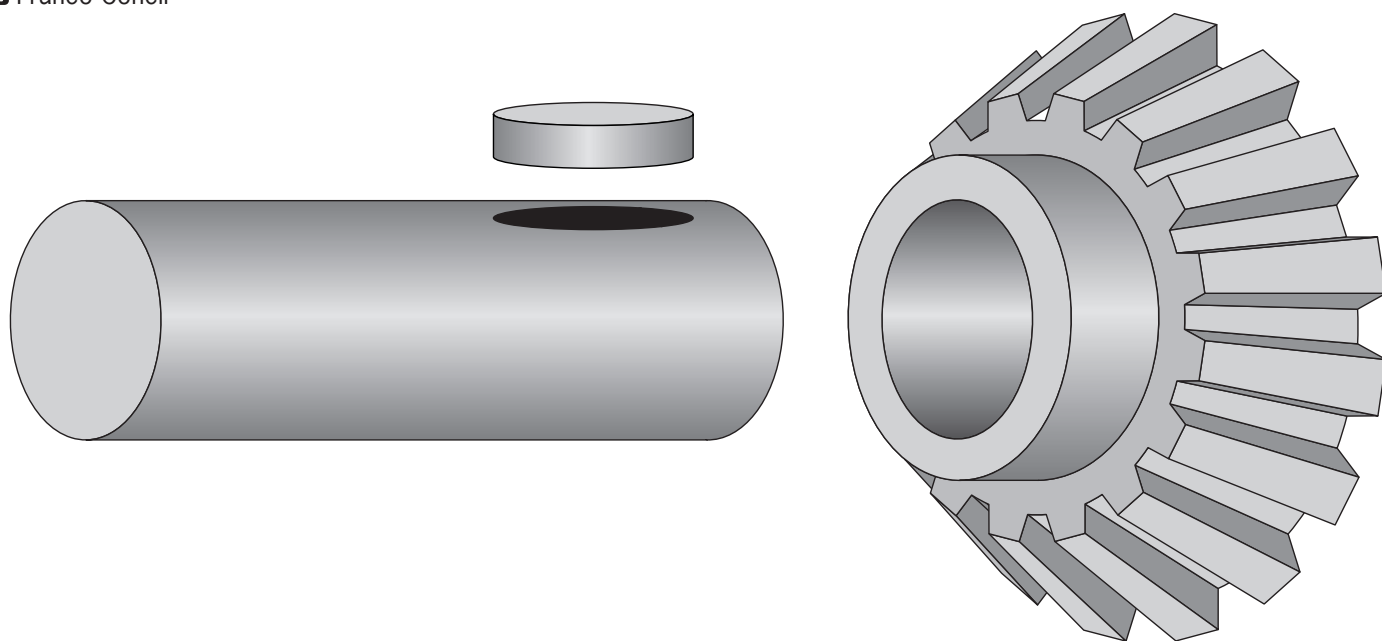


# Collegamenti albero-mozzo CHIAVETTE E LINGUETTE

Continuando quanto già introdotto nella puntata precedente (si veda *Organi di Trasmissione di maggio*, pagg. 44-48, N.d.R.), dedicata agli accoppiamenti ad attrito tra albero e mozzo, parleremo ora dei collegamenti di forma, in particolare soffermandoci su quelli indiretti, ovvero quelli che trasmettono la forza/coppia mediante un elemento intermedio. È questo il caso di chiavette e linguette.

✎ Franco Concli



Le linguette rappresentano un modo relativamente semplice per realizzare l'accoppiamento, in cui tutta la coppia da trasmettere si scarica su un lato dell'elemento intermedio. Albero e mozzo, a differenza di quanto avviene quando si utilizzano le chiavette, non vengono deformati eccentricamente. L'elemento intermedio viene alloggiato in opportune sedi di forma regolare realizzate solitamente mediante fresatura sugli alberi e mediante brocciatura o stozzatura sui mozzi.

