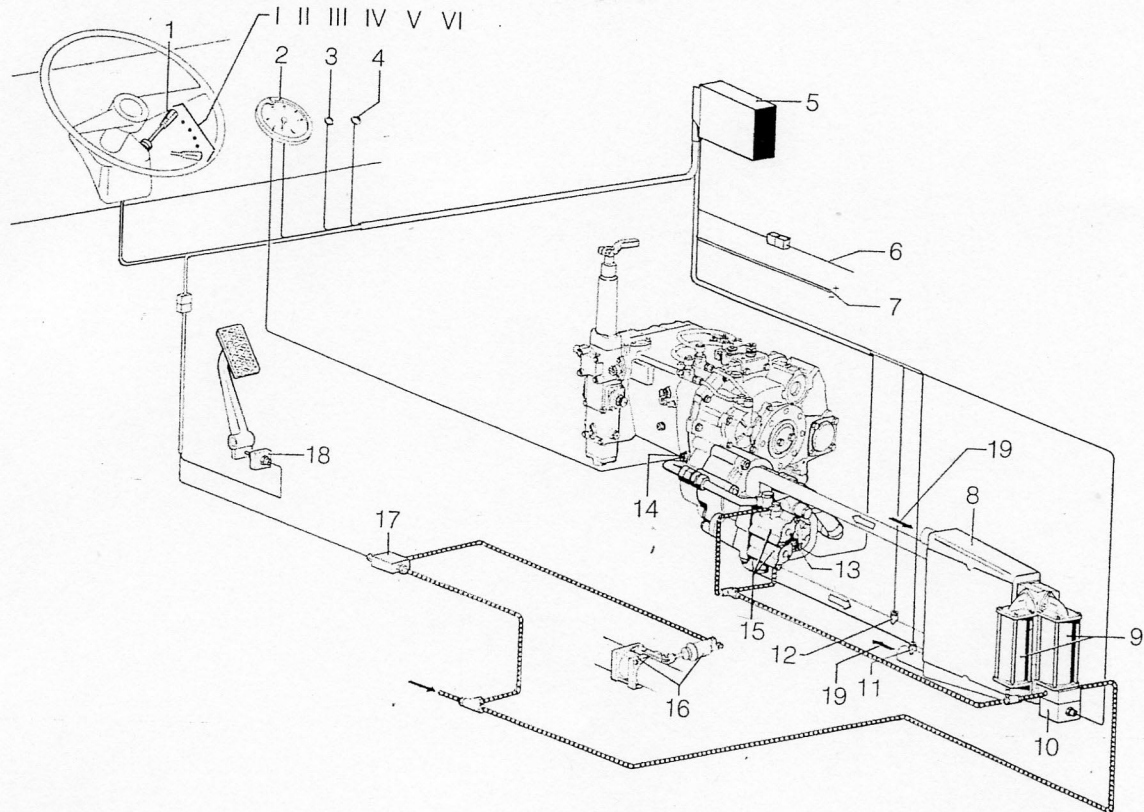
Figura 7.25 – Potenza frenante  $P$  per mantenere la velocità  $V$  in funzione della pendenza  $i$  (negativa, cioè in discesa) per un V. I. di 44 Mg di massa.

**Figura 7.26** – Confronto fra la potenza assorbita, in percentuale della potenza max. continuativa del motore, dai vari tipi di “ritardatori” (retarders) in funzione del rapporto percentuale fra la velocità e la velocità massima /rif. 7-2/.



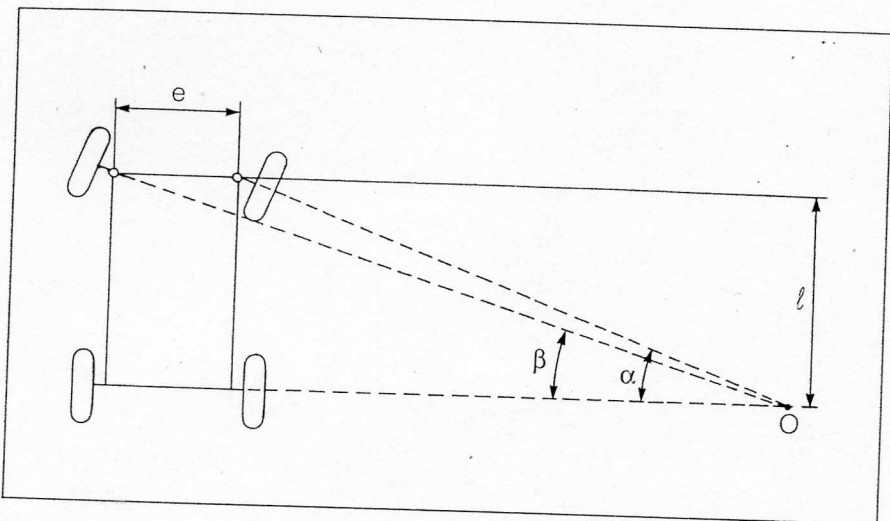
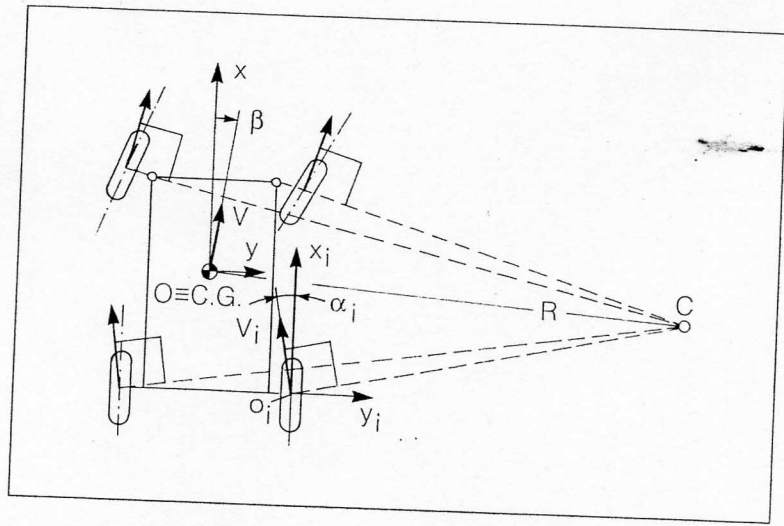


**Figura 7.27** – Retarder di tipo idraulico integrato nella scatola del cambio (ZF). F: flangia dell'albero condotto del cambio, collegato sia alla trasmissione alle ruote sia alla pompa P del "ritardatore" previa moltiplicazione di velocità mediante la coppia di ingranaggi G. T: turbina (fissa con la scatola del "ritardatore").

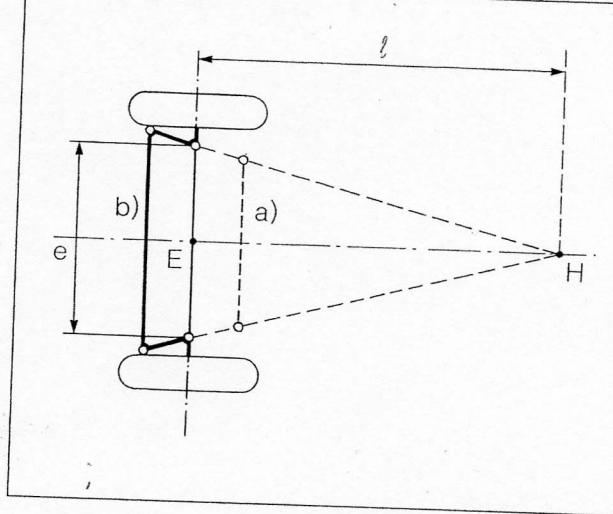
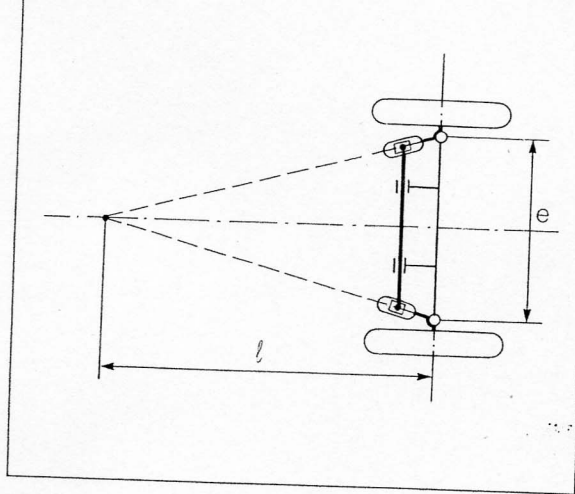


**Figura 7.28** – Schema generale di un impianto Retarder (ZF). 1: leva selettoria; 2: indicatore di velocità collegato al sensore 14; 3,4: spie luminose di funzionamento; 5: centralina elettronica di controllo (ECU); 6: input di velocità rotazione motore; 7: alimentazione ECU dal circuito elettrico; 8: radiatore olio/acqua; 9: serbatoi olio; 10: valvola per riempimento/svuotamento serbatoi 9; 11: sensore temperatura acqua di raffreddamento; 12: sensore temperatura olio; 13: valvola proporzionale elettroidraulica di controllo; 15: valvole a due vie riempimento; 16: comando valvola freno-motore (nel condotto scarico gas motore); 17: valvola pneumatica comando freno-motore; 18: interruttore freno-motore con frizione disinnestata; 19: flusso acqua al e dal radiatore motore.

**Figura 5.1** – Determinazione della traccia C dell'asse di sterzata.

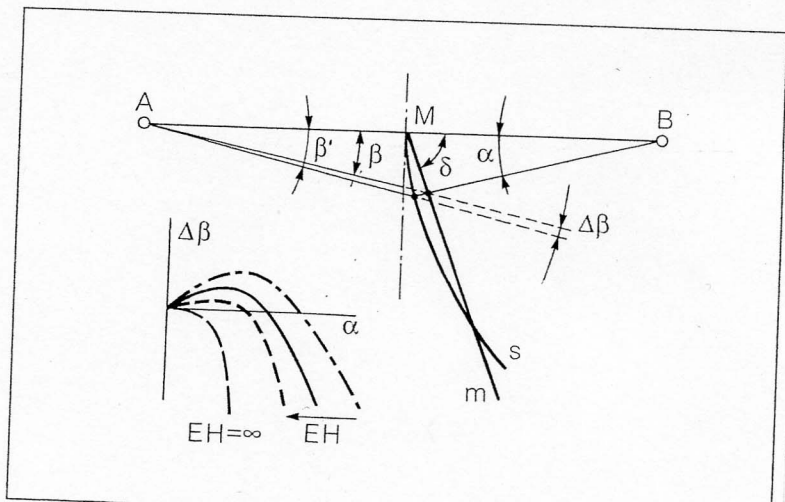


**Figura 5.2** – Determinazione della traccia O dell'asse di sterzata "cinematica" corretta.



**Figura 5.3** – Cinematismo di accoppiamento delle ruote sterzanti per l'ottenimento della sterzata "cinematica" corretta (Bourlet).

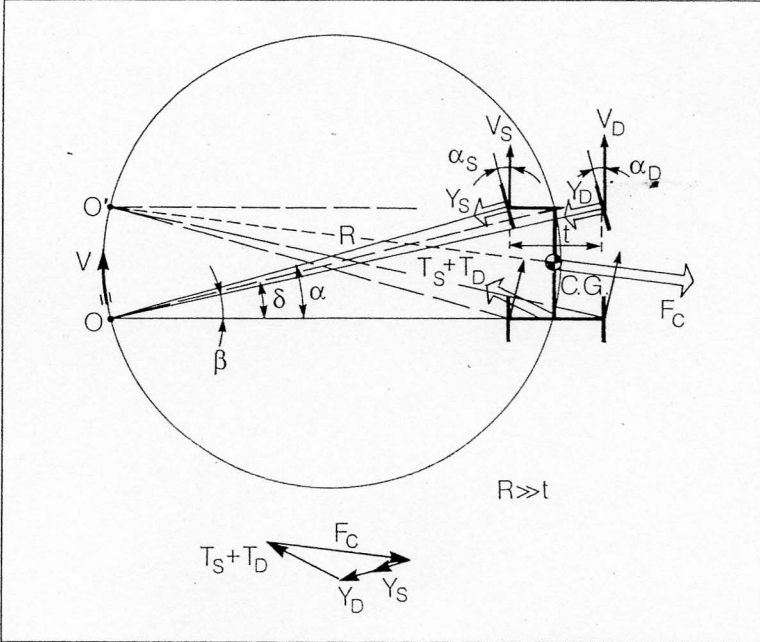
**Figura 5.4** – Cinematismo di accoppiamento delle ruote sterzanti: a) secondo Jeantaud; b) secondo Panhard.



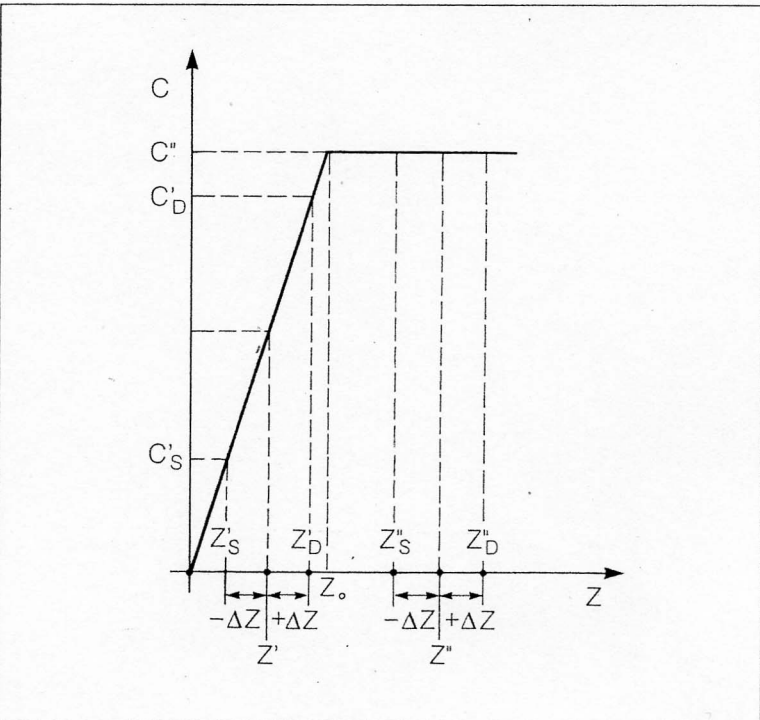
**Figura 5.5** – Determinazione grafica degli errori di sterzata.



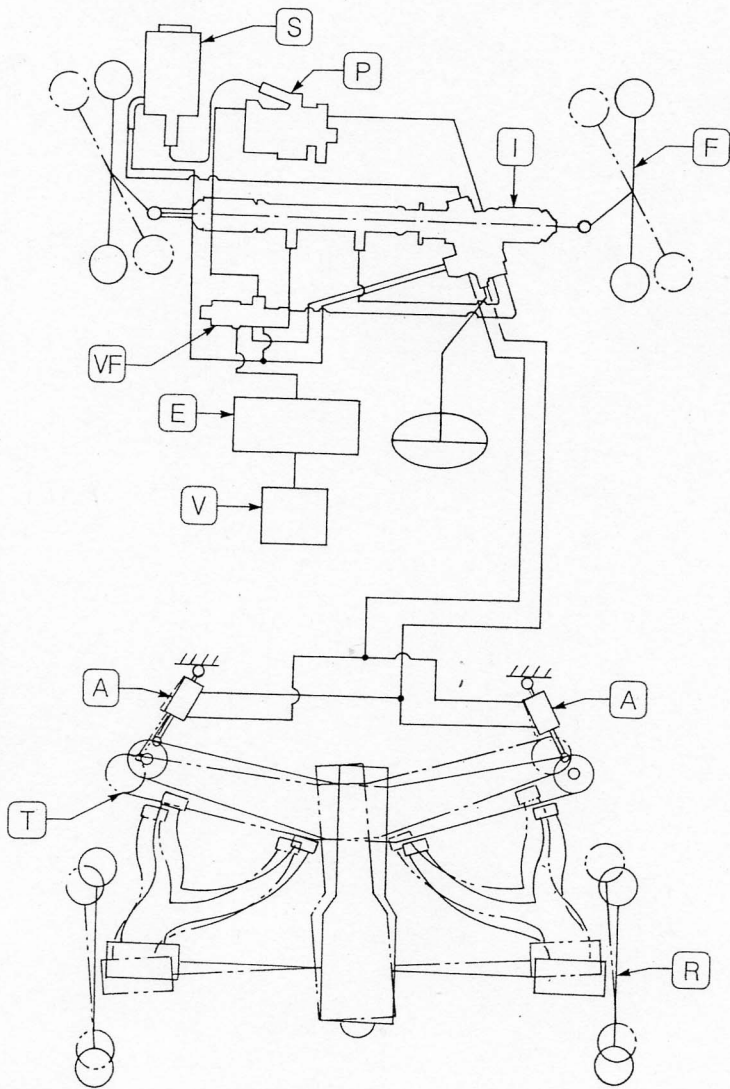
**Figura 5.6** – Sterzataura “dinamica” corretta.



**Figura 5.7** – Diagramma schematico della rigidità di deriva C in funzione del carico Z.

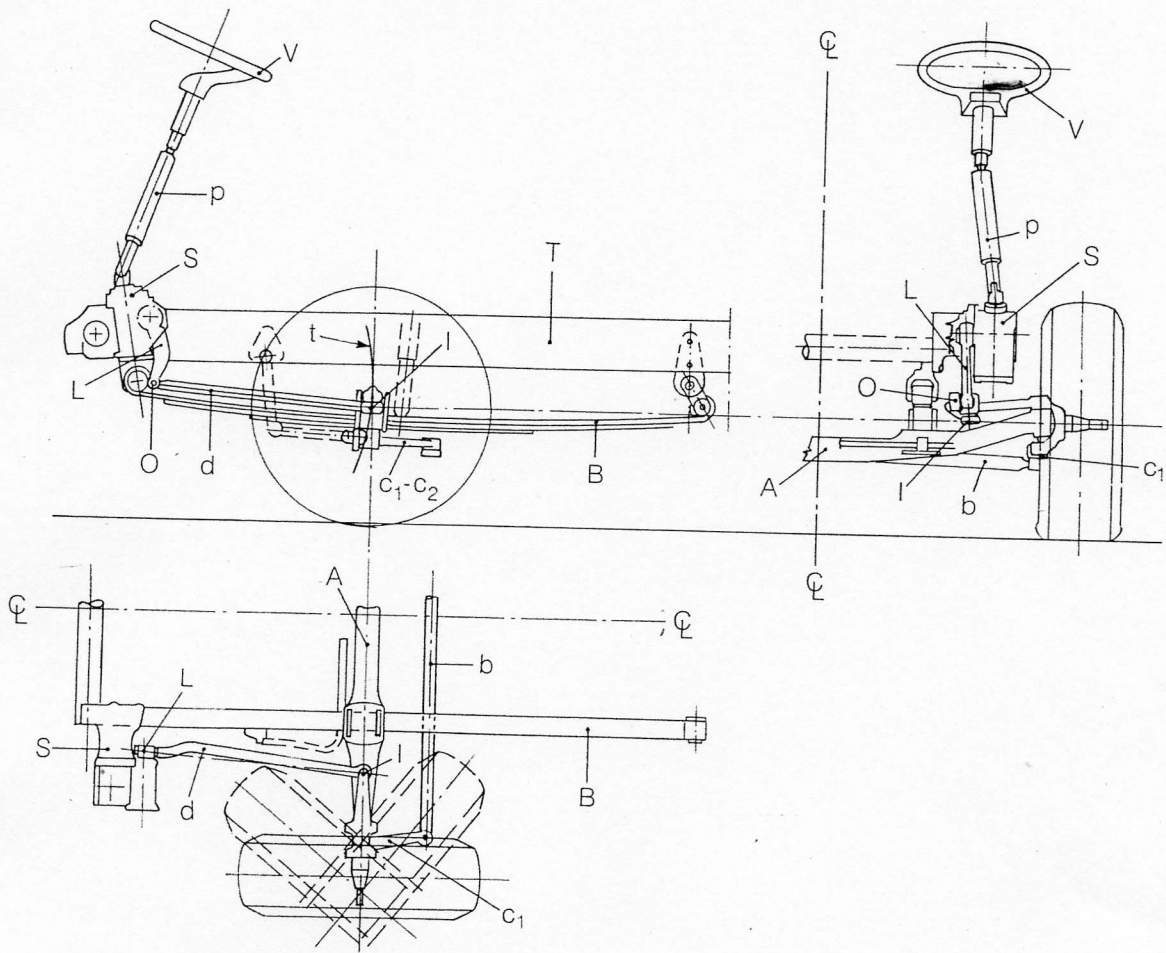






**Figura 5.12** – Sterzata integrale elettroidraulica (NISSAN). A: attuatori di comando di sterzata della traversa (T) del retrotreno (R). I: idroguida dell'avantreno (F) alimentata dalla pompa (P) e relativo serbatoio (S). E: centralina elettronica di controllo; V: sensore della velocità; VF: servovalvola di controllo elettroidraulica.





**Figura 5.15** – Cinematismo di sterzo per una sospensione di veicolo industriale ad asse rigido, A, con balestre, B. c1 e c2, leve di sterzo collegate con l'asta, b, secondo il cinematismo di accoppiamento di Jeantaud. Sistema centralizzato di comando costituito dal volante, V, "piantone", p, scatola guida, S e relativa leva condotta, L, agente sulla leva di comando di sterzata di una sola ruota mediante l'asta d. Per evitare la sterzata indotta dallo scuotimento delle ruote, l'articolazione, O, dell'asta d alla leva L è centro di curvatura della traiettoria, t, di scuotimento del centro, I, dell'articolazione della leva di comando di sterzata della ruota, predetta.

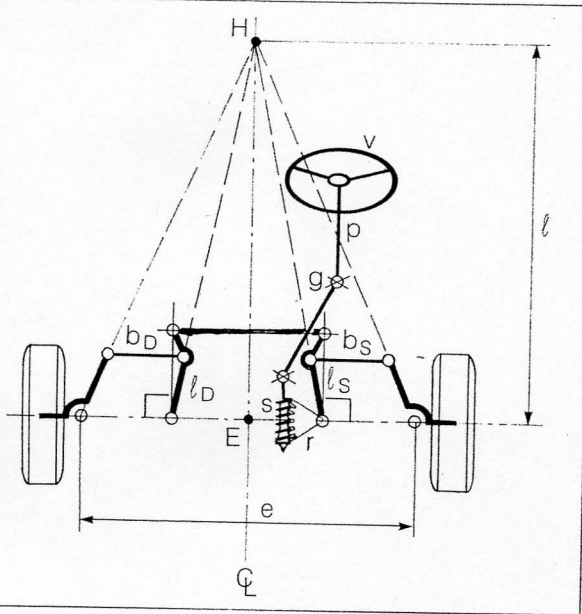


Figura 5.16 – Cinematismo di sterzo con scatola guida di tipo “rotoidale” in sospensioni a ruote indipendenti.

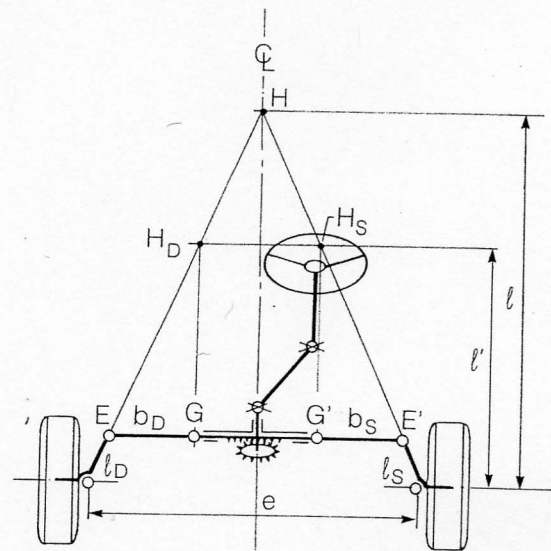
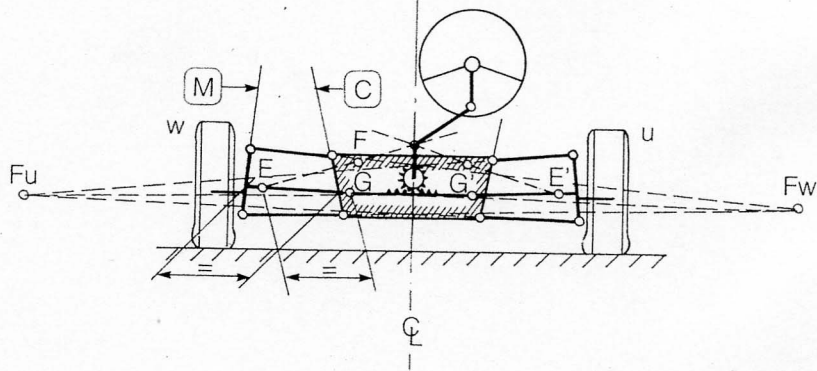
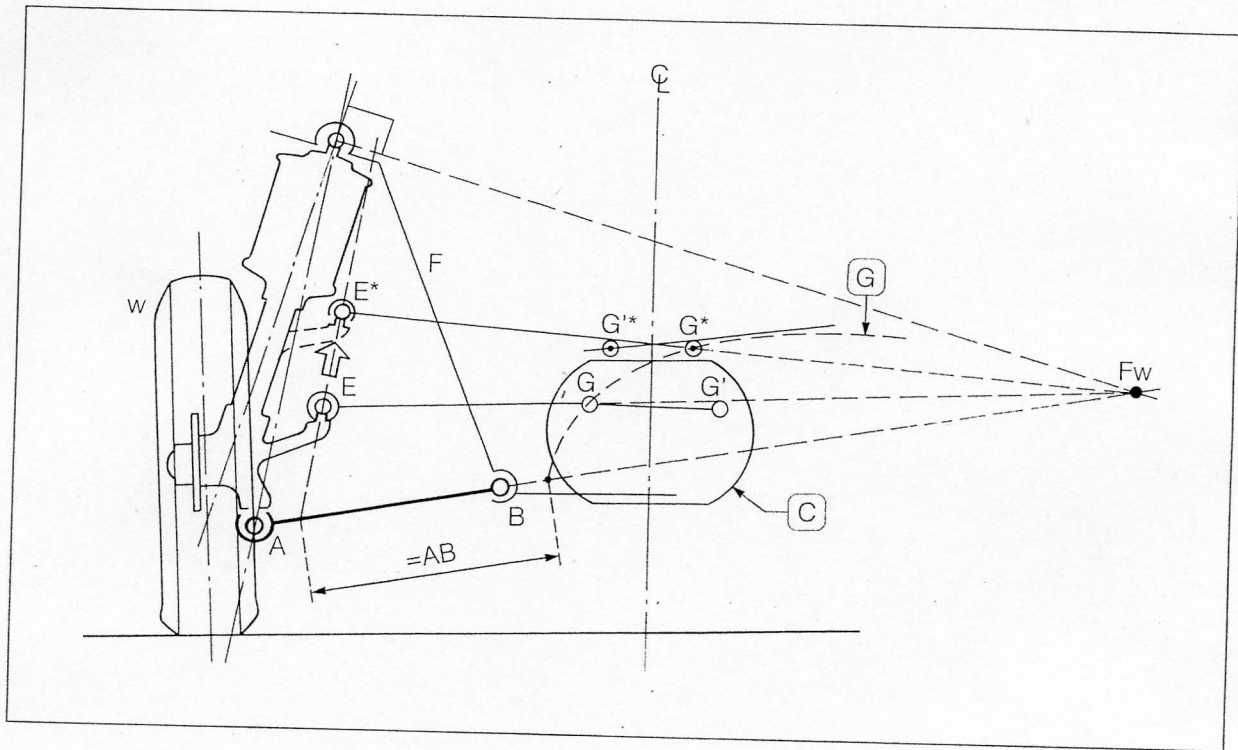


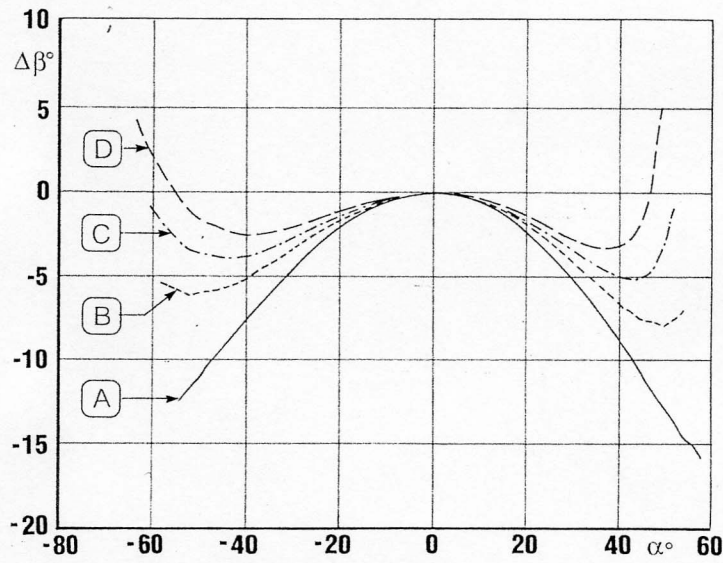
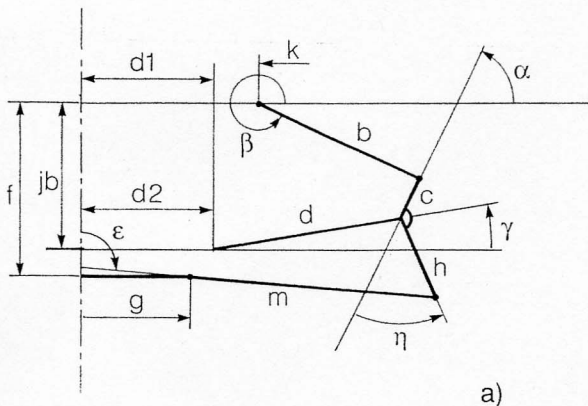
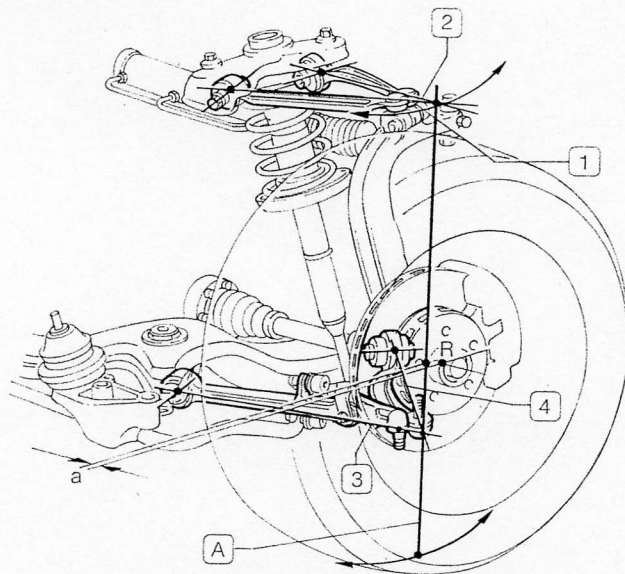
Figura 5.17 – Cinematismo di sterzo con scatola guida di tipo “cremagliera” in sospensioni a ruote indipendenti.



**Figura 5.18** – Cinematismo di accoppiamento di sterzo in sospensioni a ruote indipendenti di tipo Mac Pherson. C: traccia dell'ingombro di un organo meccanico (ad es. il cammeccanio); G: luogo dell'articolazione interna della biella CG, convergente in  $F_w$ .

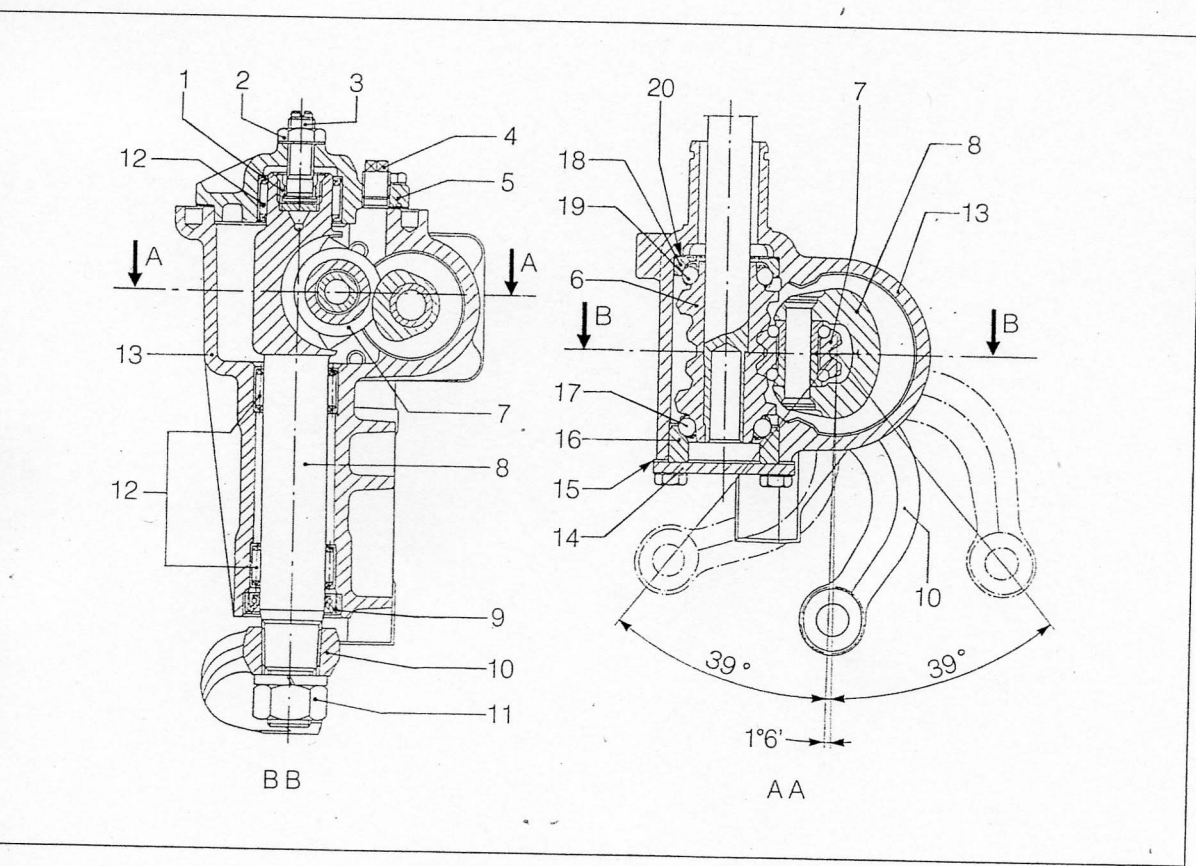
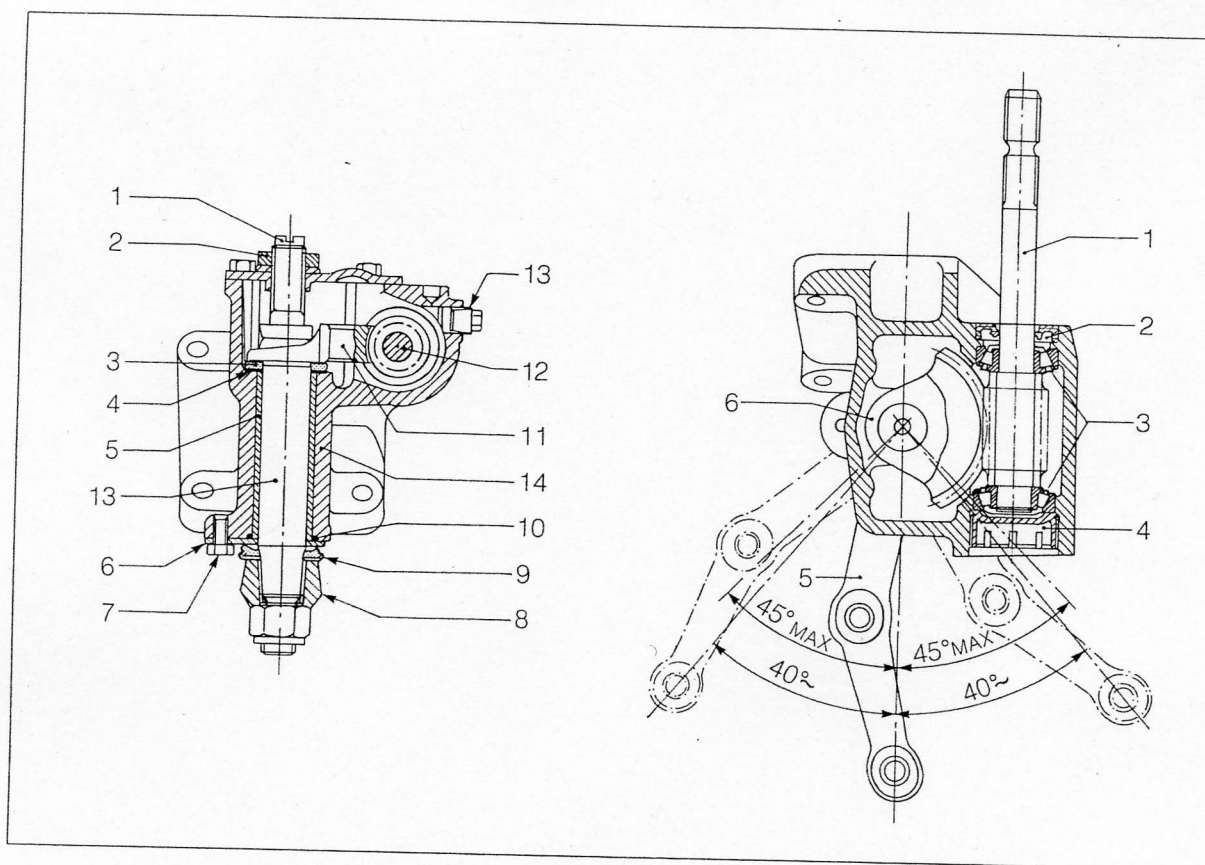






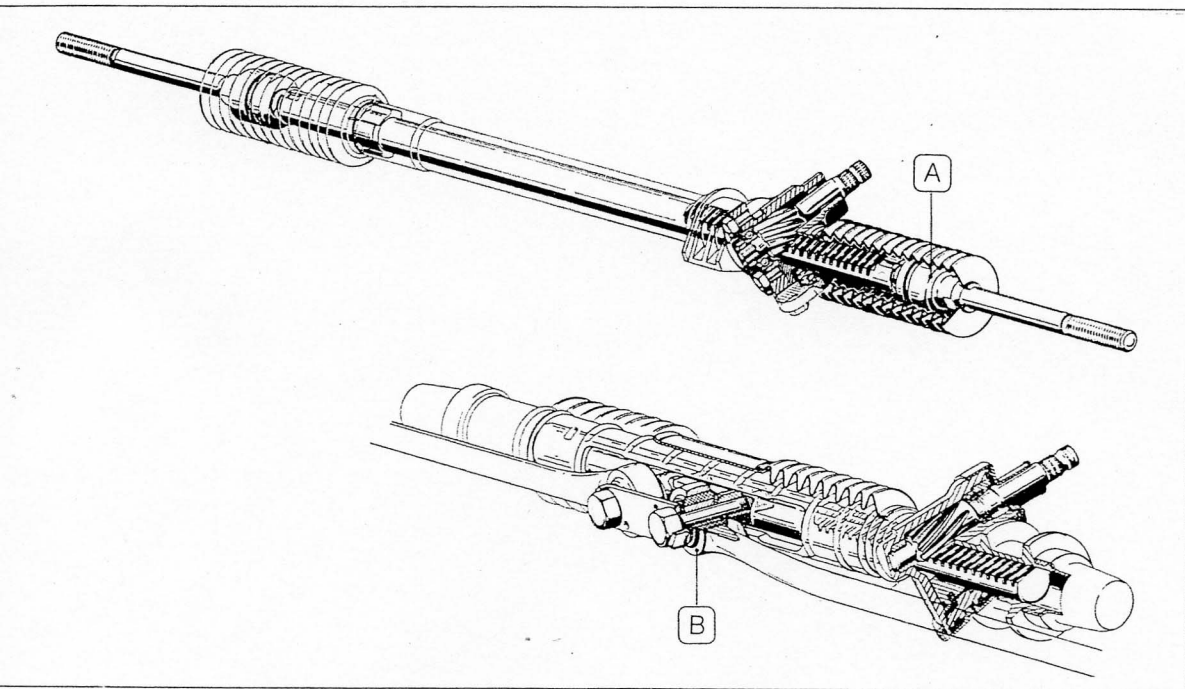
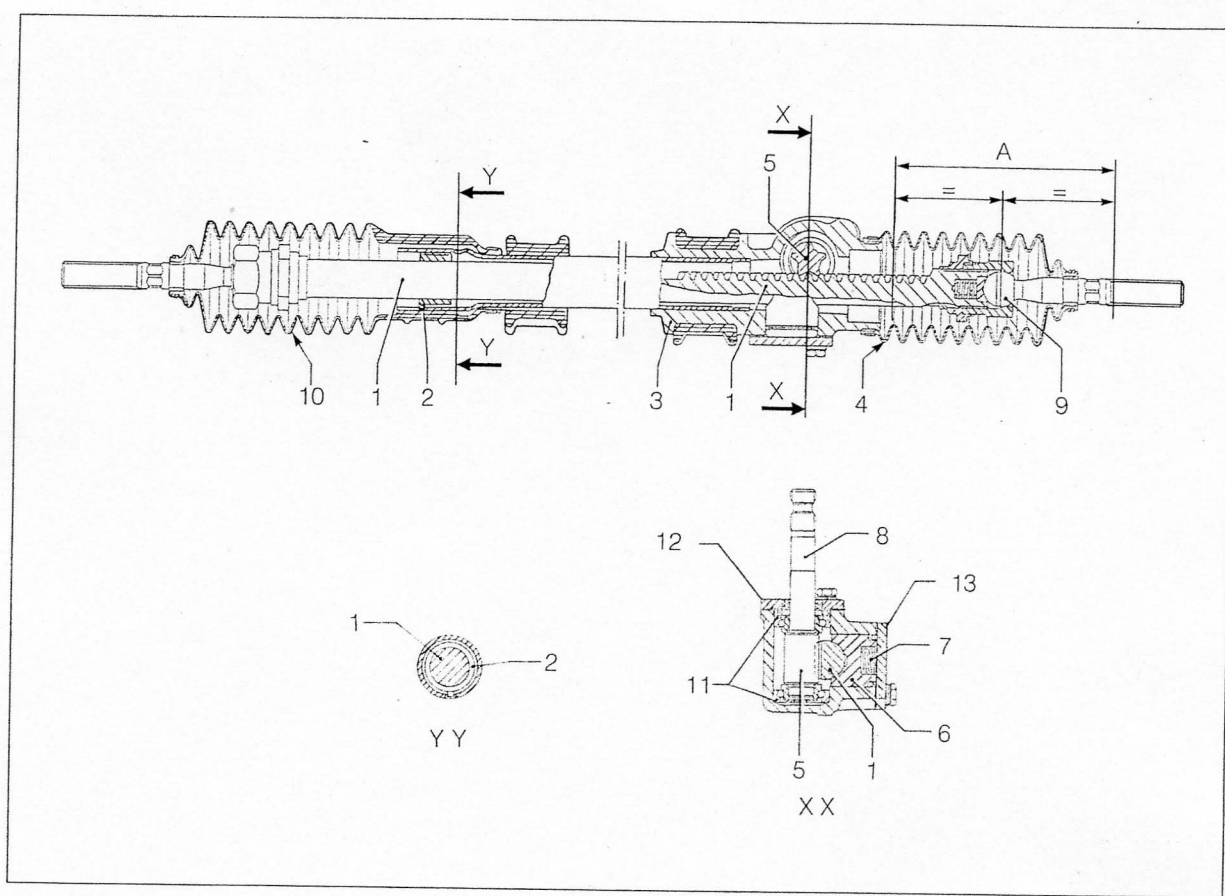
**Figura 5.19** – Asse di sterzata “virtuale” (A) ottenuto con sospensione a quadrilateri trasversali realizzati con coppie di bracci (1 e 2 superiormente, 3 e 4 inferiormente) articolati con snodi sferici del tipo a strisciamento al montante ruota e del tipo di deformazione alla cassa (v. par. 4.30). (AUDI A4). Schema del cinematismo di accoppiamento di sterzo con asse di sterzata virtuale e relativo diagramma degli errori; b) in funzione dell’angolo di sterzata  $\alpha$ ; A: con  $\eta = 0^\circ$ ; B:  $\eta = 5^\circ$ ; C:  $\eta = 10^\circ$ ; D:  $\eta = 18^\circ$ .

**Figura 5.21** - Scatola guida "rotoidale" del tipo a vite senza fine e settore (FIAT "126").

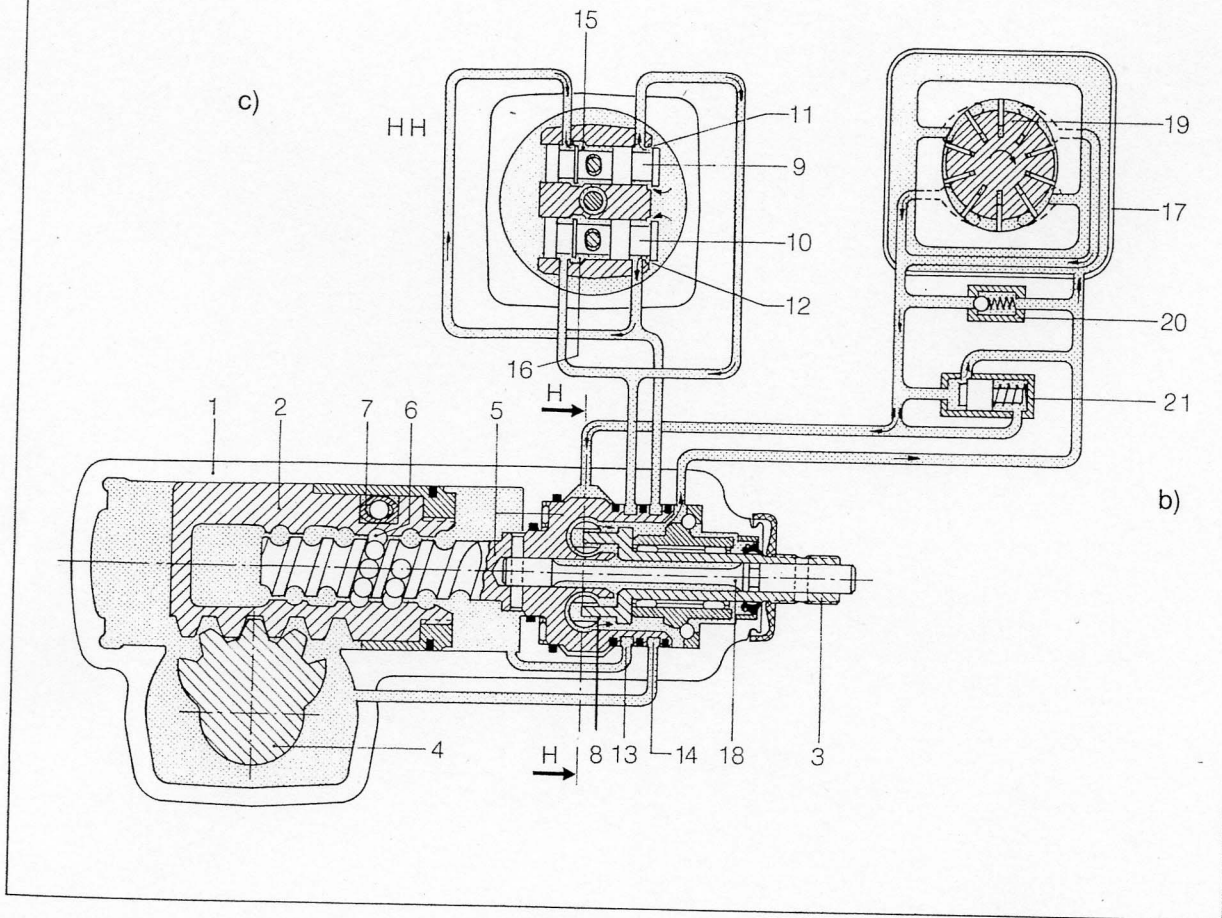


**Figura 5.22** - Scatola guida "rotoidale" del tipo a vite globoidale e rullo.  
 1: puntale per posizionamento assiale albero portarulli 8 tramite vite 3 bloccata con controdado 2; 7: rullo accoppiato a vite globoidale 6 solidale all'albero del volante; 14: coperchio reggispinta per regolazione mediante spessori 15 cuscinetti 17 e 19 di supporto della vite globoidale 6; 10: leva di comando; 12: coperchio della scatola 13.

