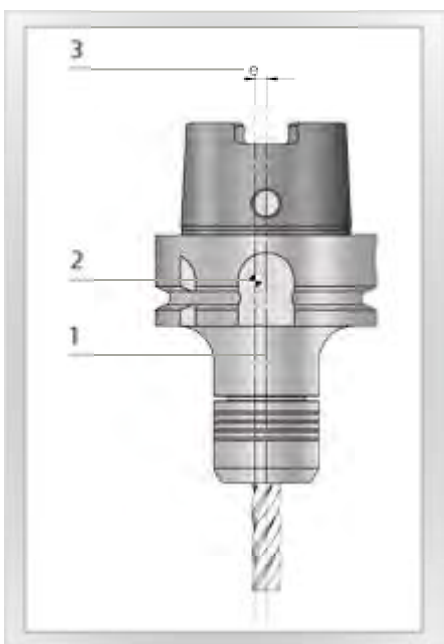


Dati tecnici | Equilibratura

Squilibrio

= Centro di gravità rotore **2** al di fuori dell'asse di rotazione **1** (=spostamento e **3**)



Cause

- = Fori ed incisioni fresate asimmetriche sui portautensili (es. nel cono verticale DIN 69871 e DIN 69893 HSK forma A e B)
- = Form asimmetrica dell'utensile (es. superficie di serraggio della fresa)
- = Tolleranze produttive (errore di concentricità)
- = Errore di concentricità del mandrino

Conseguenze

- Le forze centrifughe producono vibrazioni. Ciò provoca:
- = Danneggiamento dei cuscinetti del mandrino
 - = Qualità mediocre della superficie
 - = Precisione dimensionale insufficiente
 - = Riduzione dei tempi di inattività
 - = Alto livello di rumore

Requisiti

- L'equilibratura è indispensabile laddove le condizioni lavorative devono essere ottimali, come ad es.
- = qualità delle superfici
 - = precisione della lavorazione

- = tempi di inattività dell'utensile ecc.
- = oppure quando sono state stabilite dal produttore del macchinario (requisiti di garanzia!)

Tuttavia è opportuno, da un punto di vista economico, procedere con l'equilibratura a partire da un numero di giri superiore a 8.000 1/min. Al di sotto di tale livello gli sforzi di taglio sono generalmente maggiori delle forze dello squilibrio.

Con l'equilibratura si intende la definizione dell'asse del baricentro e lo spostamento nell'asse di rotazione.

Quale precisione di equilibratura

I nostri portautensili a pinze di precisione CENTRO|P vengono sottoposti ad equilibratura fine nella versione standard. Informazioni sulla qualità di bilanciatura (in relazione al numero dei giri o al valore dello sbilanciamento residuo) si trovano alle rispettive pagine di prodotto.

Numero di giri limite – Nei modelli speciali possiamo procedere con l'equilibratura fine come segue

Interfaccia	Numero di giri	U	Informazioni
HSK-25*	fino a 80.000 1/min.	≤ 1gmm	Il numero di giri max. (necessaria ulteriore equilibratura fine) è stato raccomandato come numero di giri limite per le interfacce HSK nell'ambito della norma HSK, poiché il numero di giri è di massima importanza e rappresentano dei limiti anche nel mandrino e nei cuscinetti del mandrino.
HSK-32*	fino a 50.000 1/min.	≤ 1gmm	
HSK-40*	fino a 42.000 1/min.	≤ 1gmm	
HSK-50*	fino a 30.000 1/min.	≤ 1gmm	
HSK-63	fino a 25.000 1/min.		
HSK-80	fino a 20.000 1/min.		
HSK-100	fino a 16.000 1/min.		Nei mandrini portautensile con cono verticale si tratta di valori frutto dell'esperienza che non devono essere superati (i valori dipendono fortemente dal mandrino macchina).
SK30*	fino a 20.000 1/min.		
SK40	fino a 20.000 1/min.		
SK50	fino a 16.000 1/min.		

Si esclude ogni responsabilità per le indicazioni fornite.

* Tutti i mandrini porta-pinza con peso totale inferiore ad 1 kg → sbilanciamento residuo minimo

Vi preghiamo di osservare:

I CENTRO|P con sbraccio notevole, o con elevato rapporto lunghezza/diametro (L/D), non dovrebbero ruotare al valore massimo ammesso. Leggete le nostre raccomandazioni in merito.

Limiti per la precisione di equilibratura

In conformità alla norma ISO 1940 la precisione di equilibratura viene indicata con la lettera G. Il valore di equilibratura G viene espresso in g/mmkg e µm e si riferisce al numero di giri.