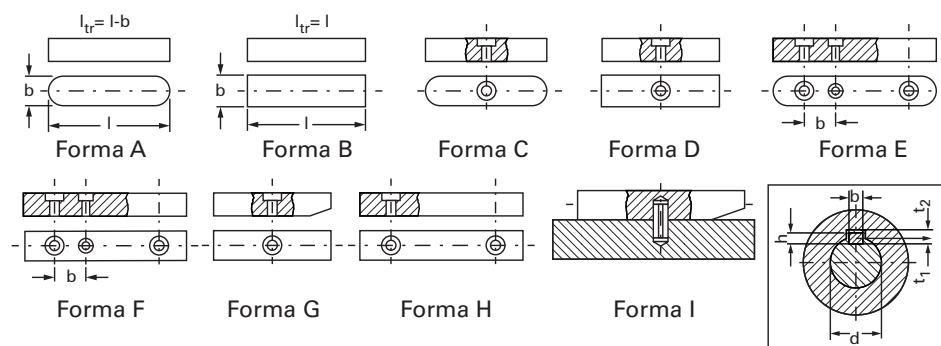


Fig. 1 - Quote nominali secondo DIN 6885.

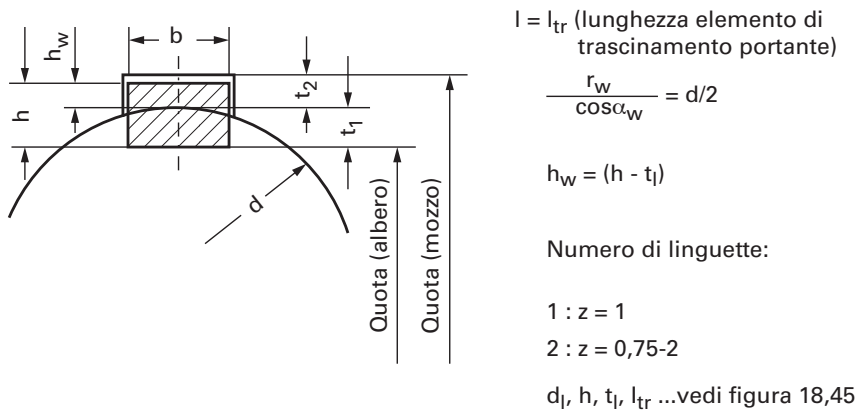


Fig. 2 - Quantità per il calcolo della pressione di contatto.

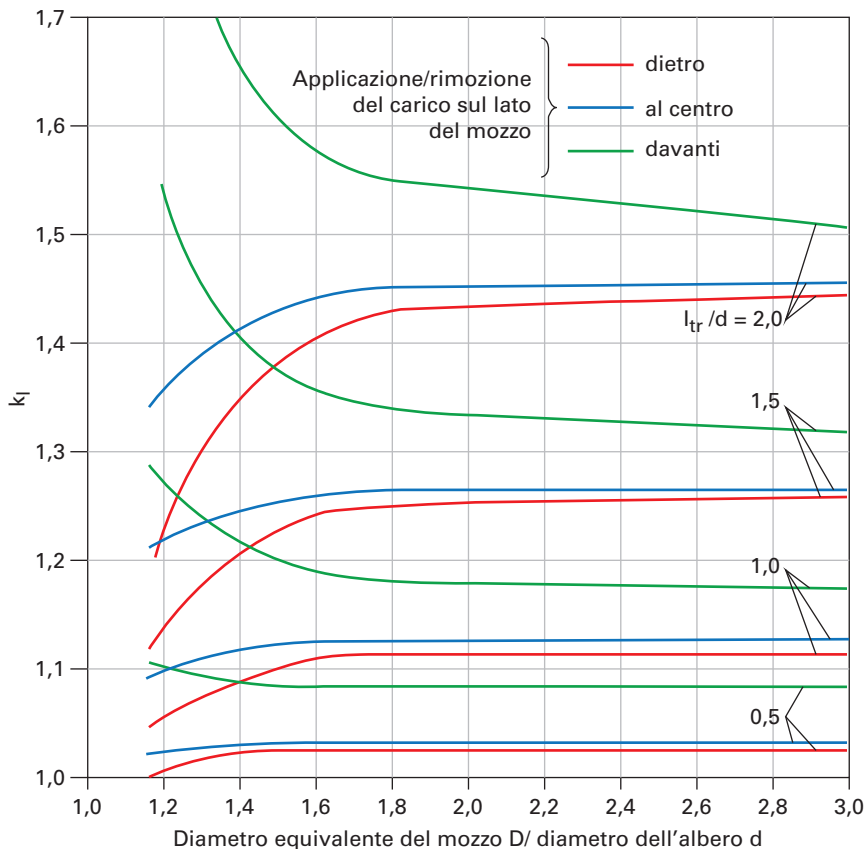


Fig. 3 - Fattore longitudinale  $K_l$  secondo DIN 6892 con

$$D = \frac{D_2}{\sqrt[4]{\left(\frac{D_2}{D_1}\right)^4 \left(1 - \frac{c}{l_{tr}}\right) + \left(\frac{c}{l_{tr}}\right)}}$$

Le linguette sono classificabili in:

- linguette per la meccanica generale, con forma alta e con la possibilità di eseguire la profondità della cava del mozzo senza gioco;
- linguette per la macchine utensili, anch'esse con forma alta ma con la prescrizione di tenere del gioco radiale in modo da evitare distorsioni;
- linguette per la meccanica generale, con forma bassa per garantire un minor indebolimento dell'albero e del mozzo.