**Figura 5.23** – Scatola guida del tipo “traslatore” a cremagliera. 1: asta dentata; 2: boccola dentata (unica); 3: scatola guida; 4-10: soffietti protezione; 5: rocchetto; 6: culla supporto per ripresa automatica giochi dentature. 7: molla ripresa giochi; 8: albero del rocchetto collegato al volante; 9: rotule aste comando sterzata; 10: cuscinetti supporto ruote; 11: coperchio regolazione (mediante spessori) precarico molla 7; 12: cuscinetti supporto rocchetto registrabili mediante spessori fra coperchio 12 e scatola 3.

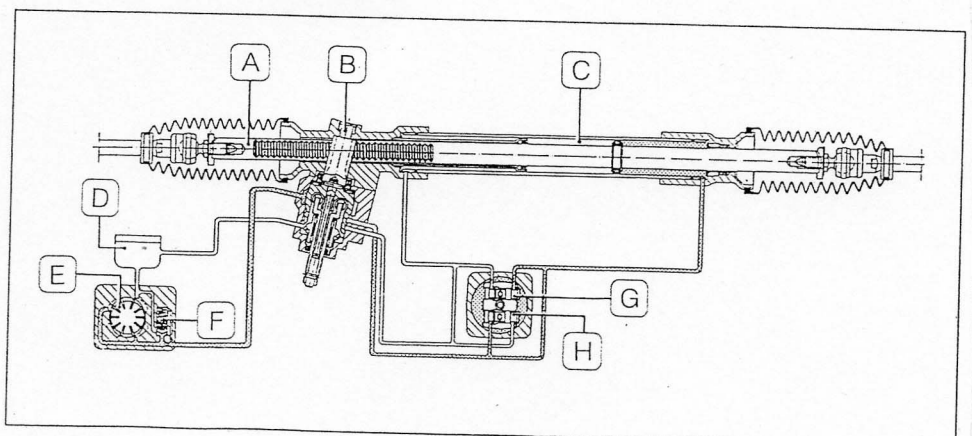


**Figura 5.24** – Scatole guida del tipo a cremagliera. A: con snodi all'estremità dell'asta dentata; B: con snodi in prossimità del centro dell'asta dentata (in uso con sospensioni tipo Mac Pherson).



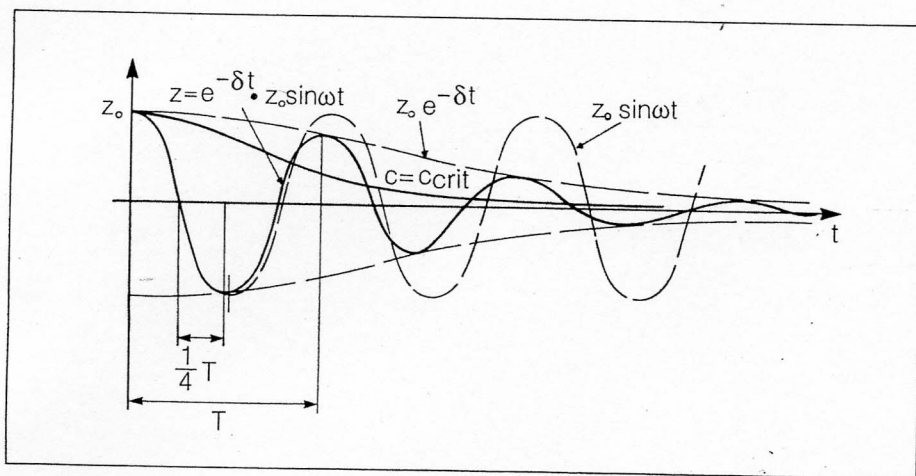
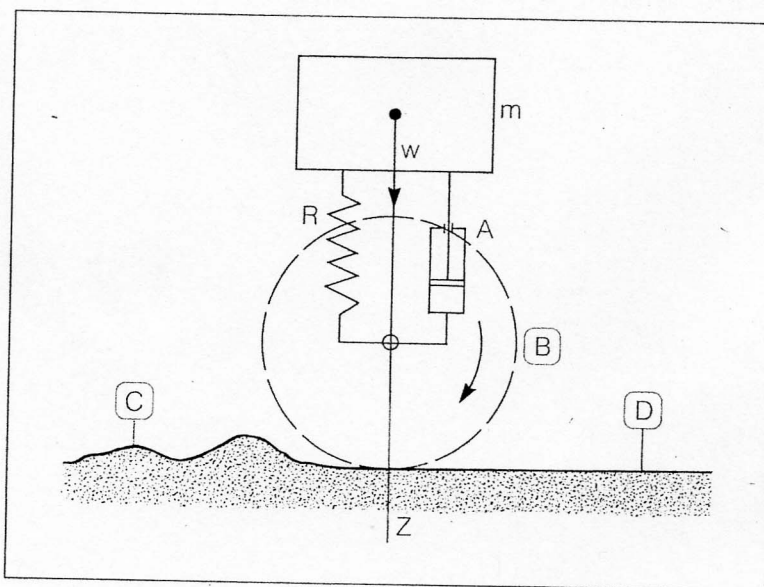
**Figura 5.26** – Servosterzo idraulico (Idroguida) del tipo “rotoidale” (ZF). 1: scatola con cilindro interno e pistone dentato 2 accoppiato all’albero condotto 4; 3: albero del volante (conduttore), accoppiato tramite barretta di torsione 18 alla “chiocciola” 5 a circolazione di sfere, interna al pistone 2; 8: perni della forcella solidale con l’albero 3 per il comando dei cassettei 9 e 10 per la regolazione del flusso nei condotti 11, 12, 13 e 14; 15 e 16: strozzature al passaggio del fluido nei condotti 13 e 14 rispettivamente (v. sezione HH in c). In b): 17: serbatoio-pompa olio con rotore a palette 19, comandato dal motore, e sistema di regolazione del flusso con valvola limitatrice di portata 21 e di pressione massima 20.

**Figura 5.27** – Idroguida del tipo a cremagliera (ZF). A: asta dentata; B: rocchetto; C: cilindro operatore; D serbatoio dell’olio; E: pompa ad alette con valvola di regolazione della portata, F; G e H cassettei di regolazione. Il funzionamento è simile a quello di Fig. 5.26.

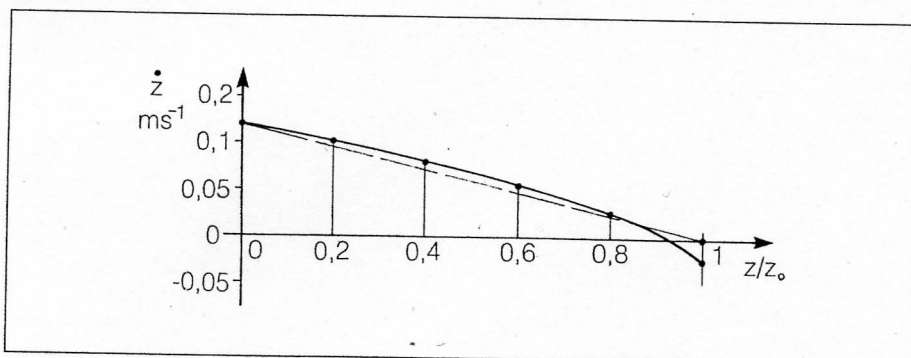




**Figura 4.1** – Schema della monosospensione a 1 grado di libertà: B, traccia della banda di rotolamento di una ruota rigida che passa dal rotolamento su suolo accidentato, C, al rotolamento su suolo liscio, D.

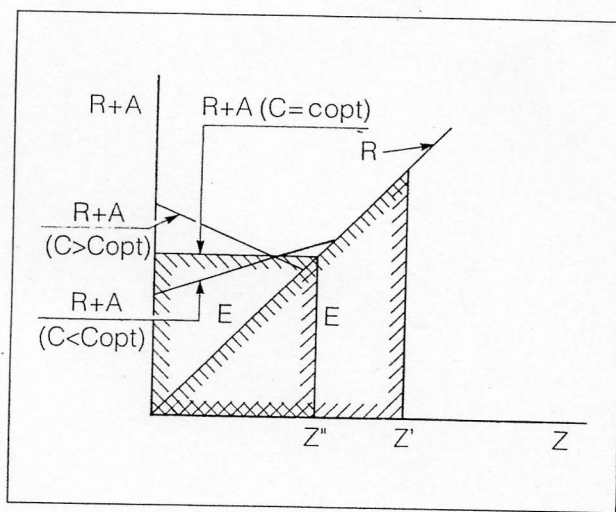


**Figura 4.2** – Risposta libera smorzata di una massa con un grado di libertà.

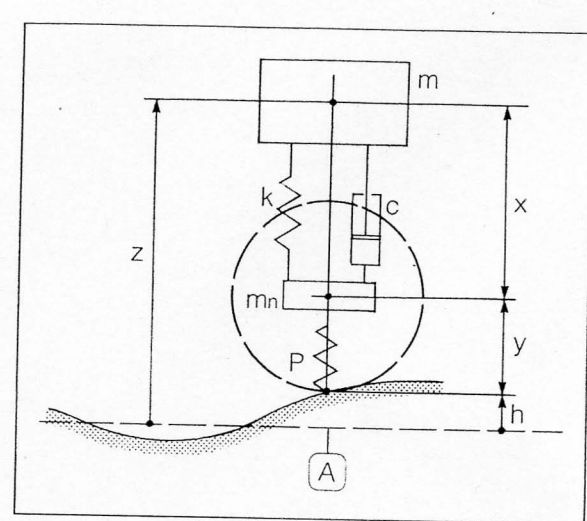


**Figura 4.3** – Velocità di scuotimento di una massa libera smorzata in funzione dello scuotimento.

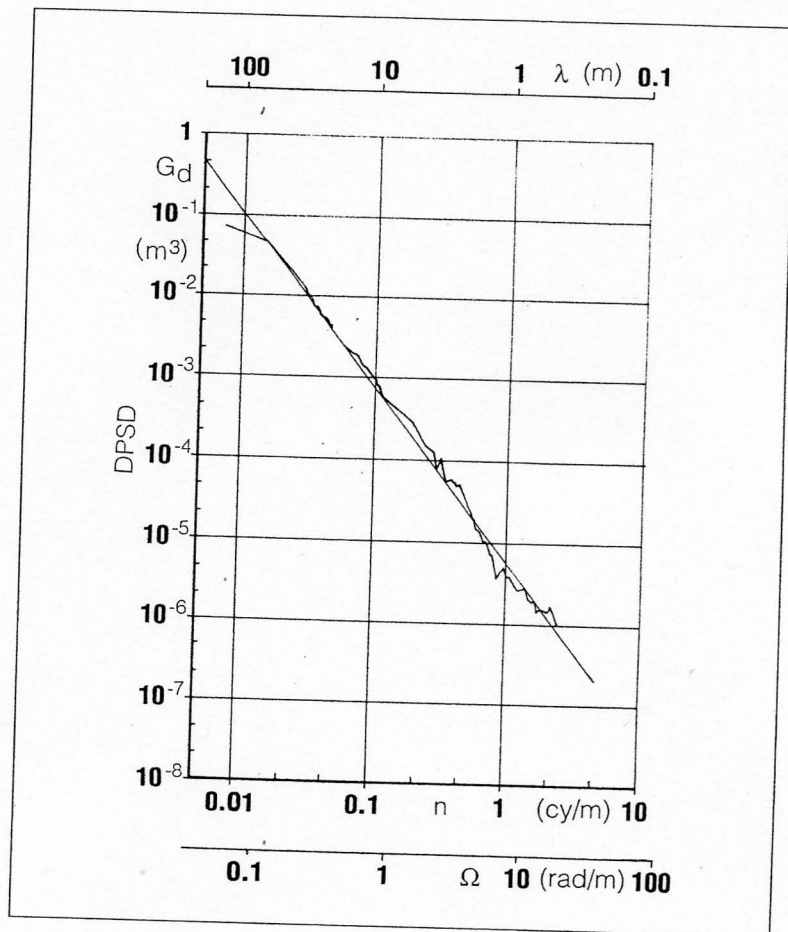
**Figura 4.4** – Caratteristica carico-deformazione degli elementi reagenti di una sospensione. R: reazione della molla; A: reazione dell'ammortizzatore; z scuotimenti.

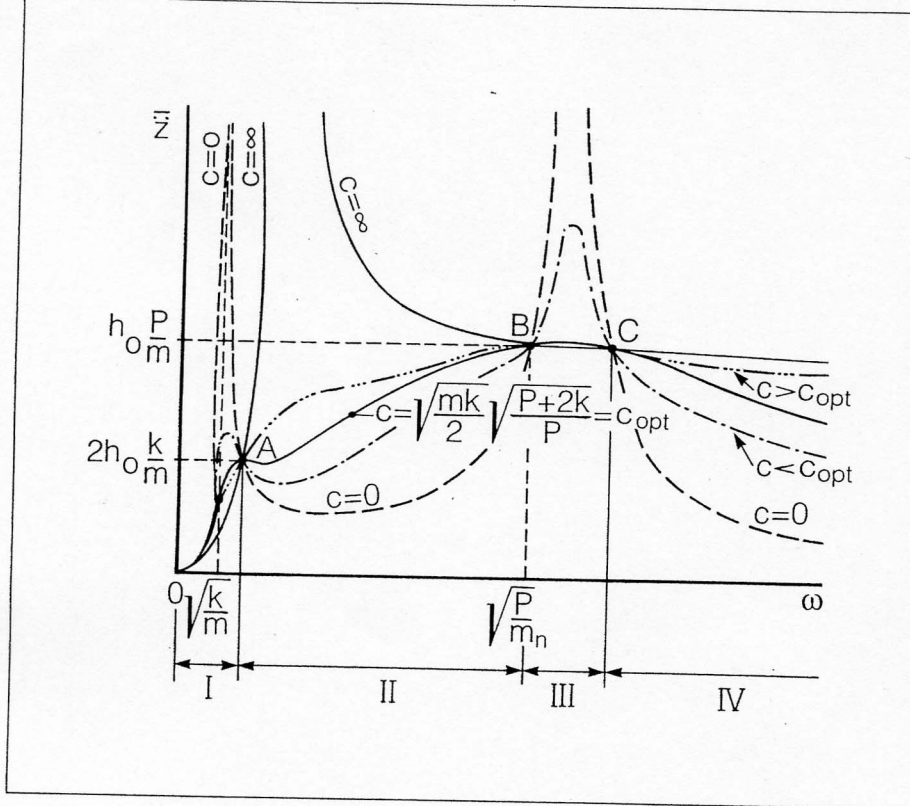


**Figura 4.5** – Schema della monosospensione a 2 gradi di libertà.



**Figura 4.6** – Strada belga N 1000 pavimentata in cemento nei pressi di Xstad - lunghezza della tratta misurata = 3571 m - Esempio di distribuzione di  $G_d / m^3$  (DPSD, densità spettrale di potenza di spostamento, v. rif. /4.2/) in funzione della lunghezza d'onda  $\lambda / m$ .





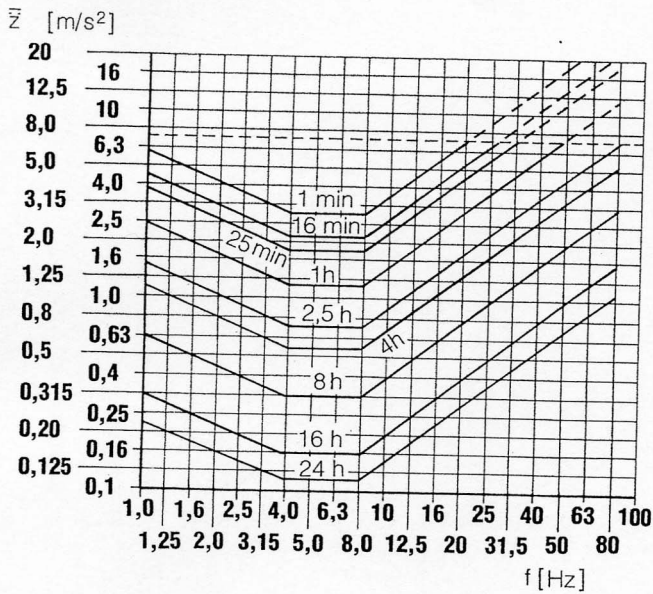
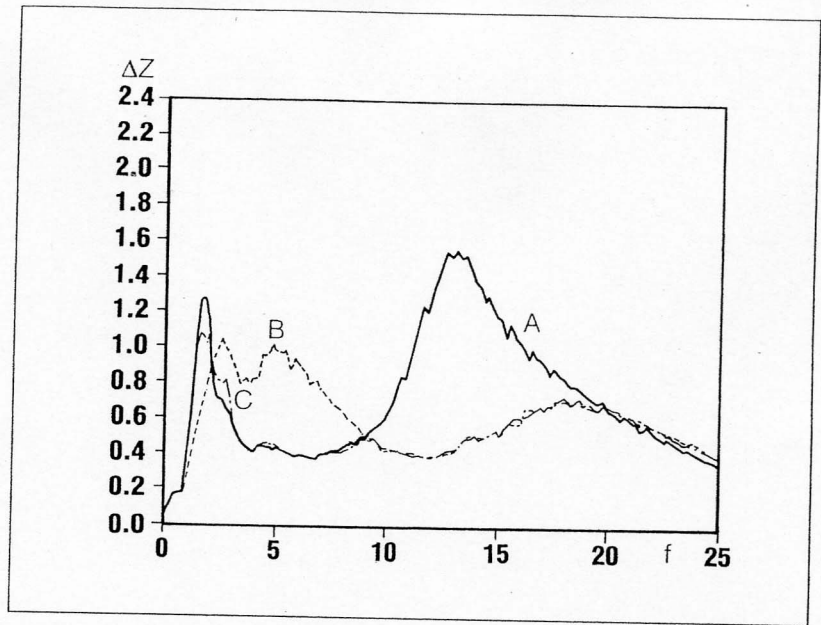
**Figura 4.7** – Risposta vibrazionale a regime della massa sospesa di una monosospensione a due gradi di libertà. Accelerazione massima in funzione della pulsazione dell'azione eccitatrice.

Tipo di veicolo	Sospensione	Moto traslatorio		Rollio		Beccheggio	
		$\frac{c_{opt}}{c_{crit}}$	$\frac{c_{vero}}{c_{crit}}$	$\frac{c_{opt}}{c_{crit}}$	$\frac{c_{vero}}{c_{crit}}$	$\frac{c_{opt}}{c_{crit}}$	$\frac{c_{vero}}{c_{crit}}$
MPTP	anteriore	0,405	0,316	0,424	0,252	0,404	0,208
	posteriore	0,404	0,197				
MATP	anteriore	0,396	0,298	0,421	0,152	0,391	0,297
	posteriore	0,390	0,325				
MATP	anteriore	0,396	0,509	0,415	0,288	0,389	0,470
	posteriore	0,385	0,446				
MATA	anteriore	0,450	0,221	0,470	0,100	0,435	0,204
	posteriore	0,425	0,200				
MATA	anteriore	0,434	0,060	0,442	0,077	0,395	0,395
	posteriore	0,429	0,066				

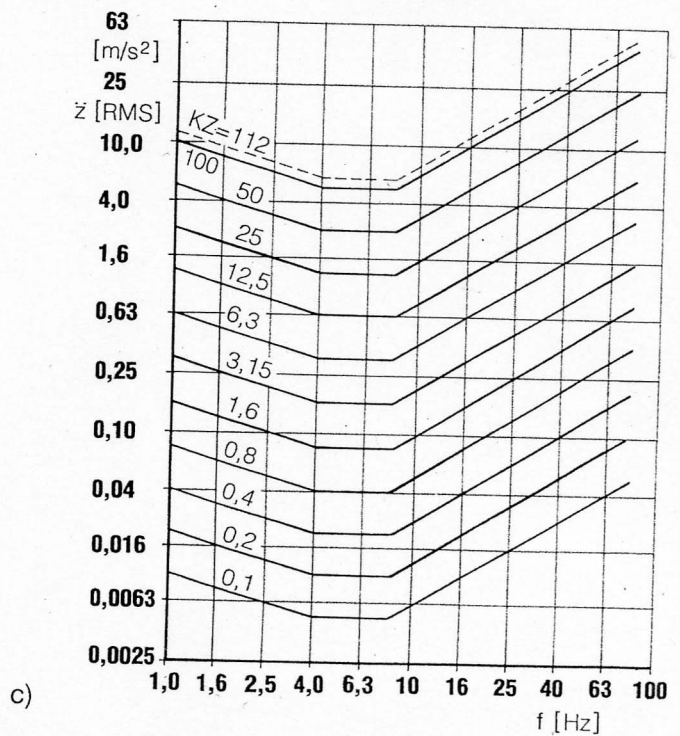
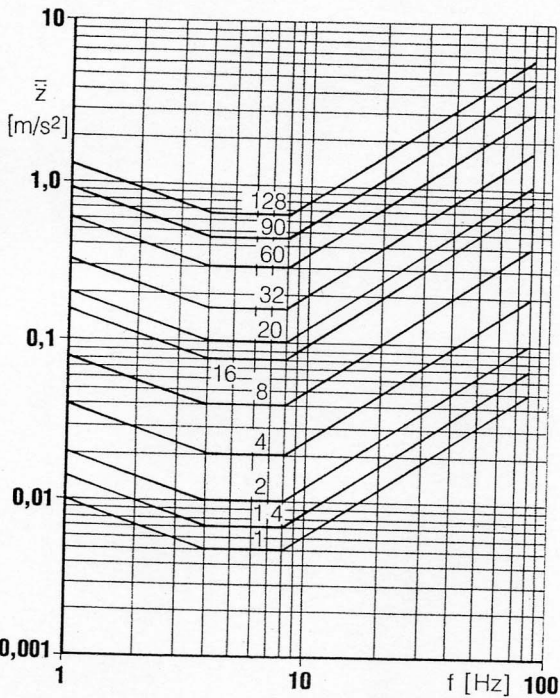
**Tabella 4.1** – Coefficienti di smorzamento reali e teorici riferiti al valore critico



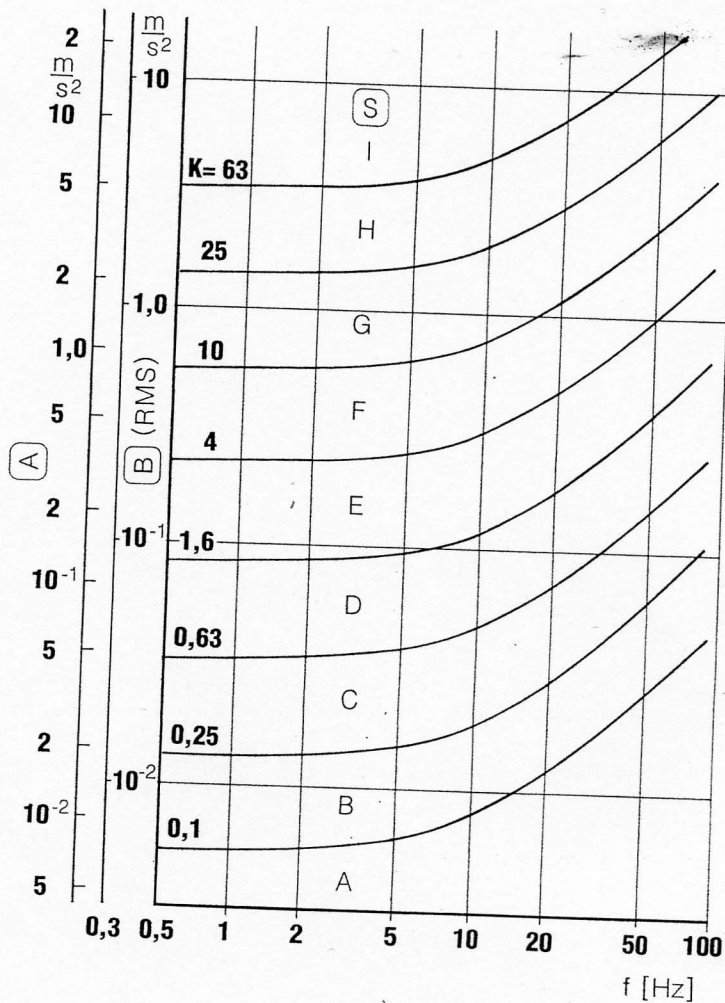
**Figura 4.8** – Variazioni di carico  $\Delta Z$  /kN/ causate dalle irregolarità stradali di frequenza  $f$ /Hz/. A: con regolazione "comfort" dell'ammortizzatore; B: con regolazione "sportiva" dell'ammortizzatore; C: con regolazione "semiattiva" dell'ammortizzatore

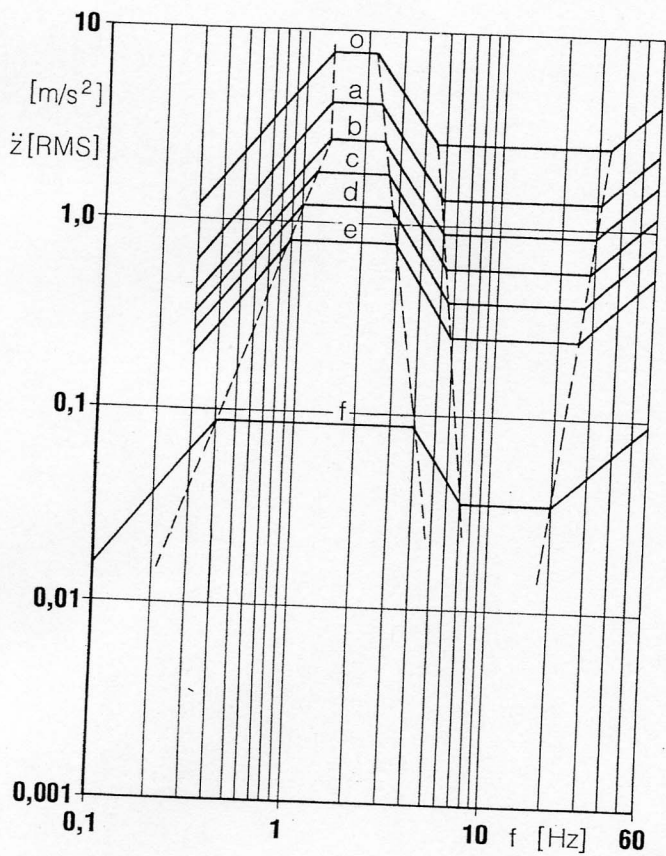


**Figura 4.9** – a) Curve limite di esposizione all'accelerazione per il mantenimento della capacità lavorativa secondo la guida ISO 2631; b) Curve di uguale percezione delle accelerazioni detta 1 quella della curva più bassa - Guida BSI 6472; c) Curve di uguale intensità di percezione delle vibrazioni in funzione della frequenza e della accelerazione, secondo la guida VDI 2057.

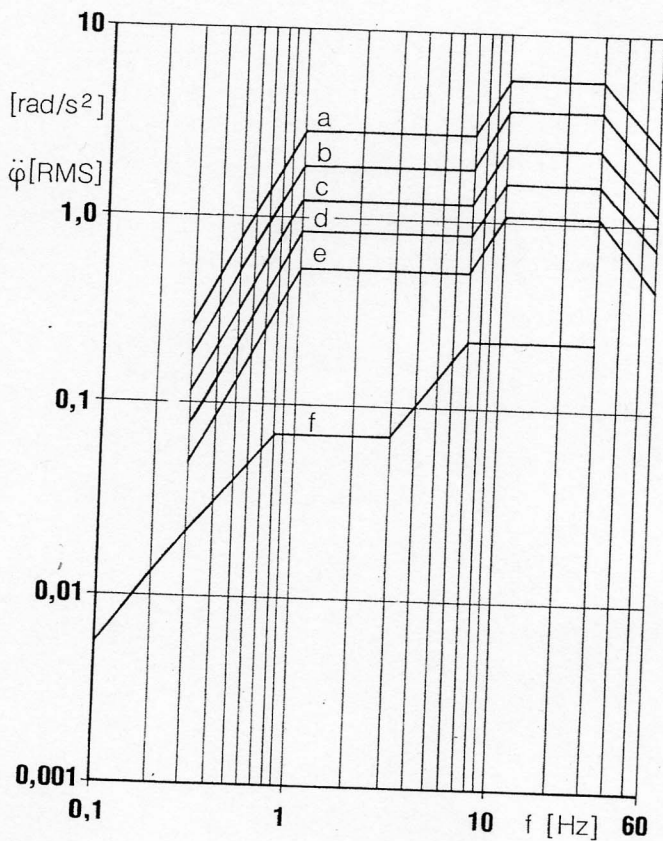


**Figura 4.10** – Curve di equi-comfort secondo l'Istituto Auto-veicoli della T.U. di Berlino. A: valori di picco delle accelerazioni; B: valori efficaci dell'accelerazione; S: livello di comfort, K da A a I.





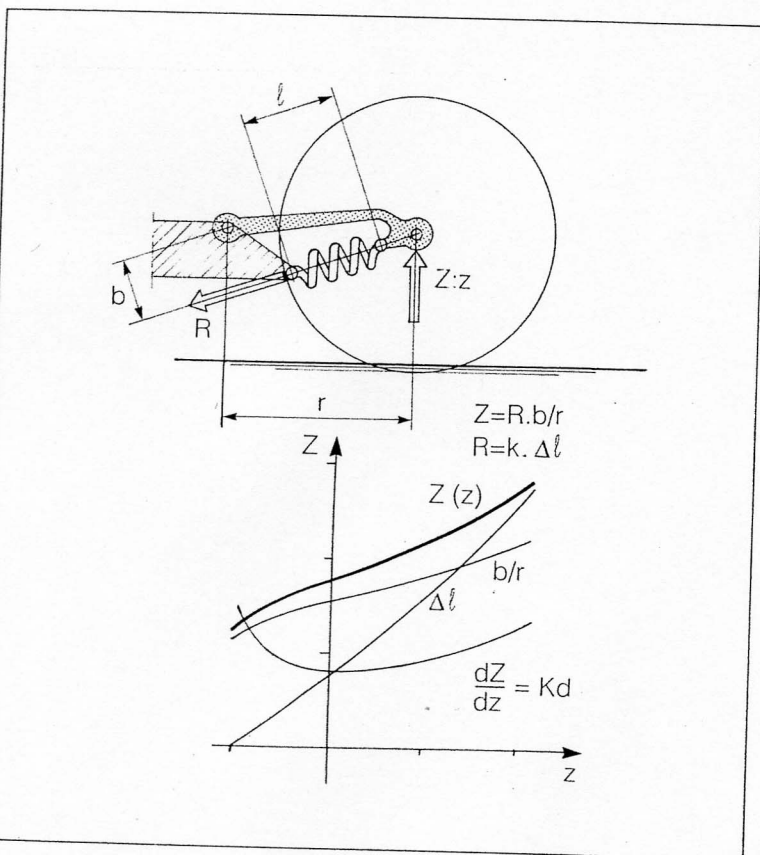
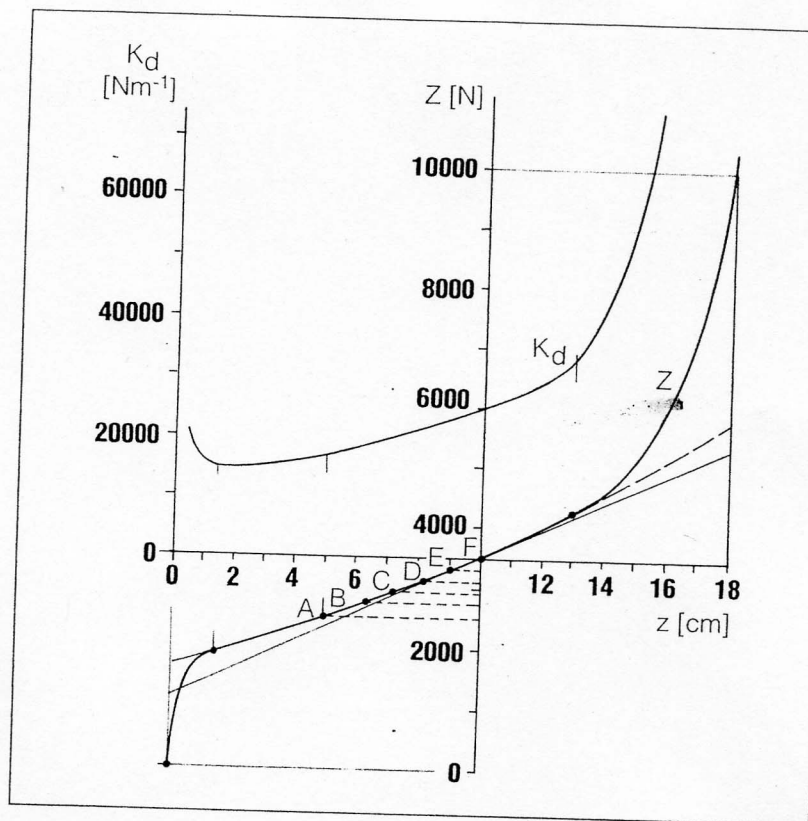
a)



b)

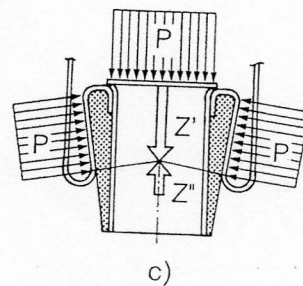
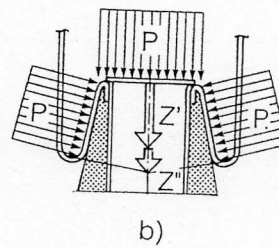
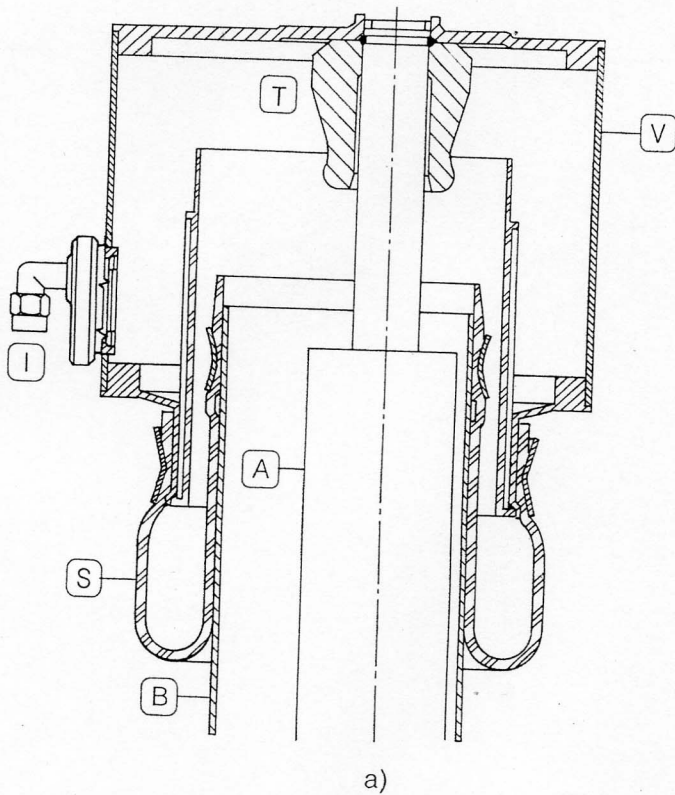
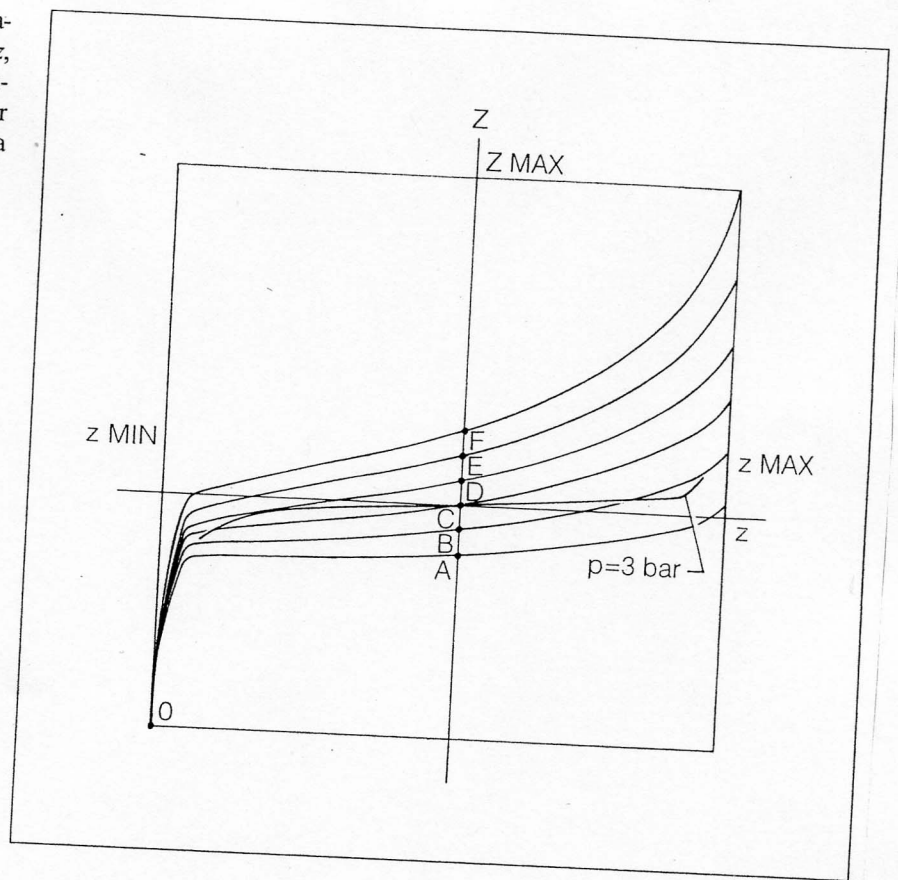
Figura 4.11 – a) Curve di uguale affaticamento per vibrazioni verticali (valori efficaci delle accelerazioni); b) Curve di uguale affaticamento per vibrazioni angolari in funzione della frequenza e del tempo di esposizione crescente da  $a = 0,5 h$  a  $b = 1 h$ ,  $c = 2 h$ ,  $d = 4 h$ ,  $e = 8 h$ ;  $f =$  soglia di sensibilità. v. rif. /4-4/.

**Figura 4.12** – Caratteristica carico,  $Z$ , deformazione,  $z$ , e rigidità,  $k_d$ , di una molla per sospensione.



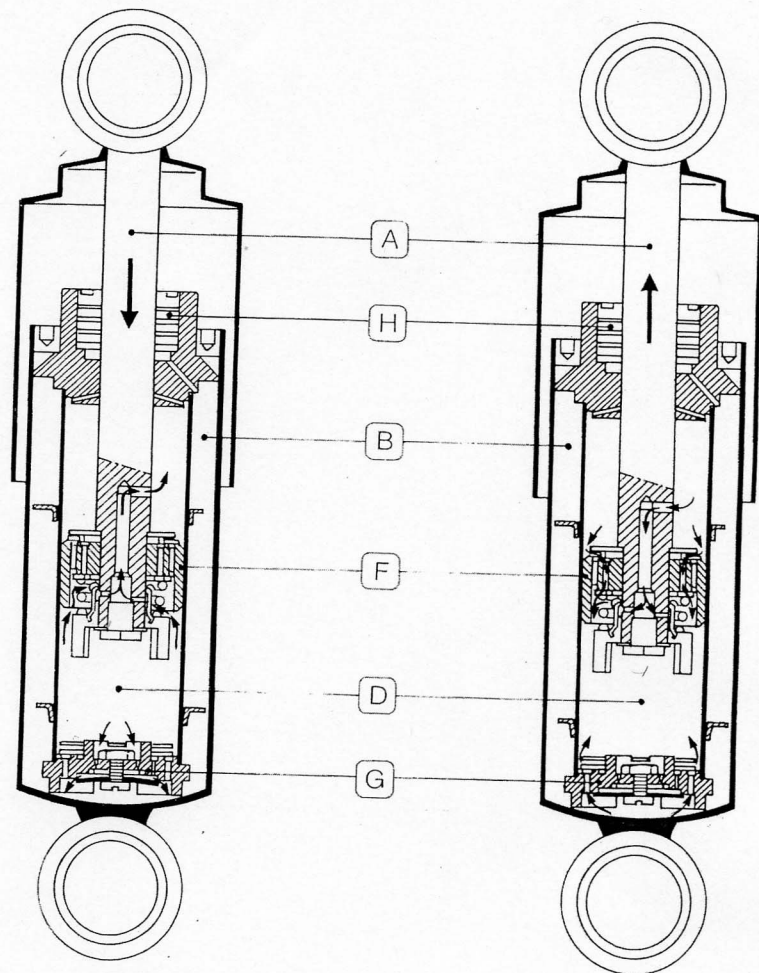
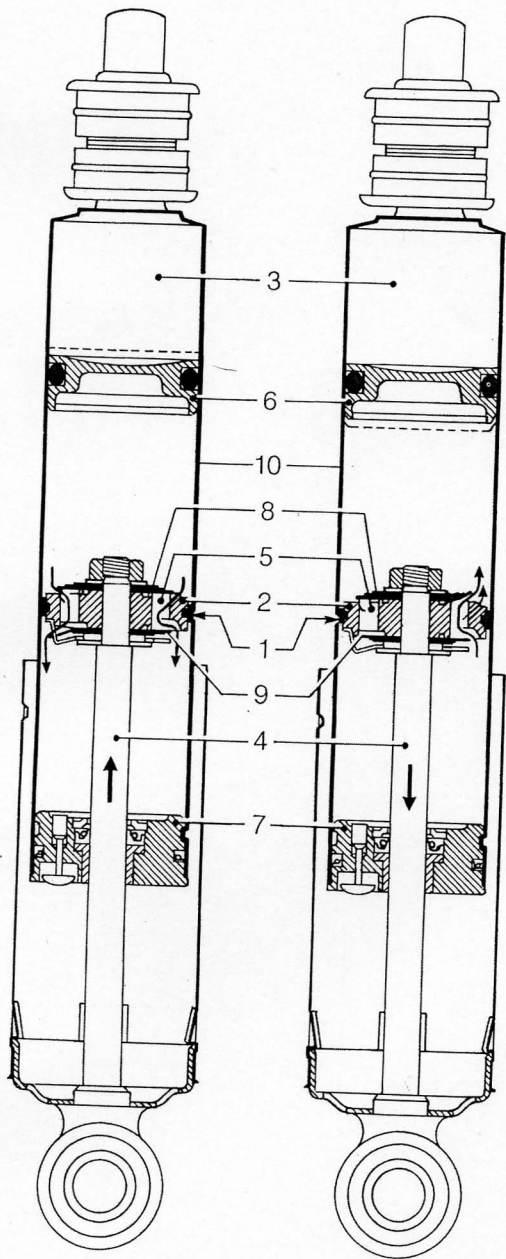
**Figura 4.13** – Schema e caratteristica carico,  $Z$ , scuotimento,  $z$ , di una sospensione tipo “Gregoire”.

**Figura 4.14** – Caratteristica dinamica carico,  $Z$ , deformazione,  $z$ , di una molla pneumatica in funzione della pressione. A  $p = 3$  bar è presentata anche la caratteristica statica (isoterma).



**Figura 4.15** – Esempio realizzativo integrato di molla pneumatica (SUBARU) del tipo a “manica” (sleeve). A: corpo ammortizzatore; B: “pistone” mobile (cilindrico) della “manica”; S: “manica”; T: tampone di fine corsa; V: volume aggiuntivo aria a pressione regolabile; I: ingresso aria. In b) e c) pistone con forme troncoconiche capaci di aumentare o diminuire, rispettivamente, la rigidità della molla.

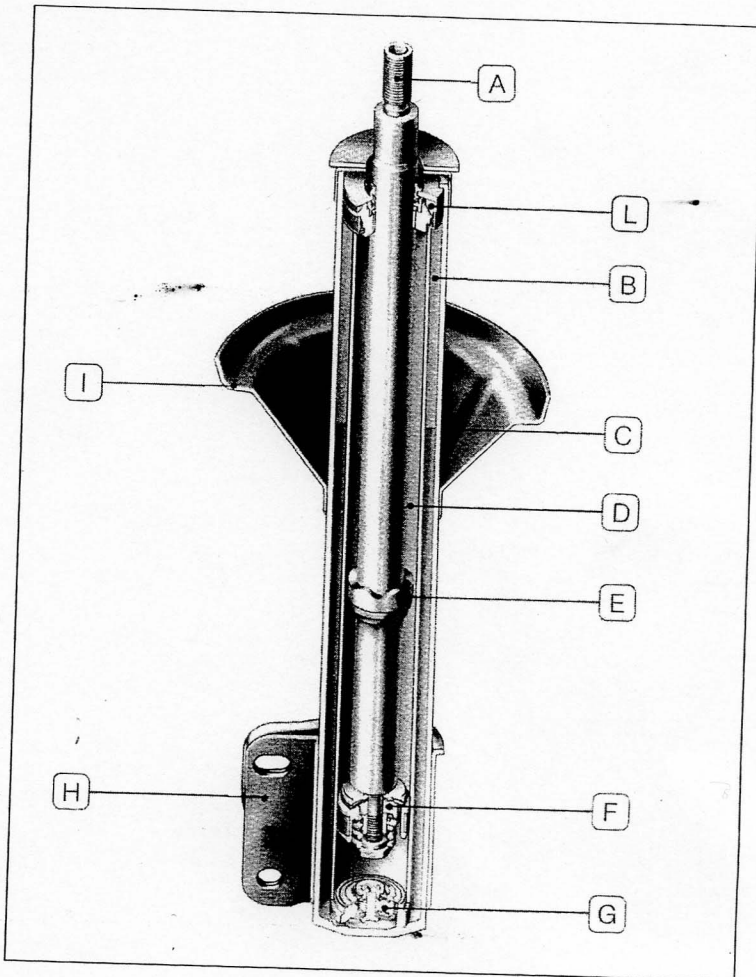
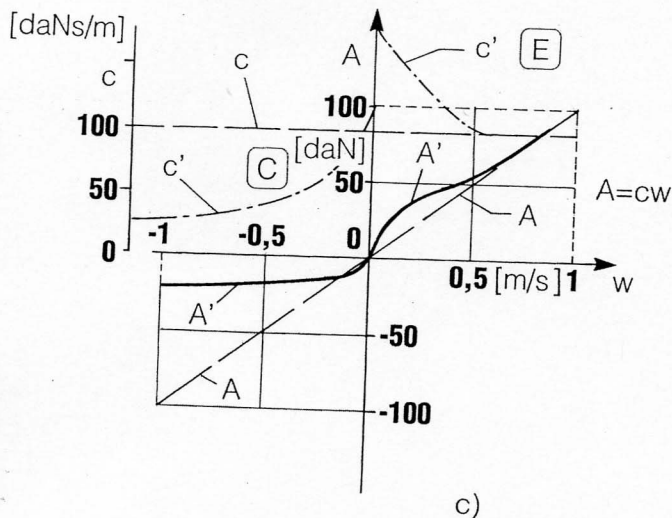
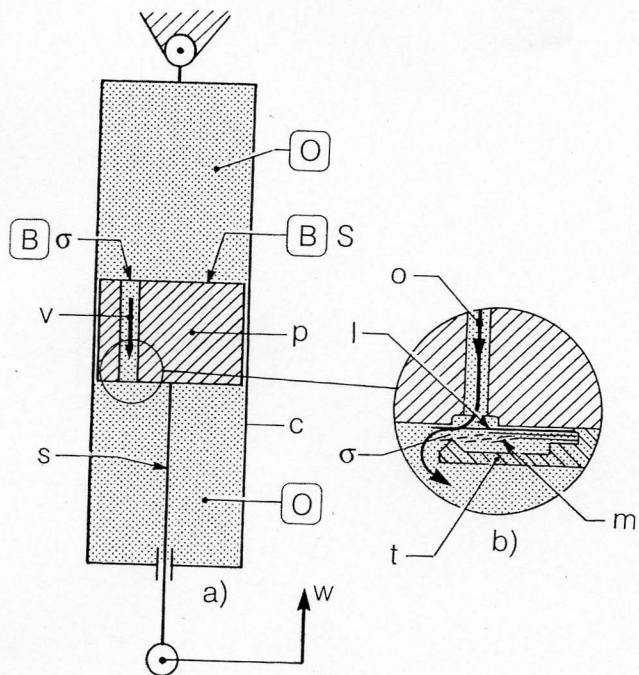




b)

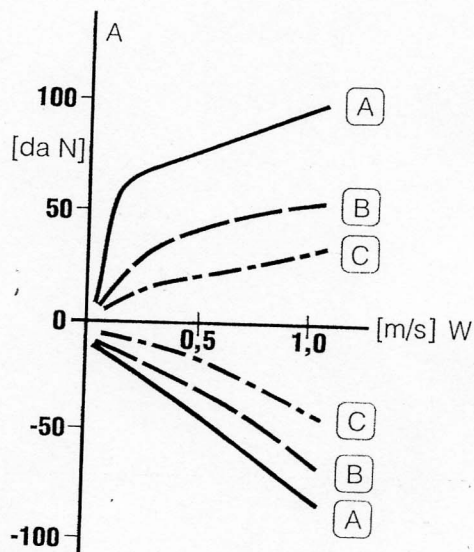
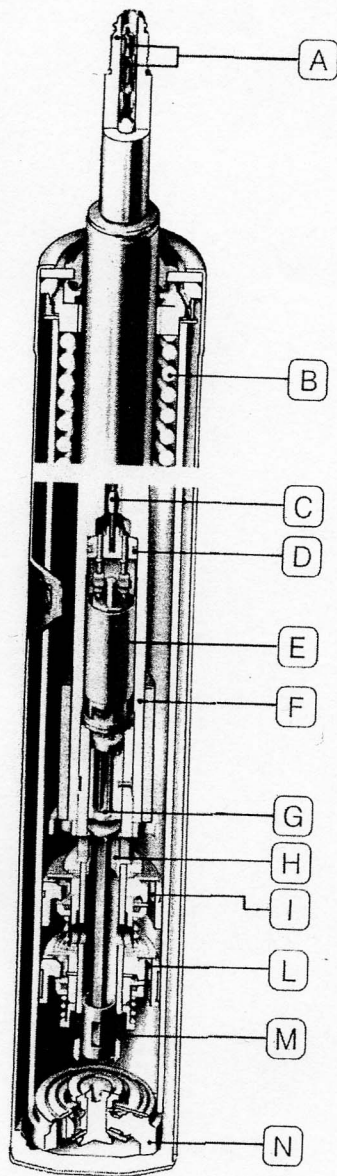
**Figura 4.16** - a) - Ammortizzatore "monotubo" a gas. 1: anello di tenuta pistone/cilindro; 2: pistone di lavoro; 3: gas compresso; 4: stelo; 5: fori passaggio fluido (olio); 6: pistone separatore gas-olio; 7: guida stelo; 8: valvole di estensione; 9: valvole di compressione; 10: cilindro di lavoro.  
 b) - Ammortizzatore "bitubo". A: stelo; B: camera di compensazione; D: camera di lavoro; F: pistone; G: valvola di fondo; H: guida stelo.





