

Criteri per la progettazione di una MU

Nicola Scuor – nscuor@units.it



Esercizio

Dimensionare le guide lineari di una fresatrice, nelle seguenti ipotesi:

- Tipo di lavorazione: fresatura cavità in alluminio per prod. Bottiglie PET.
- Dimensione tipica stampo: $400 \times 200 \times 120 \text{ mm}^3$
- Produttività: 3 cavità/turno
- Duty cycle: 24/7 – 350 wd/y
- Durata richiesta: 10 anni

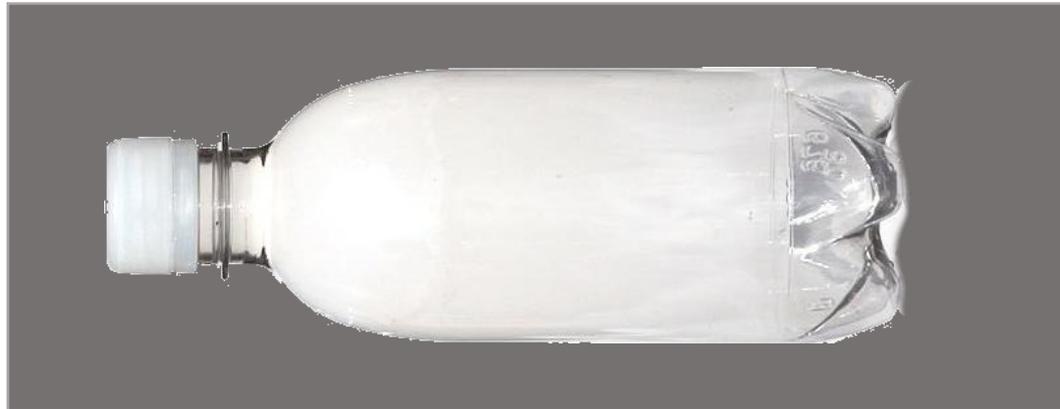
Il Cliente non specifica altro.

Criteri per la progettazione di una MU

Nicola Scuor – nscuor@units.it

Esercizio

Dimensioniamo le guide dell'asse più lungo (Y), sono quelle che faranno più «strada».



Criteri per la progettazione di una MU

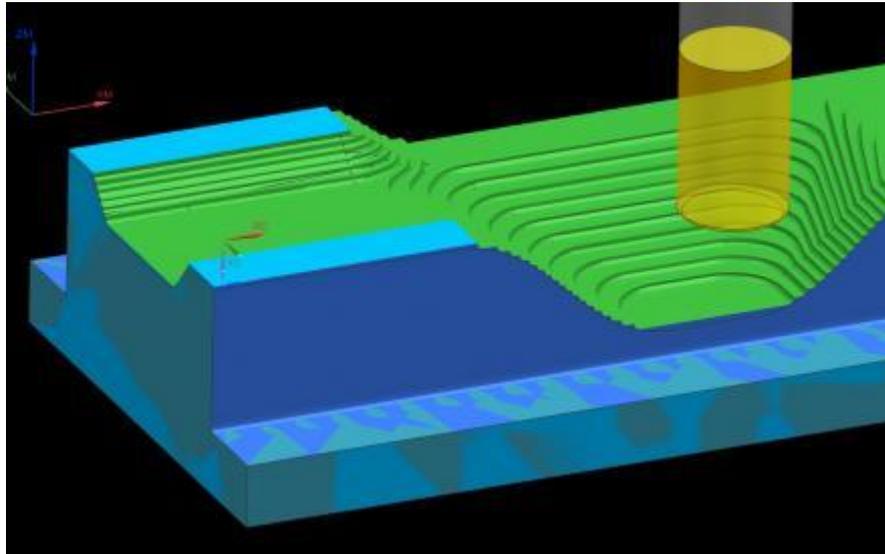
Nicola Scuor – nscuor@units.it

Esercizio

Quanta strada?

Supponiamo che tutte le cavità siano per bottiglie da 1.5 litri. Il volume di materiale da asportare sarà quindi circa di 800 cm^3 per cavità.

Gli sforzi più elevati, che determineranno la vita utile della guida, deriveranno dalle operazioni di sgrossatura. Supponiamo di effettuare una sgrossatura con la strategia a gradini.



Criteri per la progettazione di una MU

Nicola Scuor – nscuor@units.it

Esercizio

Supponiamo di utilizzare un unico utensile, una fresa cilindrica (a candela). Il diametro massimo utilizzabile per la fresa si aggirerà sui 12 mm, a causa della presenza del collo della bottiglia.