Durante il dimensionamento di un accoppiamento di forma, bisogna sempre tenere presente il possibile danneggiamento di tutti gli elementi, in modo da prevenirlo. In particolare:

- rottura dell'albero dovuta alla sollecitazione di torsione, flessione e/o taglio;
- rottura o spaccatura del mozzo. In linea generale ci si limita a prescrivere uno spessore di parete maggiore;
- rottura o tranciatura degli elementi interposti di trascinamento, le linguette, che, però, rispettando le prescrizioni sulle pressioni di contatto, solitamente è un fenomeno molto remoto. Il calcolo della pressione sui fianchi si basa sulla normativa DIN 6892.

Nelle condizioni di esercizio in cui agisce una coppia T, la pressione sui fianchi può essere calcolata come

$$p = \frac{T \cos(\alpha_w)}{r_{wz} l_\alpha h_w} k_{\varphi\beta} k_t$$

con le varie quantità come da figura 2.

Il fattore di frazionamento viene introdotto per tenere conto di come la pressione sui fianchi non si distribuisca in modo omogeneo su tutti gli elementi (qualora fossero più di uno). Il fattore di distribuzione  $k_t$  invece, tiene conto della disomogeneità nella pressione lungo la lunghezza dell'elemento a seguito della torsione dell'albero. Questo può essere ricavato da diagrammi come quello in figura 3.

L'ultimo passo nella progettazione di un collegamento è la verifica della massima pressione. Questa, infatti, non deve superare un valore limite caratteristico del materiale ( $R_m$ ), tenendo anche conto del fattore di collaborazione  $f_s$  (che considera il fatto

**TAB. 1 - ESEMPIO DI CLASSIFICAZIONE DELLE LINGUETTE SECONDO DIN 6885**

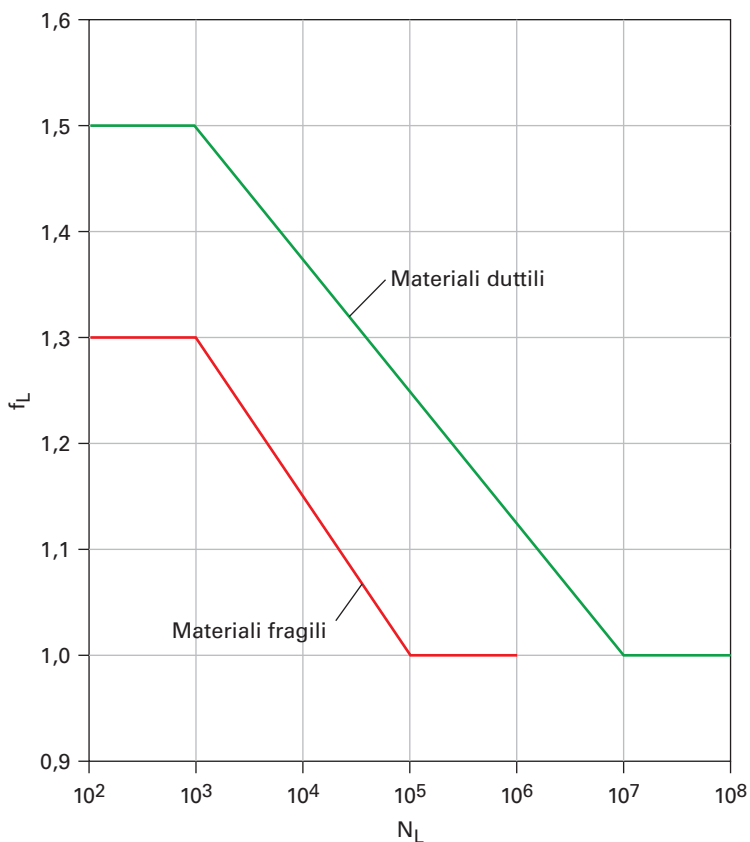
b x h [mm]	D [mm]		Forma alta		
	Oltre	Fino a	t <sub>1</sub> [mm]	t <sub>2</sub> [mm]	
				Con gioco	Con interferenza
2 x 2	6	8	1.2 + 0.1	1.0 + 0.1	0.5 + 0.1