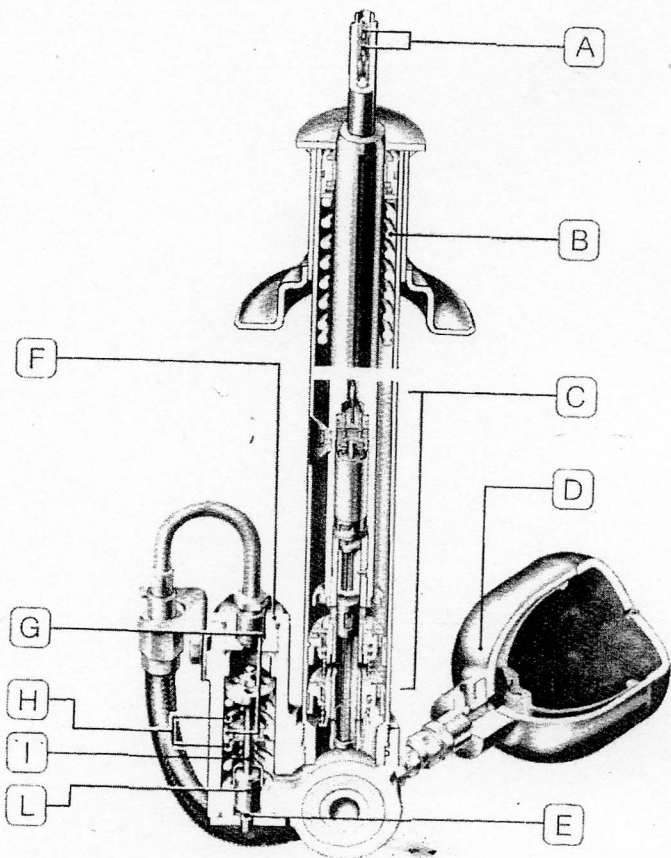
**Figura 4.17** – a) Schema funzionale dell'ammortizzatore. A: orificio passaggio olio di area  $\sigma$ . B: sezione retta del pistone, p, di area S. O: camere di lavoro riempite di olio; c: cilindro cavo; s: stelo. b) particolare del condotto di passaggio dell'olio; o: orificio; l: lamella chiusura orificio; m: molla agente sulla lamella l; t: fine corsa molla m; c) caratteristica del carico, A, e del coefficiente di smorzamento, c, in funzione della velocità,  $w$ , di scuotimento: E in estensione; C in compressione.

**Figura 4.18** – ammortizzatore "bitubo" a gas (Fichtel e Sachs). A: stelo; B: gas in pressione (5 bar) agente nella camera di compensazione; C: livello olio in camera di compensazione; D: cilindro di lavoro; E: tampone di rimbalzo; F: pistone con valvolismi; G: valvola di fondo; H: guida stelo.



**Figura 4.19** – Ammortizzatore per sospensione (anteriore) “semiattiva” (Fichtel e Sachs). A: connessione bipolare nello stelo; B: molla precaricata; C: alimentazione elettrica; D: tenuta olio/aria; E: motore elettrico immerso; F: stelo cavo; G: alberino con rotazione di 180°; H: condotto girevole superiore; I: 2 valvola pistone; L: 1 valvola pistone; M: condotto girevole inferiore; N: valvola di fondo.

**Figura 4.20** – Ammortizzatore per sospensione (posteriore) “semiattiva” e autolivellante (Fichtel e Sachs). A: contatto nello stelo; B: molla bipolare nello stelo; C: sistema elettromeccanico regolazione smorzamento; D: capacità pneumatica; E: valvola pneumatica; F: modulo variatore smorzamento in funzione del carico; G: pistone mobile; H: molle di controllo; I: stelo di controllo; L: pistone di controllo.



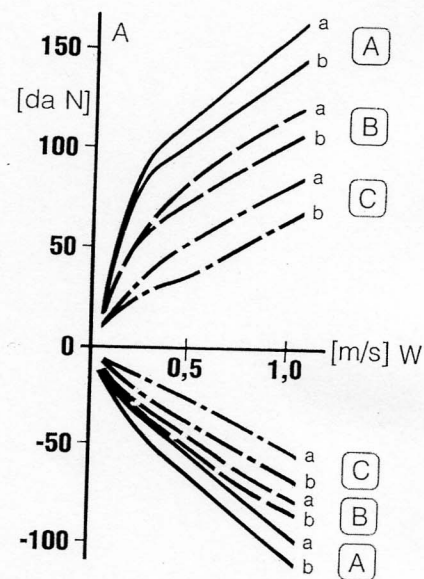
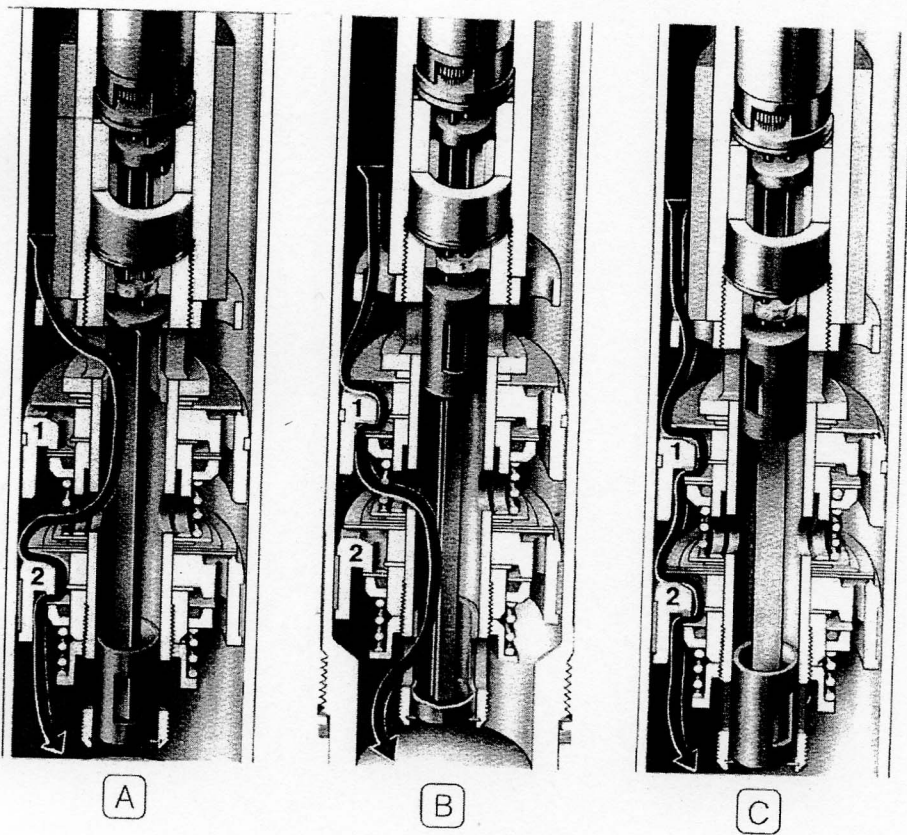
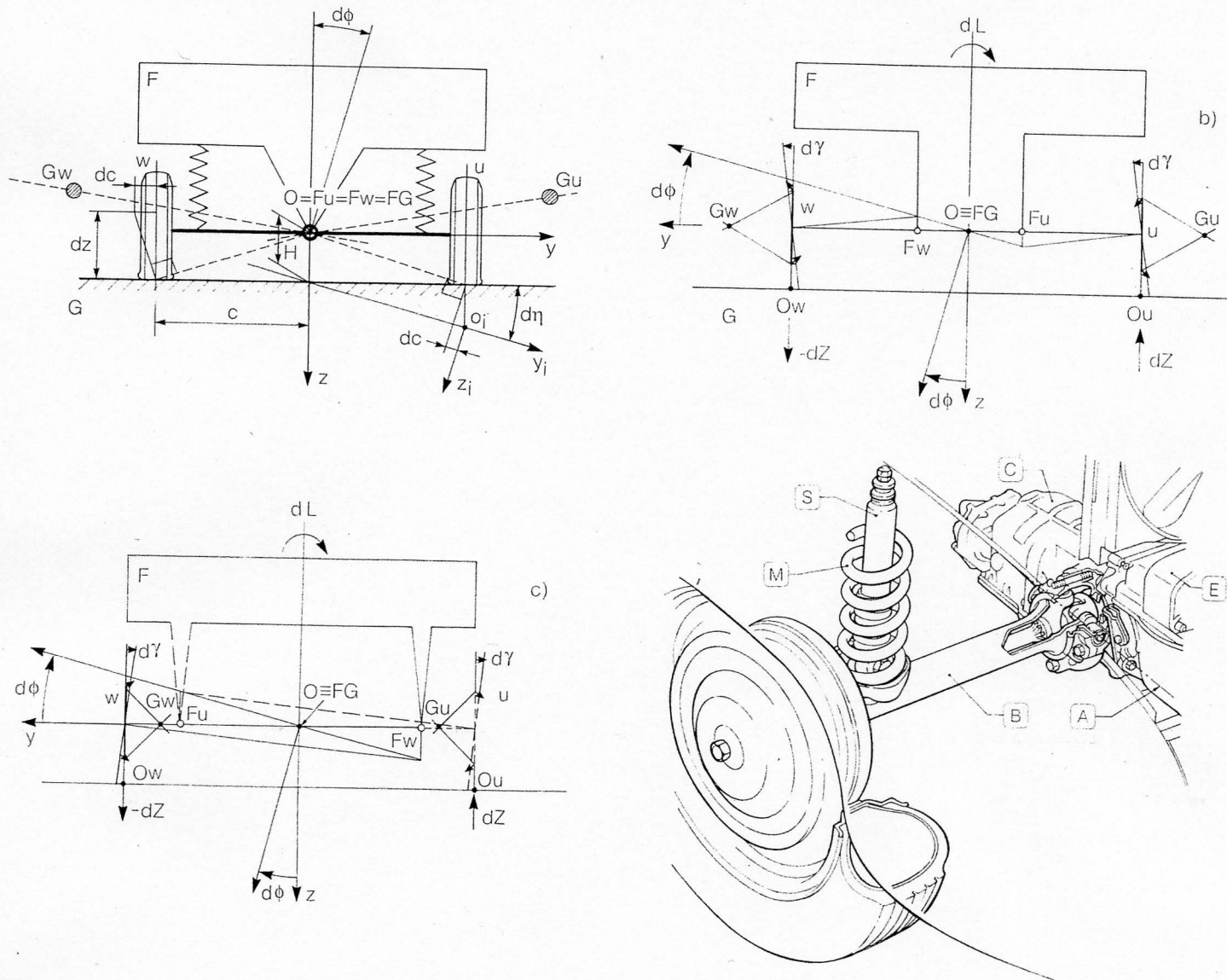
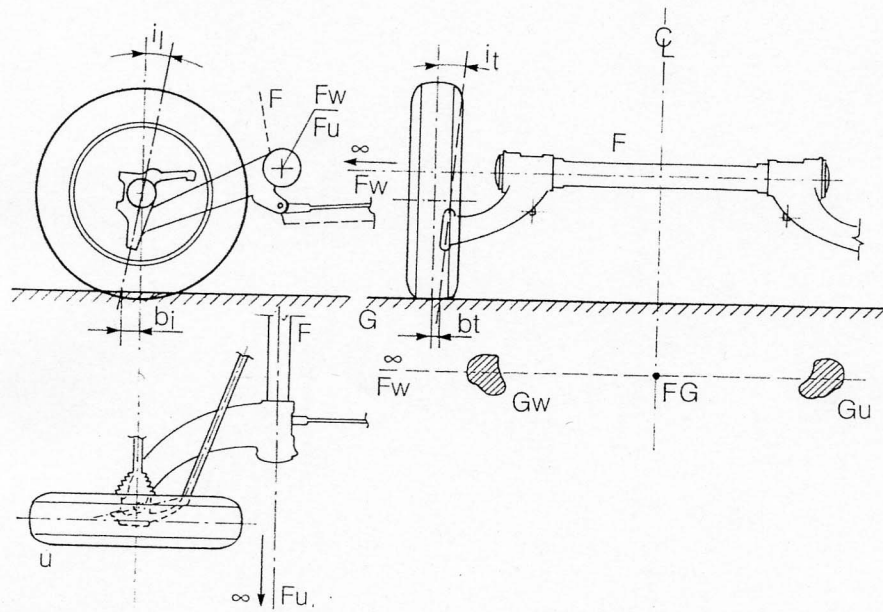


figura 4.21 – a) Valvolismi per triplice regolazione del coefficiente di smorzamento, b). A: regolazione sportiva; B: regolazione standard; C: regolazione “comfort”; a: a pieno carico, b: a carico minimo (sospensione posteriore, Fichtel e Sachs).



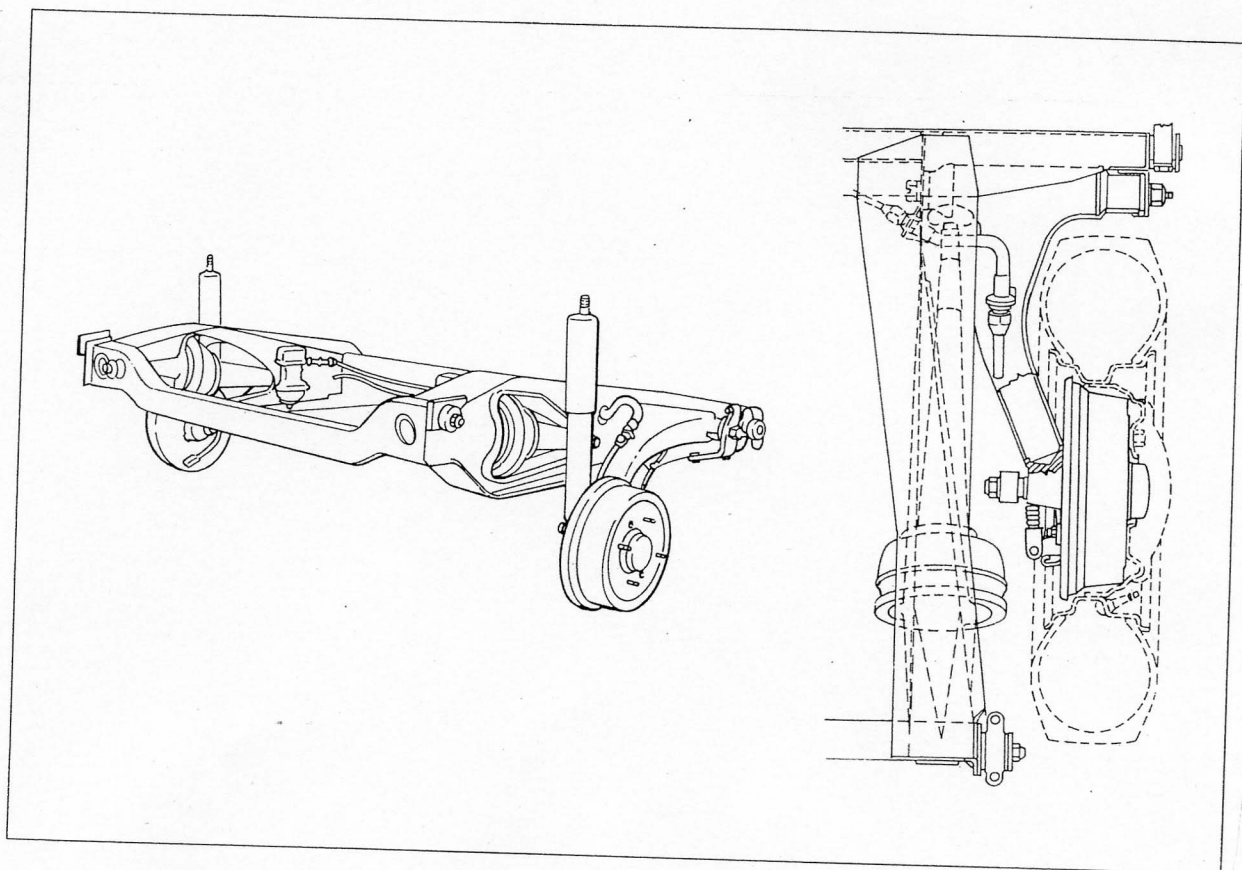
**Figura 4.29** – Schemi di sospensioni a “semiassi oscillanti”: a) a incernieramento coassiale  $F_u$  e  $F_w$  dei “semiassi”; b) a incernieramento parallelo interno, come nella RENAULT “Dauphine”; in figura sono visibili un semiassale (B) incernierato al gruppo motore (A)/frizione/cambio (C), a sua volta collegato con tasselli elastici alla “cassa”. c) a incernieramento parallelo esterno (HONDA “Civic”, primo modello).



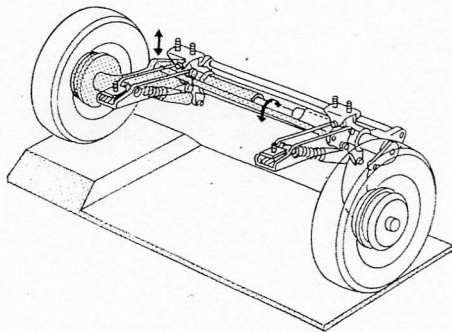
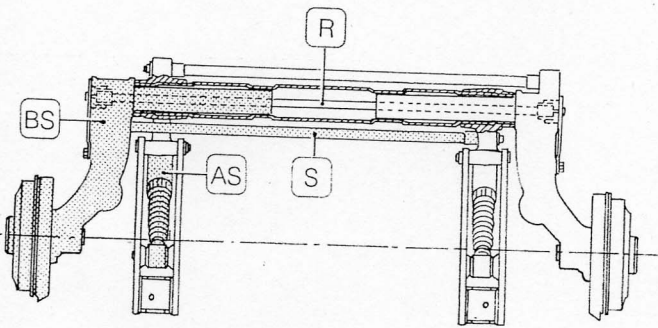
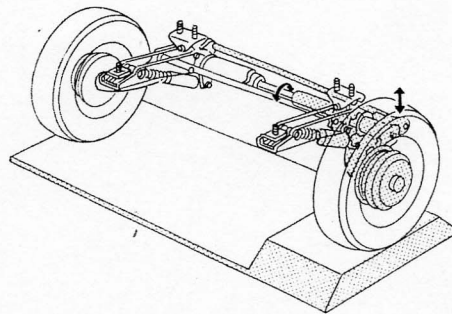
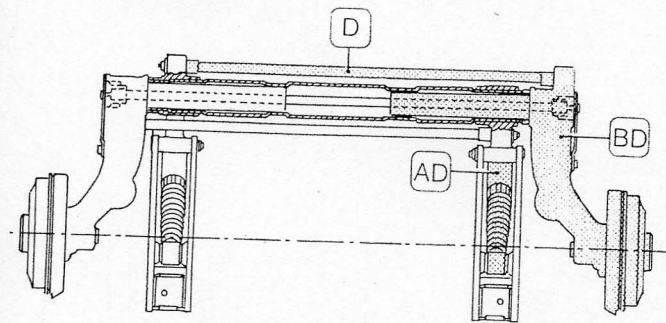


**Figura 4.31** – Sospensione anteriore CITROEN a bracci longitudinali, BL (roue tire o trailing arm), per ruote motrici. Modello “2 CV”.

**Figura 4.32** – Sospensione posteriore della MC “mini”.







**Figura 4.33** – Sospensione posteriore PEUGEOT “205”. BS, BD: bracci longitudinali sinistro e destro, rispettivamente; AS, AD: ammortizzatori sinistro e destro, rispettivamente; S, D, R: molle di torsione sospensioni sinistra, destra e molla di torsione antirollio, rispettivamente.



Figura 4.36 – Sospensione a QT anteriore motrice della RENAULT “R5” caratterizzata da un notevole angolo di incidenza trasversale,  $i$ .

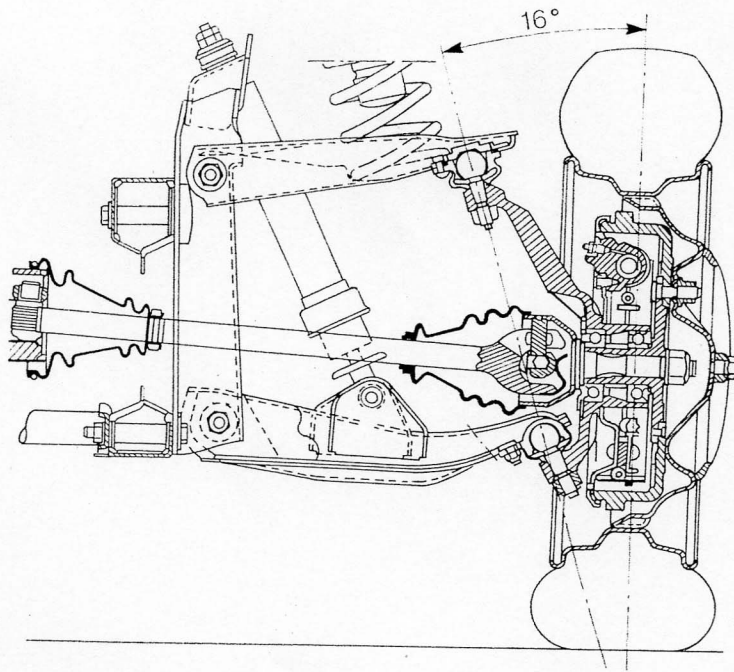


Figura 4.37 – Sospensione a QT anteriore motrice della BMC “Mini” caratterizzata da un limitatissimo ingombro trasversale e verticale.

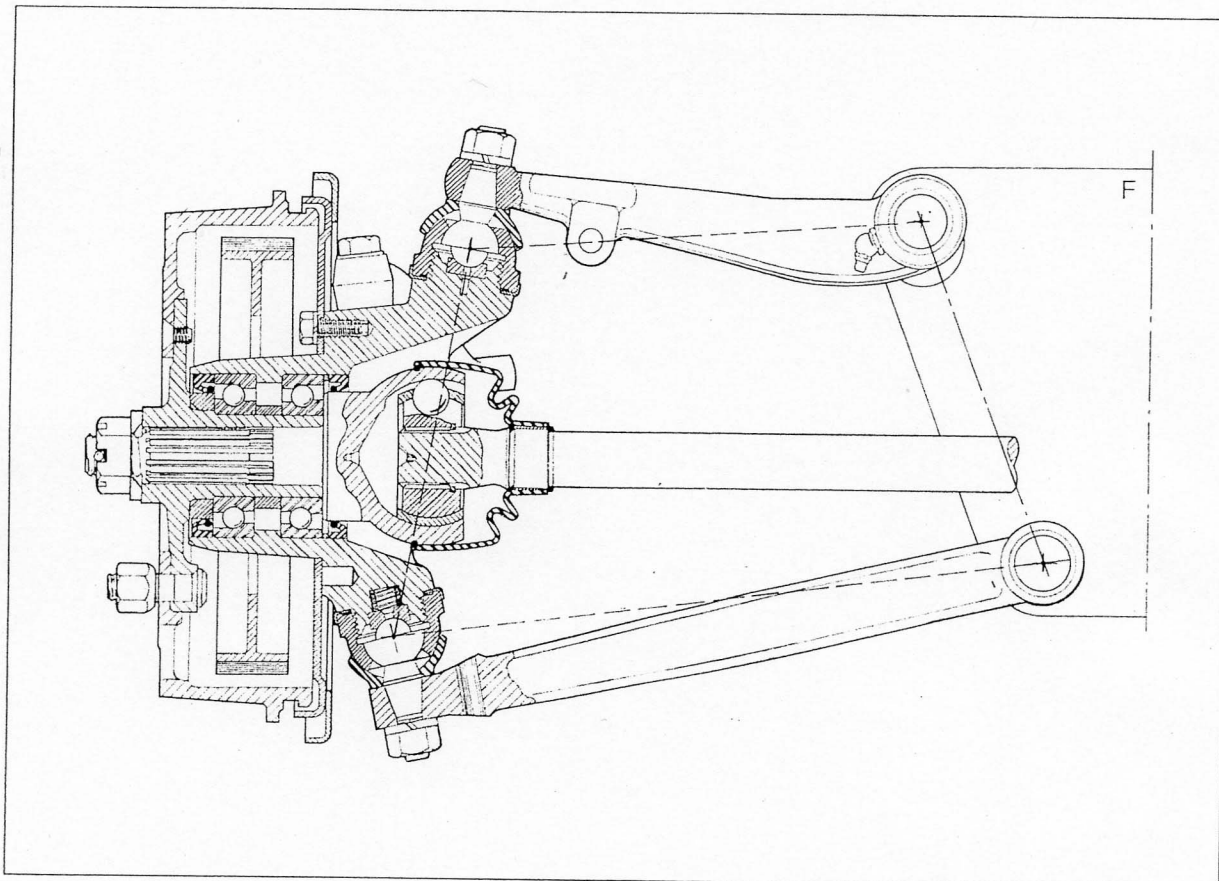
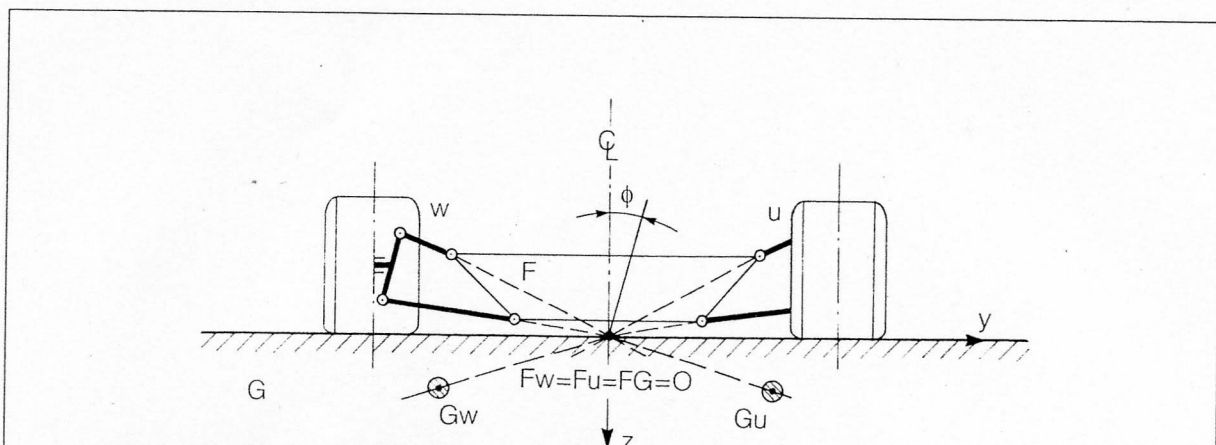
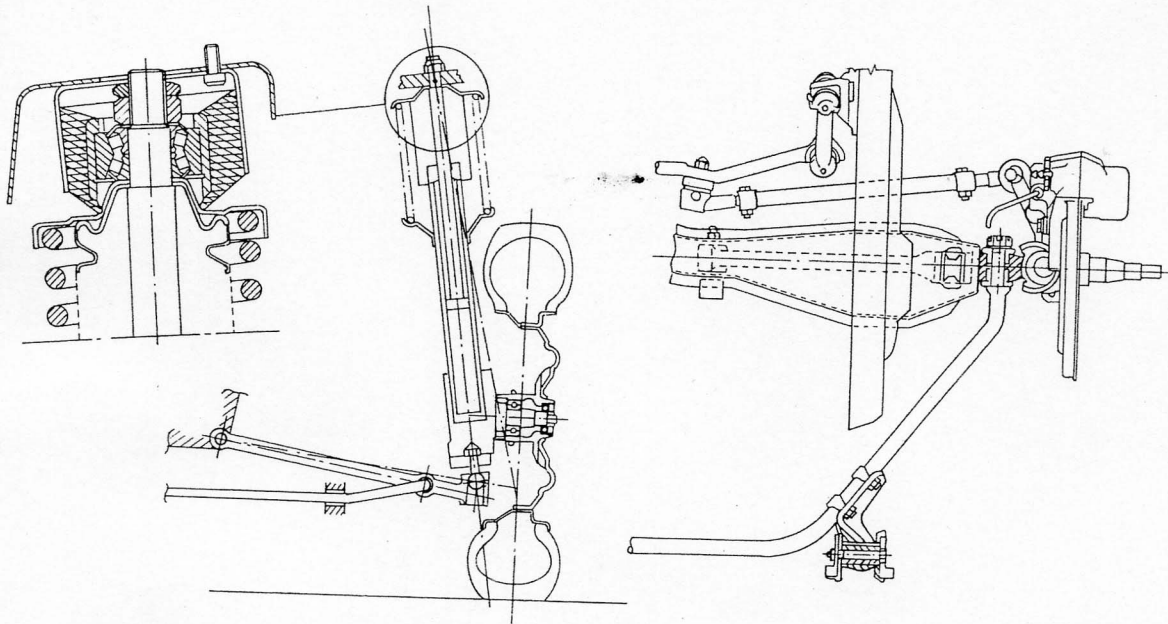


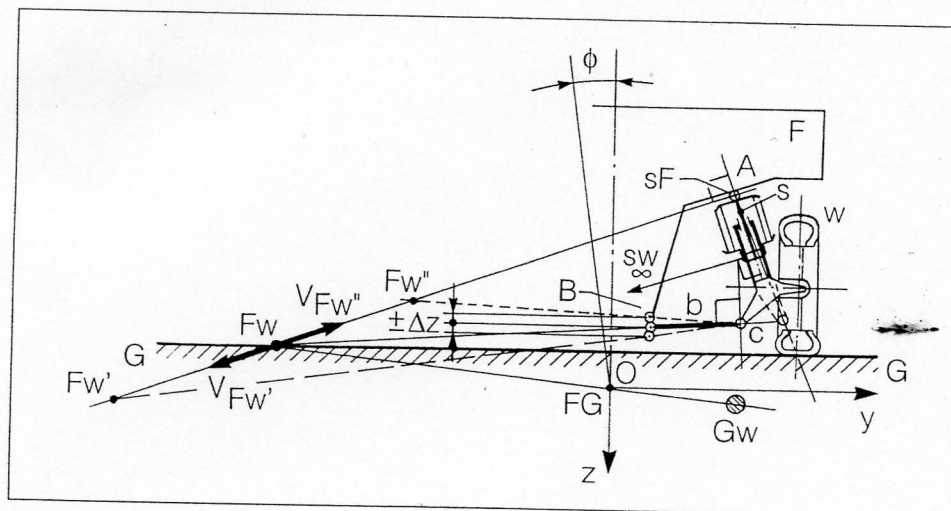
Figura 4.38 – Schema di una sospensione a QT “limite”.



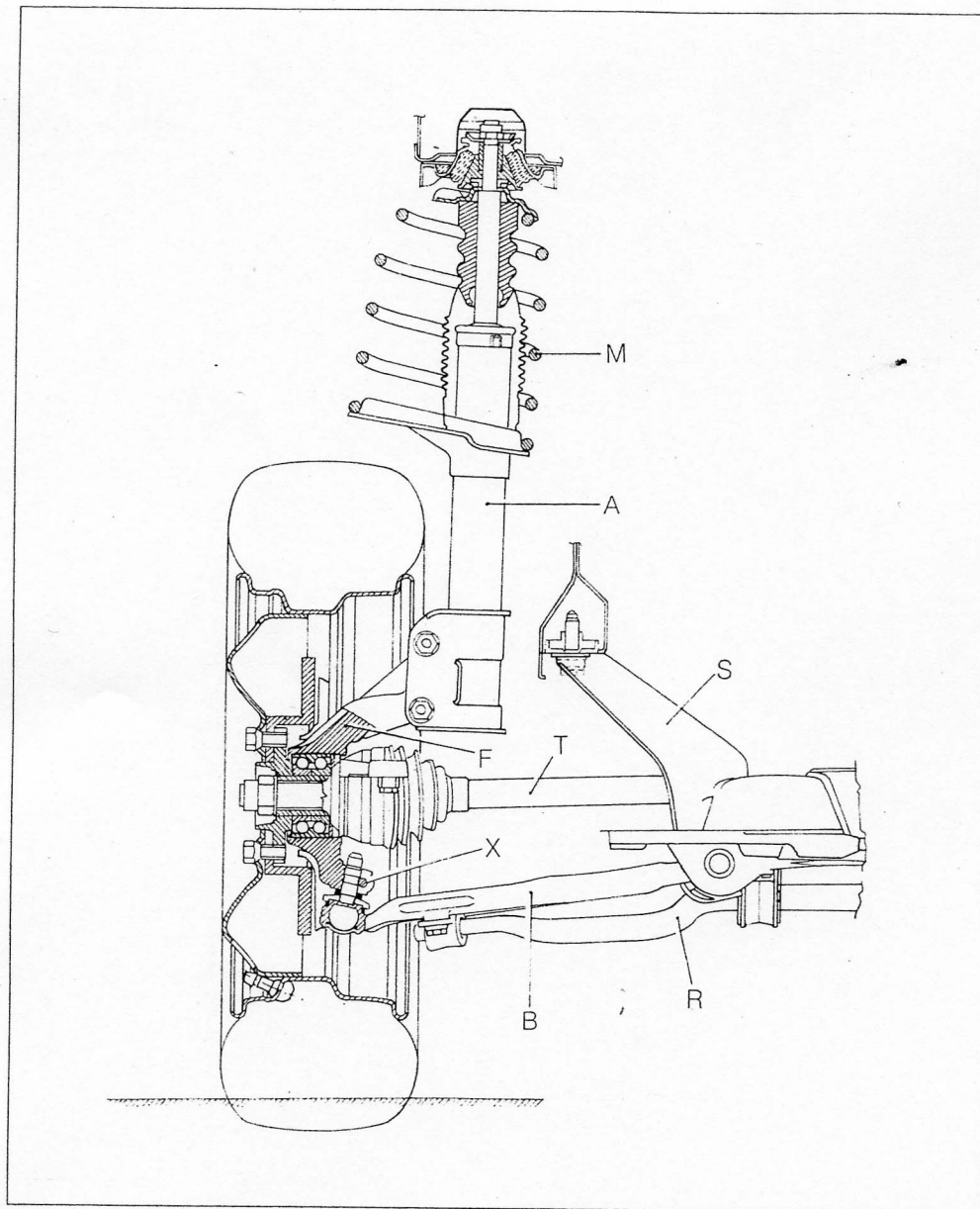
**Figura 4.39** – Schema semicostruttivo della sospensione originale Mac Pherson (FORD).



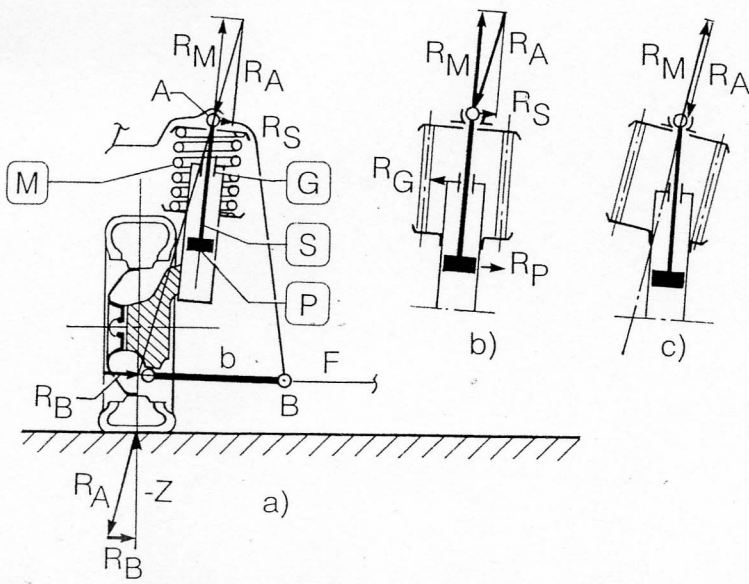
**Figura 4.40** – Schema della sospensione MP (Mac Pherson).





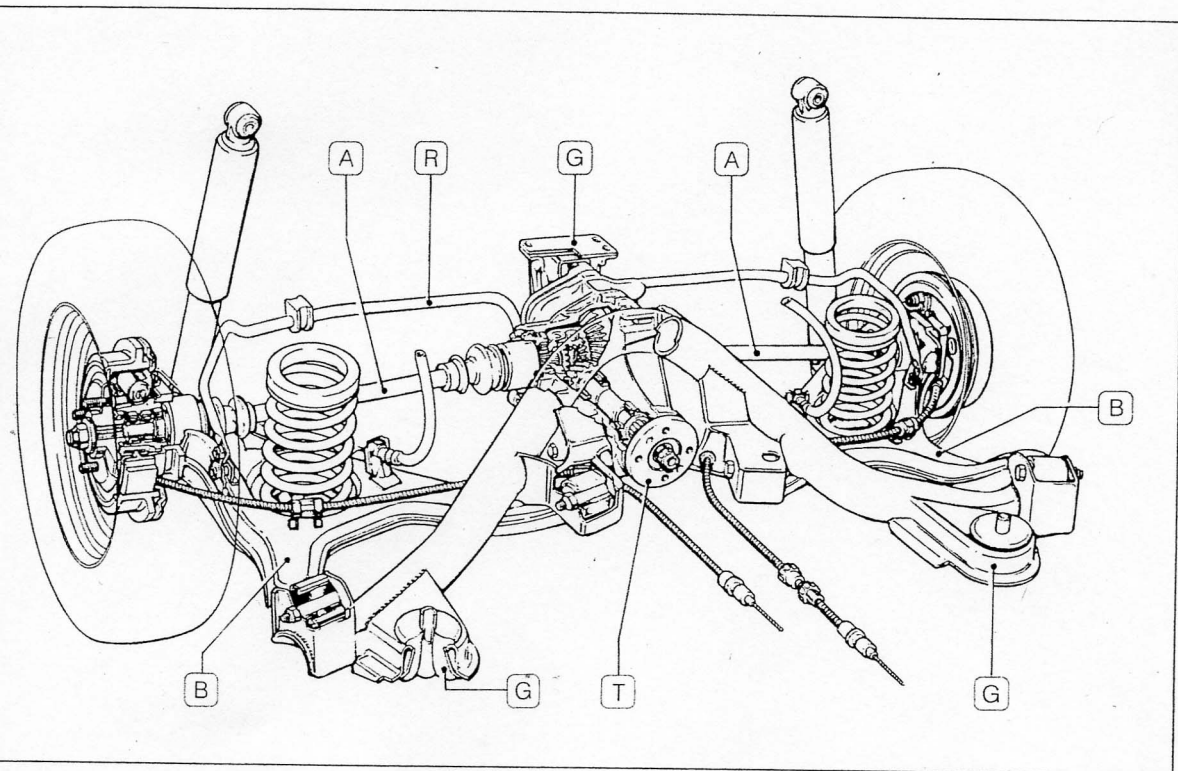
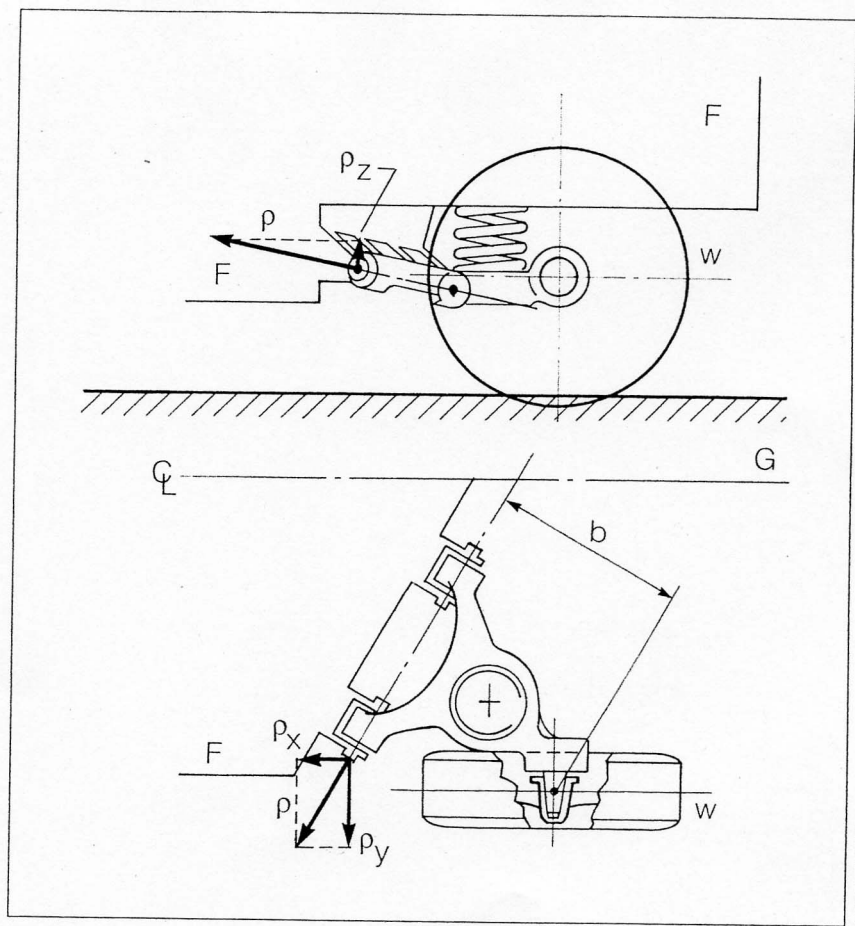


**Figura 4.41** – Sospensione tipo MP della FIAT “Punto”. A: corpo dell’ammortizzatore collegato rigidamente con il montante, F; B: braccio trasversale; M: molla ad elica; R: barra antirollio; S: elementi strutturali della scocca; T: albero di trasmissione; X: snodo di strisciamento per consentire la sterzata.



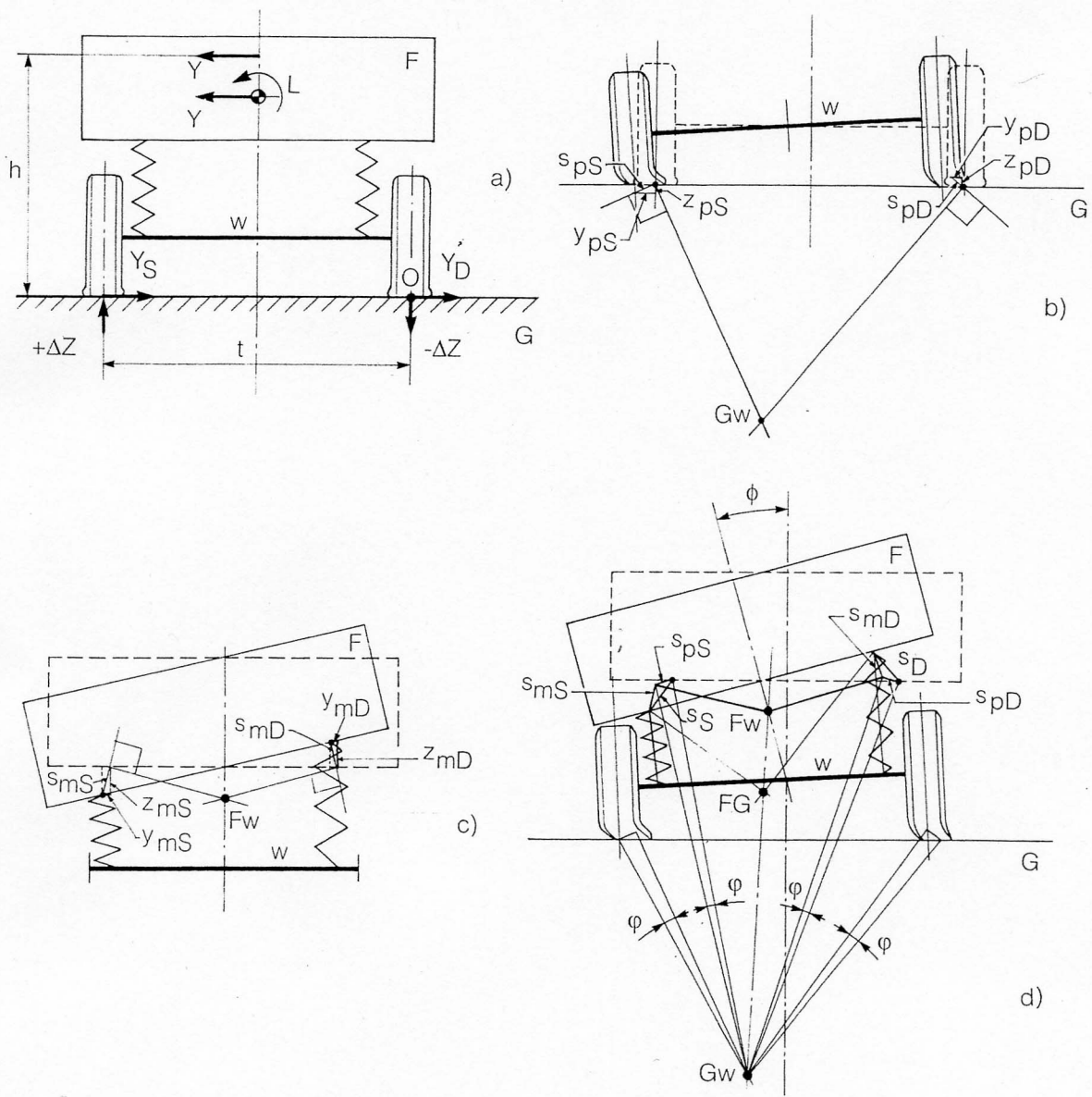
**Figura 4.42** – Schema del complesso molla-ammortizzatore in sospensioni tipo MP. a) schema del sistema di forze in equilibrio. Reazioni sullo stelo con molla coassiale, b) e con molla obliqua, c).

