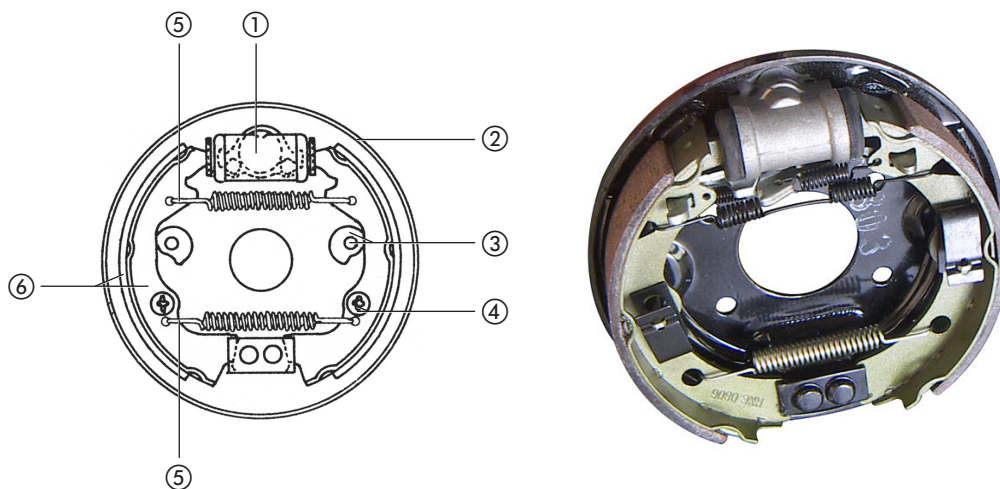


### 47.3.6 Freni a ceppi

Nei *freni a ceppi* o a *ganasce*, i ceppi rivestiti di guarnizioni con materiale ad alto coefficiente di attrito sono premuti sulla fascia esterna di una puleggia (*ceppi esterni*) oppure sulla superficie interna di un cilindro solidale all'elemento rotante da fermare (*ceppi interni*), come il freno a tamburo della *Figura 47.21*.

Il freno a tamburo, semplice ed economico, è stato impiegato per molto tempo su auto e moto, ma ha dovuto cedere il passo al freno a disco, abbandonando prima le moto e quindi le automobili, dove rimane confinato alle ruote posteriori delle utilitarie per motivi di economicità e per via della massa ridotta del veicolo che non richiede grandi prestazioni. A motivo della semplicità, affidabilità e per la possibilità di essere facilmente ispezionati, i freni a ceppi esterni sono tuttora usati in alcune applicazioni, come ad esempio i freni di grandi argani.



- 1 Cilindro comando ganasce
- 2 Disco portafreni
- 3 Eccentrico per regolazione giuoco ganascia-tamburo
- 4 Perno, scodellini e molla guida ganascia
- 5 Molle richiamo ganasce
- 6 Ganascia con guarnizione di attrito

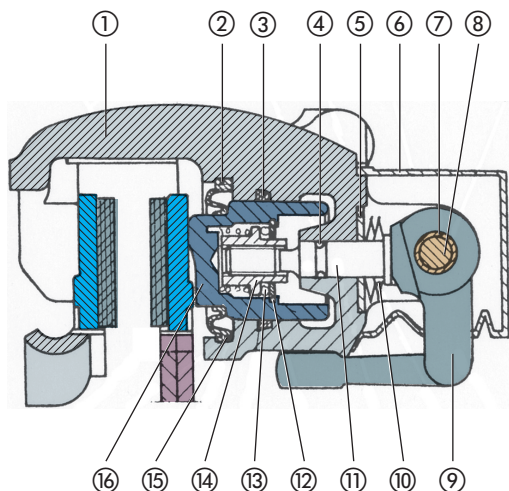
Fig. 47.21 - Schema di un disco portafreni a ceppi interni e fotografia dei particolari di un freno a tamburo.