Nota: Per un numero di giri pari a 9.500 1/min ed un peso di 1 kg, G_{2,5} corrisponde ad un disassamento fra l'asse di rotazione e l'asse del baricentro del mandrino consentito di 2,5 µm. Se il valore del numero di giri fosse pari a 19.000 1/min sarebbe 1,25 µm e con 38.000 1/min 0,625 µm. Se il portautensile con l'utensile pesa la metà, vale a dire 0,5 kg, si dimezza anche la tolleranza di equilibratura consentita.

Finora, per ridurre al minimo i requisiti di garanzia, i produttori di macchinari e mandrini hanno richiesto valori di equilibratura talmente elevati da poter essere ottenuti solo se il mandrino portautensile e l'utensile da taglio vengono equilibrati sul mandrino della macchina.

Per evitare gli elevati costi che ne derivano, è stata decretata dai produttori di macchinari, di mandrini, di equilibratrici ma anche di utensili la norma DIN 69888 inerente ai requisiti dell'equilibratura dei sistemi rotanti per gli utensili. Questa norma rappresenta una buona soluzione sia da un punto di vista tecnico, sia economico, poiché tutti gli sbilanciamenti residui sono indicati in "gmm" e **non** assegnati ad un grado di bilanciatura. Inoltre si considerano possibili errori dovuti al cambio utensile.

Gradi di equilibratura secondo DIN ISO 1940-1

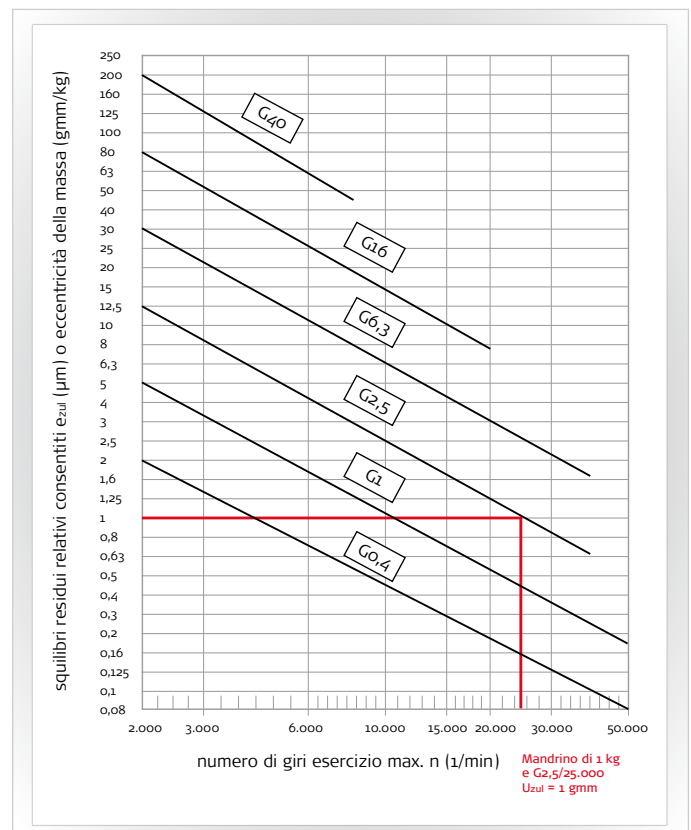
Gli squilibri residui consentiti riferiti alla massa del corpo da equilibrare per diversi gradi di equilibratura G a seconda del numero di giri di esercizio massimo

Formula generale

$$G = e \times \omega = \frac{U}{m_r} \times \frac{2 \times \pi \times n}{60} = \frac{U \times \pi \times n}{m_r \times 30}$$

quindi
$$U = \frac{G \times m_r \times 30}{\pi \times n}$$

- G = grado della precisione dell'equilibratura [mm/s]
- e = eccentricità baricentro, squilibrio riferito [gmm/kg o µm]
- n = numero di giri [1/min]
- U = squilibrio [gmm]
- ω = velocità angolare [1/sec]
- m_r = massa dell'utensile o del rotore [g]



Dati tecnici | Equilibratura

Calcolo del valore di equilibratura totale del sistema composto (mandrino macchina • attacco utensile • utensile)

Rappresentazione del valore totale di equilibratura

$$U_{ges} = U_{Mandrino} + U_{Attacco\ utensile} + U_{Utensile}$$

Beispiel

$$U_{ges} = U_{Mandrino\ (G\ 0,4)} + U_{Att.\ utens.\ (G\ 2,5)} + U_{Utens.\ (G\ 6,3)}$$

Calcolo dello squilibrio residuo

$$U = \frac{G \times 60}{2 \times \pi \times n} \times m$$

m in g U in gmm

$$U_{Mandrino} = \frac{0,4 \times 60}{2 \times \pi \times 30.000} \times 15.000 = 1,910$$

$$U_{Att.utens.} = \frac{2,5 \times 60}{2 \times \pi \times 30.000} \times 1.487 = 1,176$$

$$U_{Utens.} = \frac{6,3 \times 60}{2 \times \pi \times 30.000} \times 230 = 0,461$$