**TAB. 2 - VALORE DEL FATTORE DI FRAZIONAMENTO**

K φβ	Numero linguette	
	1	2
1	1,3	

**TAB. 3 - FATTORE DI COLLABORAZIONE**

Componente	Materiale	f <sub>s</sub>
Linguette	Acciaio	1
Albero	Acciaio	1.2
	Ghisa	1
Mozzo	Acciaio	1.5
	Ghisa	2



**Fig. 4 - Fattore di sovrasolleccitazione.**

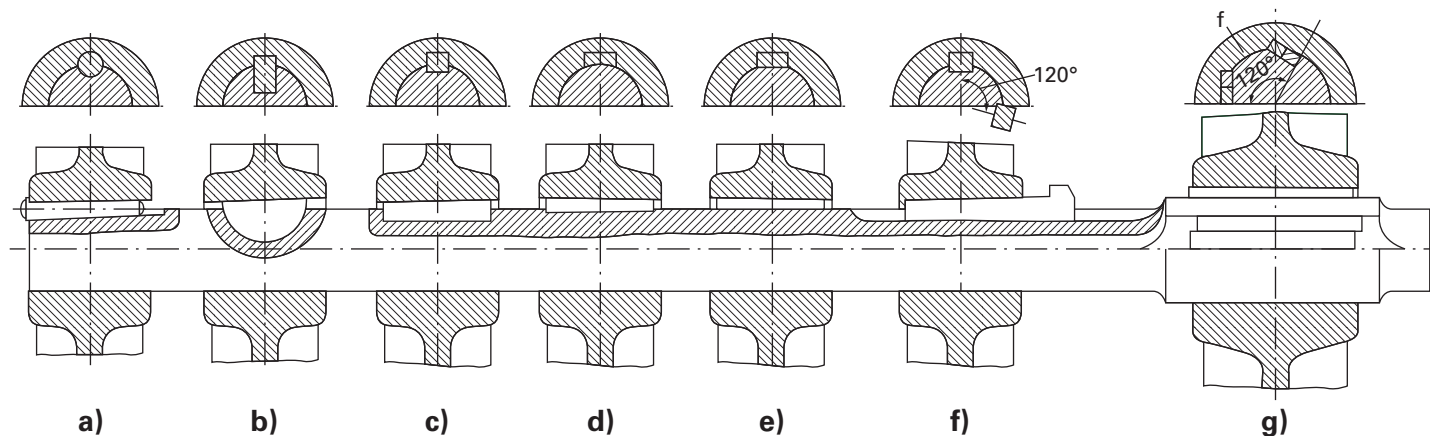
che le sollecitazioni siano di compressione anziché di trazione come nelle prove per la caratterizzazione dei materiali) ed il fattore di sovrasolleccitazione  $f_L$  che tiene conto di eventuali picchi di carico in esercizio:

$$P_{lim} = f_L f_s R_m$$

### Chiavette

Per realizzare calettamenti privi di gioco, questi devono essere precaricati. Ciò si ottiene mediante l'effetto di un accoppiamento conico forzato. La forza periferica si trasmette mediante calettamento di forma ed accoppiamento per attrito.

Le chiavette rappresentano una buona soluzione in tal senso. Si può distinguere tra chiavetta ad inserimento, utilizzate qualora il mozzo sia aperto assialmente e chiavette

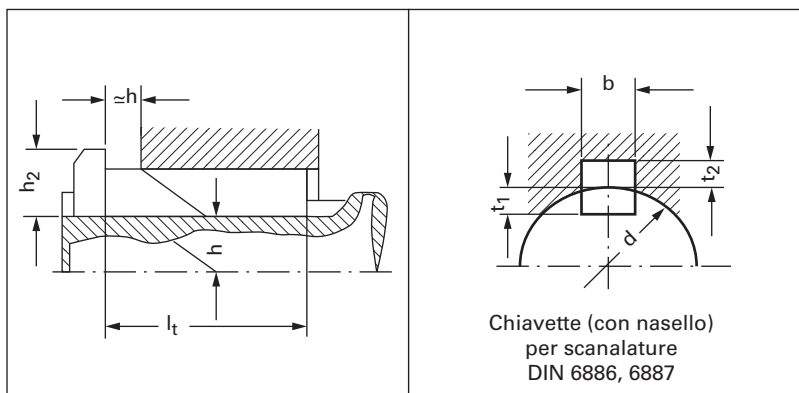


**Fig. 5 - Varie tipologie di chiavetta: a) circolare; b) a disco; c) incastrata; d) concava; e) piatta; f) con nasello; g) tangenziale.**