**Figura 4.43** – Schema di sospensione a bracci obliqui (BO, semi-trailing arm).

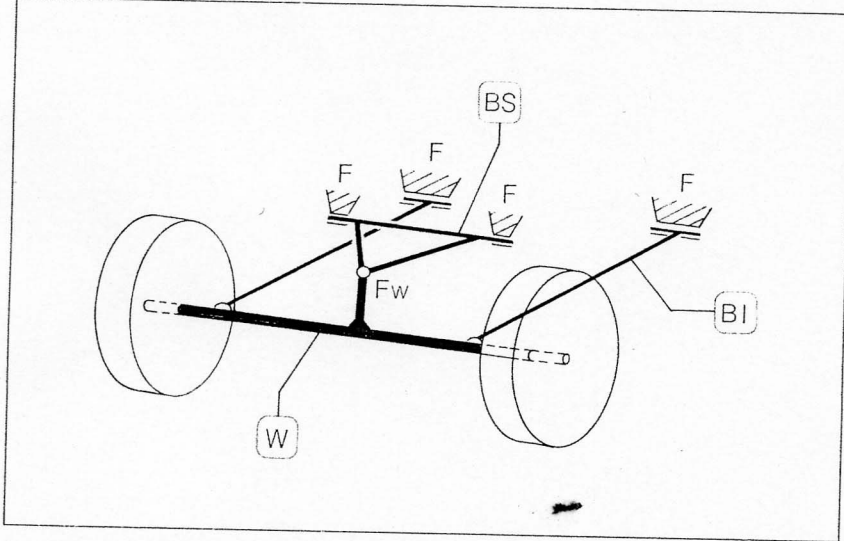


**Figura 4.44** – Sospensione tipo BO (FORD “Sierra”), motrice. A: semialberi; B: bracci obliqui; G: supporti antivibranti di supporto del telaio alla scocca; T: flangia di vincolo dell'albero di trasmissione (non rappresentato) al pignone del “rinvio fisso”.

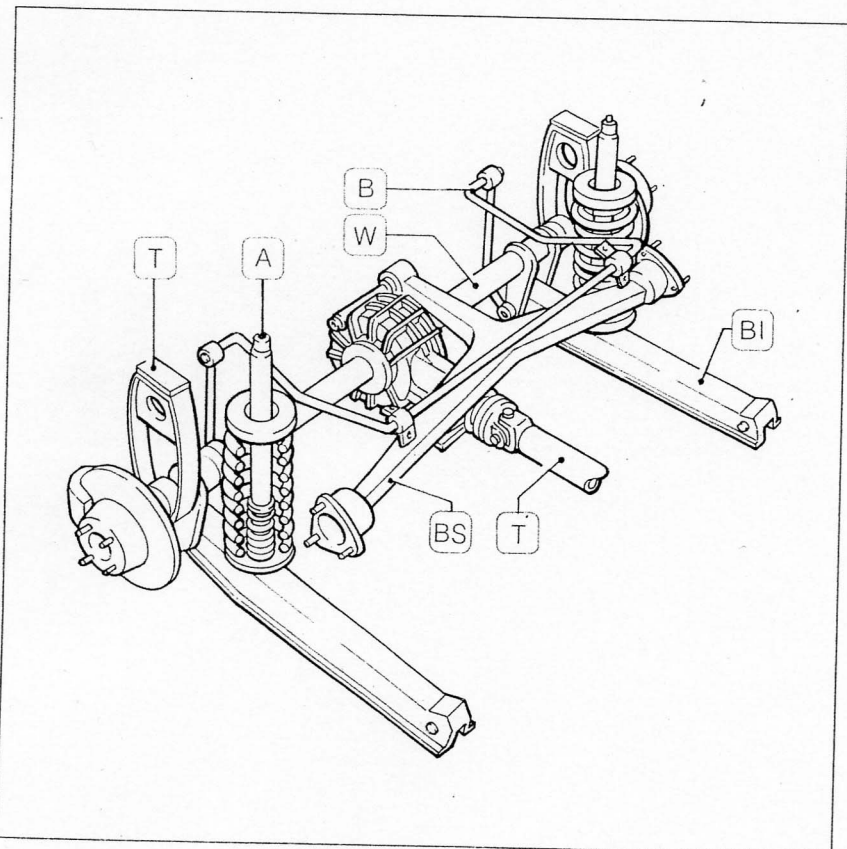




**Figura 4.45** – Schema della sospensione ad assale rigido, AR. a) schema dinamico; b) schema cinematico dell'assale; c) schema cinematico della cassa; d) schema cinematico complessivo.

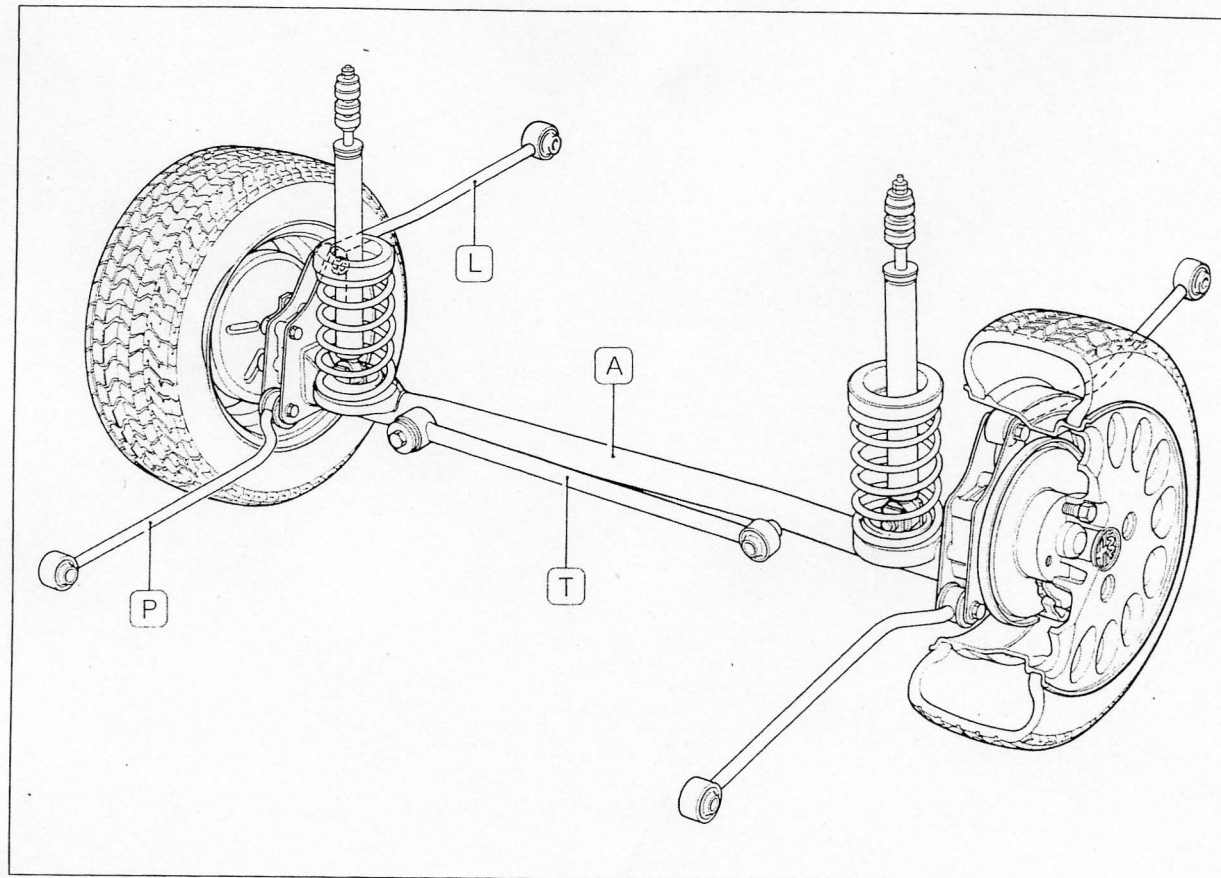


**Figura 4.48** – Schema di una sospensione ad assale rigido, AR, con il vincolo longitudinale e laterale dell'assale, w, alla cassa, F.

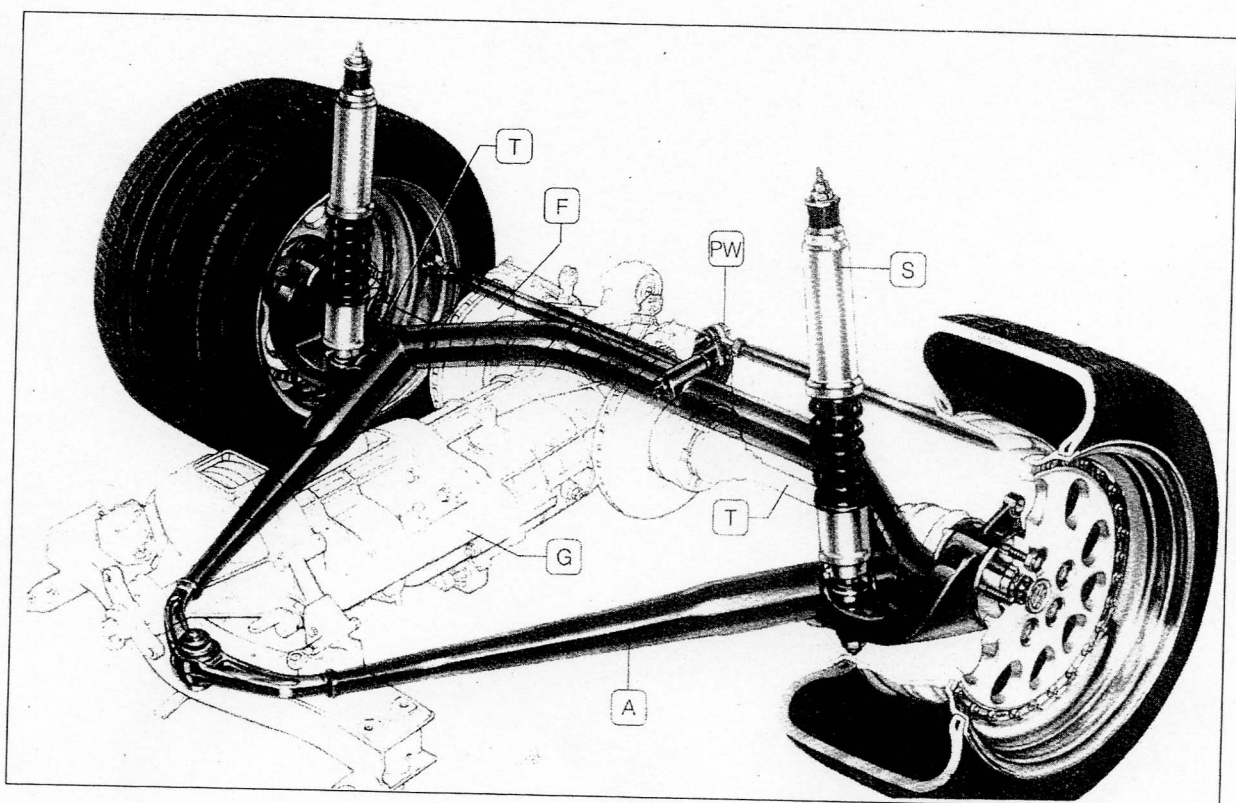


**Figura 4.49** – Sospensione ad assale rigido motrice (ALFA-ROMEO “duetto”) con sistema di vincolo alla cassa secondo lo schema di Fig. 4.48.

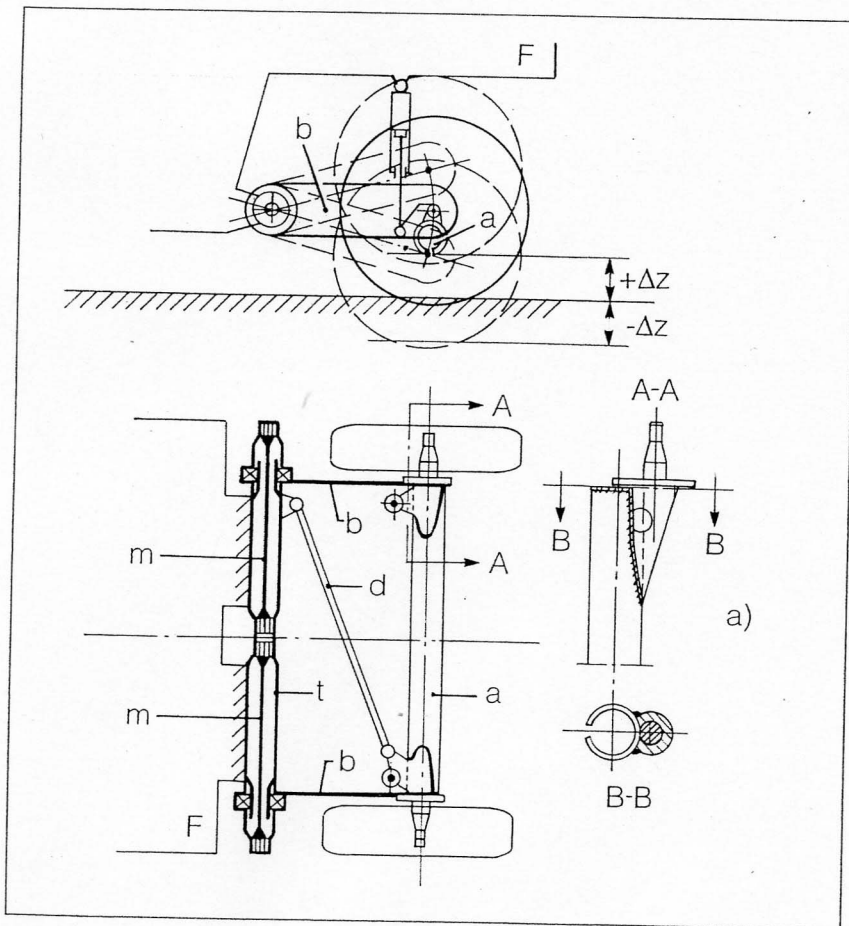
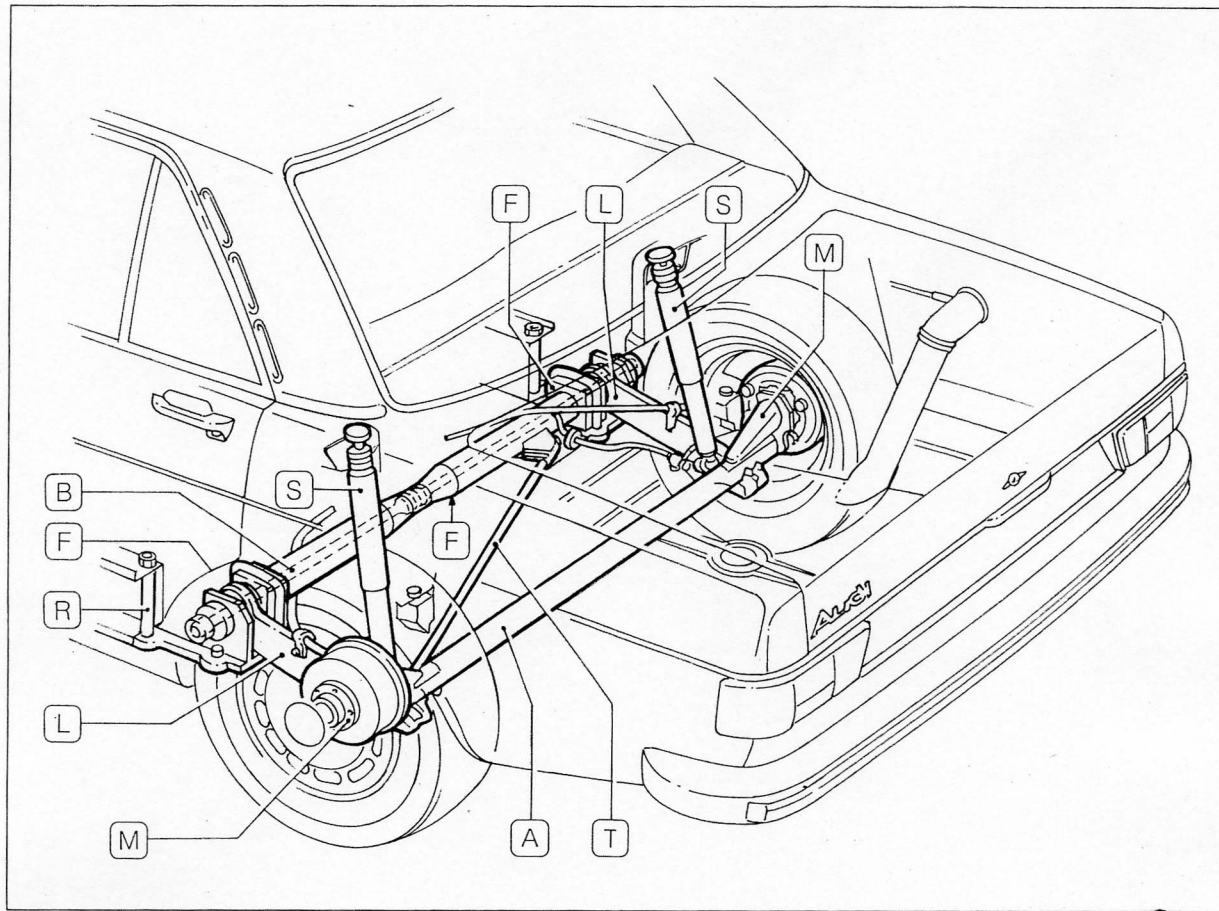
**Figura 4.50** – Sospensione ad assale rigido non motrice con sistema di vincolo assale-cassa (ALFA-ROMEO “33”). A: assale; L: coppia di bracci longitudinali concorrenti con l’assale a formare un quadrilatero di Watt, per il vincolo longitudinale; T: barra tipo “Panhard” per il vincolo trasversale.



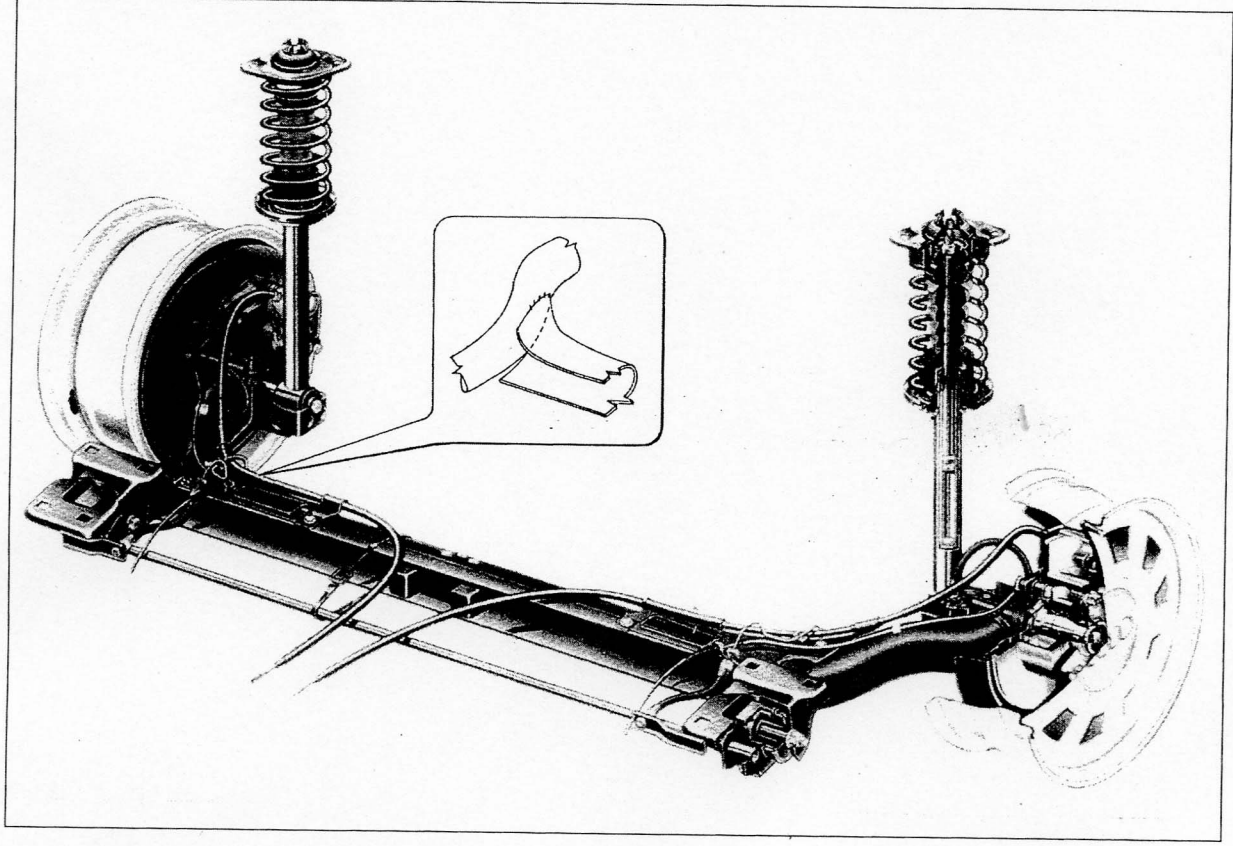
**Figura 4.52** – Sospensione ad assale rigido motrice (ALFA-ROMEO “75 Z”). A: assale rigido con prolunghe di vincolo longitudinale; F: freni a disco sulla trasmissione; G: gruppo di trasmissione comprendente frizione, cambio e rinvio; S: elemento deformabile della sospensione comprendente molla e ammortizzatore; PW: vincolo laterale dell’assale a parallelogrammo di Watt.



**Figura 4.54** – Sospensione ad assale rigido non motrice (AUDI "100"). A: assale recante i perni dei mozzi, M; B: molla a barra di torsione interna alla traversa, F, fissa alla cassa, sulla quale sono incernierati i bracci longitudinali, L; R: tirante di regolazione del vincolo della molla a barra di torsione, B, alla traversa F; S: ammortizzatori; T: diagonale di reazione alle spinte laterali assale-cassa.

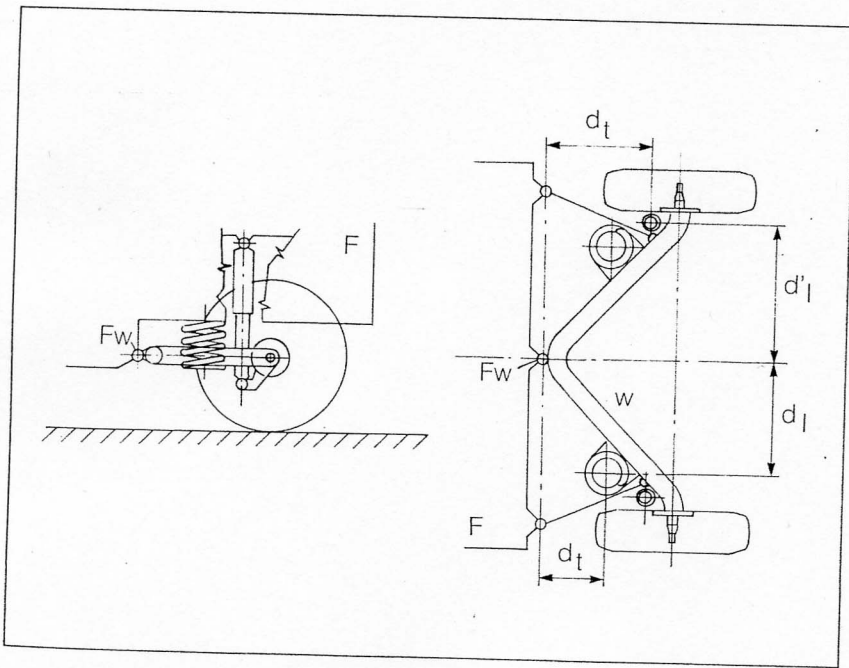
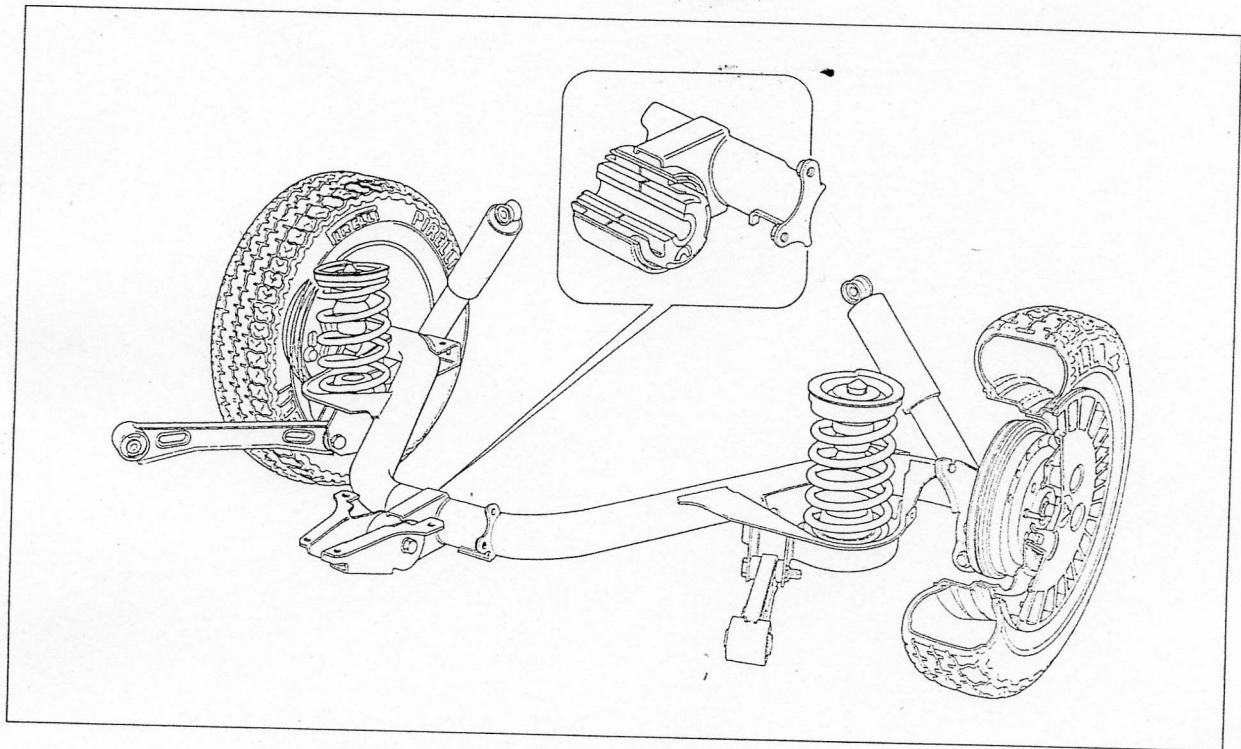


**Figura 4.55** – Schema della sospensione di Fig. 4.49.



**Figura 4.56** – Sospensione interconnessa (trailing arm torsion beam) tipo VW “Golf” (1974) (adottata anche in altri modelli del gruppo VW).

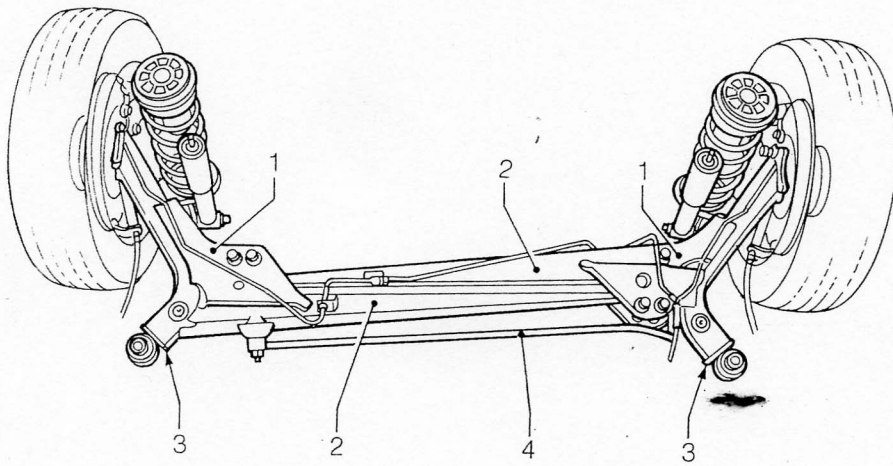
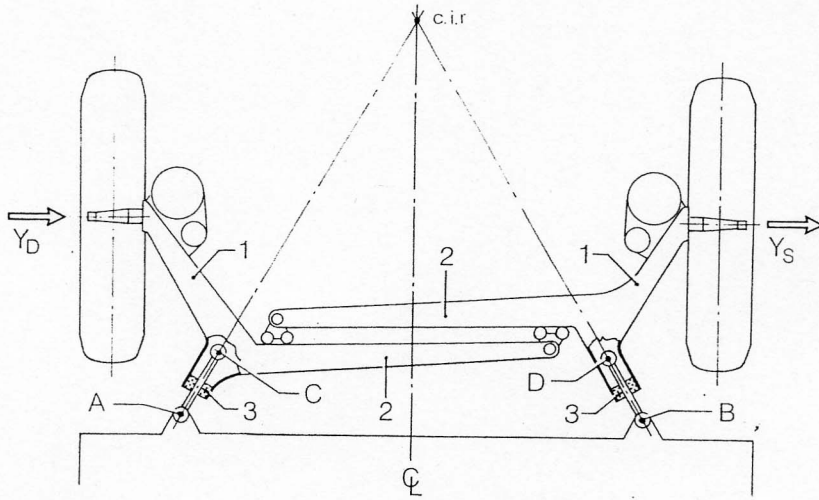




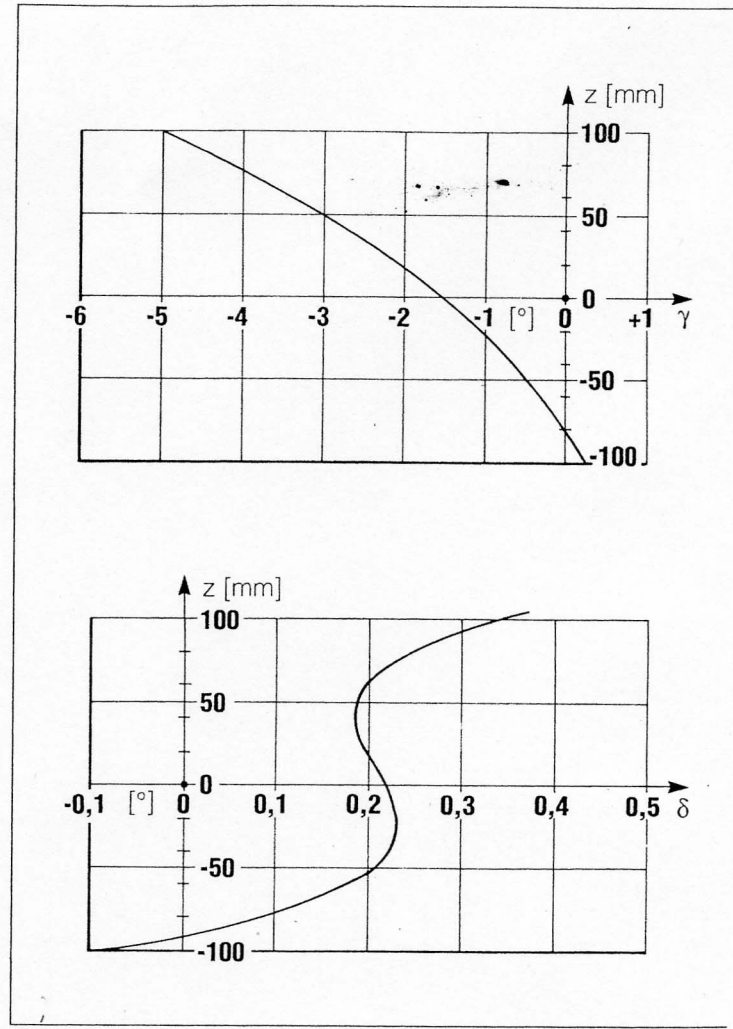
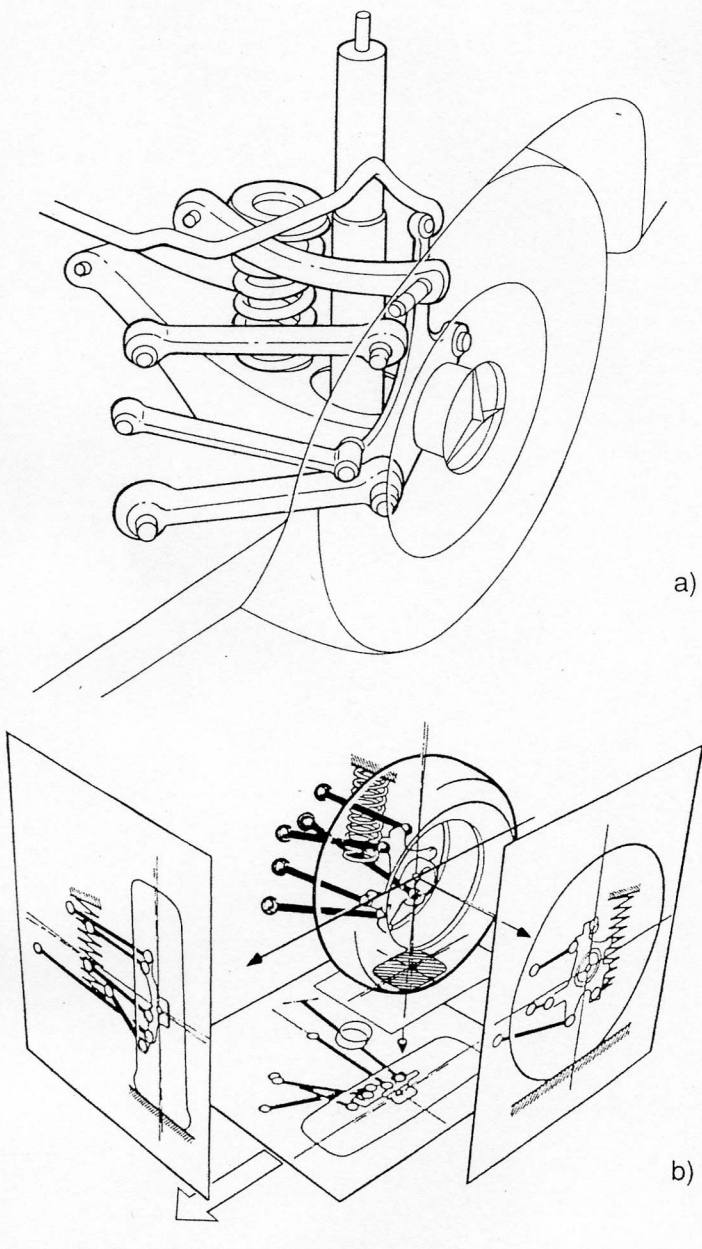
**Figura 4.57** – Sospensione posteriore non motrice ad assale rigido del tipo cosiddetto “a  $\Omega$ ” (Autobianchi “Y 10” /1984/ e FIAT “Panda”).

**Figura 4.58** – Schema funzionale della sospensione di Fig. 4.57.



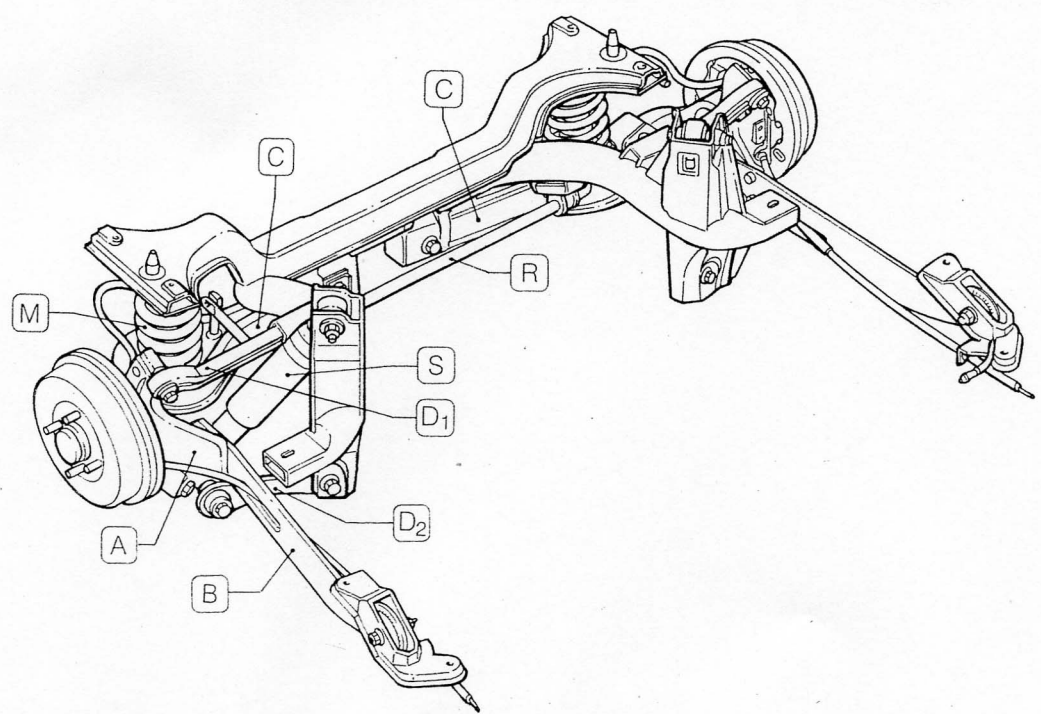


**Figura 4.61** – a): Schema della sospensione posteriore non motrice autovirante VOLVO “850”. A e B: vincoli alla cassa; 1: bracci di supporto delle ruote (asimmetrici); 2: prolunghe interne dei bracci 1; 3: tasselli deformabili di centraggio delle biellette AC e BD; 4: barra antirollio. In b): vista costruttiva della sospensione.

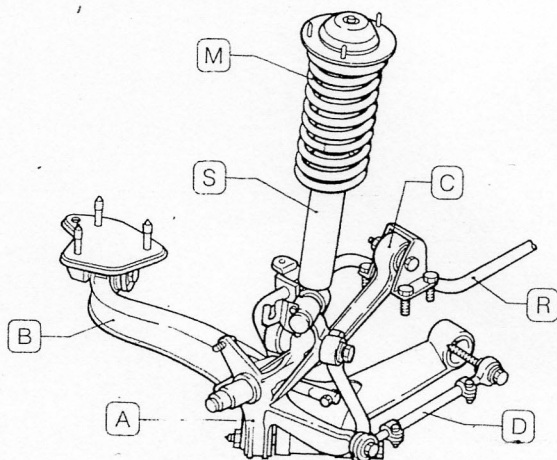
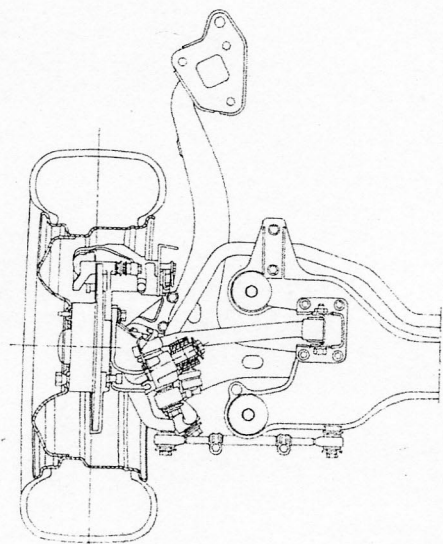
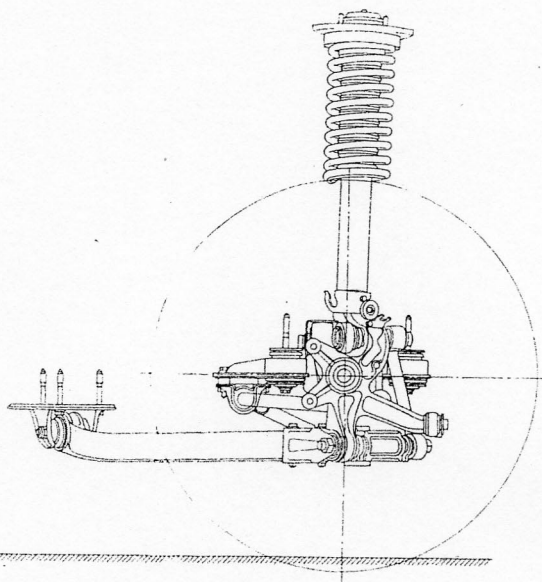
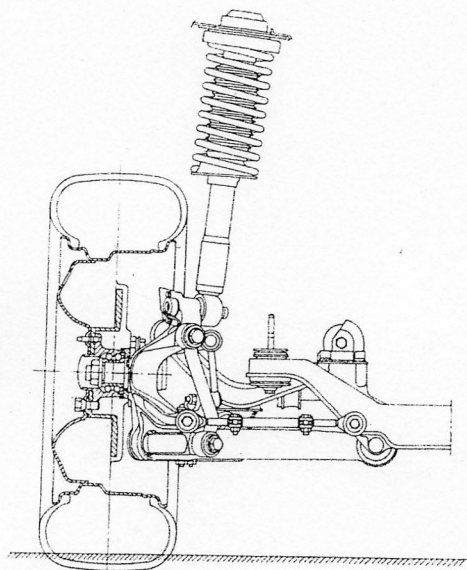


**Figura 4.64** – Sospensione per asse posteriore motore “Multilink” a bracci (MERCEDES, 1982).

**Figura 4.65** – Angoli di camber,  $\gamma$ , e di convergenza,  $\delta$ , in funzione dello scuotimento,  $z$ , per la sospensione di Fig. 4.58.

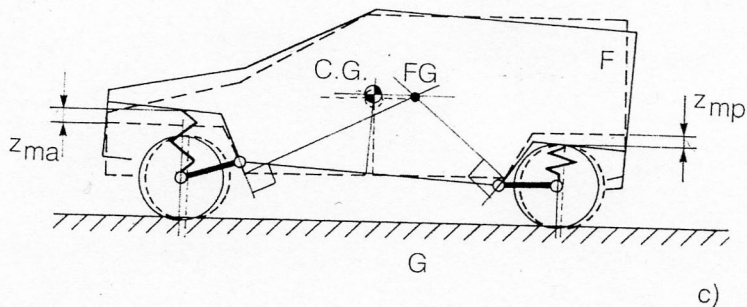
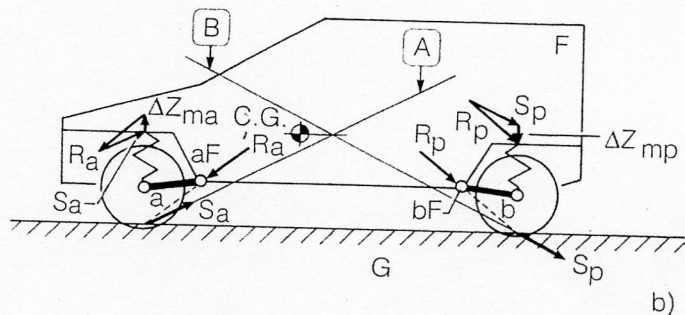
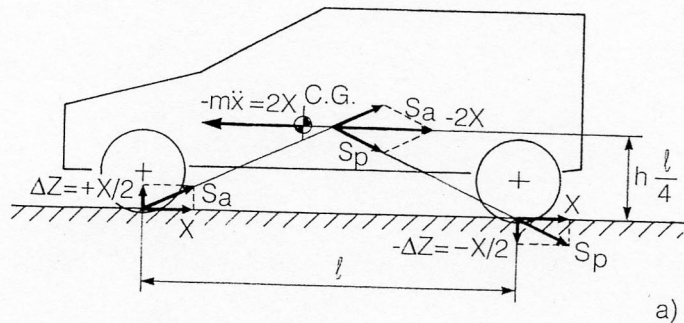


**Figura 4.66** – Sospensione posteriore “Multilink” a 4 bracci per asse non motore (FORD “Mondeo-SW”, 1992). A: montante; B: braccio di spinta longitudinale; C: braccio di spinta laterale; D1, D2: bracci di controllo assetto; M: molla; R: barra antirollio; S: ammortizzatore.

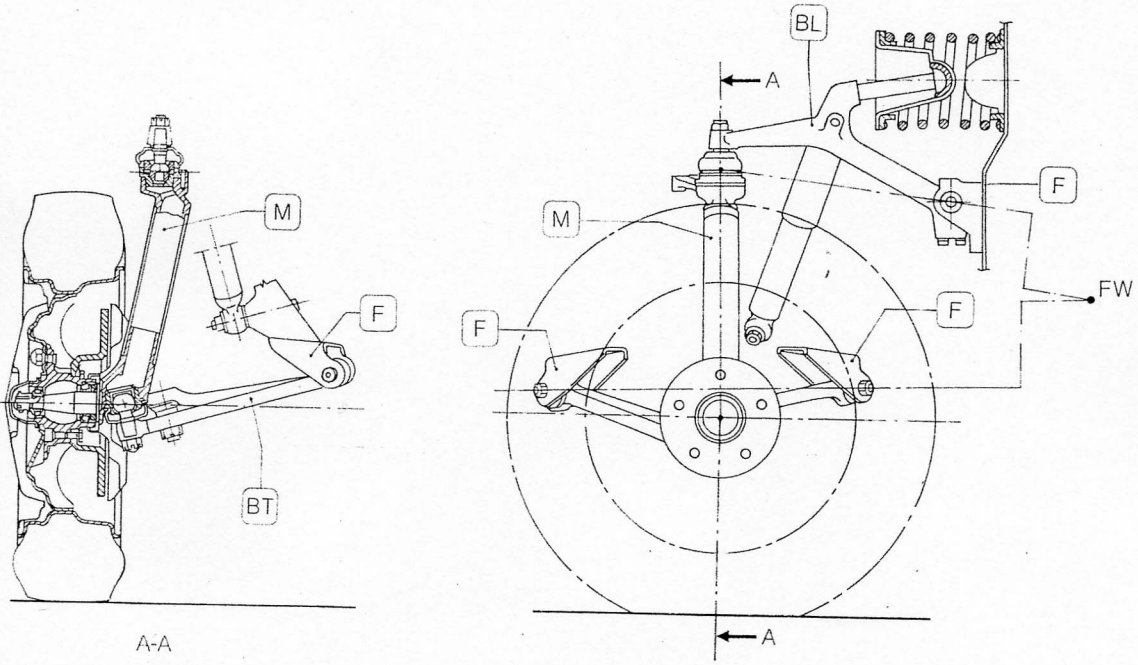


**Figura 4.67** – Sospensione posteriore “Multilink” a 3 bracci per asse non motore (ALFA-ROMEO “166”, 1998).  
 A: montante; B: braccio inferiore; C: braccio superiore; D: tirante di controllo convergenza; M: molla; R: barra anti-  
 rollio; S: ammortizzatore.

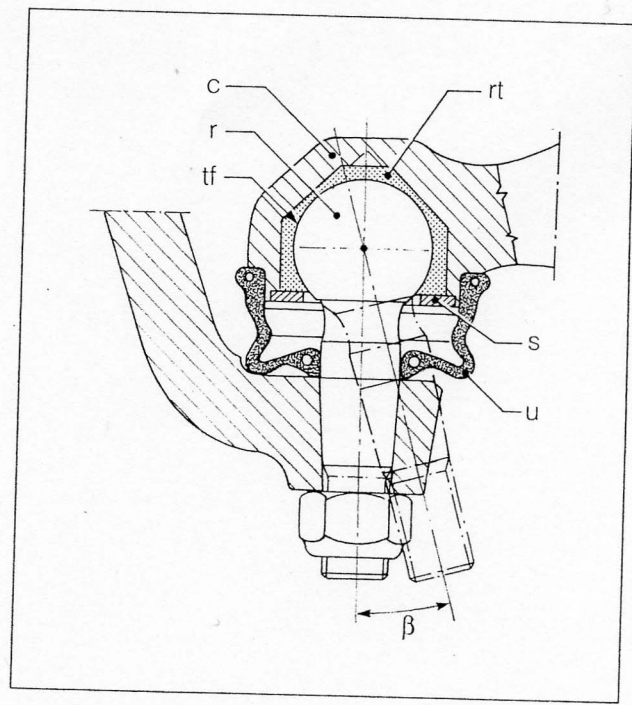
**Figura 4.69** – a) Schema dinamico longitudinale del veicolo in frenatura. b) Schema dinamico delle sospensioni degli assi del veicolo in frenatura. c) Variazione di assetto longitudinale del veicolo in frenatura.