### 47.3.7 Freni a disco

I *freni a disco* funzionano premendo il materiale di usura contro la superficie rotante. Alcuni tipi sono simili agli innesti a *frizione multidisco* tanto che in alcuni impieghi si possono utilizzare delle unità frizione-freno costituite dagli stessi componenti. Una applicazione tipica e fortunatamente saltuaria può essere quella dei freni del carrello di atterraggio proporzionato per arrestare l'aeromobile nel caso di interruzione di emergenza della corsa di decollo. Avendo tuttavia i freni multidisco una struttura compatta, sono inadatti

a trasmettere all'esterno il calore che si genera frenando quando si richiedano ripetuti e frequenti azionamenti come nel caso di veicoli terrestri.

Volendo assicurare un'elevata capacità di smaltimento di calore, si rivela più adatto il *freno a disco con pinza* in cui l'elemento rotante viene bloccato da una pinza che si chiude su di esso. La pinza del freno ospita uno o più organi attuatori (*Figura 47.22-a*) come cilindri idraulici o dispositivi elettromeccanici; il sistema si compensa per l'usura e assicura una pressione piuttosto uniforme sull'intera superficie di contatto degli elementi d'attrito anche se richiede una forza premente maggiore di quella utilizzata in un freno a ceppi. Le soluzioni con disco e pinza, aventi superfici d'attrito di forma simile a un settore di corona circolare, si usano comunemente quando si prevedono ripetuti e frequenti azionamenti poiché il disco rotante è in grado di dissipare il calore e inoltre può detergere le superfici; l'elemento che reca il materiale di usura (*pastiglia*) da premere contro le facce laterali del disco rotante viene realizzato in modo da consentirne l'accostamento al disco e favorire il distacco delle superfici dopo la frenata. Nel *freno oscillante a pinza* (*Figura 47.22-b*), la pinza sostiene un pistoncino azionato idraulicamente che agisce sulla pastiglia interna, mentre la pastiglia esterna viene tirata dalla pinza che scorre per reazione lungo le guide del suo supporto.



- |  |                                    |
|--|------------------------------------|
| 1 Corpo pinza                                    | 9 Leva comando freno a mano        |
| 2 Cuffia protezione stantuffo                    | 10 Molle a disco                   |
| 3 Guarnizione di tenuta per stantuffo            | 11 Perno per autoregistrazione     |
| 4 Anello di tenuta per perno                     | 12 Piastrina                       |
| 5 Rosetta appoggio molle a disco                 | 13 Cuscinetto a sfere              |
| 6 Cuffia per leva comando freno a mano           | 14 Madrevite per autoregistrazione |
| 7 Boccole  | 15 Molla per madrevite             |
| 8 Perno per fulcraggio leva comando freno a mano | 16 Stantuffo                       |

Fig. 47.22-a - Sezione longitudinale di una pinza freno posteriore.

Seguendo la procedura utilizzata per la determinazione del momento torcente  $M_t$  (47-8) e della pressione specifica  $p$  e quindi della forza di attuazione  $F$  (47-9) nel caso della frizione a disco, si possono calcolare coppia frenante  $M_{t,fr}$  e forza di attuazione  $F$  da esercitare sul pattino del materiale di usura, ad esempio una pastiglia di raggio  $r$ , che viene premuto sul

disco rotante (Figura 47.23). In particolare la forza di attuazione  $F$  (normale alle superfici) è uguale all'area del pattino circolare  $A = \pi r^2$  per la pressione media di contatto  $p_m$ , mentre la coppia frenante è data dal prodotto del coefficiente d'attrito  $\mu$  per la forza di attuazione  $F$  e per il raggio medio  $R_m$  della superficie su cui agisce la forza frenante:

$$F = \pi r^2 p_m \quad M_{t,fr} = \mu F R_m \quad 47-13$$

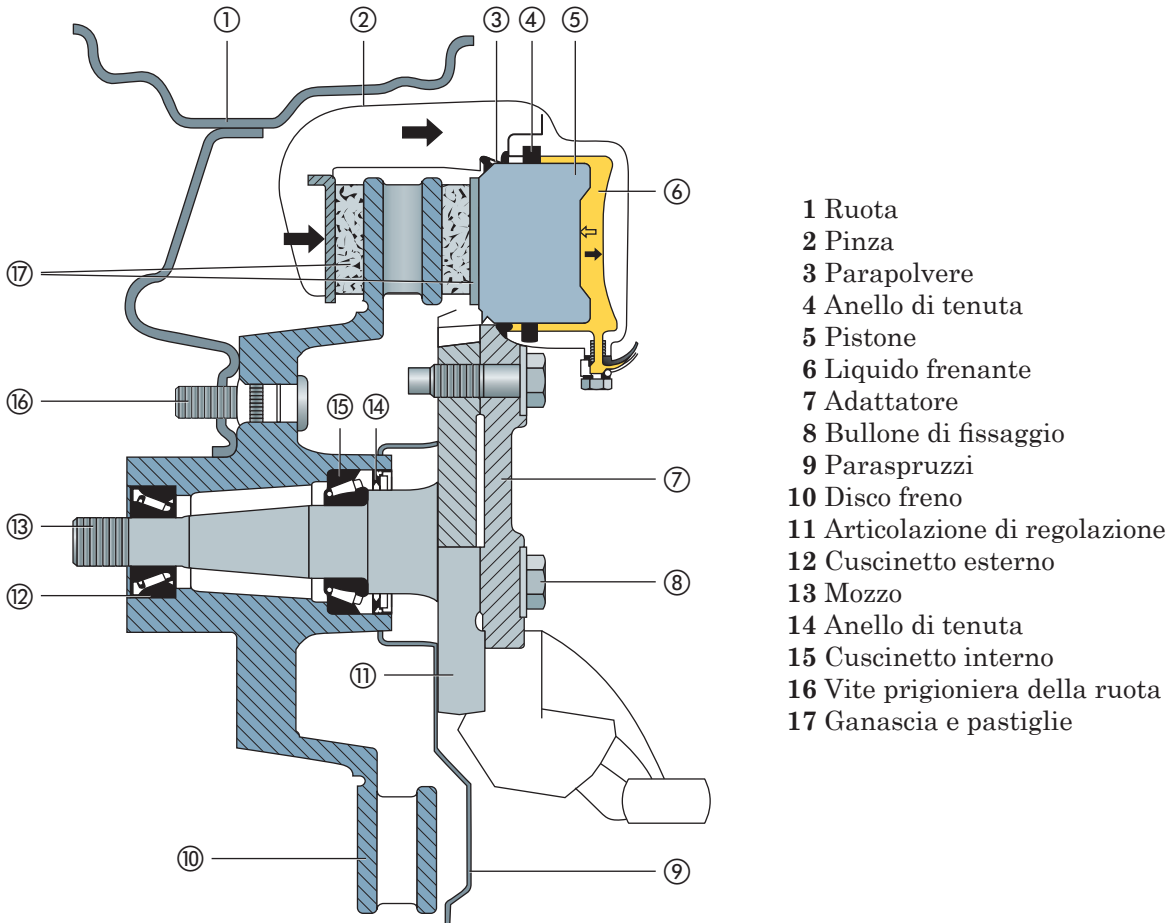


Fig. 47.22-b - Freno oscillante a pinza per autotrazione (Daimler). L'anello di tenuta e il parapolvere sono progettati per ottenere un certo gioco dal ritorno del pistoncino quando questo viene rilasciato.

Fig. 47.23 - Pattino circolare di raggio  $r$  di un freno a pinza premuto contro la faccia laterale del disco rotante; la pastiglia ha eccentricità  $e$  rispetto all'asse del disco.