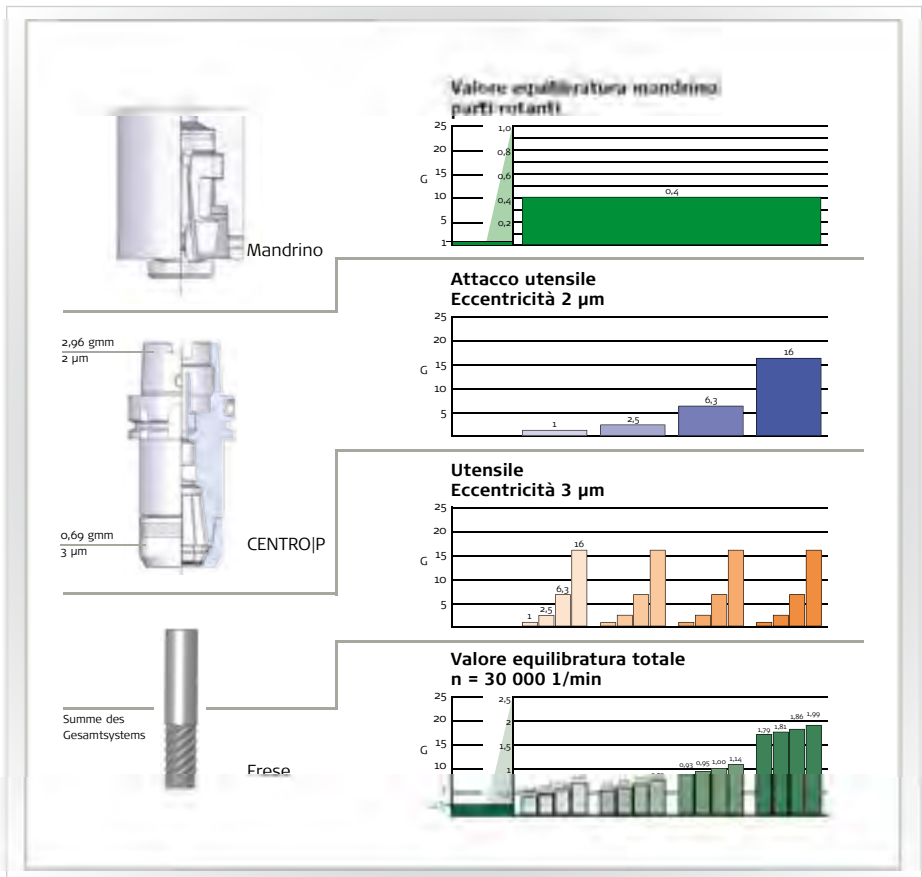
16.708 mges in g 3,547 Uges in gmm

Conversione del valore di equilibratura del sistema complessivo

$$G = U_{ges} \times 2 \times \pi \times \frac{n}{60 \times m_{ges}}$$

Esempio

$$G = 3,547_{gmm} \times 2 \times \pi \times \frac{3.000 \times 1/min}{60 \times 16.708g} = 0,67$$



Schema di calcolo per gentile concessione della Gühring oHG, Albstadt

Equilibratura statica o dinamica

In pratica l'equilibratura dell'attacco dell'utensile avviene spesso in un livello (fig. 1). L'utensile presenta solo un errore di baricentro. L'asse di inerzia principale e quello di rotazione procedono paralleli. Si parla di uno squilibrio "statico" se il portautensili è relativamente corto rispetto al diametro dell'attacco del mandrino.

Per i portautensili lunghi e sottili è opportuna un'equilibratura su due livelli (Fig. 2). Qui, oltre all'errore di baricentro presente, l'asse di inerzia principale e quello di rotazione non procedono più paralleli. Si parla di squilibrio "dinamico". La coppia di squilibrio che ne deriva produce un'oscillazione dell'attacco dell'utensile.

Per determinare se il portautensili debba essere equilibrato in modo "statico" o "dinamico", possono valere le seguenti direttive:

L'equilibratura statica è valida per i portautensili, che hanno

- = un numero di giri di esercizio inferiore a 20.000 1/min
- = presentano una lunghezza (A) minore del doppio del diametro (D2)

L'equilibratura dinamica è valida per i portautensili, che hanno

- = un numero di giri di esercizio superiore a 20.000 1/min
- = presentano una lunghezza (A) maggiore del doppio del diametro (D2)

Tutti gli utensili da tornio e per foratura a taglio singolo devono essere equilibrati in due livelli.