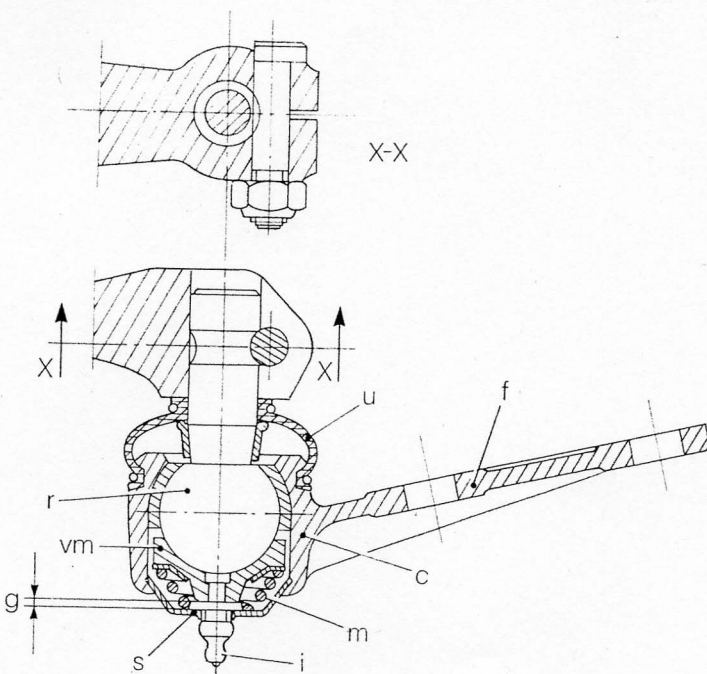
**Figura 4.70** – Sospensione anteriore ROVER “3500” (1967). F: attacchi alla struttura; M: montante; BL: braccio longitudinale; BT: braccio trasversale;



**Figura 4.78** – Snodo sferico di strisciamento con retina tf impregnata di “TEFLON” annegata in matrice di resina termoindurente, rt.

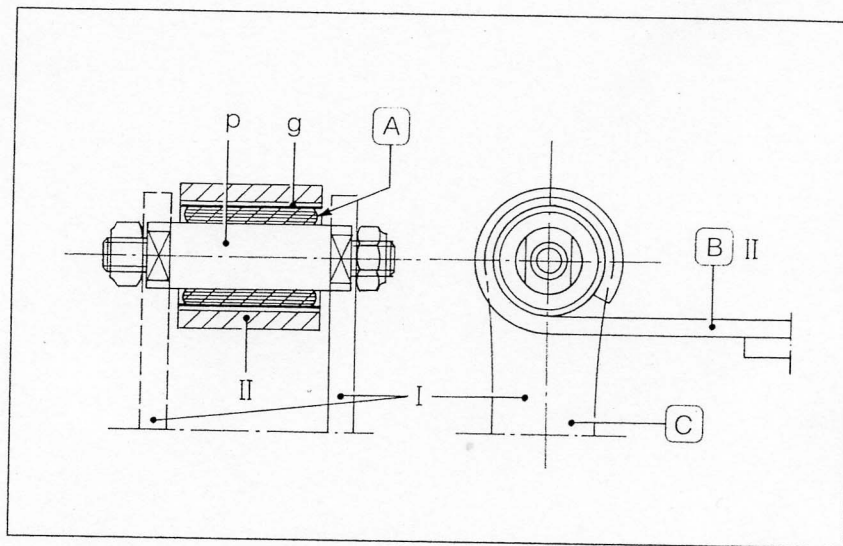


**Figura 4.79** – Snodo sferico di strisciamento a valve con molla di ripresa dei giochi.

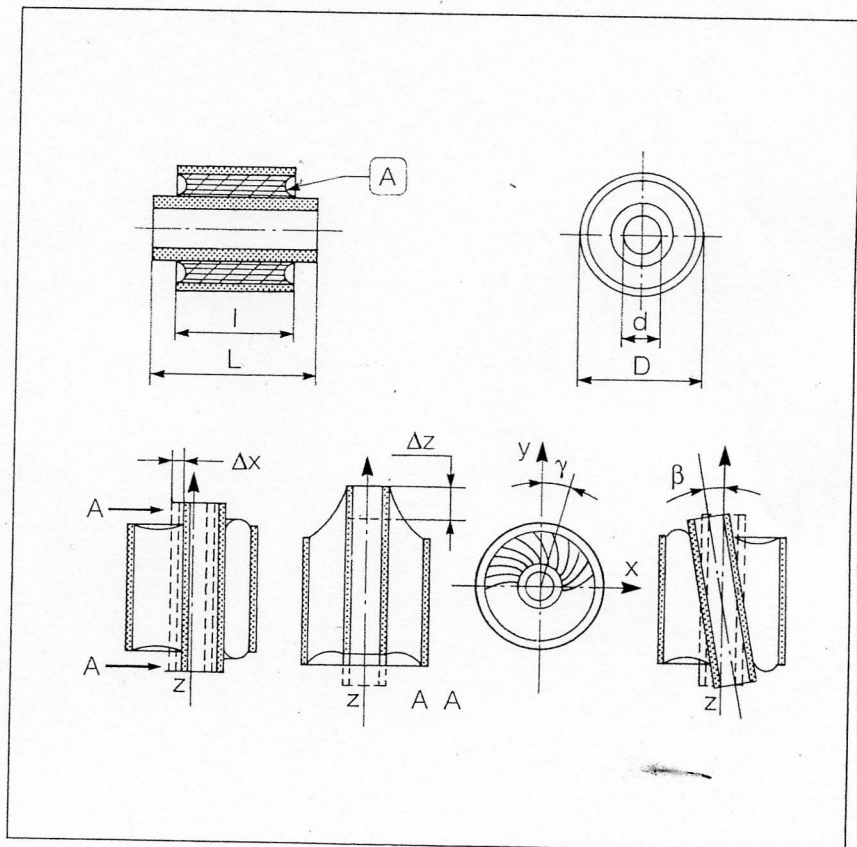




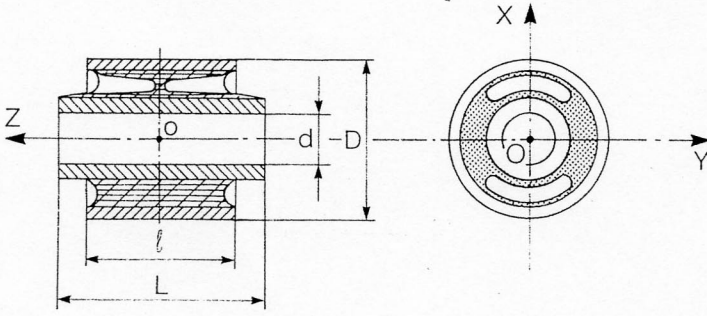
**Figura 4.80** – Snodo di deformazione del tipo “silentblock”, per il collegamento di due elementi I e II. A: “menisco” convesso del tassello in gomma; B: “balestra”; C: “biscottino”.



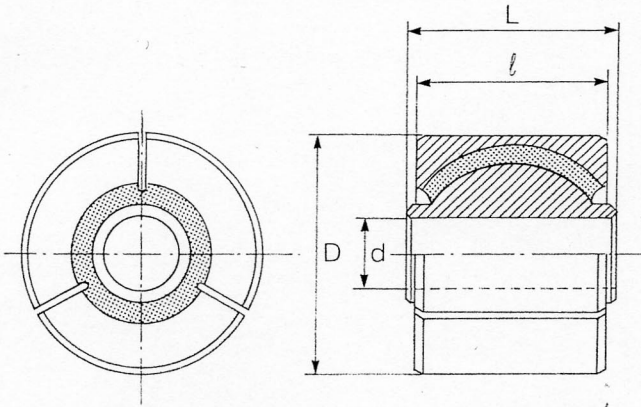
**Figura 4.81** – Snodo di deformazione del tipo vulcanizzato.



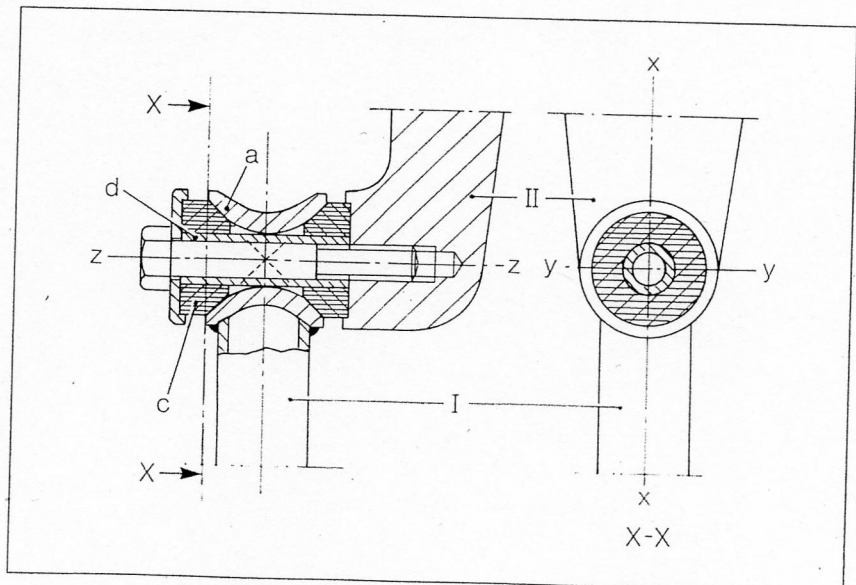
**Figura 4.82** – Snodo di deformazione con asimmetria assiale.



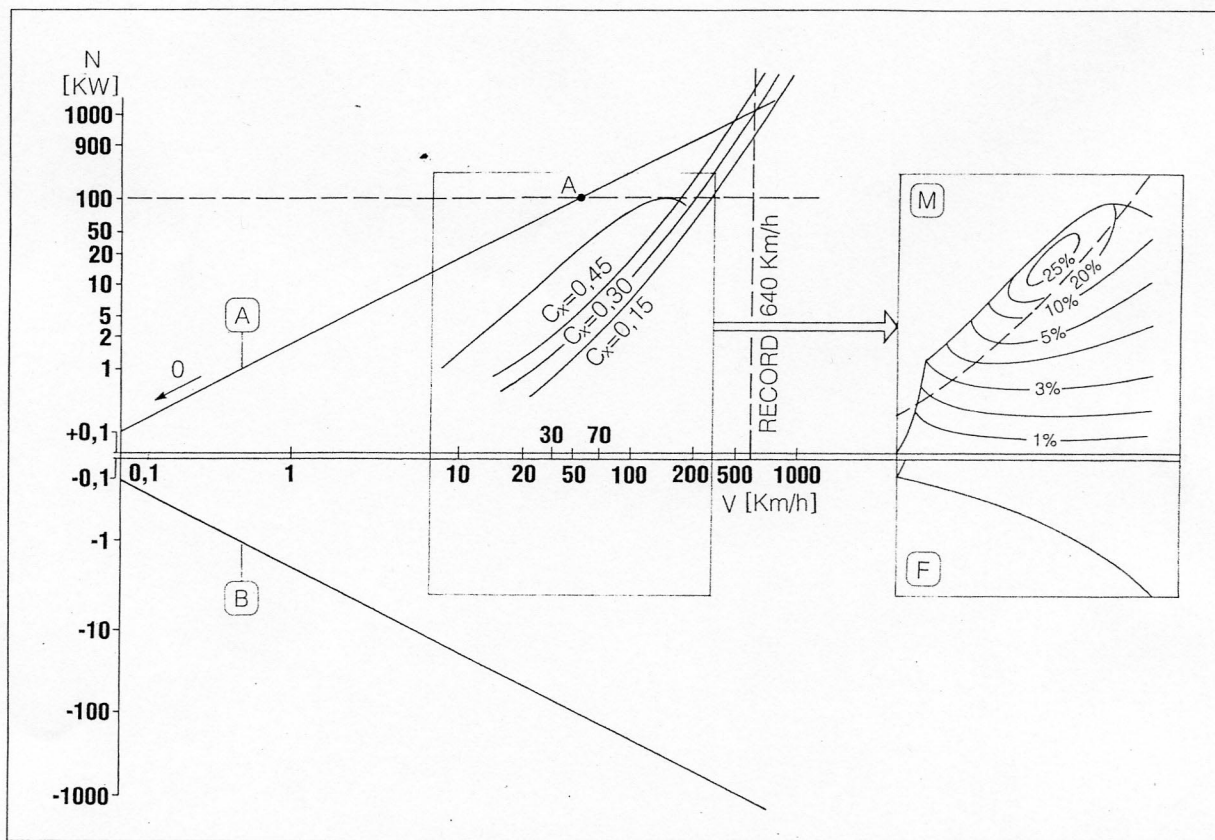
**Figura 4.83** – Snodo sferico di deformazione.



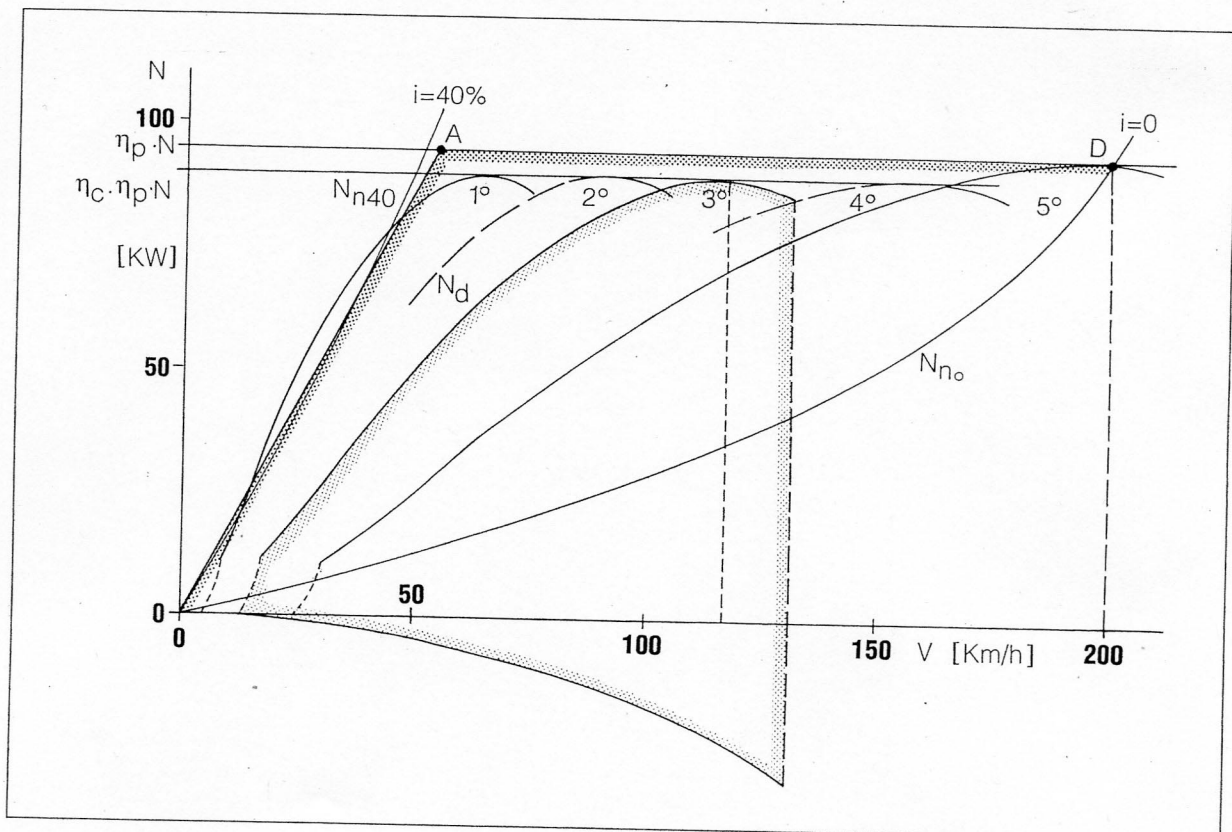
**Figura 4.84** – Snodo sferico di deformazione con asimmetria assiale.

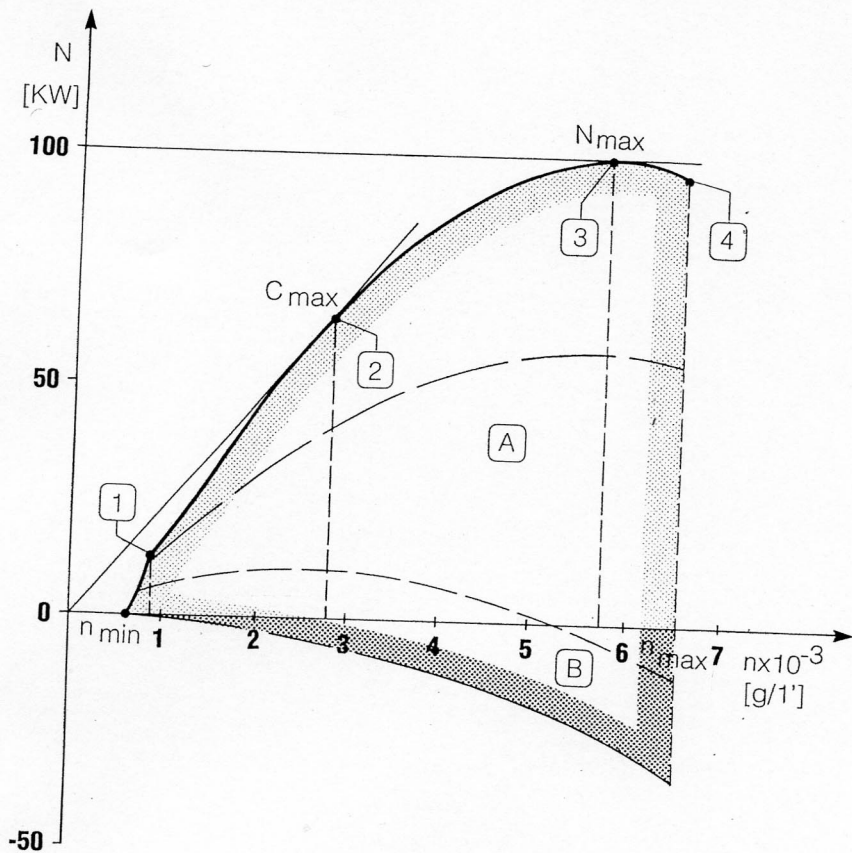


**Figura 6.1** – Confronto fra le potenze necessarie e disponibili, a destra, per il moto.

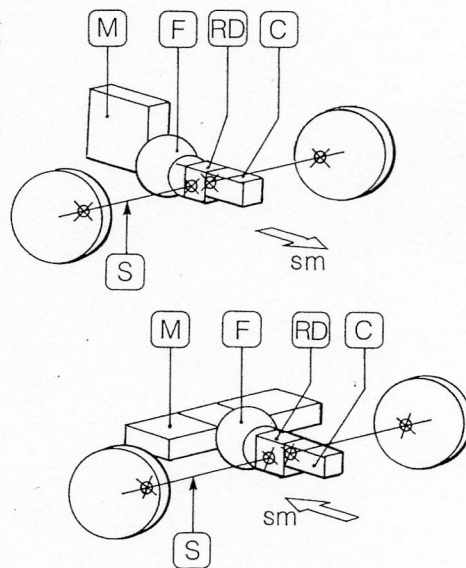
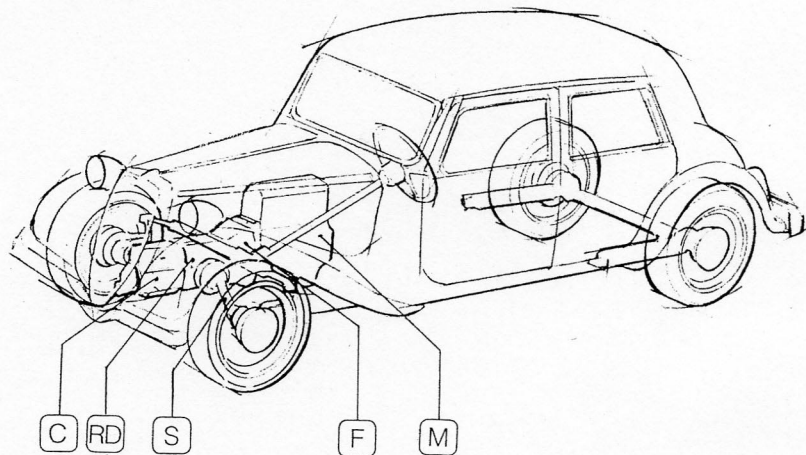
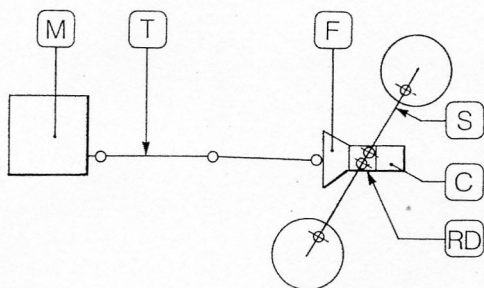
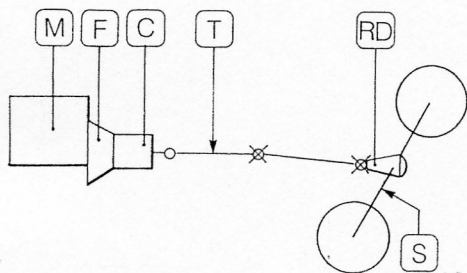
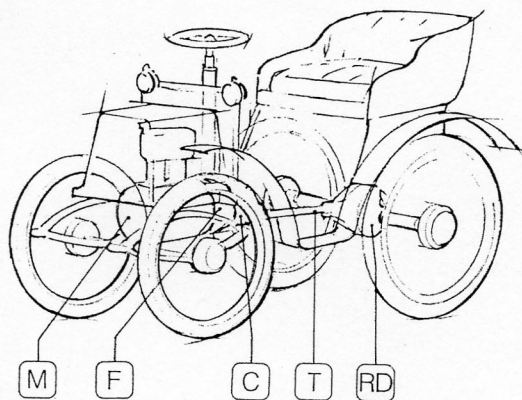


**Figura 6.2** – Campo delle potenze "ideali" trasmissibili ( $OADV_{max}$ ) messe a confronto con quelle disponibili alle varie "marce".





**Figura 6.3** – Potenza all'albero di un motore di tipo "alternativo" in funzione della velocità di rotazione. A: potenza motrice; B: potenza frenante.

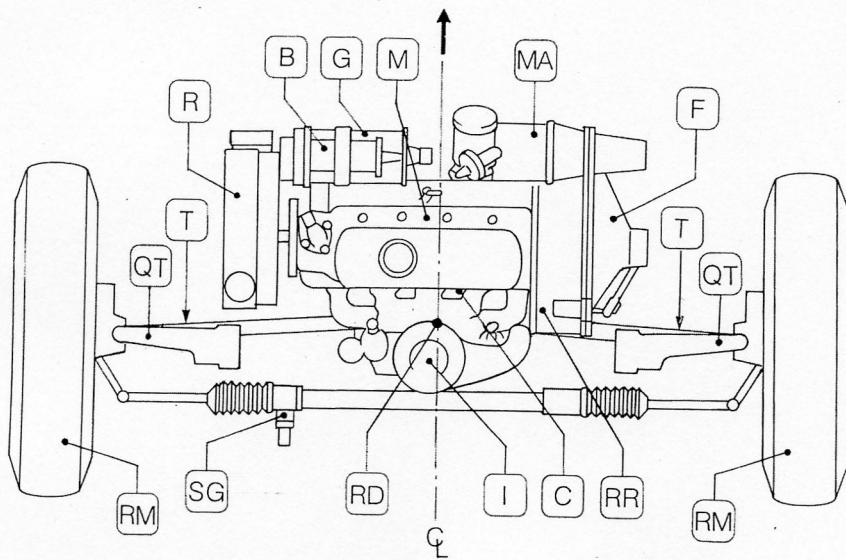
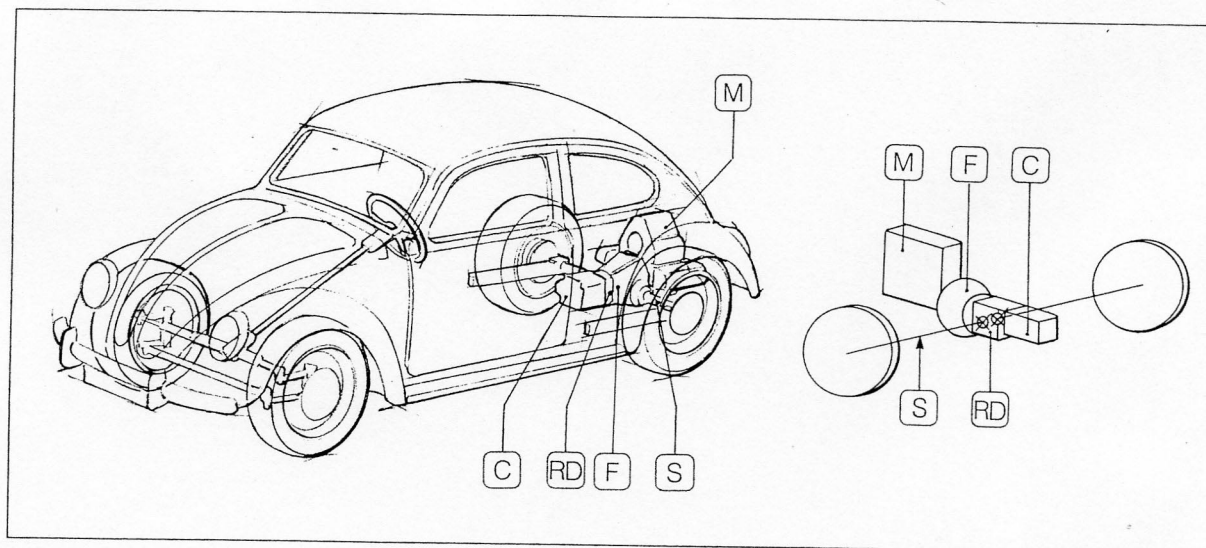


**figura 6.4** – Schema sistema di trasmissione a motore anteriore e trazione posteriore (MATP), soluzione introdotta dalla RENAULT 1899). M: motore; F: frizione; C: cambio; T: albero di trasmissione; RD: rinvio fisso con differenziale; S: semialberi.

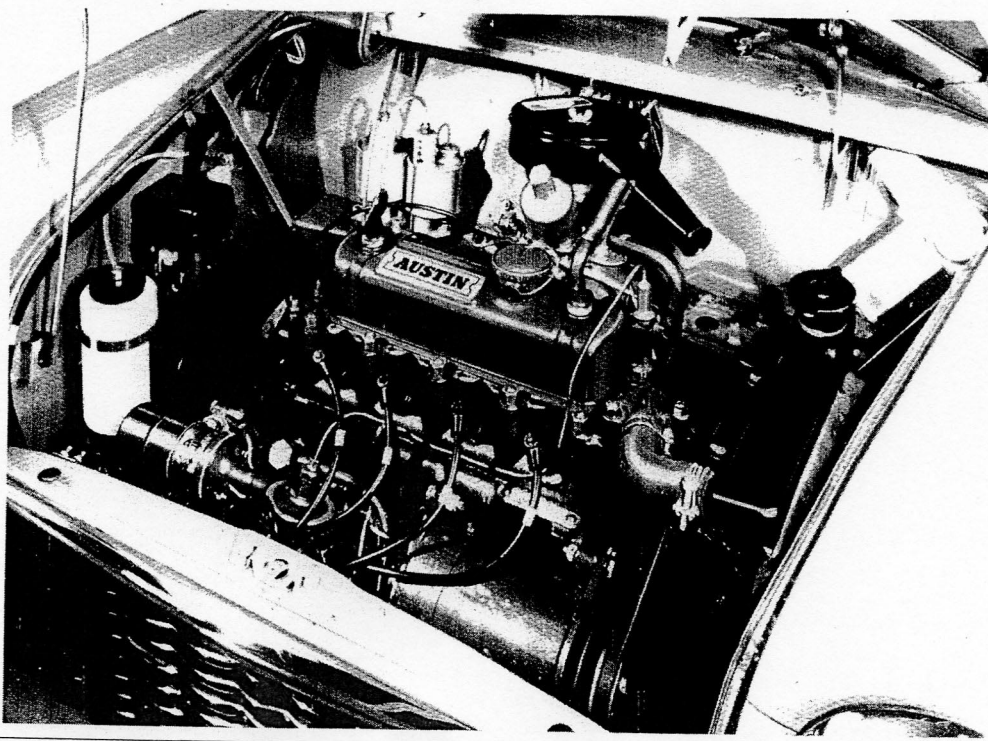
**figura 6.5** – Schema della trasmissione a motore anteriore e trazione anteriore (MATA), soluzione introdotta dalla DKW (1931) e dalla CITROEN "TA" (1934), v. schizzo in figura; sm: senso di marcia..



**Figura 6.6** – Schema della trasmissione a motore posteriore e trazione posteriore (MPTP), soluzione introdotta dalla VW “Maggiolino” (1938). Per il significato delle lettere associate ai componenti v. Fig. 6.4.



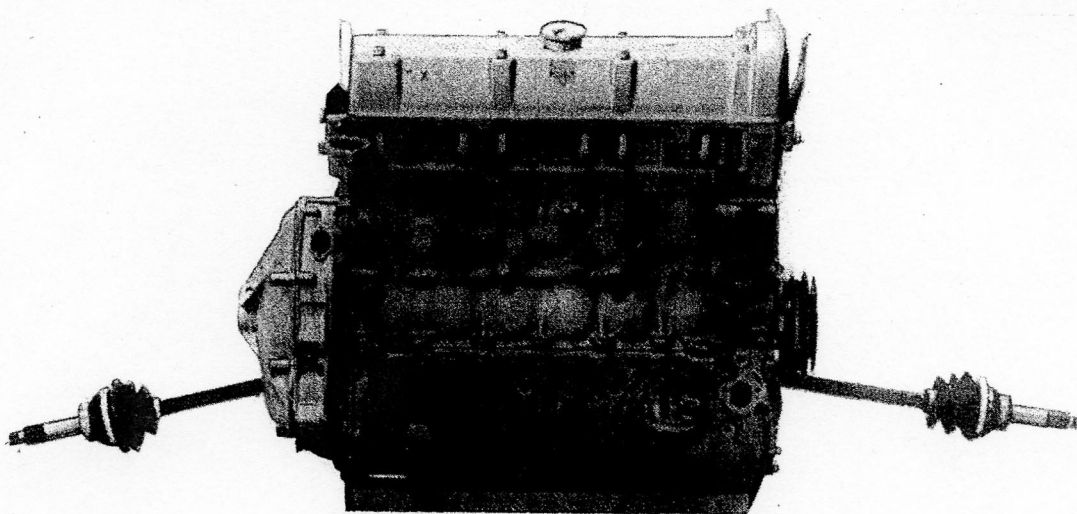
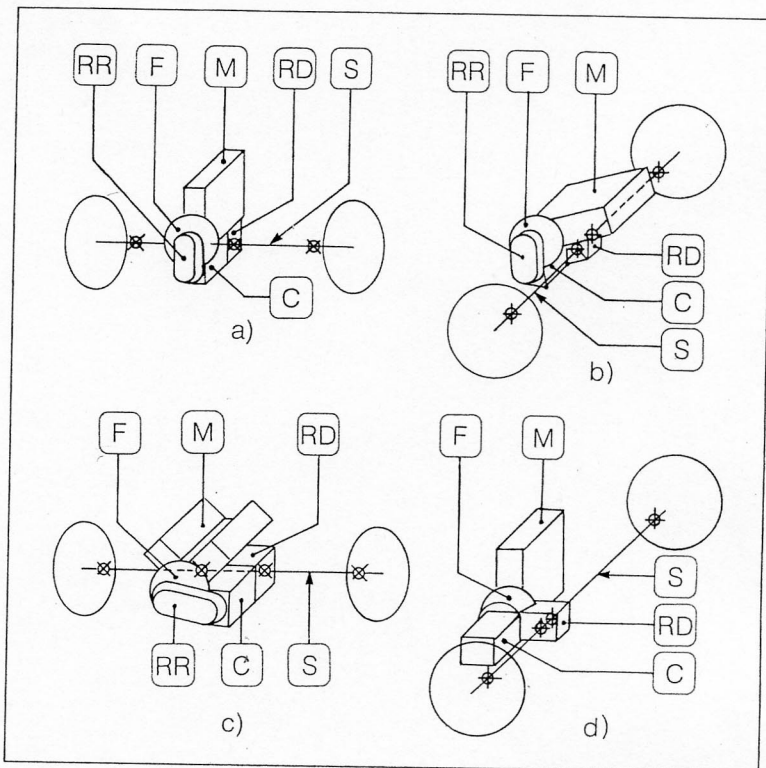
**Figura 6.7** – Gruppo di trasmissione a MATA con motore trasversale introdotto dalla BMC nel modello “MINI” (1959). M: motore; F: frizione; RR: rinvio su assi paralleli; C: cambio (nel basamento del motore); RD: rinvio fisso con differenziale; T: semialberi; QT: sospensione a quadrilateri trasversali (v. Fig. 4.32); RM: ruote motrici; SG: scatola guida (a “cremagliera”); I: collettore di ammissione gas al motore con carburatore; R: radiatore (trasversale); B: bobina dello spinterogeno; G: generatore (dinamo); MA: motorino di avviamento.

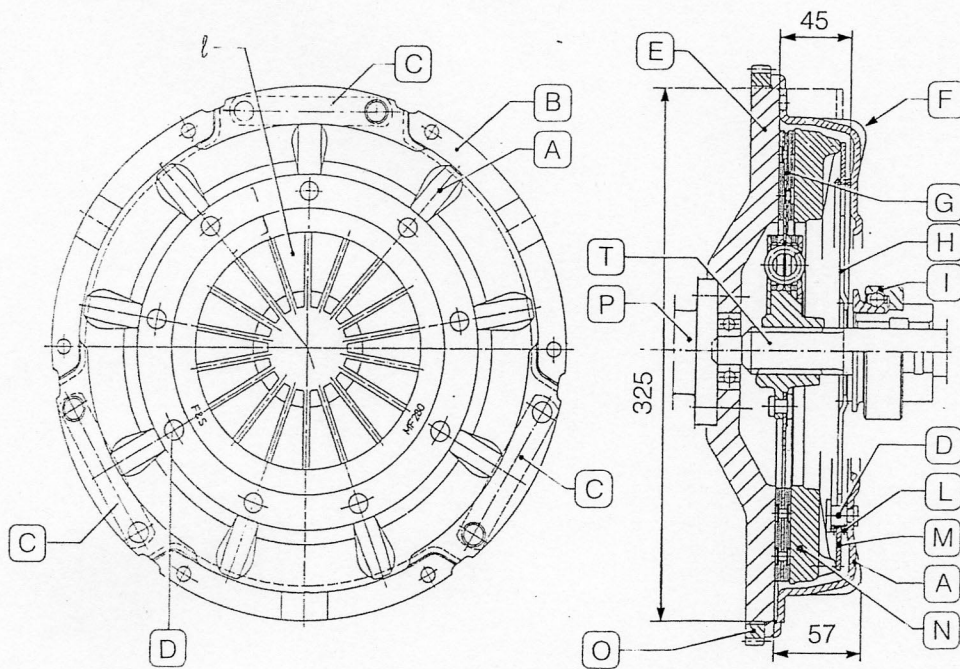




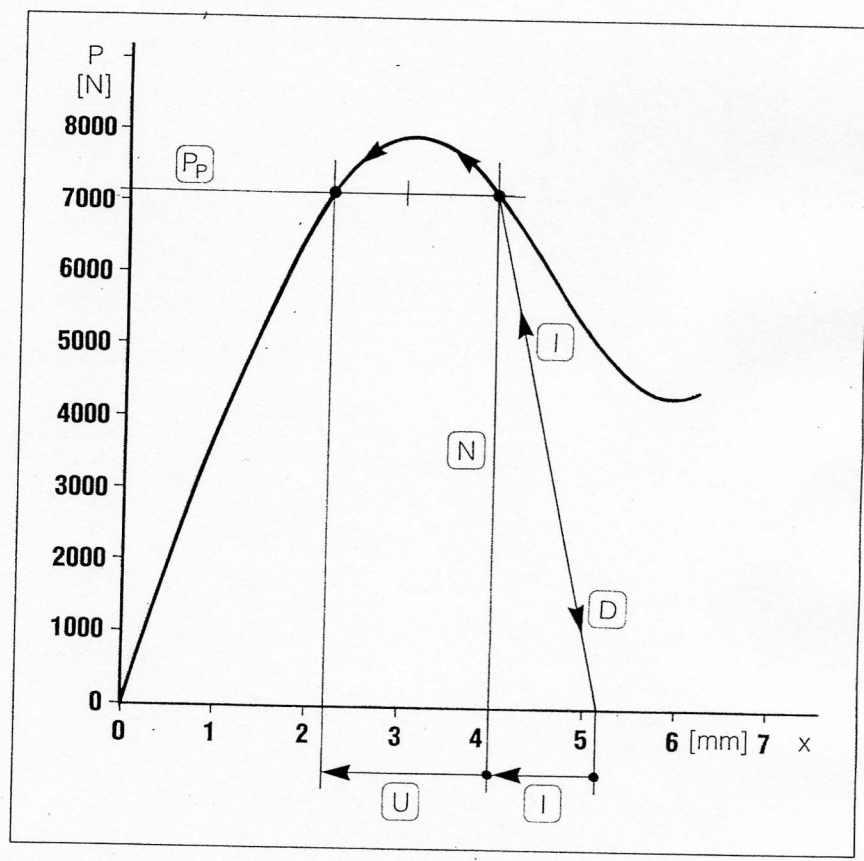
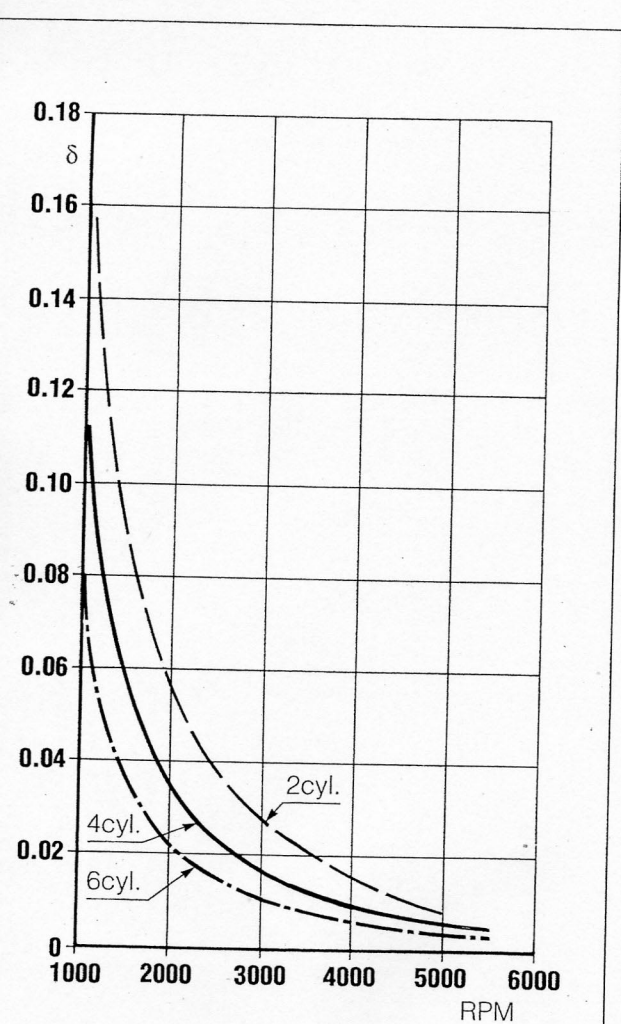
**Figura 6.8** – Schemi di trasmissione a MATA adottati da diversi costruttori. a): SAAB “900”; b) PEGEOT “202” (1962); c) GM OLDSMOBILE “Toronado” (1966); d) AUTOBIANCHI (FIAT) “Primula” (1966). Per il significato delle lettere associate ai componenti v. Fig. 6.4 e 6.7.

**Figura 6.9** – Gruppo di trasmissione a MATA con motore trasversale a 6 cilindri in linea BMC “Princess” (1961).





**Figura 6.10** – Frizione automobilistica per coppia max. di 300 Nm - F: MEC-CANISMO - G: DISCO CONDOTTO - A: campana; B: flangia per fissaggio campana/volano (E); C: bielletta flessibile per vincolo campana/spingidisco (N); D: rivetto ed anelli (L) per infulcramento molla a diaframma (M) alla campana; H: levette integrate nella molla a diaframma per comando disinnesto; I: reggispinta comando disinnesto; O: corona dentata comando avviamento; P: albero motore; T: albero condotto. (F & S).



**Figura 6.11** – Irregolarità periodica (del motore in funzione della velocità di rotazione e del numero di cilindri).

**Figura 6.12** – Caratteristica carico  $P$  deformazione  $x$  della molla a diaframma. Il carico non scende mai sotto il valore di progetto  $P_p$ , che assume sia in N con disco nuovo, sia con usura U della guarnizione di frizione. Durante il comando di innesto-disinnesto, I - D, il carico della molla è decrescente.

**Figura 6.13** – Caratteristiche carico deformazione ( $P - s$ ) di una molla lineare (A) a confronto con una molla a diaframma (B). I pedici si riferiscono: C, al carico sul comando; D, al carico di disinnesto; E, alla corsa di innesto-disinnesto; L, alla deformazione di precarico; S, al carico sullo spinidisco. U, all'usura.

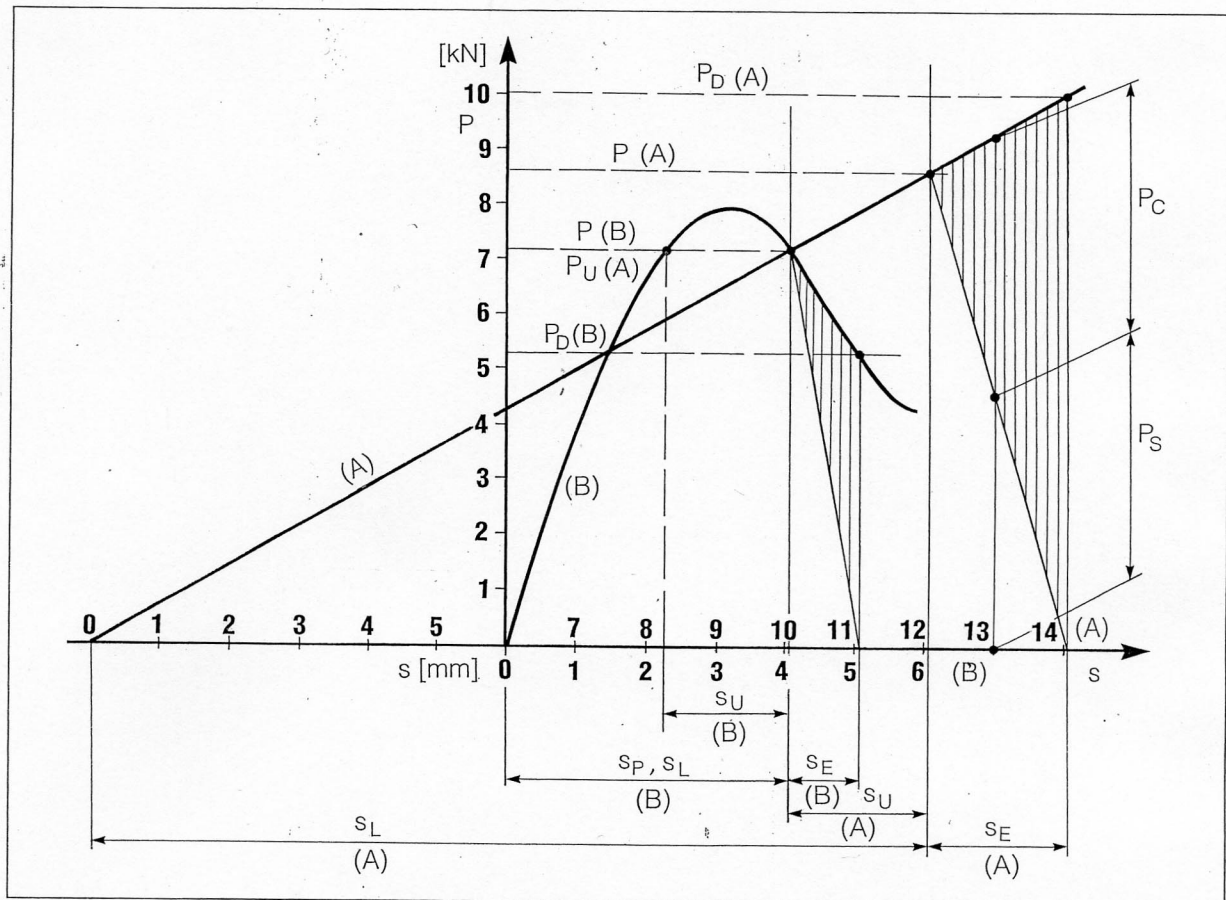


Figura 6.14 – Frizione con molle ad elica, per coppia max di 250 Nm.

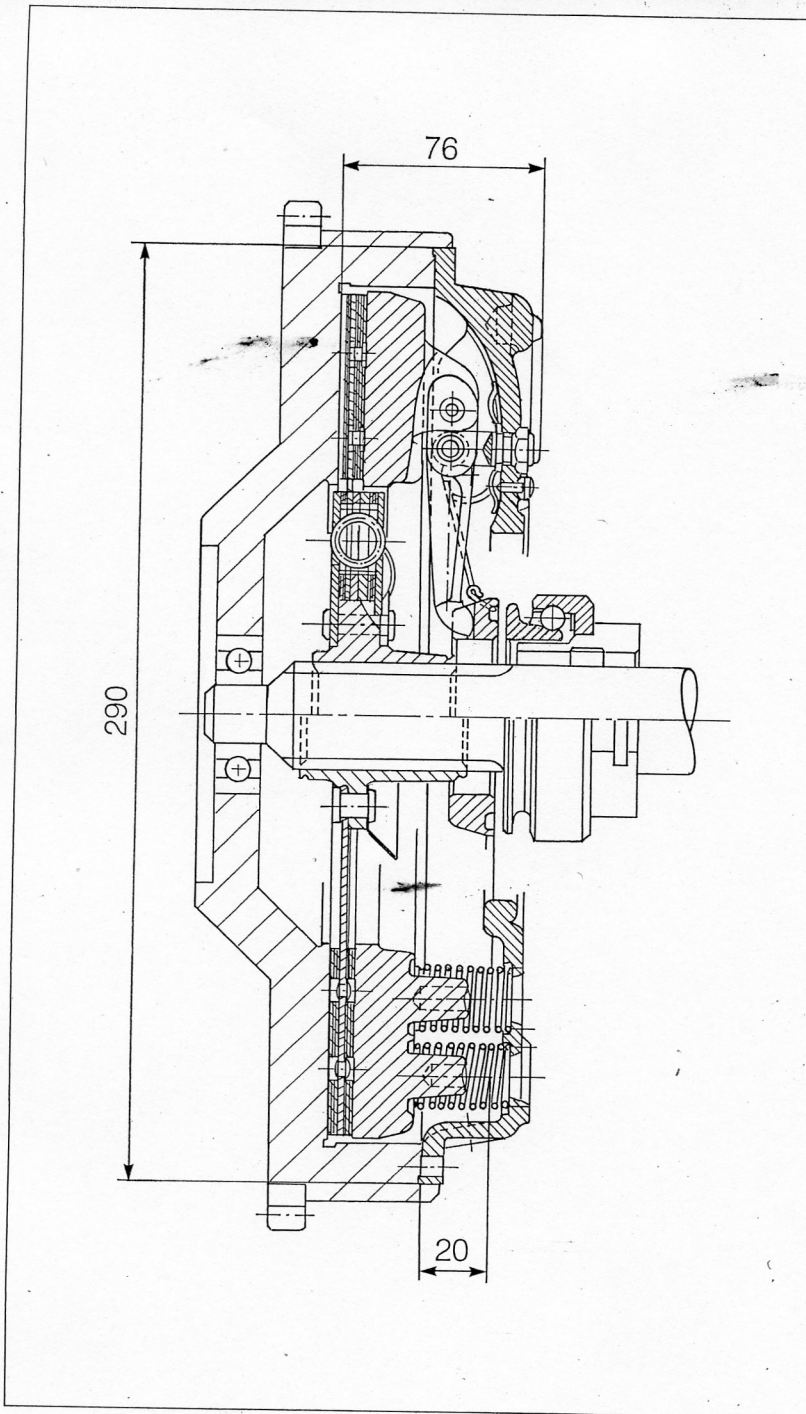


Figura 6.15 – Soluzioni diverse per l'infiammazione della molla a diaframma alla campana, adottate in ordine cronologico da a) a d). (VALEO S. A.).