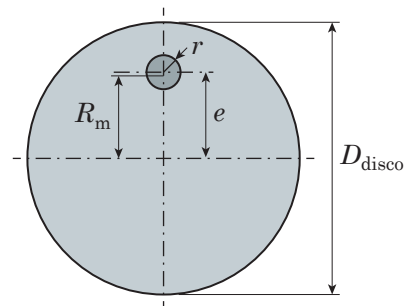


Tabella 47.4

**Freno a pinza**

Parametri per il calcolo di un freno a pinza a pattino circolare di raggio  $r$  (Figura 47.23). Il parametro  $\delta$  viene usato per calcolare il raggio medio di azione del pattino  $R_m = \delta e$  con  $e$  eccentricità del pattino rispetto all'asse del disco. È stato riportato anche il rapporto tra la pressione massima ammissibile  $p_{amm}$  e la pressione media  $p_m$  sul disco da utilizzare per il calcolo della forza di attuazione  $F$ .

$r/e$	$\delta = R_m/e$	$p_{amm}/p_m$
0,0	1,000	1,000
0,1	0,983	1,093
0,2	0,969	1,212
0,3	0,957	1,367
0,4	0,947	1,578
0,5	0,938	1,875

**Esempio 47.3 Freno a disco con pastiglie in sinterizzato a secco**

Un freno a pinza utilizza delle pastiglie in metallo sinterizzato a secco. La pastiglia di raggio  $r = 10$  mm ha l'eccentricità  $e = 50$  mm rispetto all'asse di rotazione del disco. Calcolare forza di attuazione  $F$  e coppia frenante  $M_{t,fr}$ .

**SOLUZIONE**

Prendiamo per il materiale della pastiglia in sinterizzato a secco (Tabella 47.3) un coefficiente di attrito  $\mu = 0,3$  e una pressione ammissibile  $p_{amm} = 1,6$  MPa. Entrando nella Tabella 47.4 con il rapporto tra raggio del cerchio ed eccentricità  $r/e = (10 \text{ mm})/(50 \text{ mm}) = 0,2$ , otteniamo il raggio medio  $R_m$  e la pressione media  $p_m$ :

$$\delta = \frac{R_m}{e} = 0,969 \Rightarrow R_m = \delta e = 0,969 \times 50 \text{ mm} = 48,5 \text{ mm}$$

$$\frac{p_{amm}}{p_m} = 1,212 \Rightarrow p_m = \frac{p_{amm}}{1,212} = \frac{1,6 \text{ MPa}}{1,212} = 1,32 \text{ MPa}$$

Con le equazioni 47-13 si calcolano la forza di attuazione e la coppia frenante su un lato della pastiglia:

$$F = \pi r^2 p_m = \pi \times (10 \text{ mm})^2 \times 1,32 \text{ N/mm}^2 = 415 \text{ N} \quad \blacktriangleleft$$

$$M_{t,fr} = \mu F R_m = 0,3 \times 415 \text{ N} \times 48,5 \text{ mm} = 6038 \text{ N} \cdot \text{mm} \quad \blacktriangleleft$$

## SINTESI

Nel *freno a pinza*, il momento della coppia frenante è uguale al coefficiente di attrito  $\mu$  che moltiplica la forza di attuazione  $F$  e il raggio medio  $R_m$  della superficie su cui agisce la forza frenante. Se il pattino del materiale di usura è, ad esempio, una pastiglia di raggio  $r$  che viene premuta sul disco rotante, l'area da considerare è  $A = \pi r^2$ , mentre la forza di attuazione  $F$  è uguale all'area  $A$  della pastiglia moltiplicata per la pressione media di contatto  $p_m$ .

$$F = \pi r^2 p_m \quad M_{t,fr} = \mu F R_m \quad 47-13$$

$M_{t,fr}$  = coppia frenante [N·mm]

$\mu$  = coefficiente di attrito [-]

$F$  = forza di attuazione [N]

$R_m$  = raggio medio [mm]

$r$  = raggio del pattino a sezione circolare [mm]

$p_m$  = pressione media di contatto [MPa]

## VERIFICA DELL'APPRENDIMENTO

10. Quando si richiedano ripetuti e frequenti azionamenti dei freni, vengono usati i freni ..... invece dei freni ..... perché più capaci di trasmettere all'esterno il calore che si genera nella frenata.