► segue a pagina 38

**TAB. 4 – ACCOPPIAMENTI RACCOMANDATI**

Larghezza linguette h9, altezza h9 o h11	Larghezza scanalatura		Diametro		Caratteristiche
	Albero	Mozzo	Albero	Mozzo	
Accoppiamento incerto fisso	P9	P9	k6	H7	Per momenti alternati moderati
Accoppiamento incerto leggero	P9	P9	j6	H7	Per momenti alternati leggeri
Accoppiamento mobile scarso	N9	JS9	h6	H8	Per momenti statici, facilmente montabile
Accoppiamento preciso di scorrimento	H8	D10	g6	H7	Per momenti statici, mozzo leggermente spostabile



Albero	Chiavette con nasello per scanalature			Altezza nasello	
D	b	h	t <sub>1</sub>	t <sub>2</sub>	h <sub>2</sub>
10...12	4	4	2.5	1.2	7
12...17	5	5	3	1.7	8

diritte, quando vengono inserite con mozzo fissato assialmente.

La forza di contatto è prodotta dall'inserimento assiale forzato della chiavetta. Data una superficie di contatto

$$A = b \cdot L_F$$

il momento torcente trasmissibile risulta

$$T = D_F \cdot L_F \cdot B \cdot v \cdot \frac{P_F}{S_r}$$

in cui  $D_F$  è il diametro medio del collegamento,  $L_F$  la lunghezza dell'accoppiamento,  $b$  la larghezza,  $v$  il coefficiente di attrito,  $p_F$  la pressione media di collegamento ed  $S_r$  l'opportuno coefficiente di sicurezza.

$p_F$  si calcola come

$$p_F = \frac{|P| E (1 - Q_A^2)}{2 D_F}$$

con  $Q_A$  rapporto di diametro definito come

$$Q_A = \frac{D_{Ai}}{D_{A\alpha}}$$

con  $D_{Ai} = D_F$  diametro di assemblaggio e  $D_{A\alpha}$  diametro esterno del mozzo cilindrico,

$$|P| = |P_{WU}| - |P_{\vartheta}| - |P_{tot}|$$

interferenza minore in condizioni di esercizio con

$$|P_{WU}| = |e_i - E_s| - G$$

in cui  $e_i$  ed  $E_s$  sono gli scostamenti scelti per l'accoppiamento e  $G$  è definito come

$$G = 0,8(R_{ZAi} + R_{ZA}) \cdot P_{\vartheta} |e| + |P_{tot}|$$

rappresentano le interferenze dovute alla dilatazione termica ed alla forza centrifuga, per il cui calcolo si rimanda a [1].

L'impiego di questa soluzione progettuale è adeguato per numeri di giri limitati, fino a 1.500.

**Tab. 5 - Esempio di dimensioni normalizzate delle chiavette.**

Per velocità maggiori è consigliabile inserire una seconda chiavetta sfalsata di 120° in modo da formare una sorta di appoggio a tre punti. La tabella 5 mostra le dimensioni normalizzate.

## Conclusioni

Esistono differenti modi per accoppiare albero e mozzo.

Chiavette e linguette sono esempi di accoppiamento mediante, appunto, elemento interposto. La differenza tra le due soluzioni sta nel fatto che, sostanzialmente, una chiavetta è una sorta di cuneo che viene inserito tra albero e mozzo per cui il moto viene trasmesso, in linea teorica, esclusivamente per attrito tra le sue facce (superiore ed inferiore) e il mozzo - albero. Una linguetta, invece, è un elemento a sezione costante che trasmette il moto per spinta sui fianchi.

Grazie alla loro diffusione sono elementi normati e fortemente standardizzati che permettono anche di realizzare accoppiamenti in modo semplice e rapido.



## Bibliografia

[1] Niemann, Winter, Höhn, Manuale degli organi di macchine, Tecniche Nuove, Milano.