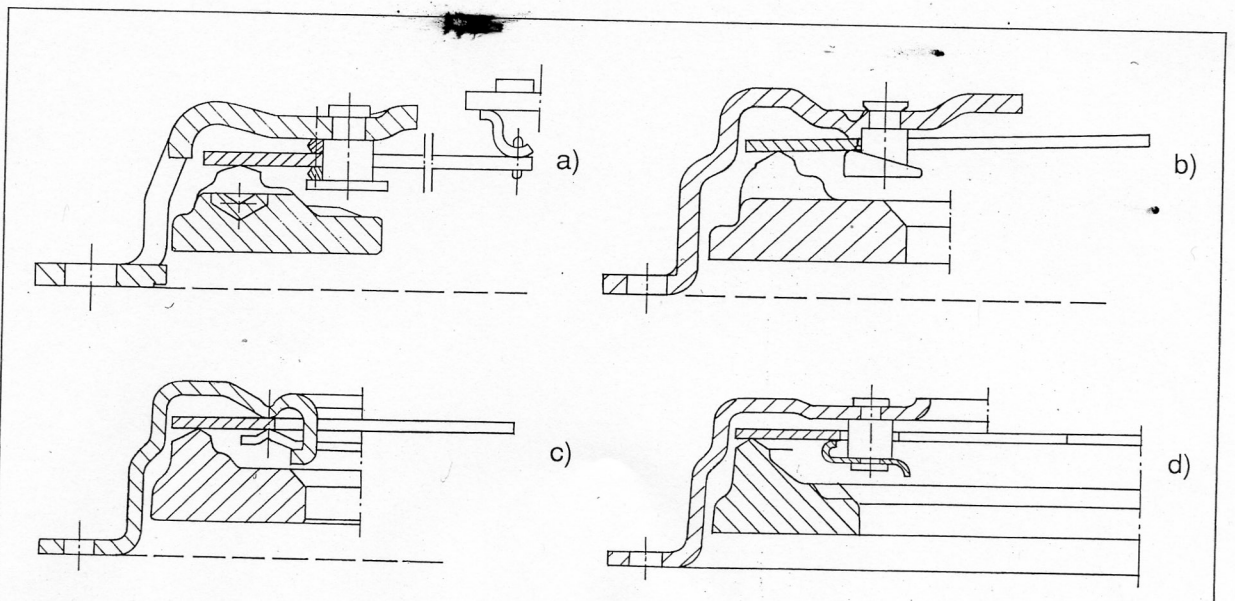




Figura 6.16 – Frizione cosiddetta “a tiro”, per coppia max di 250 Nm.

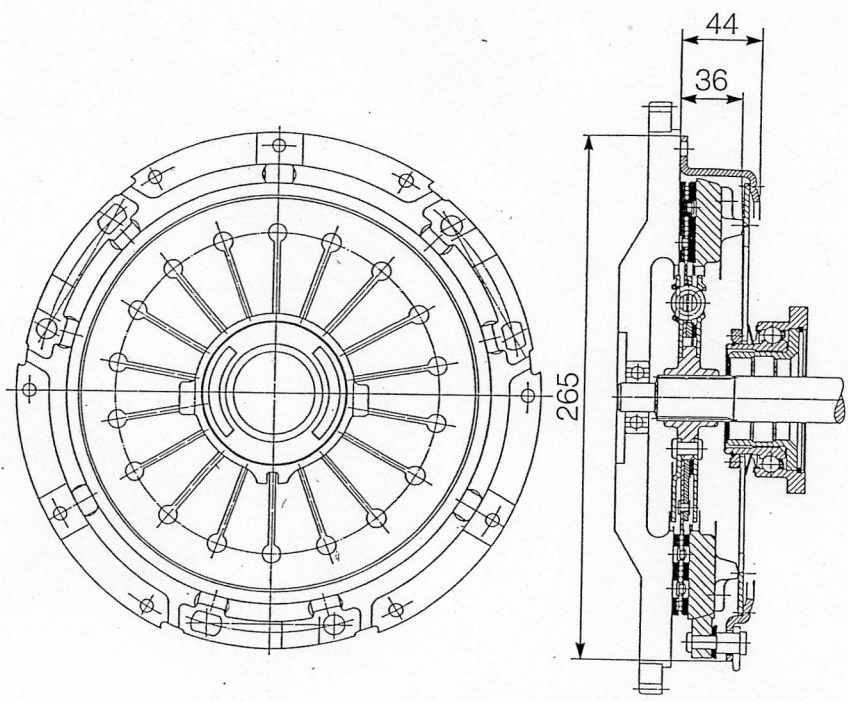
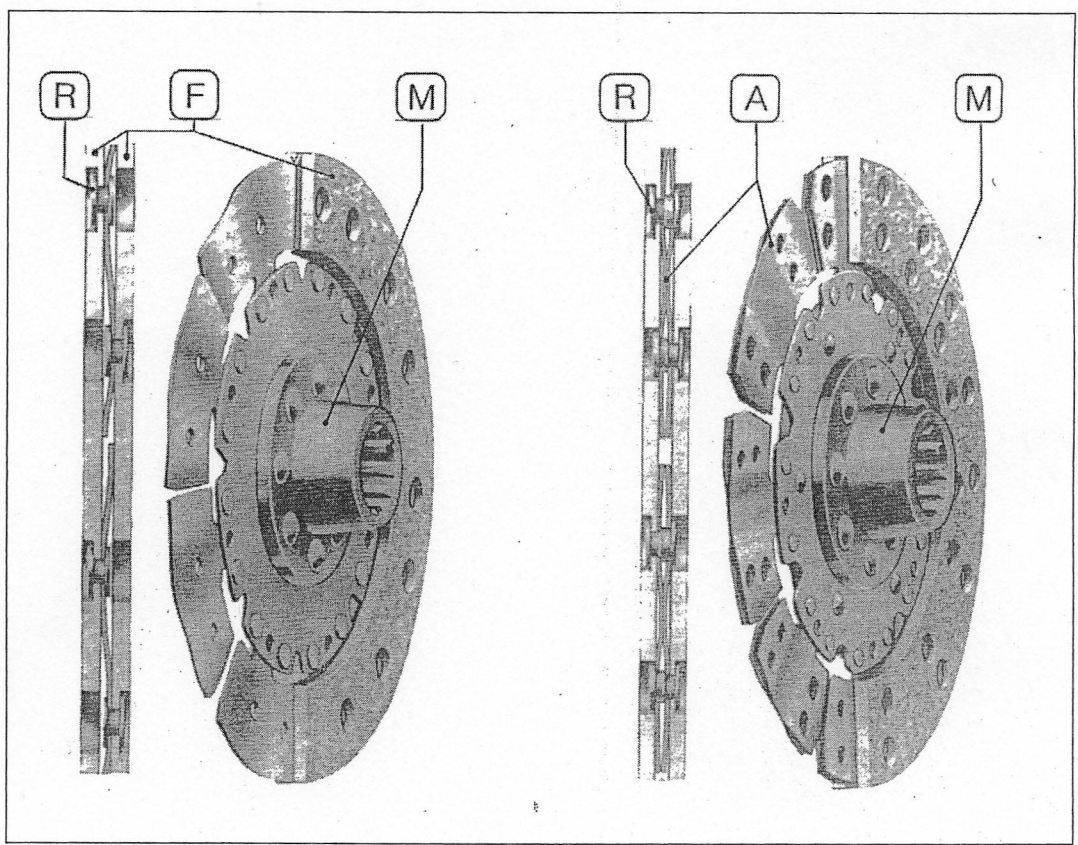
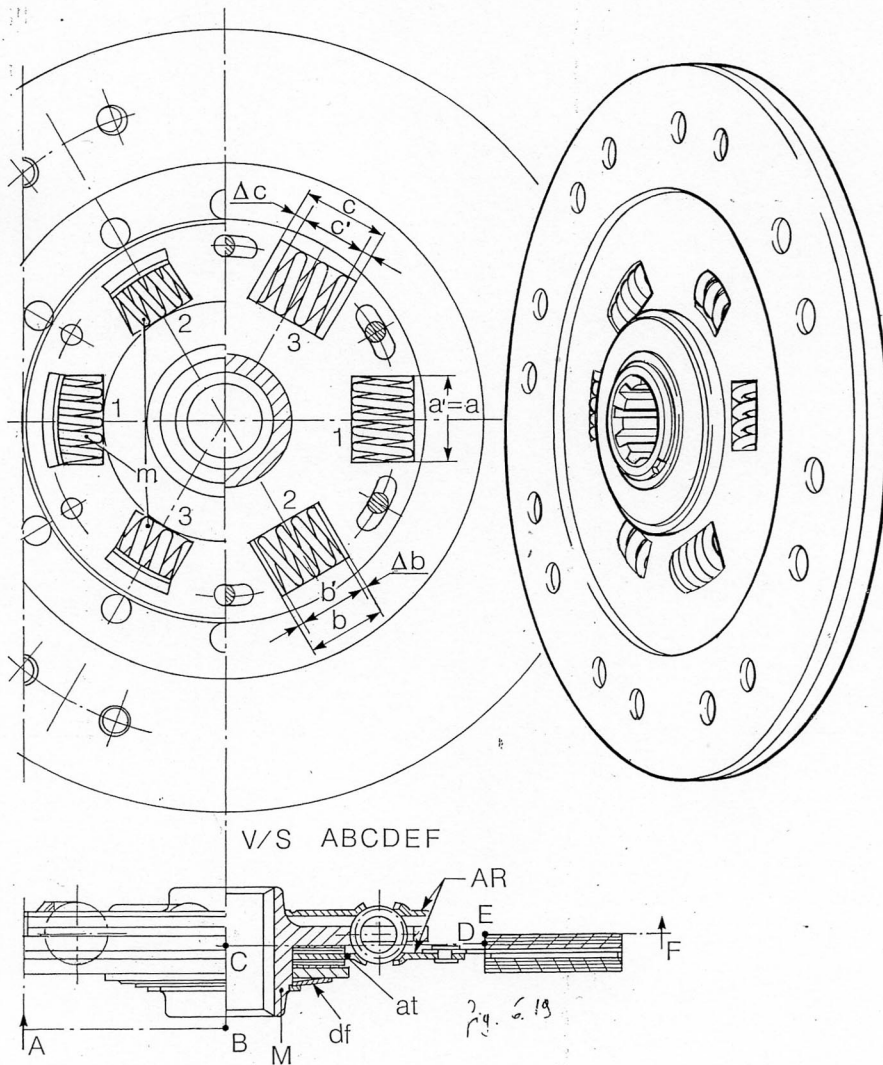


Figura 6.17 – Dischi, senza “parastrappi”, con armatura di supporto delle guarnizioni di frizione ondolata al fine di conferire “sofficità” durante l’innesto. F guarnizioni di frizione; M, mozzo; R, rivetti.





**Figura 6.19** – Disco per frizione di automobile, dotato di “parastrappi”. M: mozzo; AR: armatura - a, b, c: larghezza “finestre” di alloggiamento delle molle, m; a', b', c': lunghezza delle molle scariche;  $\Delta b$ ,  $\Delta c$ : gioco delle molle nelle “finestre” 2-2 e 3-3; at: smorzatori ad attrito; df: molla (a diaframma) per il carico delle guarnizioni di frizione dello smorzatore ad attrito.



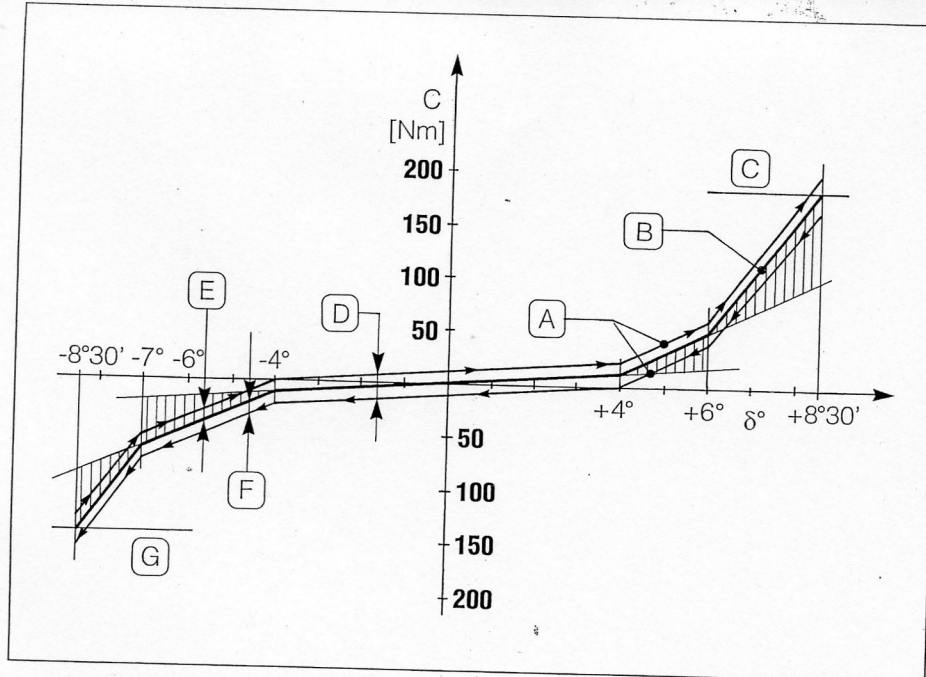


Figura 6.20 - Caratteristica  $C - \delta$  del "parastrappi" di un disco della frizione. A: curva reale; B: curva media; C: "tiro"; D: isteresi; E: coppia di attrito in andata; F: coppia di attrito in ritorno; G: "rilascio".

Figura 6.21 - Schemi del comando meccanico (a cavo) della frizione. a) tipo a contatto permanente del peggispinta (R) con le leve lamelle (D) della molla a diaframma; F: leva intermedia del comando; P: molla di tiro del pedale per l'annullamento del gioco fra R e D - b) tipo con gioco di "guardia" (G). A: fine corsa del pedale di comando; M: molla di richiamo.

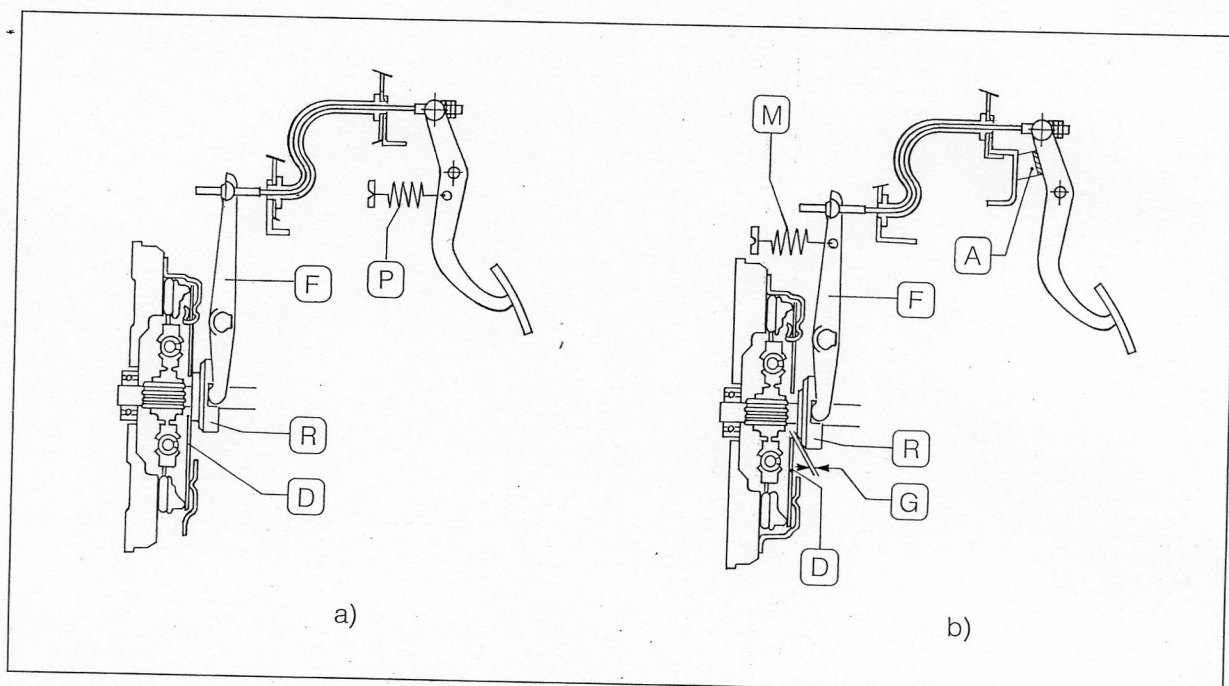
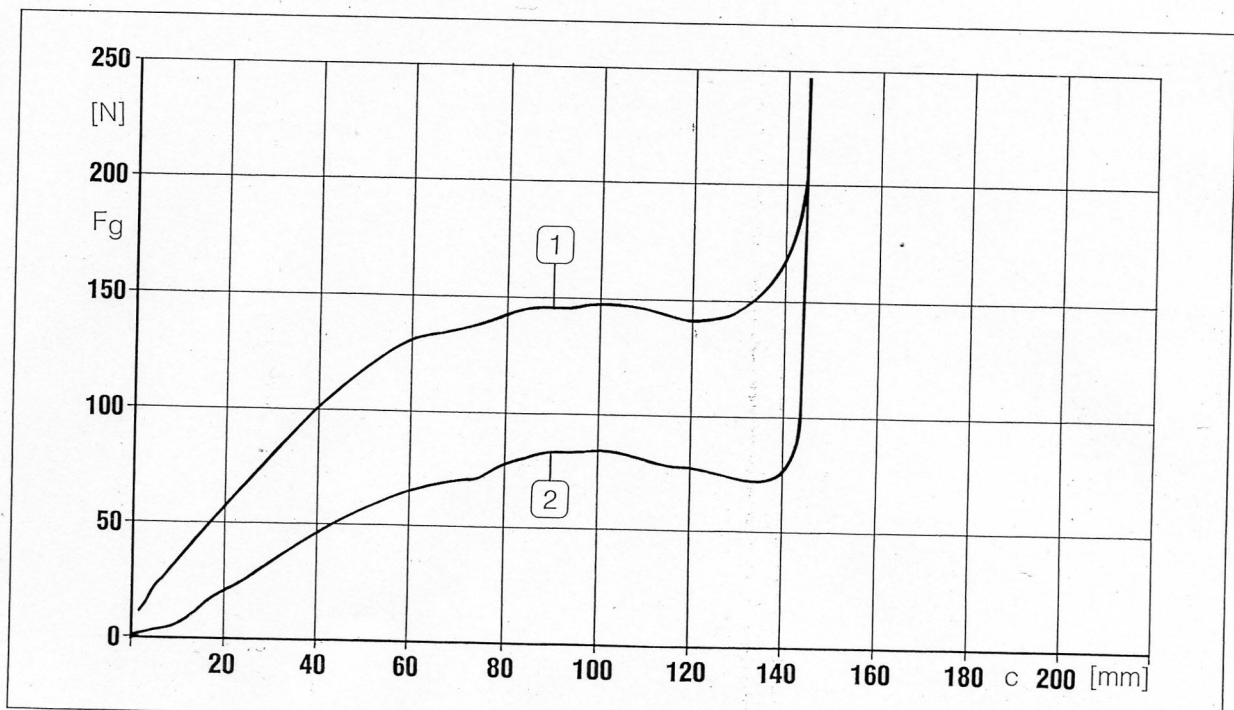
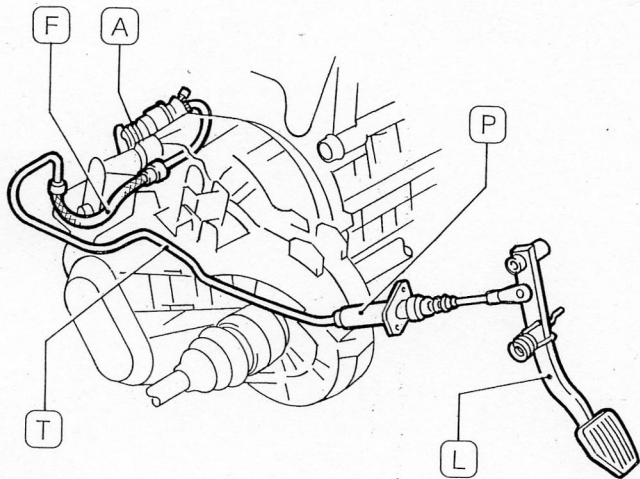


Figura 6.22 - Sforzo di comando,  $F_g$ , sul pedale della frizione in funzione della corsa, c - 1: disinnesco; 2: innesto.





**Figura 6.23** – Comando idraulico per l'innesto/disinnesto della frizione. A: attuatore; L: pedale; P: pompa; T: tubazione rigida; F: tubazione flessibile.

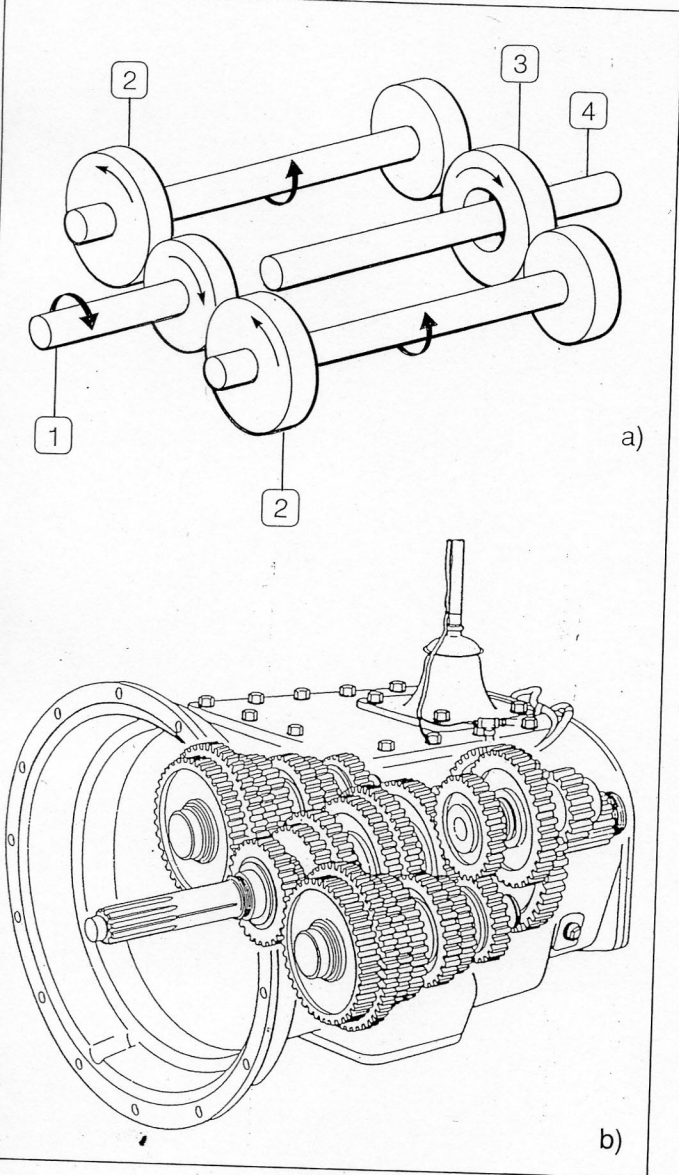


Figura 6.26 – Cambio per V.I. a doppio contralbero (FULLER mod. "Twin"). 1: albero conduttore; 2: ingranaggi fissi ai contralberi; 3: ingranaggio instabile all'albero condotto, 4.

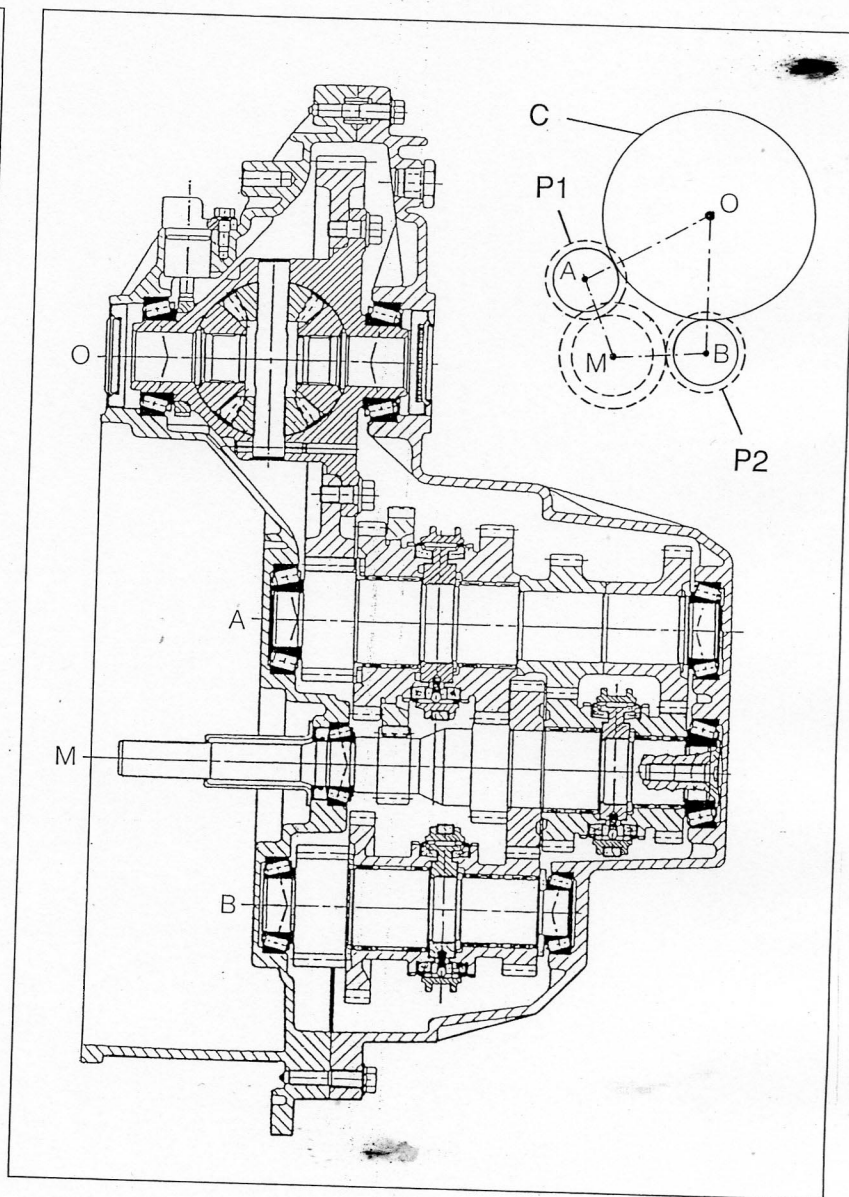
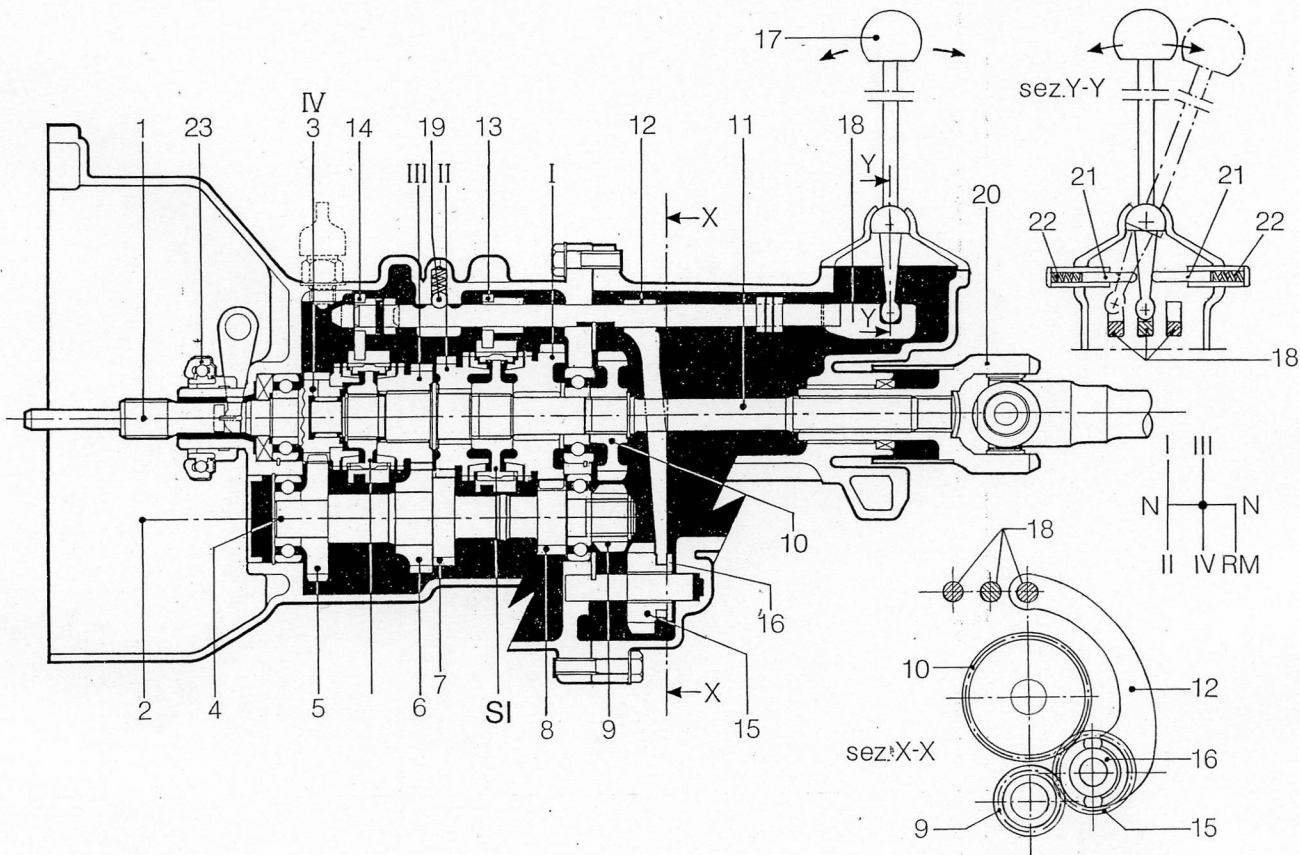


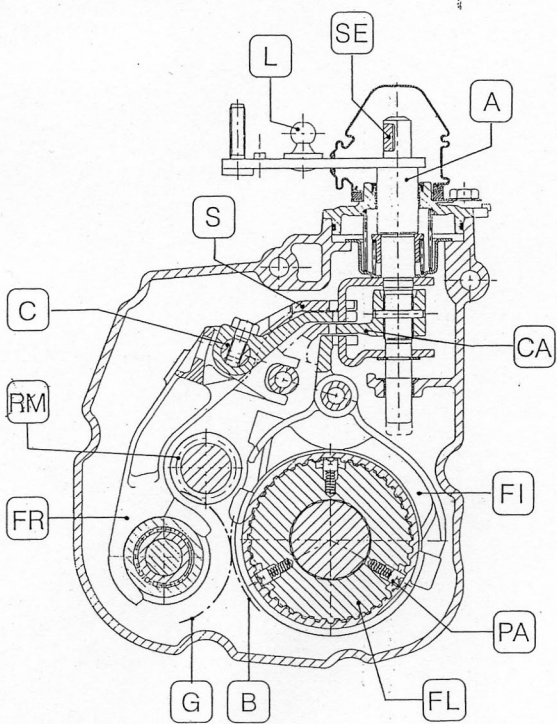
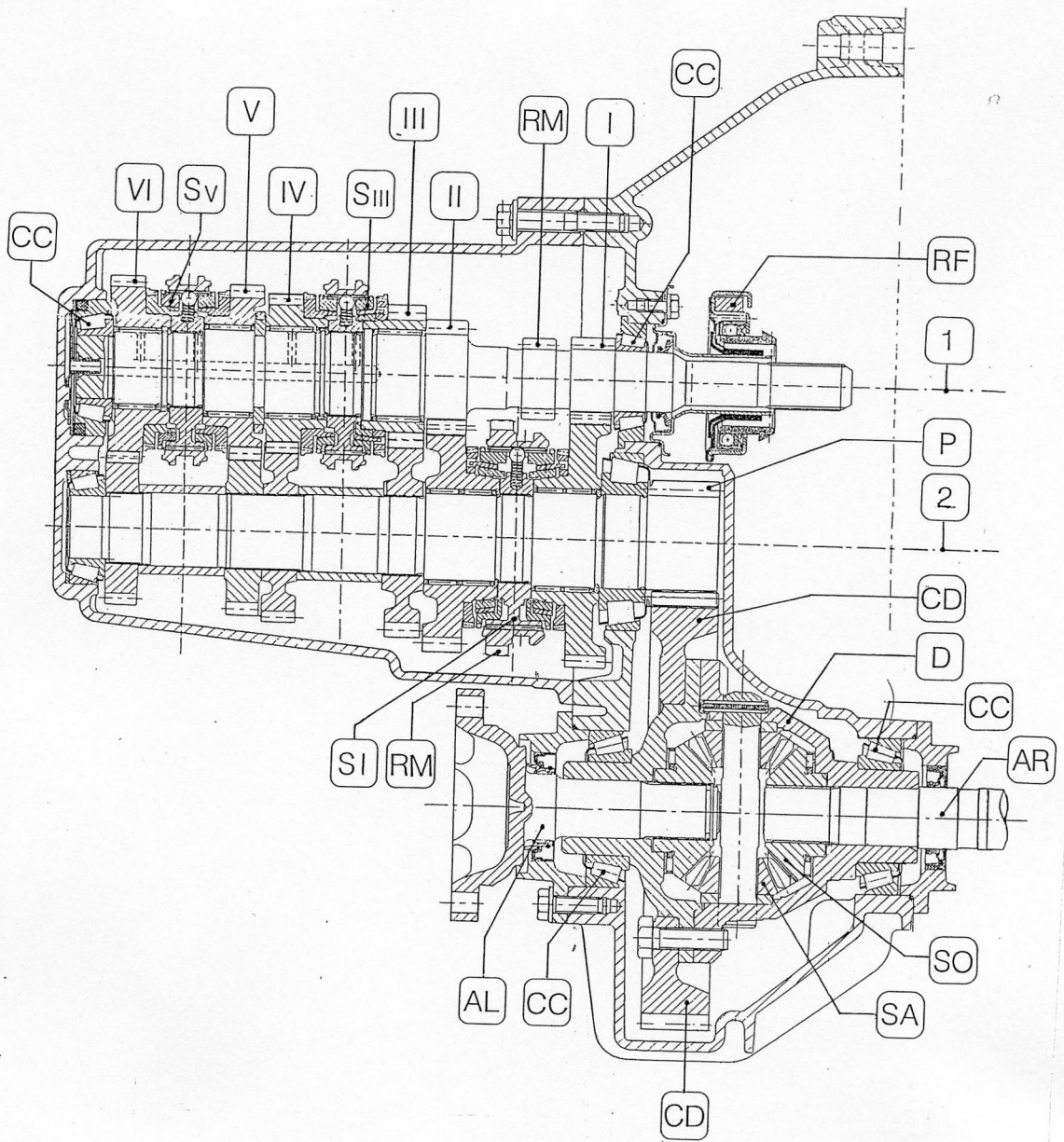
Figura 6.27 – Cambio con doppio "secondario" di rinvio (VOLVO, mod. "850"). M: asse "primario"; A, B: assi "secondari"; O: asse del rinvio fisso in "differenziale". Nota: entrambi i pignoni P1 e P2 si impegnano sulla corona dentata, C, del rinvio fisso, avente asse O.



**Figura 6.25** – Cambio a 4 marce con “secondario” a contralbero (SUZUKI). 1: asse “primario”; 2 asse “secondario”; 3: albero conduttore; 4: conbero; 5,6,7,8,9: ingranaggi solidali al contralbero; 10: ingranaggio di retromarcia (RM) solidale all’albero condotto, 11; 12: forcilla comando RM; forcilla comando sincronizzatore S1 per l’innesto della I e della II; 14: forcilla comando della III e della IV (presa diretta); 15: “galoppino” di I; 16: collare sù galoppino di RM; 17: leva comando marce; 18: “catenacci” comando marce; 19: tacca a sfera; 20: giunto di trasmissione, scorre e sull’albero 11; 21 appoggi con molle, 22, per centraggio della leva in folle in corrispondenza della posizione di innesto delle marce III e IV. 23 gispinta comando frizione; N-N posizione della leva comando marce in “folle”.

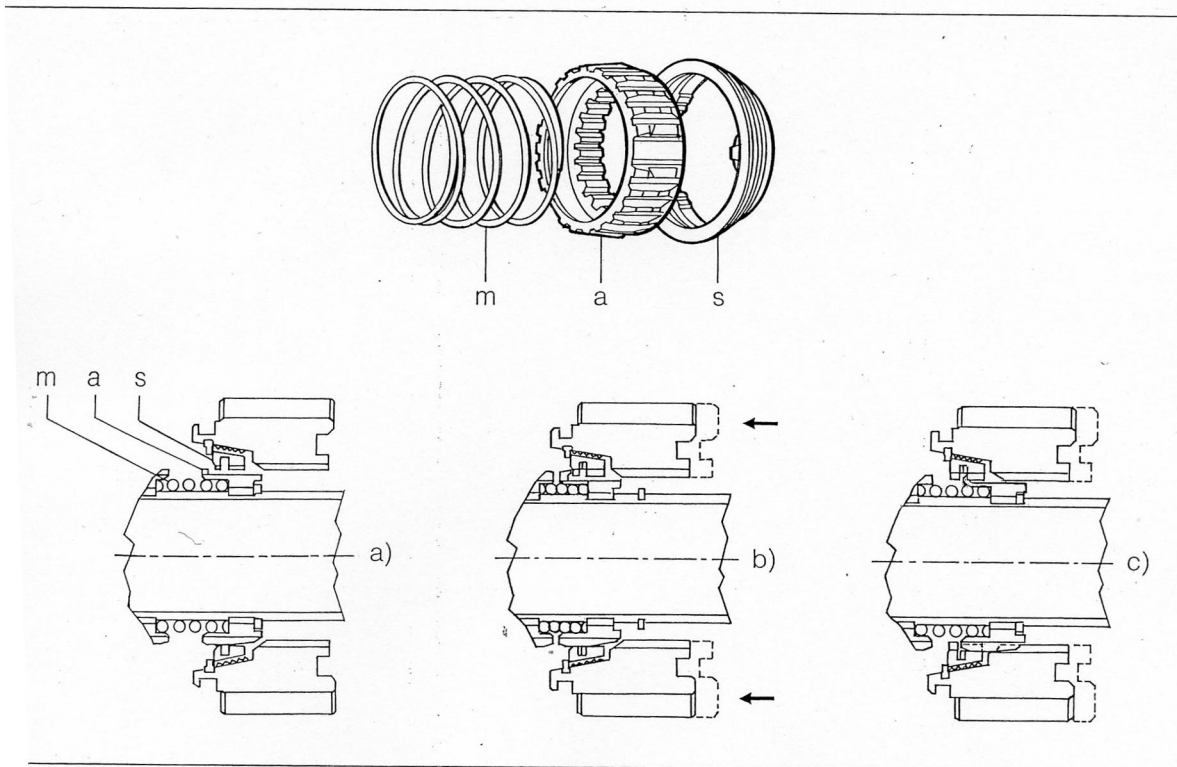
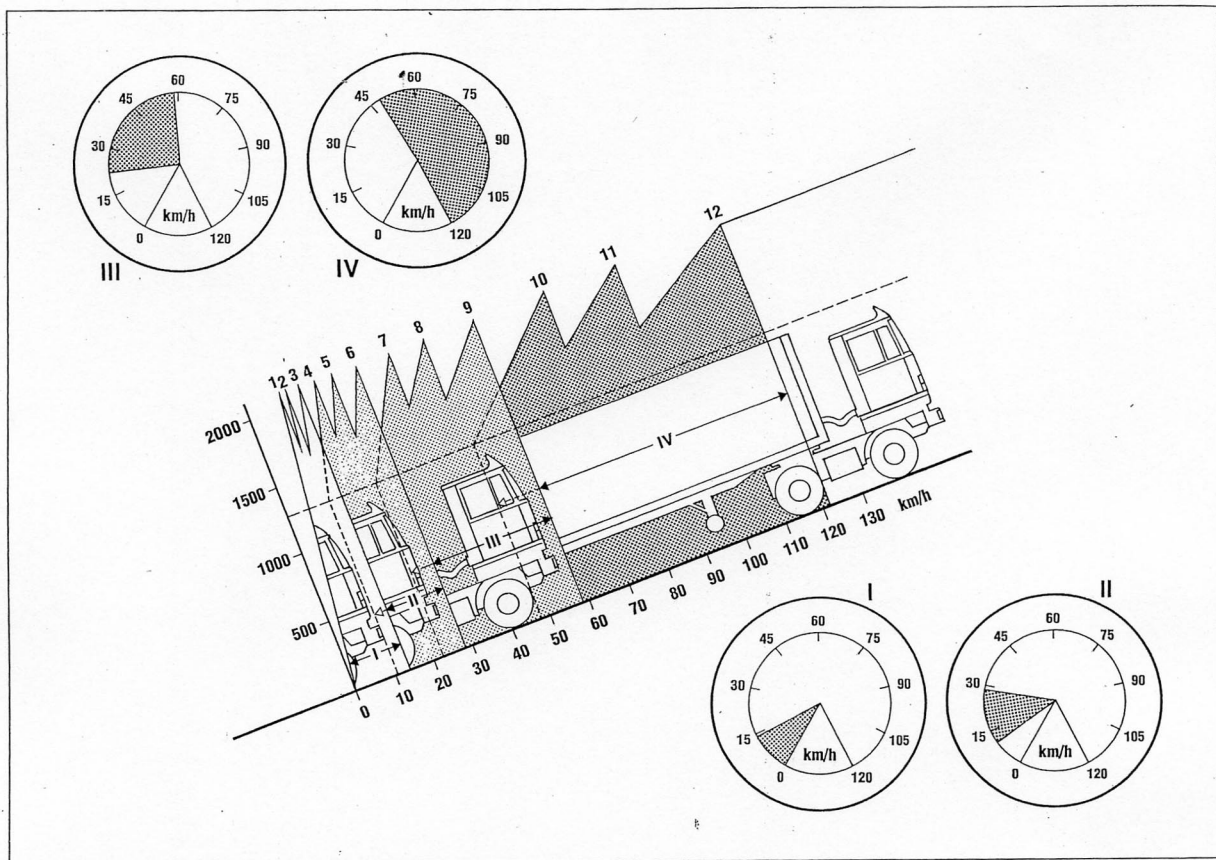




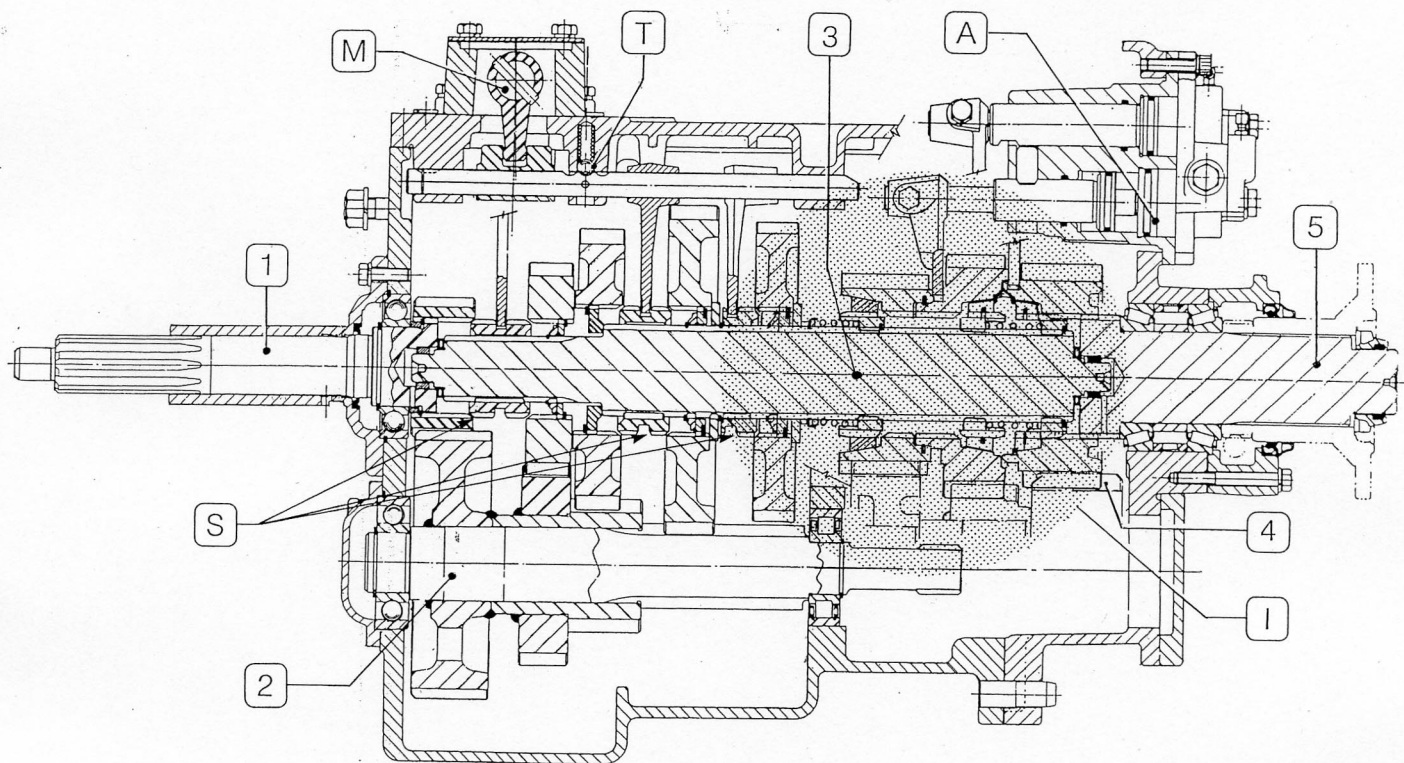


**Figura 6.24** – Cambio a 6 marce, del tipo a “secondario” di rinvio con rinvio fisso e differenziale integrato (LANCIA “K”) - CAMBIO - 1: asse “primario”; 2: asse “secondario”; I, II, III, IV, V, VI: ingranaggi delle rispettive marce, calettati sul “primario”. A: albero leveraggi comando marce tramite le camme, CA, di azionamento dei “catenacci”; C, SI, SIII, SV: sincronizzatori; CC: cuscinetti supporto alberi, a rulli conici; FI: forcella comando sincronizzatore SI (I e II marcia); RM: ingranaggi di retromarcia; S: forchetta del catenaccio di retromarcia e relativa forcella FR; B,G,R: primitive dei tre ingranaggi di retromarcia; SE: selettore per azionamento dei sincronizzatori. L: articolazione aste comando cambiamento marce (non rappresentate); FL: flangia del sincronizzatore SI con relativi paletti, PA; RF: reggispinta comando frizione. RINVIO FISSO - AR, AL: tronchi centrali dei semialberi delle ruote destra e sinistra, sui quali sono calettati i solari come SO, ingrananti su satelliti come SA; CD: corona dentata; D: scatola del differenziale; P: pignone, calettato sul “secondario”.

ura 6.32 - Gamma di  
ocità ottenibili nei vari  
porti con cambio EATON  
d. "Twinsplitter".

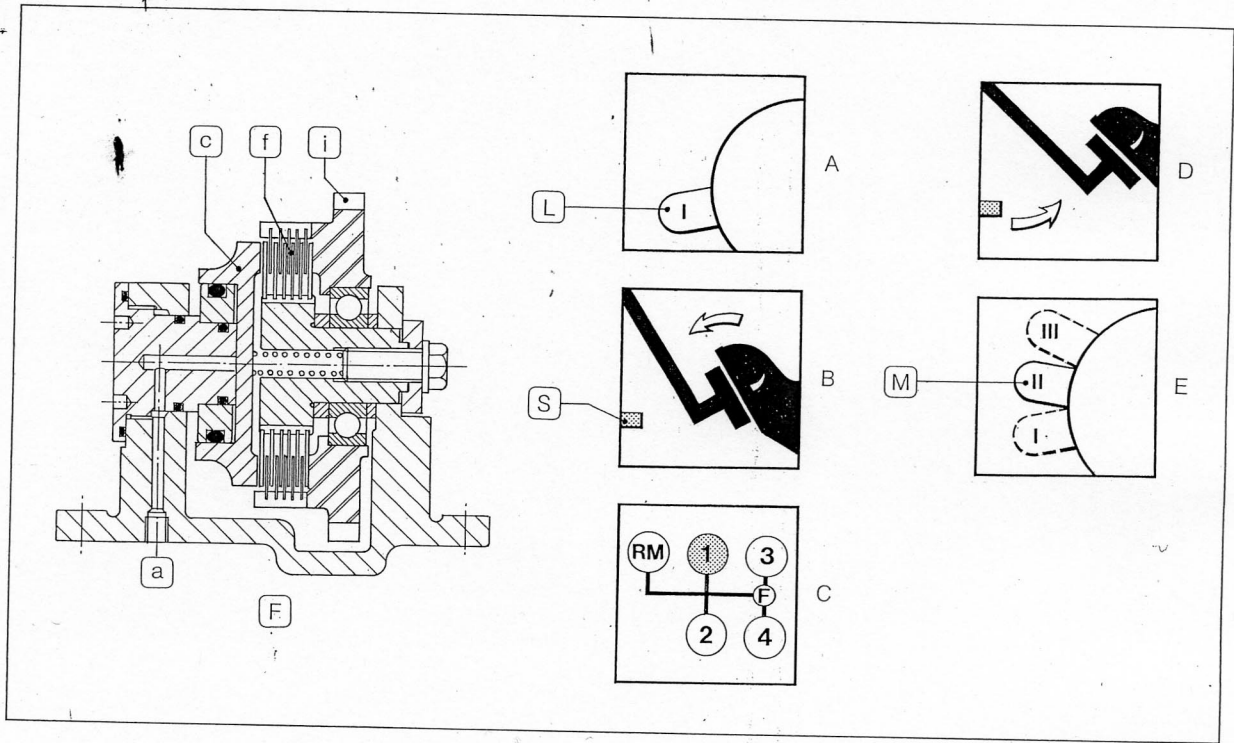


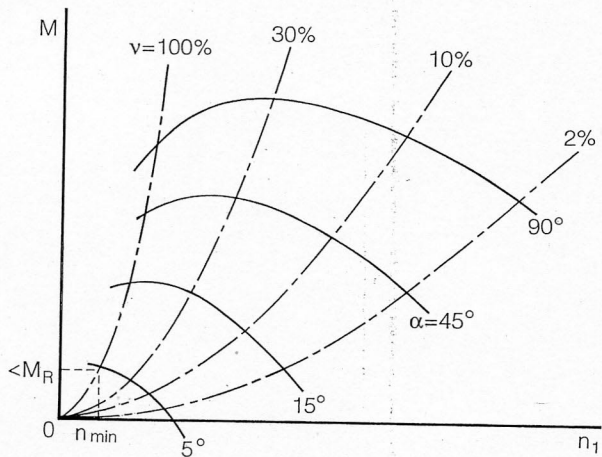
**Figura 6.33** - Sincronizzatore semiautomatico cambio EATON "Twinsplitter". - a: anello di innesto; s: anello sincronizzatore; m: molla. Fasi di funzionamento: a): prima della preselezione; b): dopo la preselezione; c): dopo l'innesto della marcia preselezionata.



**Figura 6.31** – Cambio per V.I. a 4x3 rapporti di trasmissione (EATON mod. “Twinsplitter”). 1: albero conduttore; 2: primo contralbero; 3: albero intermedio; 4: secondo contralbero 5: albero condotto. I: gruppo di 3 rapporti preselezionabili con comando semi-automatico (“Splitter”); M: comando manuale cambiamento marce principali; S: manicotti scanalati per innesto marce principali; T: tacca di arresto catenacci; A: attuatore pneumatico selettore marce.

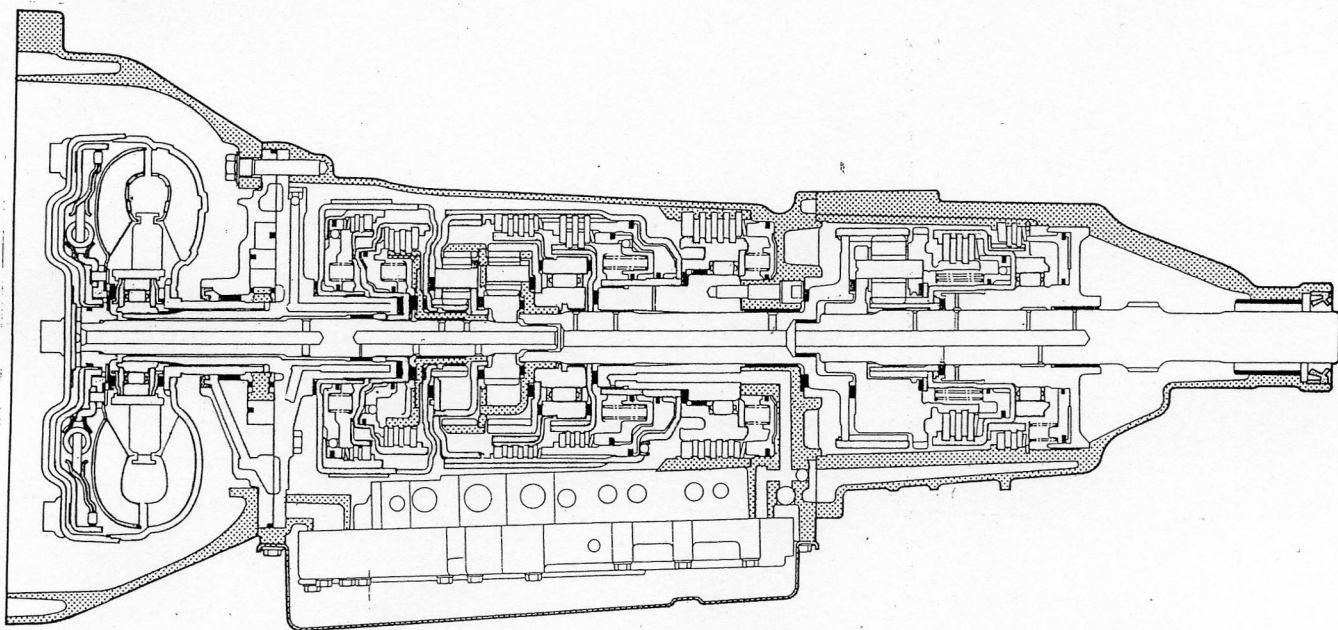
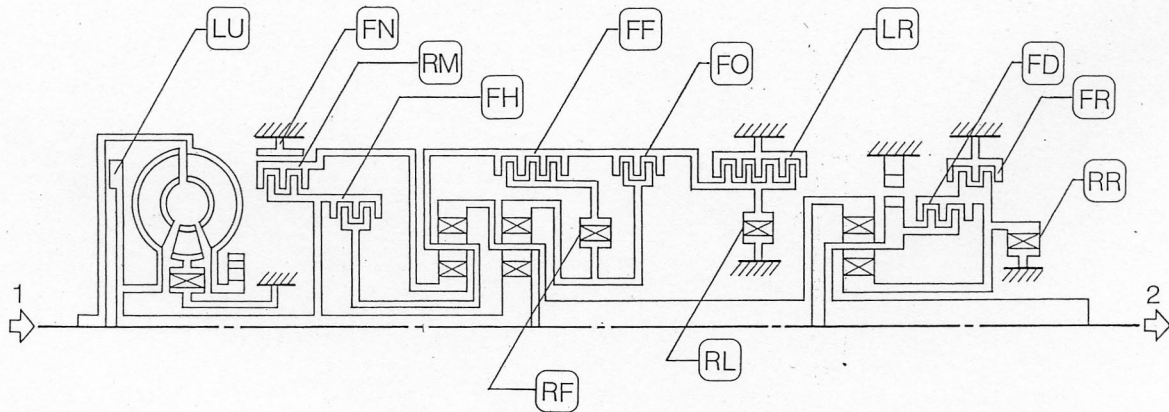
**Figura 6.34** - Cambio EATON "Twinsplitter"-  
 Schema manovra partenza in salita. A: levetta preselettore su posizione L (low); B: pedale frizione spinto a fondo, a schiacciare l'interruttore S; C: leva del cambio sulla 1a marcia; D: rilascio pedale frizione e contemporanea pressione sull'acceleratore per avviamento veicolo; E: levetta preselettore in posizione M (intermediate) che si inserirà al rilascio dell'acceleratore e pedale della frizione spinto a fondo come in B). F: freno su libero motore: a: aria in pressione; i: ingranaggio accoppiato all'albero conduttore del cambio; f: frizione a dischi multipli; c: pistone a comando pneumatico.





**Figura 6.36** – Coppia  $M$  fornita da un giunto idraulico in funzione della velocità dell'albero conduttore  $n_1$  e dello scorrimento  $v = 1 - (n_2/n_1)\%$ , confrontata con la coppia  $M$  fornita da un motore alternativo in funzione della velocità di rotazione  $n_1$  dell'albero e dell'apertura  $\alpha$  della valvola di ammissione gas.

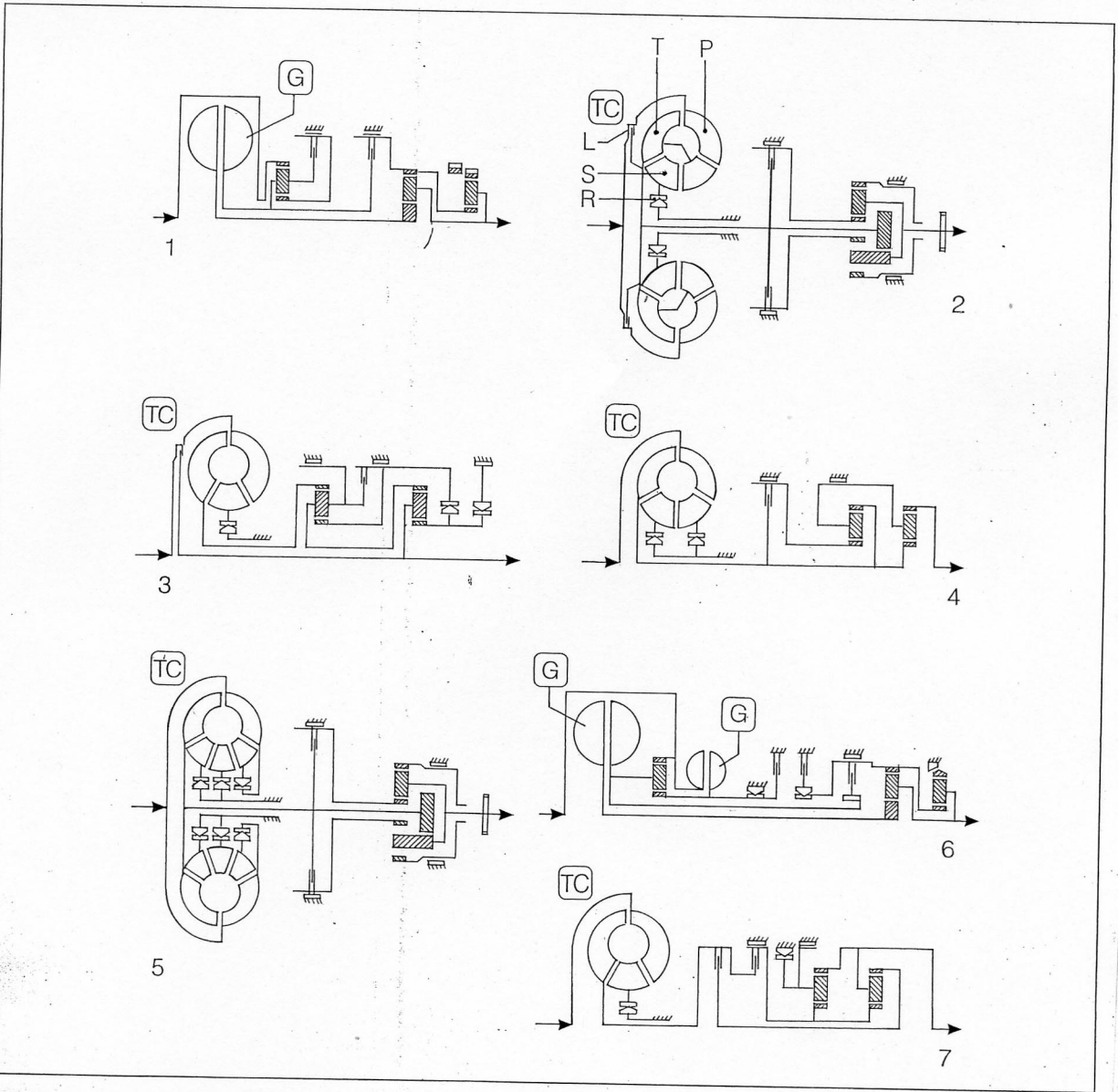
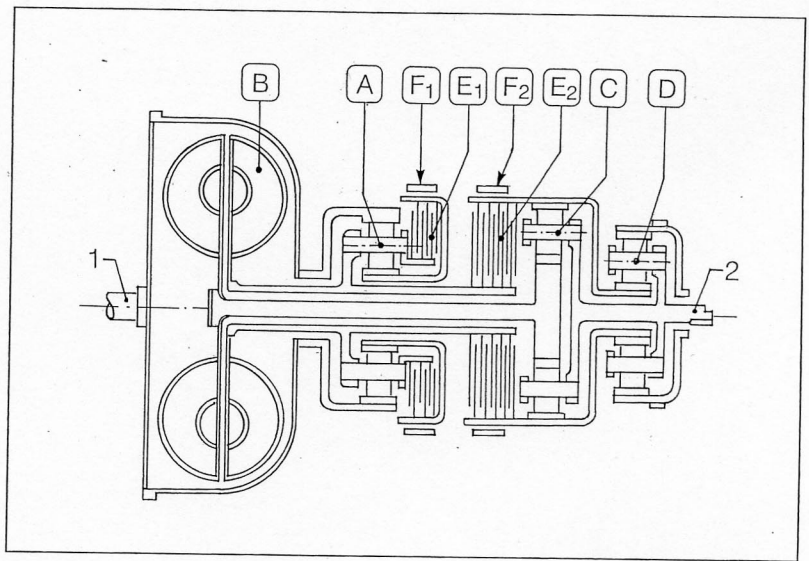




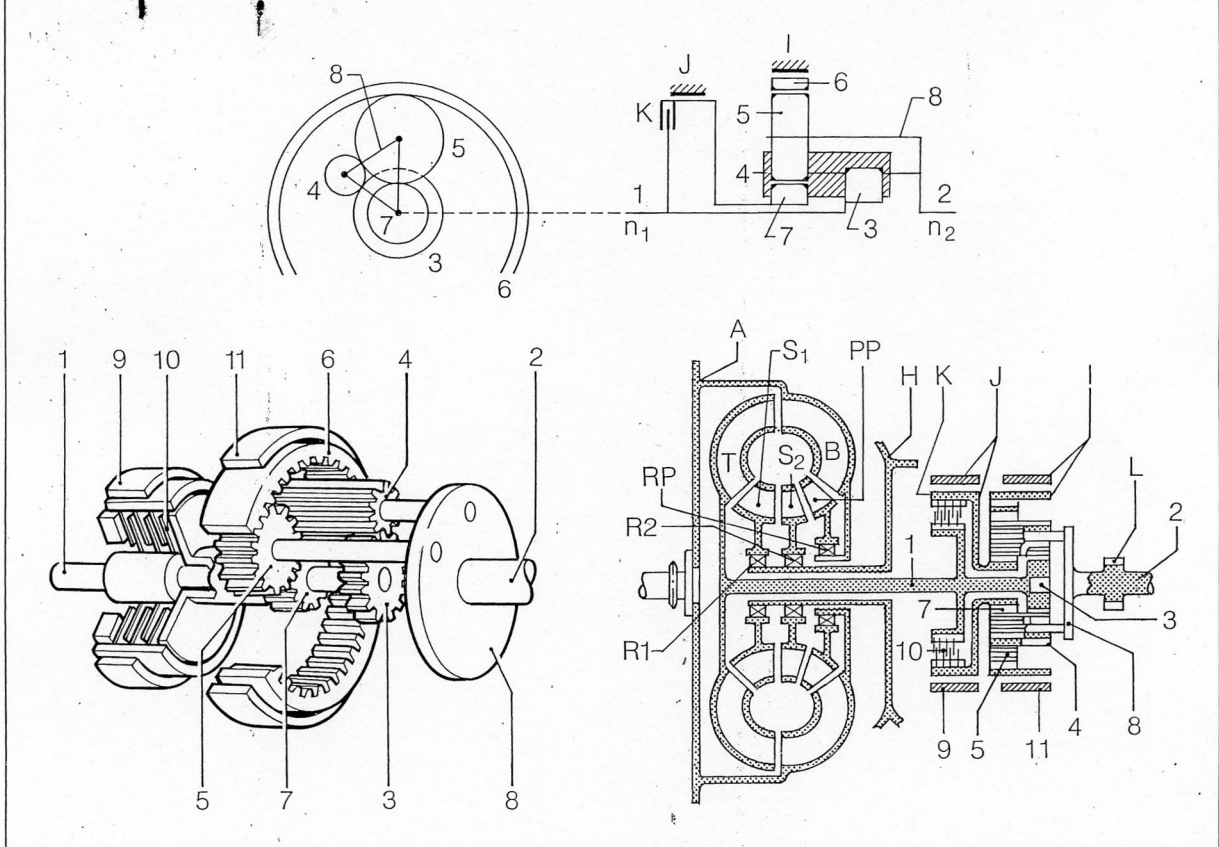
**Figura 6.37** – Cambio automatico a controllo elettronico JATCO mod. “502” a 5 marce. LU: frizione di lock-up; FN: freno a nastro; RM: frizione di retromarcia; FH: frizione marce alte; FF: frizione avammarcia; FO: frizione “overdrive”; LR: frizione marce basse e retromarcia; FD: frizione di “presa diretta”; RL: ruota libera prima marcia; RR: ruota libera marce basse; RF: ruota libera marce avanti.

**Figura 6.38** – Schema del cambio “Hydra-matic” (GM - BUICK, 1939).

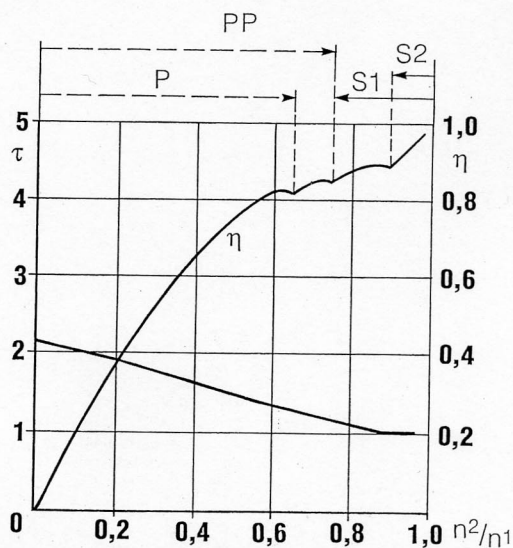
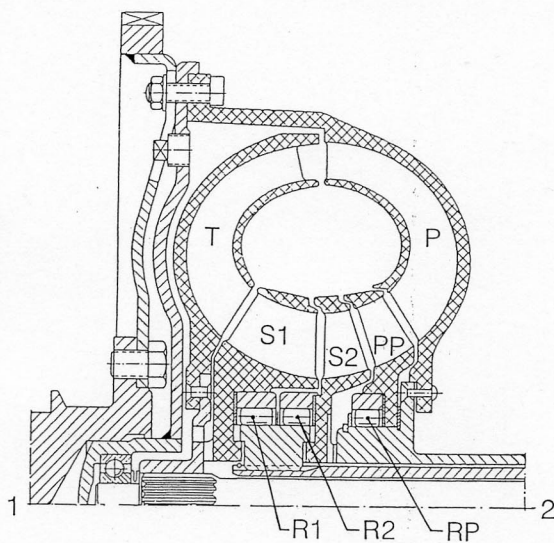
1: albero conduttore; 2: albero condotto; A: 1° rotismo epicicloidale; B: giunto idraulico; C: 2° rotismo epicicloidale; D: rotismo epicicloidale di retromarcia; E1, E2: frizioni a dischi multipli; F1, F2: freni a nastro. Funzionamento: in prima marcia, F1 e F2 bloccati; in seconda marcia: E1 e F2 bloccati; in terza marcia: F1 e E2 bloccati; in quarta marcia: E1 e E2 bloccati.



**Figura 6.39** – Cronistoria dell'applicazione dei giunti (G) e dei convertitori (TC) idrodinamici ai cambi automatici. L: frizione di "Lock-up"; P: pompa; S: statore; T: turbina; R: ruota libera. 1: GM-BUICK, "Hydra-matic" I, 1939; 2: PACKARD "Ultramatic", 1949; 3: STUDEBAKER-BWA, "Automatic", 1949; 4: CHRYSLER "Powerflite", 1950; 5: GM-BUICK, "Ultramatic", 1953; 6: GM-CADILLAC, "Hydra-matic" II, 1953. (cfr. rif. 6.3); 7: CHRYSLER "Torque Flite", 1960. Si noti che dal 1949 compaiono le frizioni di "lock-up" le quali escludono oltre una certa velocità gli scorrimenti delle giranti idrauliche, garantendo così un rendimento praticamente unitario dei cambi idrodinamici.



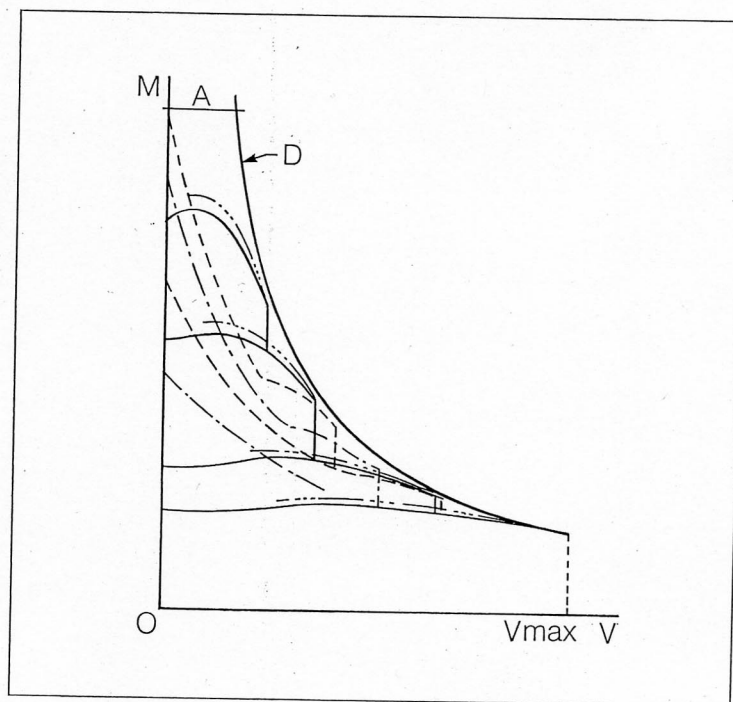
**Figura 6.40** – Schema del cambio “Dynaflow” (GM-BUICK) risultante dall’accoppiamento di un rotismo epicicloidale tipo Ravigneaux e di un “convertitore” di coppia del tipo “polifase” (v. Fig. 6.42). Funzionamento: la marcia: freno 9 bloccato; 2a marcia: frizione 10 bloccata; RM: freno 11 bloccato; parcheggio: ingranaggio L bloccato rispetto all’involucro H del cambio. Elementi del rotismo Ravi-gneaux. 1: albero conduttore; 2: albero condotto; 3: pignone solare grande; 4: satellite lungo (ingrana su 3 e su 5 soltanto); 5: satellite corto (ingrana su 4, 6 e 7); 6: corona solare; 7: pignone solare piccolo; 8: portatreno dei satelliti 4 e 5; 9: nastro del freno J; 10: dischi multipli della frizione K; 11: nastro del freno I.  $Z_3$ ,  $Z_6$  e  $Z_7$  numero dei denti degli ingranaggi 3, 6 e 7 rispettivamente.

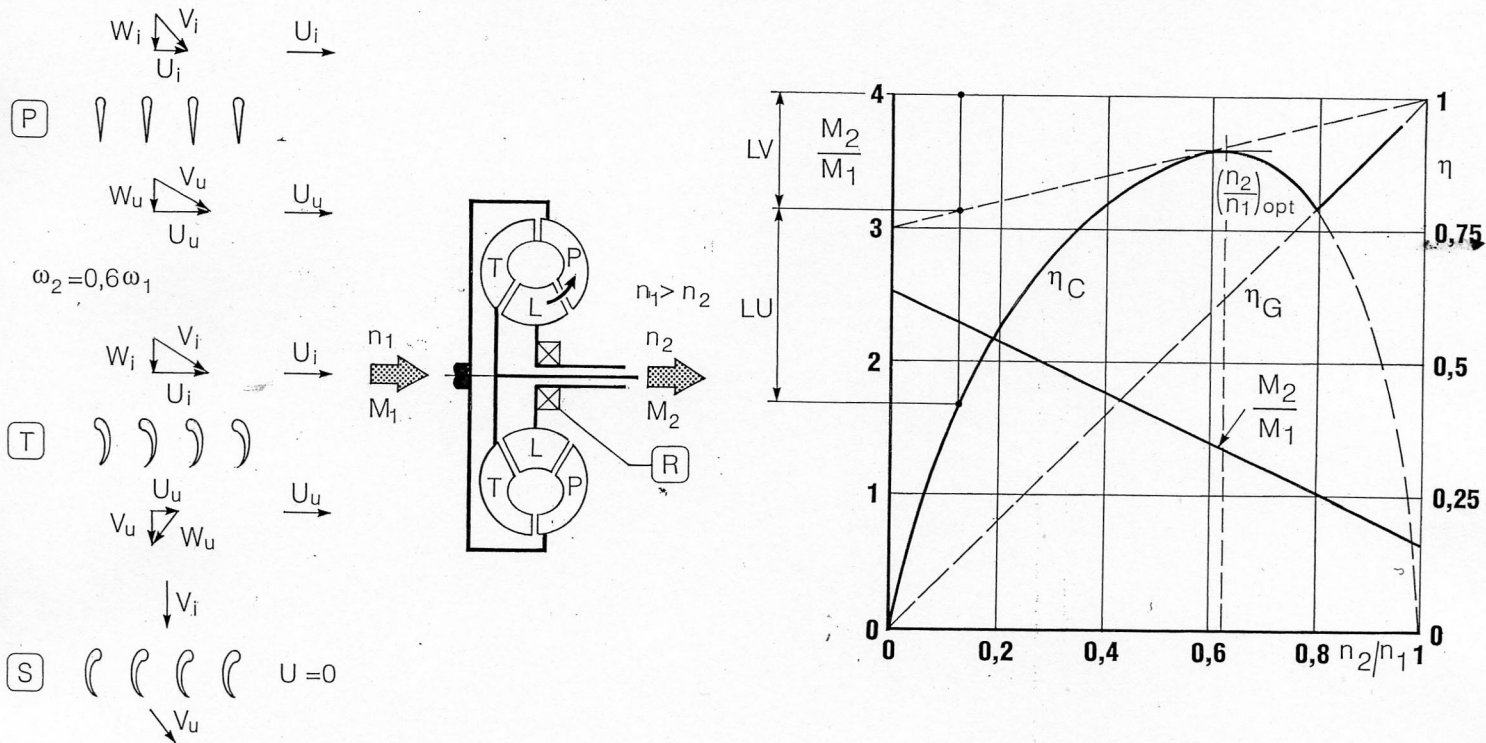


**Figura 6.42** – Convertitore idraulico “polifase”  
1: albero conduttore; 2  
albero condotto.

Nota: per il significato de  
simboli, riferirsi alla Fig  
6.41.

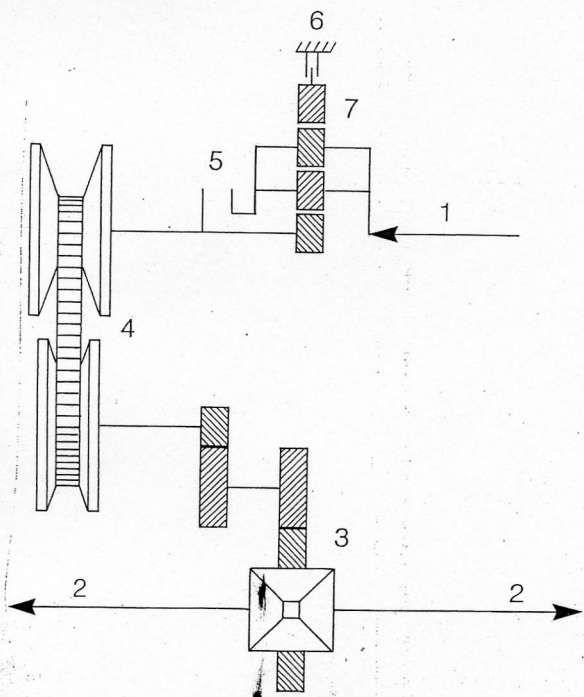
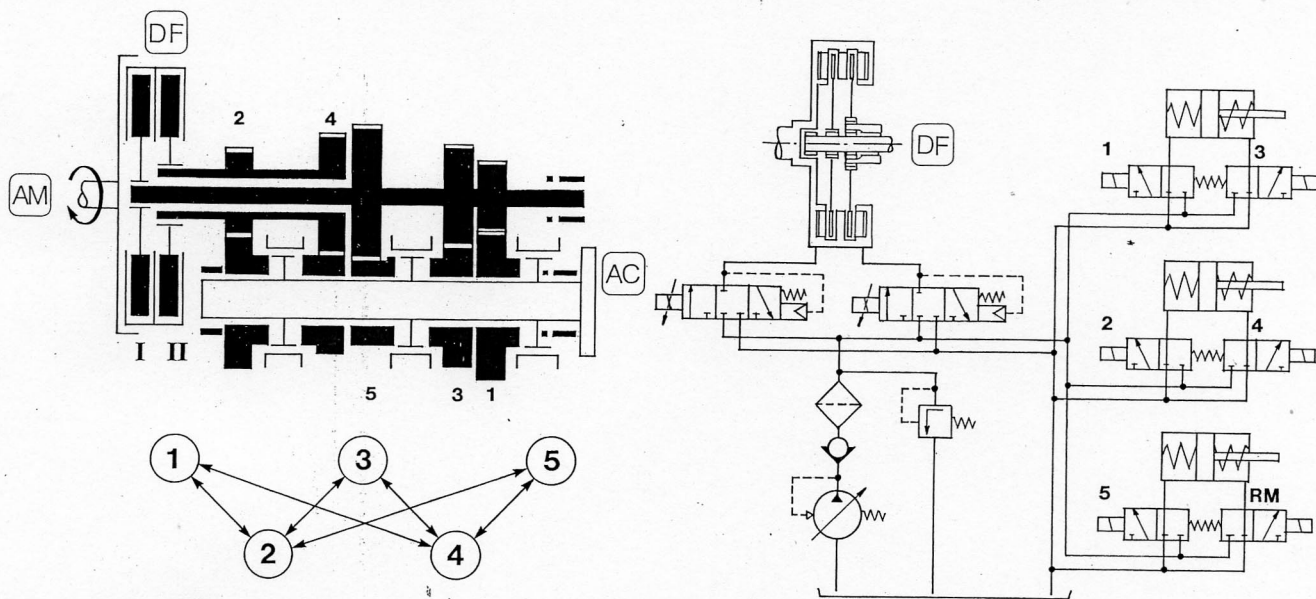
**Figura 6.43** – Confronto delle prestazioni di coppia,  $M$ , in funzione della velocità di marcia,  $V$ . In A e D sono riportate le curve “ideali”, a coppia costante e a potenza costante, rispettivamente (cfr. par. 6.2). A tratto e tre punti è riportato il caso del cambio “manuale”. A tratto continuo il caso di un cambio tipo Hydra-matic a 4 rapporti. A tratto e punto e a tratteggio i casi di cambi con convertitore, a 2 e 3 rapporti; rispettivamente.





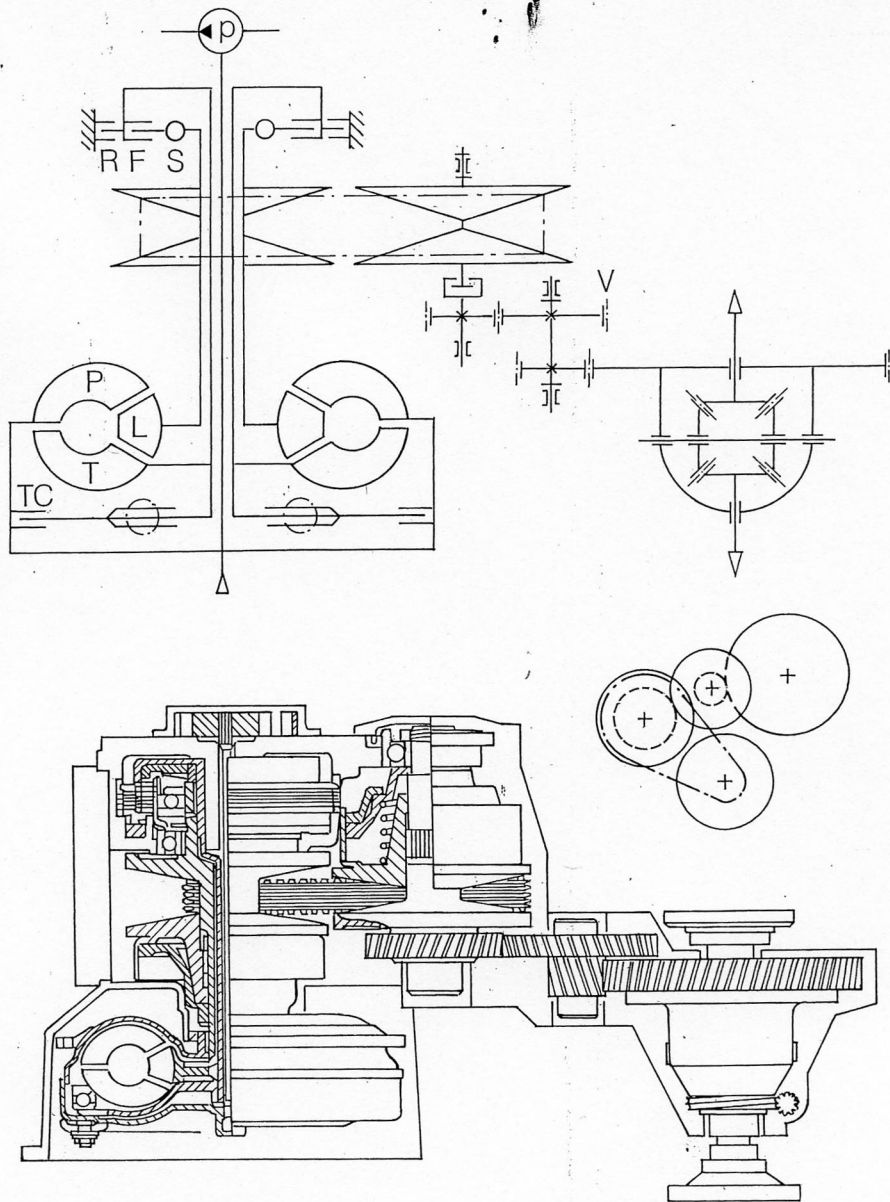
**Figura 6.41** – Schema di funzionamento di un convertitore di coppia (Torque converter) idraulico.  $M_1, n_1; M_2, n_2$ : coppia e velocità angolare della pompa P e della turbina T, rispettivamente; V, U, W: velocità assoluta, di trascinamento e relativa, rispettivamente, del fluido; L: statore; R: ruota libera; LV: perdite viscosive; LU: perdite d'urto;  $\eta_C, \eta_G$ : rendimenti del convertitore e del giunto, rispettivamente  $\tau = M_2/M_1$ . Nota: i pedici  $i$  e  $u$  si riferiscono a ingresso e uscita, rispettivamente, alle e dalle palettature.



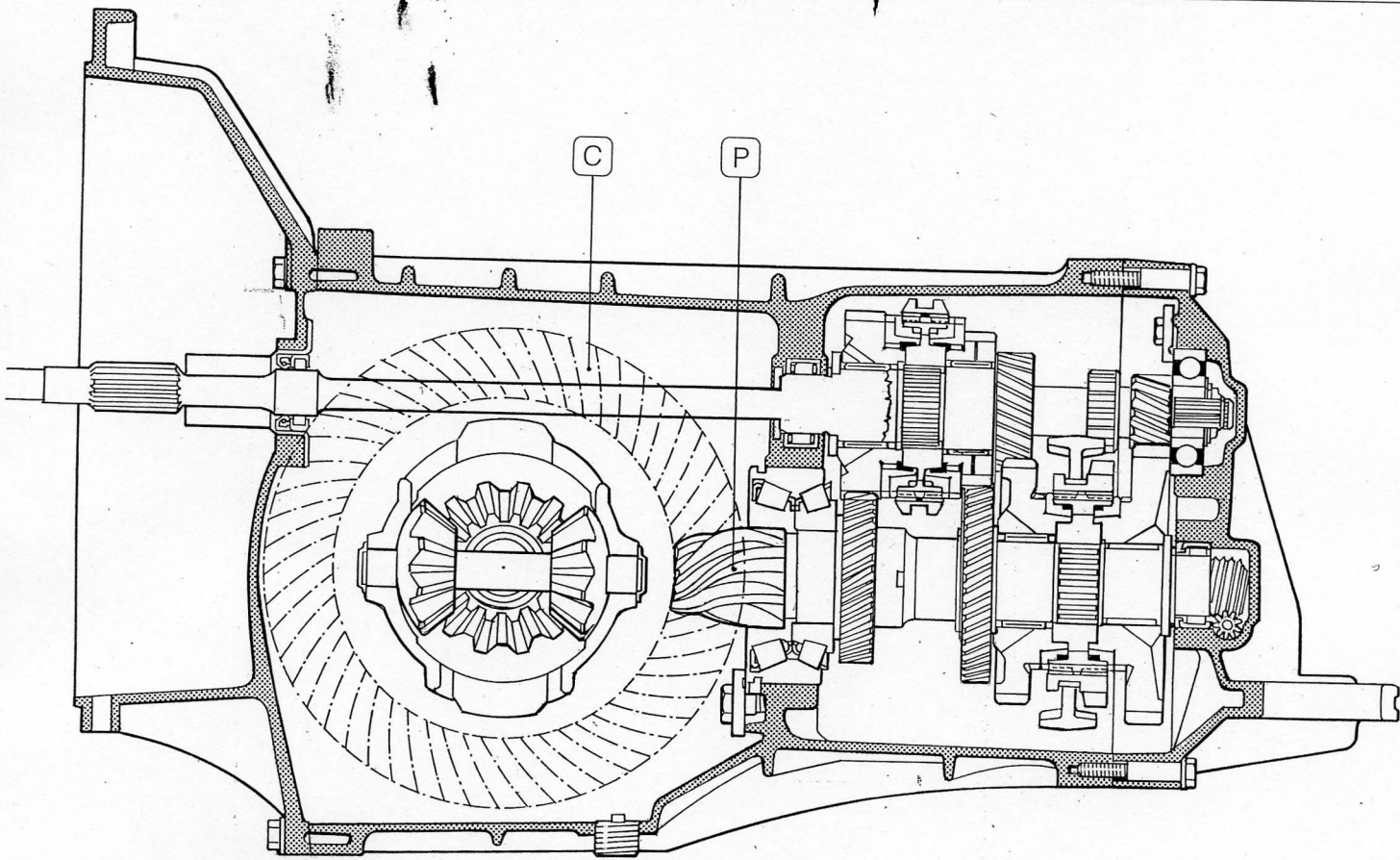


**Figura 6.44** – Schema del cambio PORSCHE tipo “PDK”, applicato sul mod. “944”. AM: albero motore; AC: albero condotto, DF: doppia frizione.

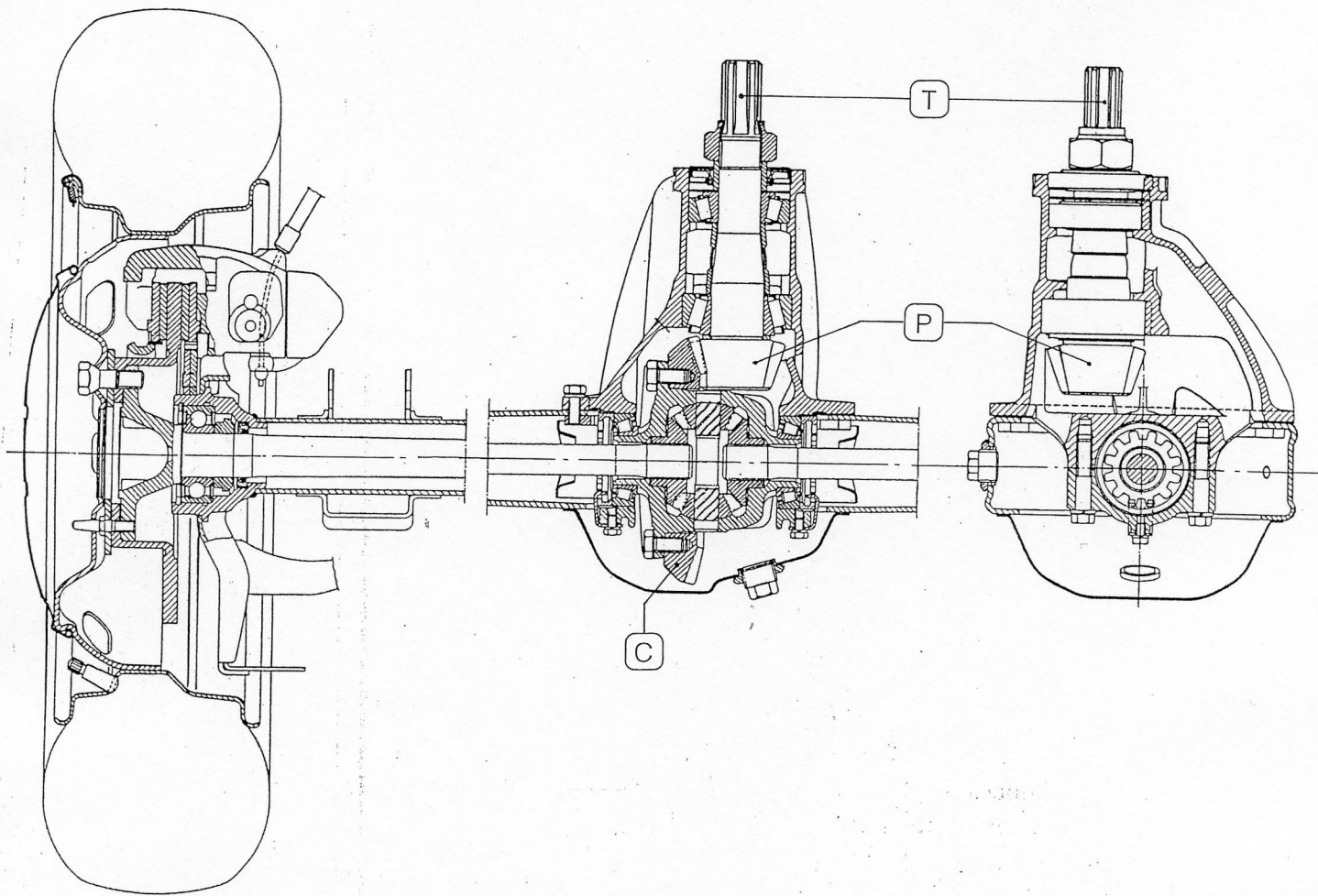
**Figura 6.45** – Schema di cambio CVT (van Doorne) - 1: albero conduttore; 2: alberi condotti, alle ruote; 3: rinvio fisso con differenziale; 4: variatore continuo del rapporto di trasmissione; 5: innesto marce lavanti; 6: innesto retromarcia; 7: rotismo epicicloidale.



**Figura 6.46** – Cambio continuo, CVT, (ZF) combinato con convertitore di coppia idraulico composto da pompa P, turbina T statore L e pompa idraulica p. Si notano anche la frizione di “Lock-up”, TC, con “parastrappi” e il dispositivo R,F,S di controllo del variatore continuo.

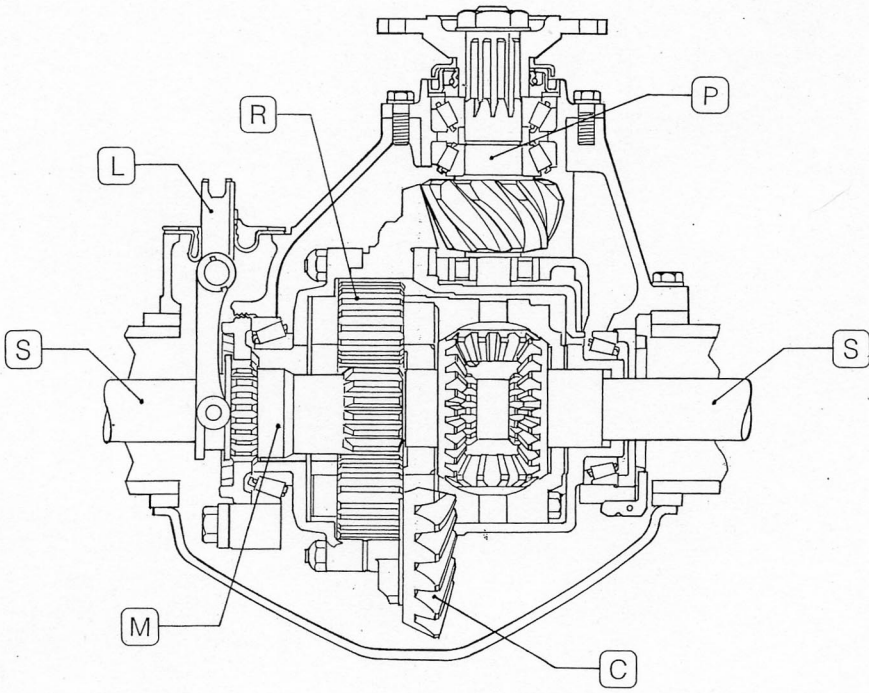


**Figura 6.47** – Rinvio fisso (ZF) per automobili con trasmissione “tutto indietro”(MPTP). P: pignone; C: corona dentata, al suo interno è alloggiato il differenziale.

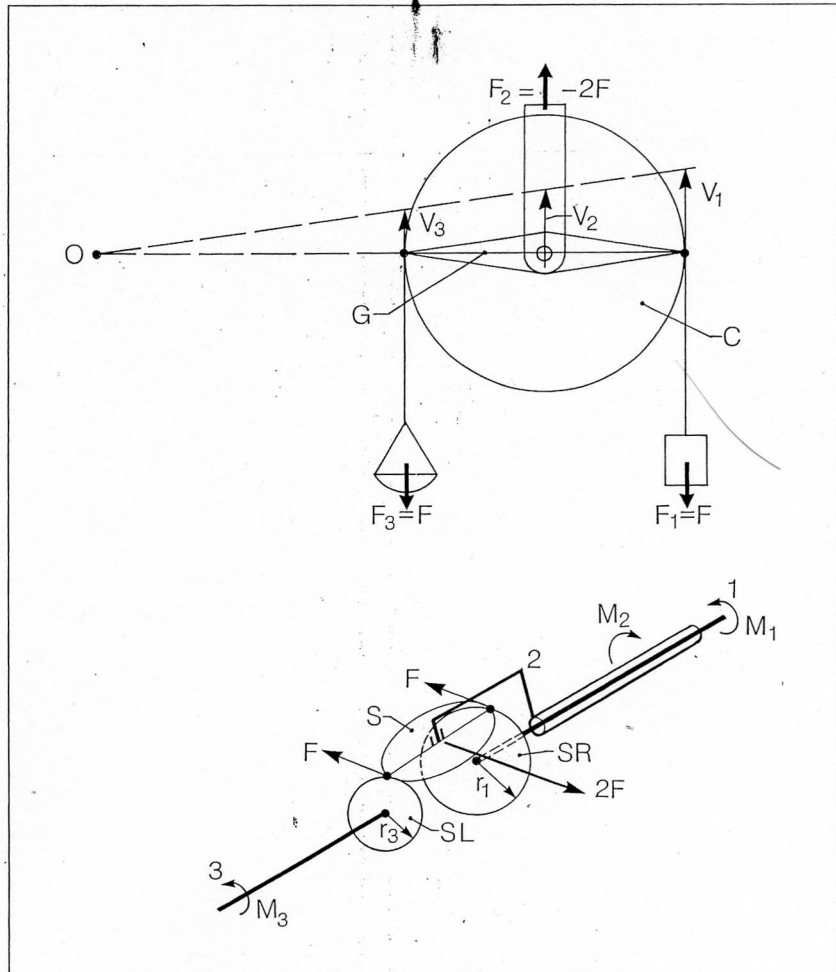


**Figura 6.48** – “Ponte” rigido comprendente mozzi ruota, freni, assale, rinvio fisso e differenziale per trasmissioni a motore anteriore e trazione posteriore (MATP) o 4WD. T: albero di trasmissione con pignone, P, accoppiato alla “corona”, C, con dentatura conica di tipo “ipoid”; al suo interno il differenziale.

**Figura 6.49** – Rinvio della trasmissione del moto alle ruote con due rapporti, per V.I.P.: pignone; C: corona; M: manicotto per l'innesco del secondo rapporto tramite la leva L; R: rotismo epicicloidale del secondo rapporto; S: semialberi.



**Figura 6.50** – Schema del principio di funzionamento del differenziale: dal "giogo", G, alla carucola, C, al "satellite", S, di un rotismo epicicloidale con "solari" SR e SL di raggi  $r_1$  e  $r_3$  (uguali se si equiripartisce la coppia alle ruote).





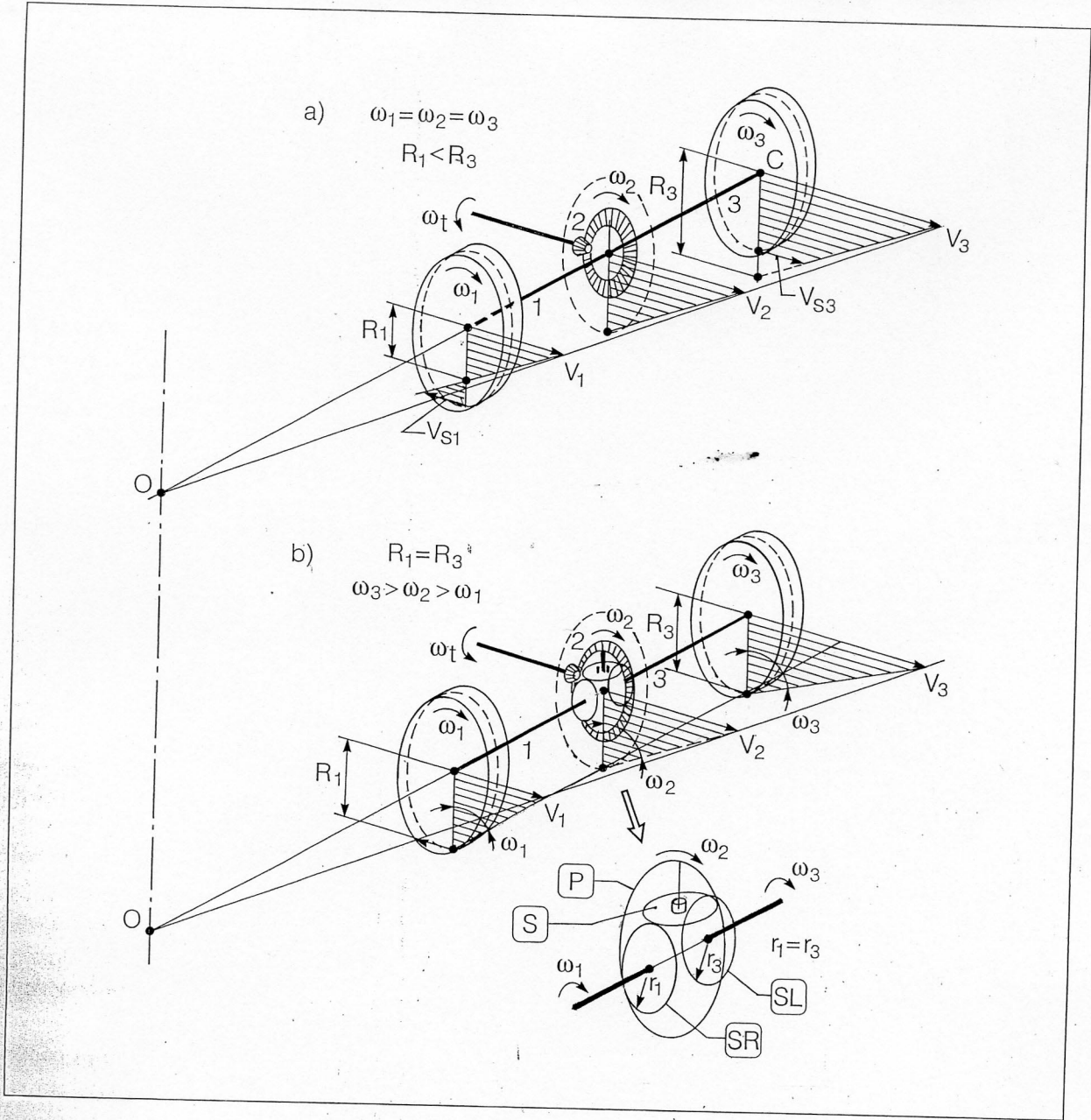
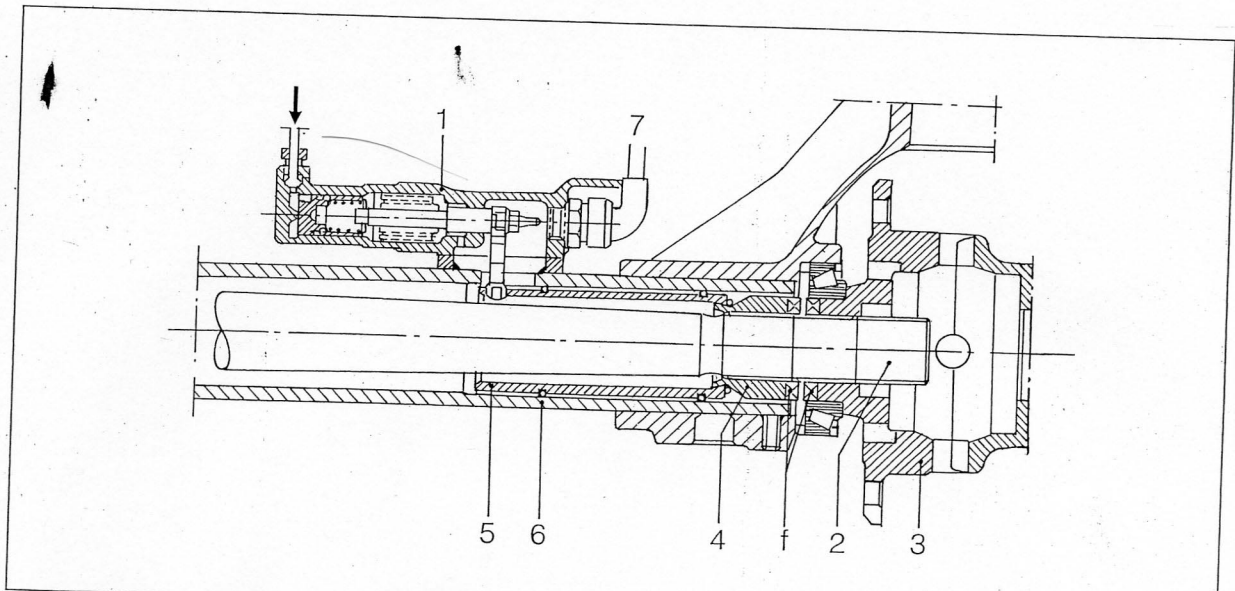
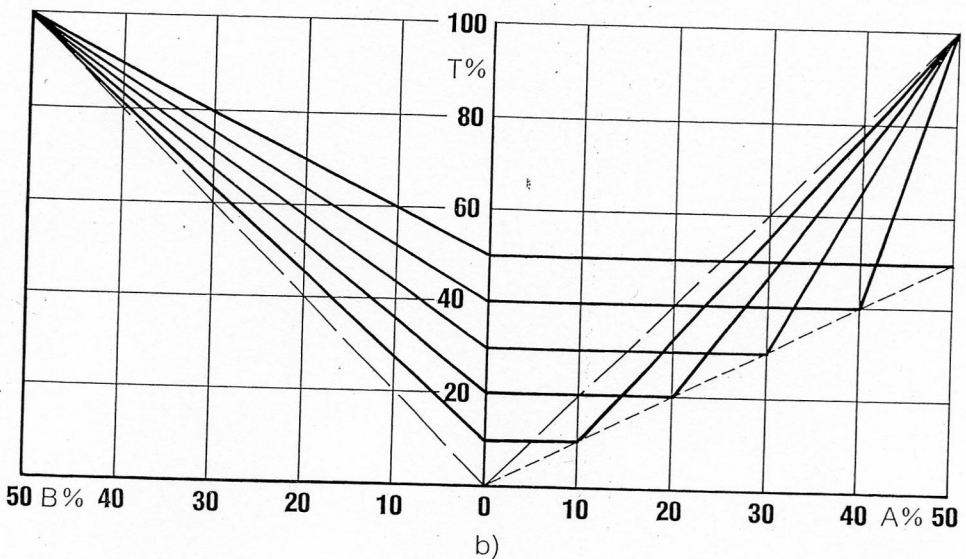
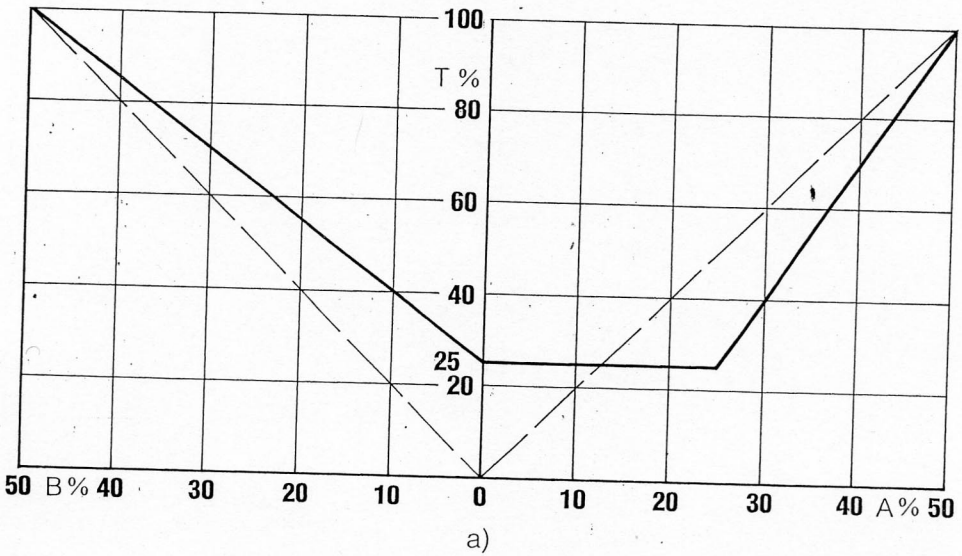
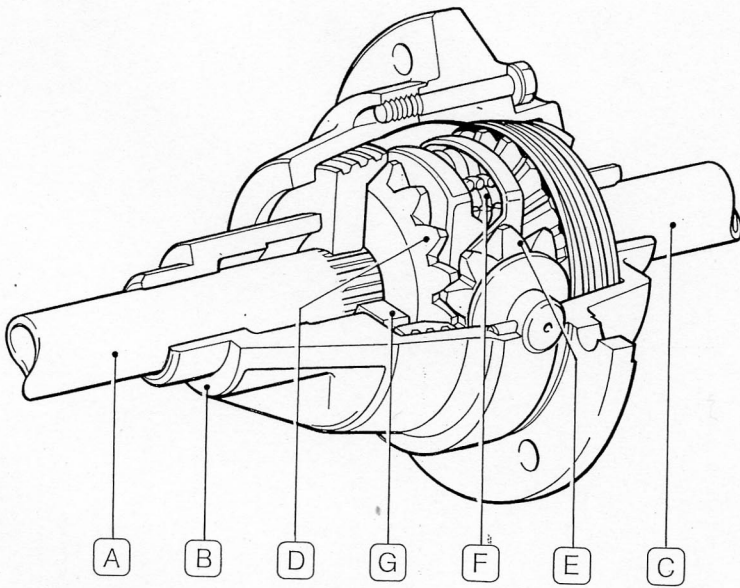


Figura 6.51 – Schema del rinvio della trasmissione alle ruote di un “asse”: a) senza ripartitore di coppia (es. il “Go-cart”); b) con semialberi 1 e 3 facenti capo ai “solari” SR e SL del differenziale. S: satelliti; P: portasatelliti.

Figura 6.52 – Comando (idraulico) per il bloccaggio, manuale e da sterzo, del differenziale (MERCEDES “G”). 1: pistone attuatore a comando idraulico; 2: semialbero; 4: manicotto scorrevole assialmente sulla scanalatura del semialbero, recante la dentatura frontale, f, per l’innesto con la corrispondente dentatura sulla scanalatura del differenziale, 3; 5: manicotto di spinta; 6: assale cavo; 7: interruttore per spia luminosa.

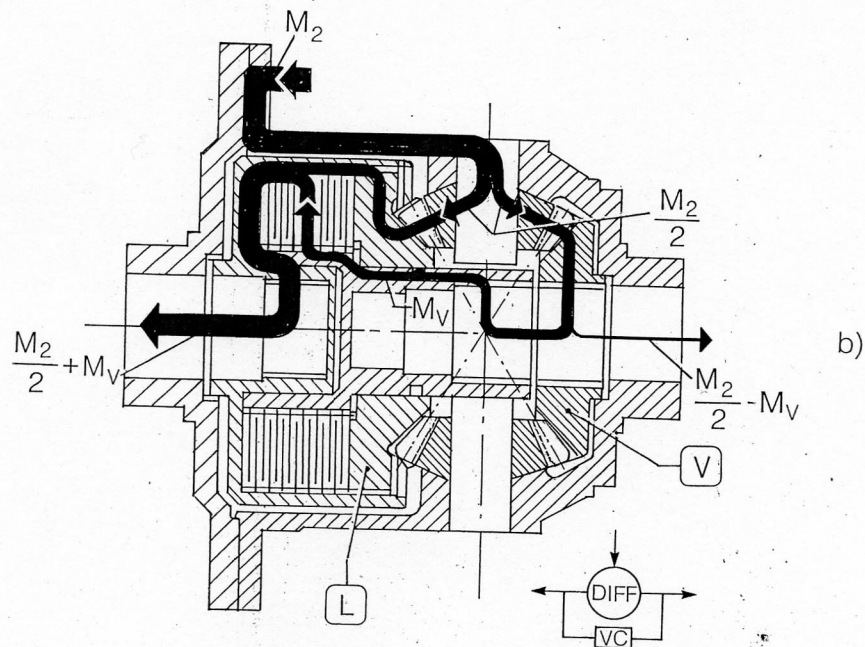
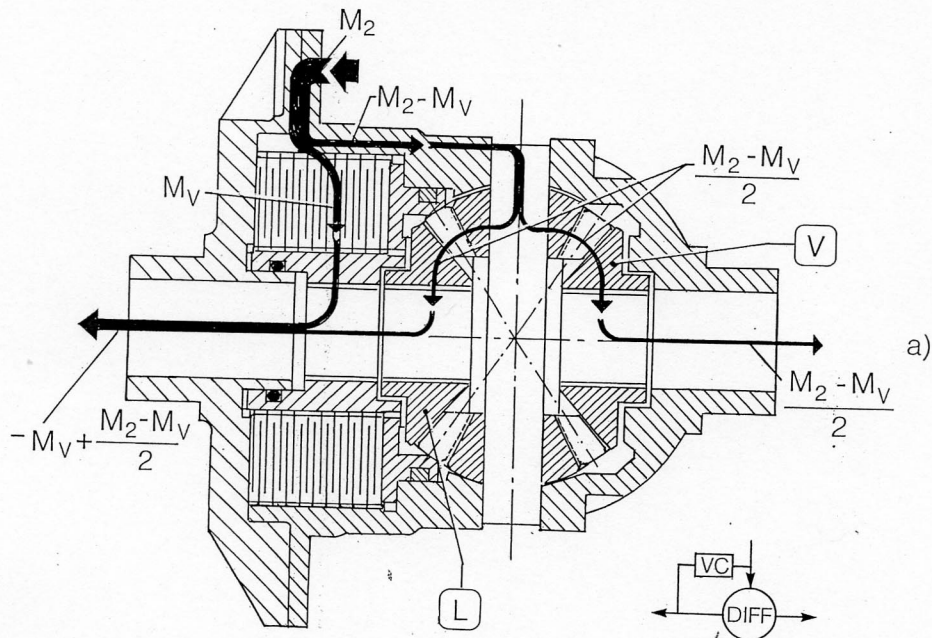


**Figura 6.53** – Differenziale “autobloccante” (BWA) del tipo semplicemente frenato. A, C: semialberi; D: solare; E: satellite; F: molle di spinta del freno troncoconico, G, sulla scatola del differenziale, B.

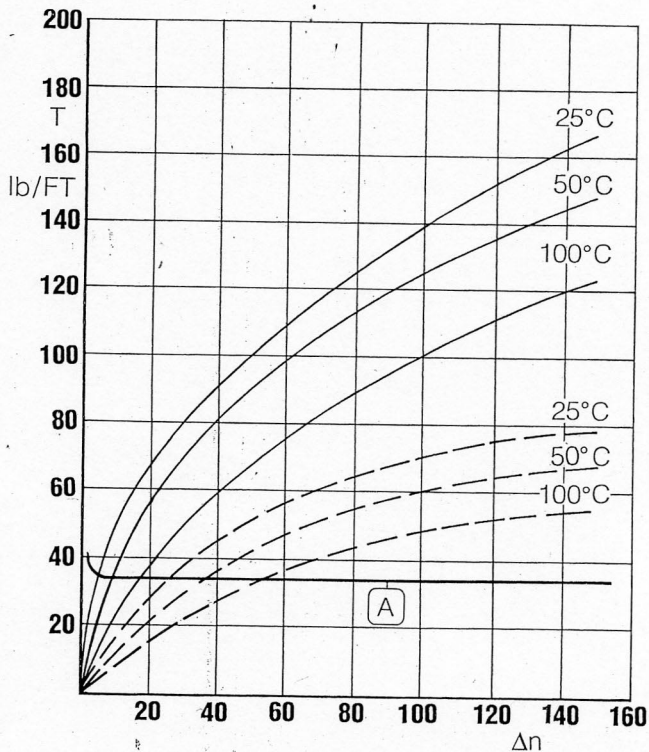


**Figura 6.54** – Diagramma funzionale di differenziali “autobloccanti”. a) tipo BWA: spinte traenti sulla ruota a bassa aderenza, B, e ad alta aderenza, A, in percentuale della trazione totale, T, nel caso di valore iniziale di bloccaggio pari al 25% di T. b) tipo ZF, più recente e molto diffuso, con valore di bloccaggio variabile in funzione della spinta totale di trazione, T.

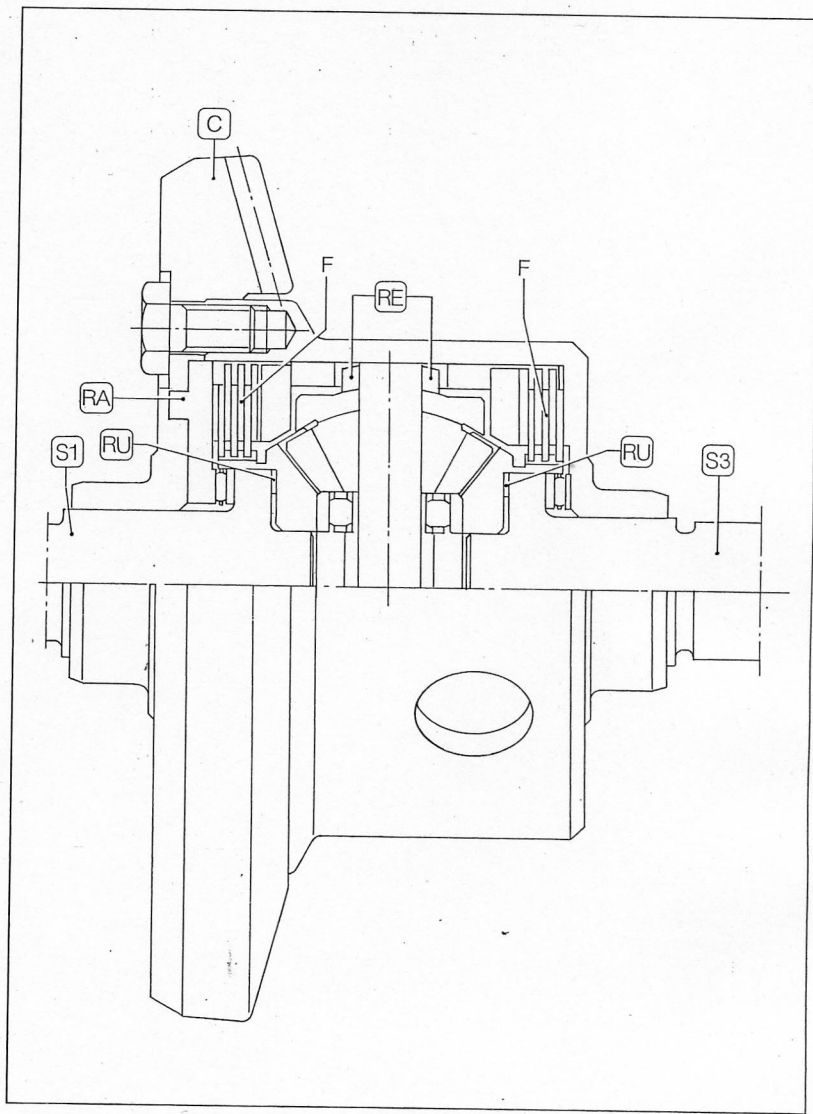
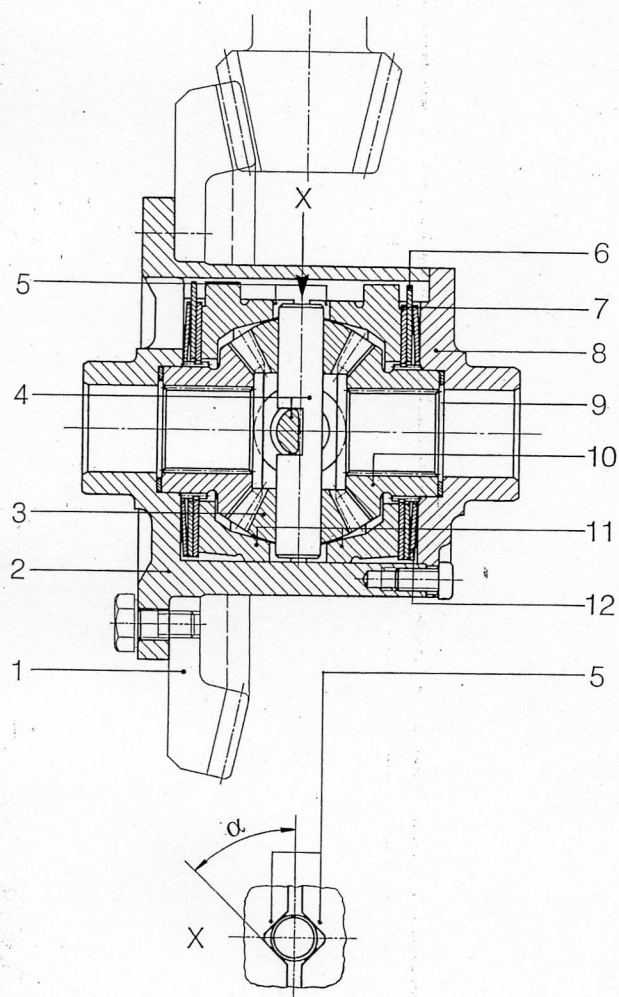
**Figura 6.55** – Differenziali tipo FERGUSSON con giunto viscoso (Viscodrive): a) in “serie”. b) in “parallelo”. L: solare lento; V: solare veloce.



**Figura 6.56** – Caratteristica della coppia,  $T$ , in funzione della temperatura e della velocità di rotazione relativa,  $\Delta n$ , dei dischi affacciati di un giunto viscoso (Viscodrive) messa a confronto con una frizione ad attrito radente (A). A tratteggio: per l'uso su veicoli stradali; a linea continua: per l'uso su veicoli Off-Road.



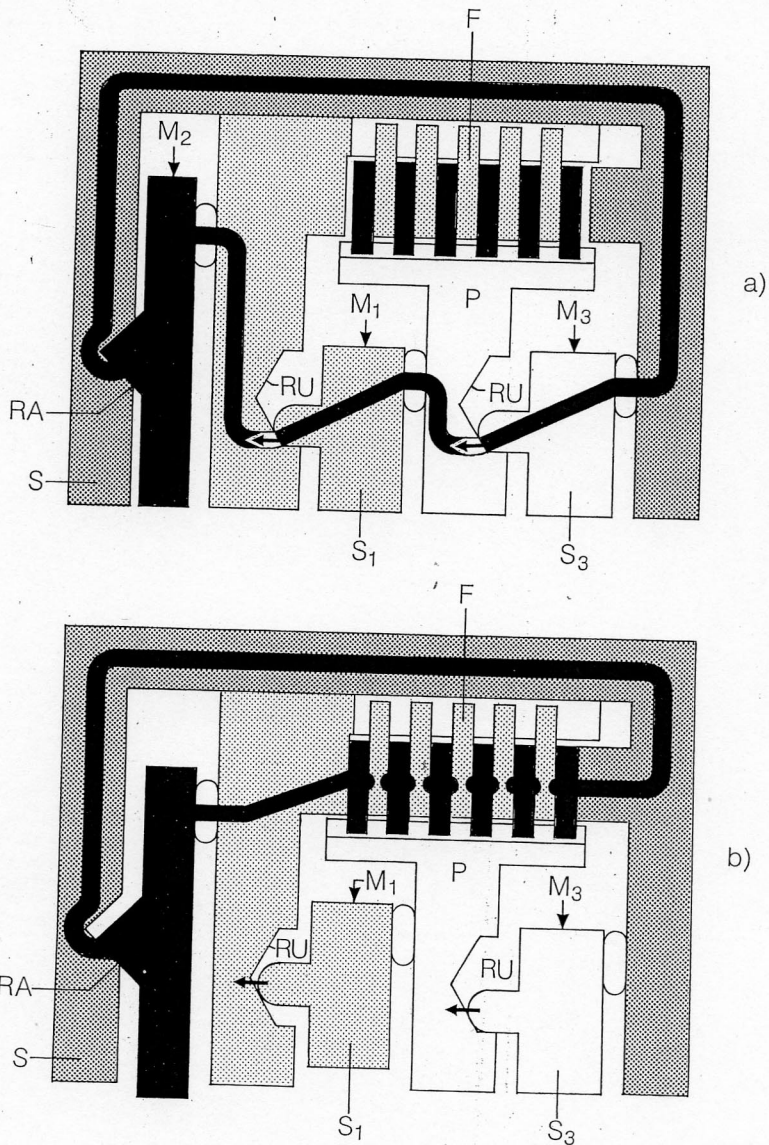




**Figura 6.57** – Differenziale “autobloccante” (ZF) del tipo a frenatura progressiva (LSD). 1: corona del rinvio fisso; 2: scatola del differenziale; 3: satellite; 4: perno portasatelliti; 5: rampe di spinta; 6: disco frizione dentato esternamente; 7: disco frizione dentato internamente; 8: coperchio della scatola; 9: rondella di rasamento; 10: solare; 11: anelli di spinta; 12: molla a diaframma.

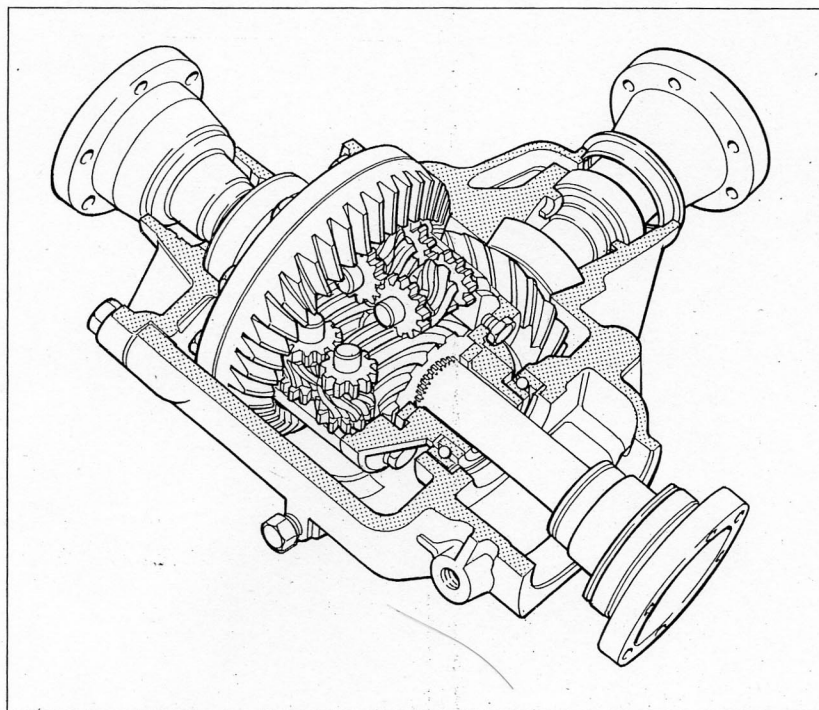
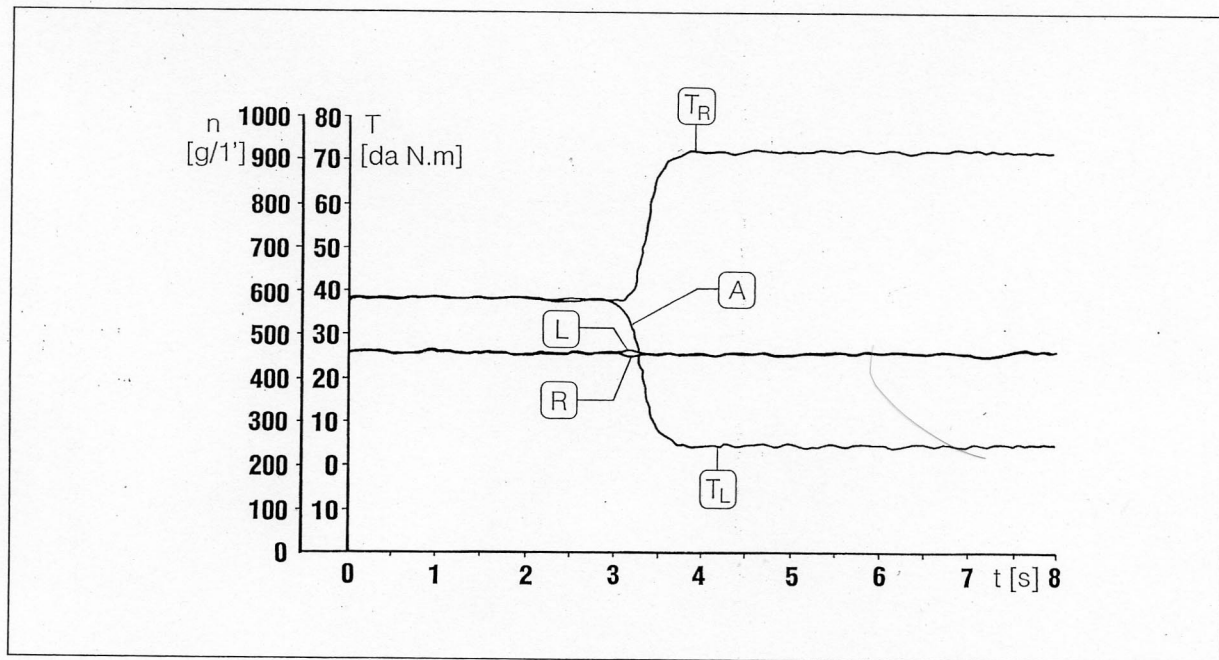
**Figura 6.58** – Differenziale “autobloccante” tipo RENDDEV (Ferry, Francia) (rendimento evolutivo). RE: rampe di entrata; RU: rampe di uscita; RA: rampa di adattamento spallamento frizioni F; S1 e S3: semialberi ruote.





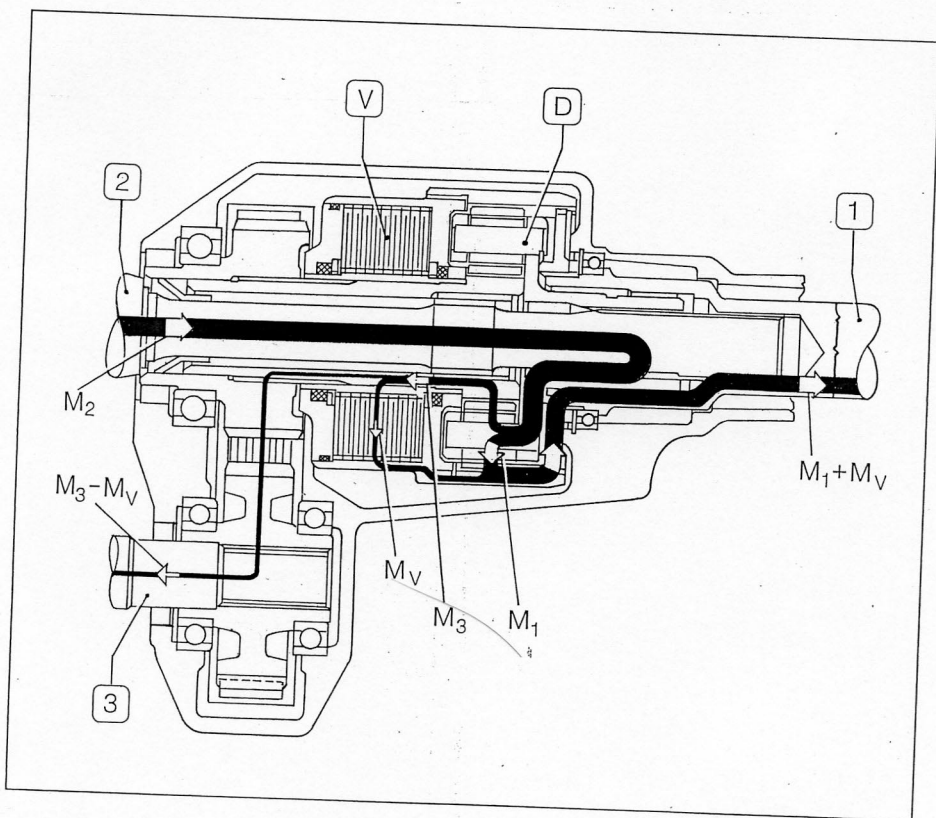
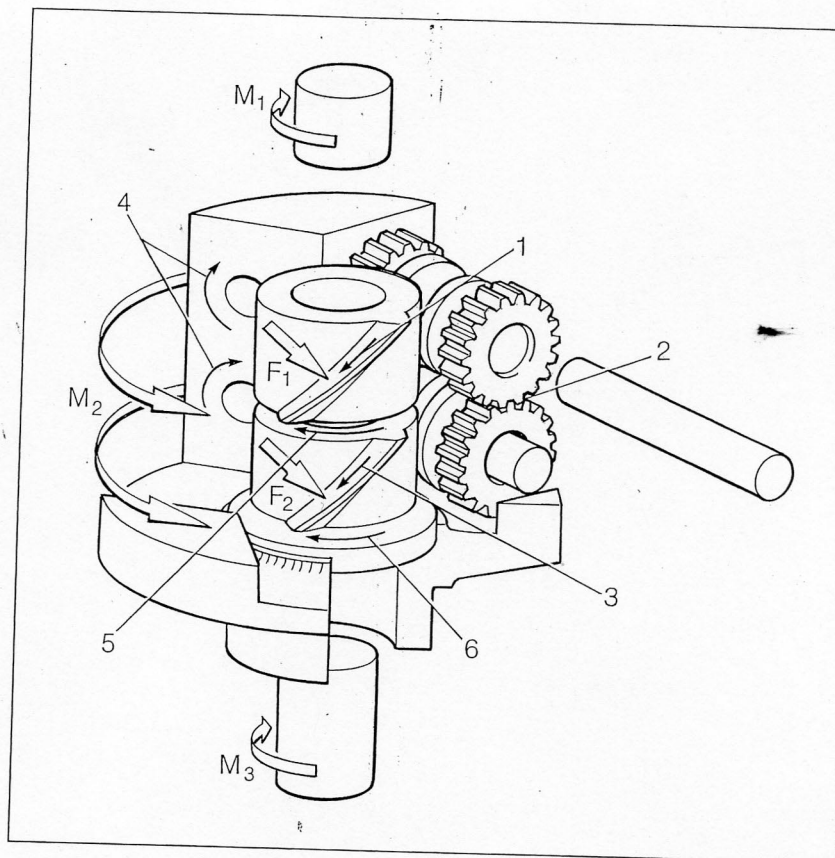
**Figura 6.59** – Schema del differenziale RENDEV.  $M_2$ : coppia di ingresso agente sulla rampa  $RA$  della scatola  $S$ ;  $F$ : frizione a dischi interposti fra la scatola e il portasatelliti,  $P$ ;  $M_1$ ,  $M_3$ : coppie sui semialberi  $S_1$  e  $S_3$ . In a): trazione con massima aderenza delle ruote, la frizione è libera; in b) trazione con aderenza insufficiente sulla ruota del semialbero  $S_1$ , la frizione è progressivamente serrata. Per gli altri simboli v. Fig. 6.58.

**Figura 6.60** – Registrazione nel tempo del funzionamento del differenziale RENDEVI al momento della brusca riduzione, A, di aderenza della ruota sinistra - vettura RENAULT "Alpine" GTA 250 HP. TL e TR: coppia sulle ruote sinistra e destra rispettivamente; L, R: velocità di rotazione delle ruote sinistra e destra.



**Figura 6.61** – Spaccato prospettico di un rinvio fisso con differenziale a basso rendimento interno, tipo "TorSen" (Torque Sensitive).

**Figura 6.62** - Differenziale "TorSen": conformazione degli ingranaggi dei satelliti e dei solari, ad assi sgebi e con dentature elicoidali con passo lungo al fine di ridurre a valori prefissati il rendimento interno del differenziale. 2: ingranaggi "cinematici" che assicurano il funzionamento del differenziale; 1,3 dentature elicoidali a passo elevato; 4, 5, 6: superfici striscianti che, insieme alle dentature 1 e 3 generano attrito e conseguente basso rendimento interno del differenziale.



**Figura 6.63** - Ripartitore di coppia sugli assi di veicoli 4 WD. 1,3: alberi degli assi condotti; 2: albero conduttore; D: differenziale; V: giunto viscoso; M coppie relative agli alberi 1, 2 e 3 e al giunto viscoso  $M_v$ .

Figura 6.64 - Differenziale "attivo" (HONDA mod. "Prelude") ATTS (active torque transfer system) - A: corona dentata del rinvio fisso con differenziale (RD) accoppiata con il pignone, B, calettato sull'albero conduttore, E. ATTS: gruppo epicicloidale localizzato al centro dell'"asse" motore e dotato di frizioni FL e FR per il trasferimento della coppia motrice dalla ruota sinistra alla destra e viceversa.

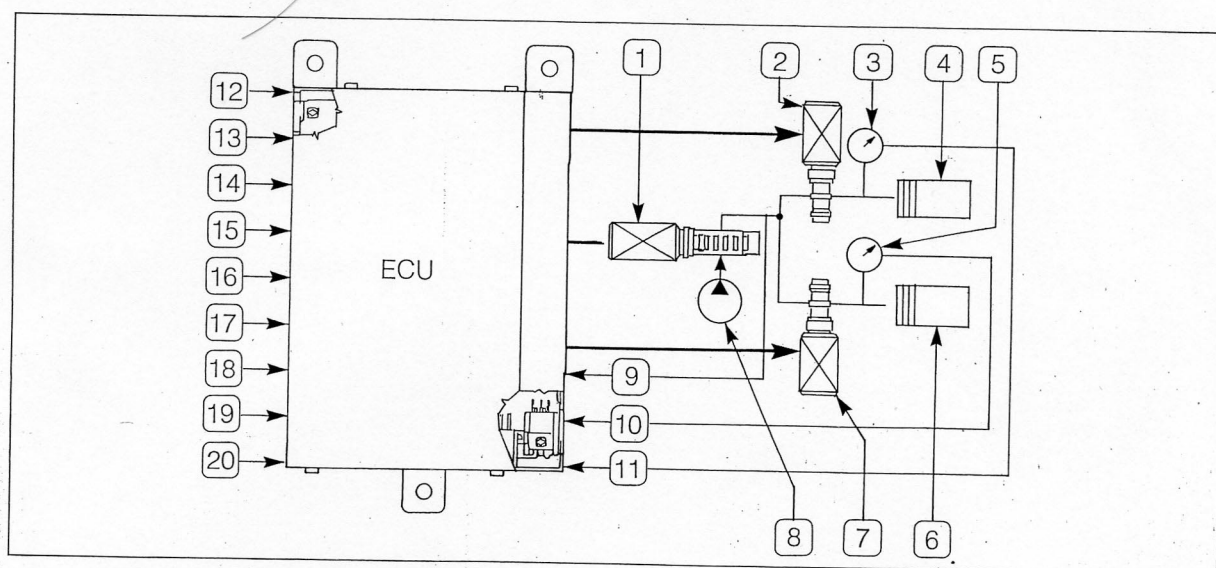
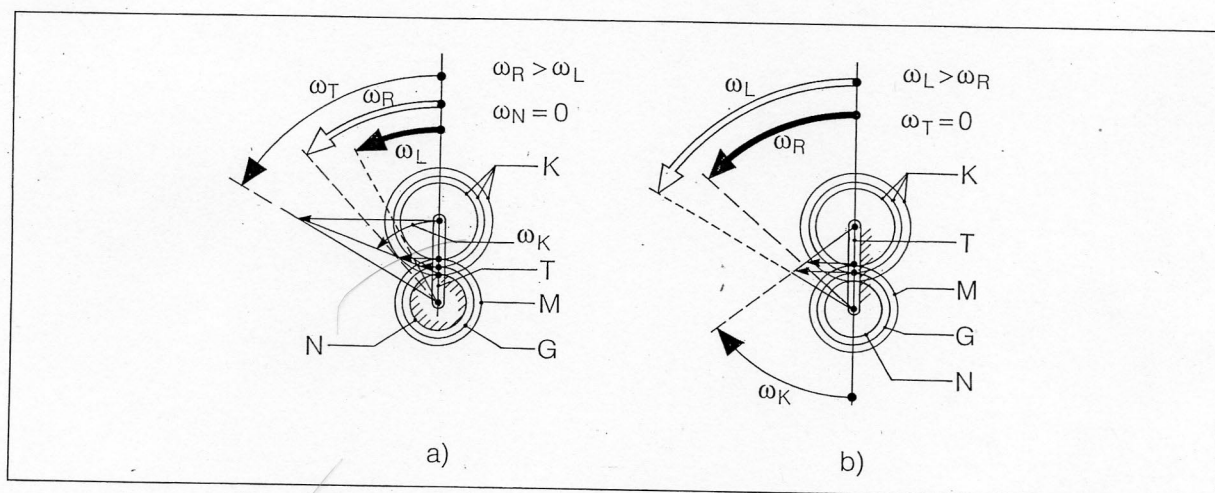
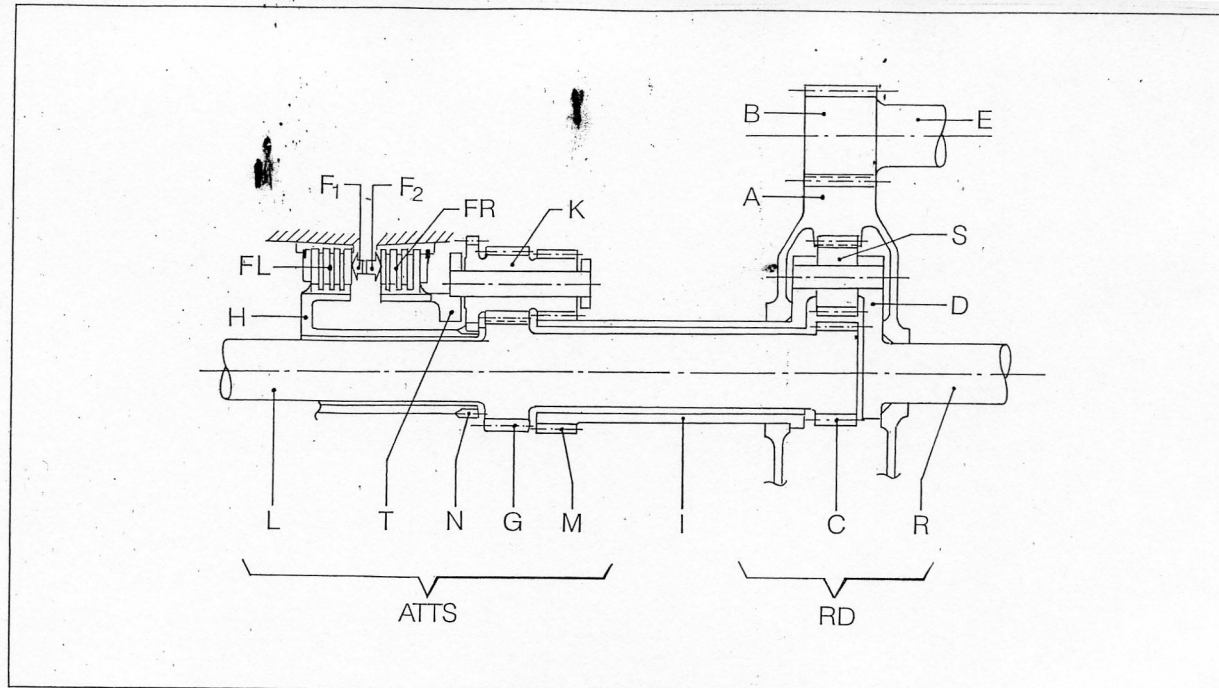


Figura 6.65 - Sistema ATTS: a) massimo "trasferimento" di velocità di rotazione dalla ruota sinistra alla destra, ottenuto con bloccaggio del solare N. b) massimo "trasferimento" di velocità di rotazione dalla ruota destra alla sinistra con bloccaggio del portatreno, T.

Figura 6.66 - Input ed Output principali della centralina elettronica di controllo (ECU) del sistema ATTS. 1: servovalvola elettroidraulica progressiva regolazione pressione serraggio frizioni; 2 - 7: elettrovalvole On/Off comando frizione destra, 4, o sinistra, 6, rispettivamente; 3 - 5: sensori pressione olio comando frizione destra, 4, o sinistra, 6, rispettivamente, e relativi segnali 10 - 11; 8: sensore temperatura olio e relativo segnale, 9. Da 12 a 20 segnali: velocità moto-