12 mm



Criteri per la progettazione di una MU

Nicola Scuor – nscuor@units.it



Esercizio

Ipotizziamo di utilizzare una fresa a 2 taglienti, poiché lavoreremo leghe di alluminio e che l'utensile sia un top di gamma in widia integrale rivestito, velocità di taglio consigliata 500 m/min, avanzamento per dente 0.05 mm.

Supponiamo che, sempre in sgrossatura, l'altezza del gradino sia fissata in 3 mm.

Da questi dati posso stabilire la velocità ideale di rotazione del mandrino:

$$500/60 = 8333 \text{ mm/s}$$

$$8333/(12*\pi) = 221 \text{ giri/sec} \rightarrow 13.260 \text{ RPM}$$

$$0.05 * 2 * 221 = 22 \text{ mm/s}$$

Asportazione volumetrica:

$$22*(12*3) = 792 \text{ mm}^3/\text{s} = 0.792 \text{ cm}^3/\text{s}$$

Criteri per la progettazione di una MU

Nicola Scuor – nscuor@units.it



Esercizio

Da cui, il tempo medio per la sgrossatura di una cavità:

$800/0.792 = 1010$ s (circa 17 min., deve essere molt. per un coeff. -> verifica)

Distanza percorsa: $631 * 22 = 22220$ mm

La distanza ed il tempo di finitura saranno molto più lunghi, ma con carichi molto più bassi, da cui deriva un'usura delle guide che riteniamo poco significativa.

Criteri per la progettazione di una MU

Nicola Scuor – nscuor@units.it



Esercizio

Quali forze?

Le forze più importanti sono:

- La forza di repulsione in direzione Y (forza di taglio si «scarica» sulla vite a ricircolo).
- La forza di taglio in direzione X.

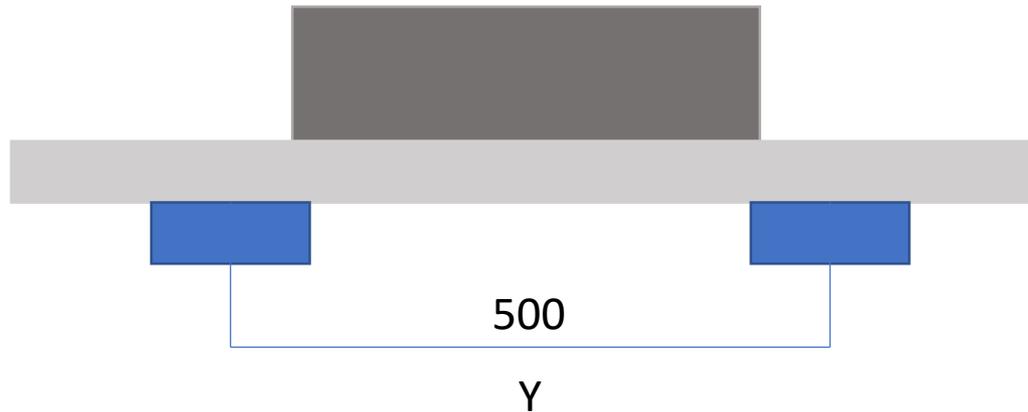
Data la forma della cavità, supponiamo che per $2/3$ del percorso la fresa avanzi in direzione Y e per $1/3$ in direzione X.

Criteri per la progettazione di una MU

Nicola Scuor – nscuor@units.it

Esercizio

L'asse Y sarà dotato di 4 pattini a ricircolo di sfere, disposti in modo tale da mantenere costante il verso delle reazioni vincolari

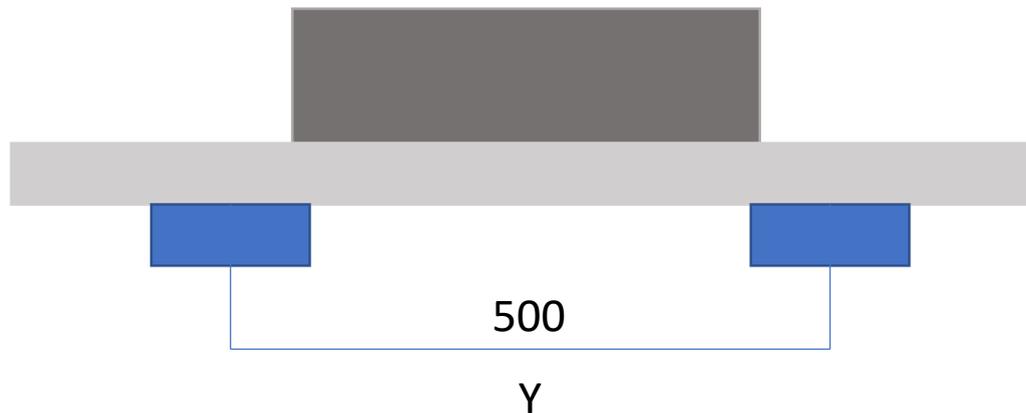


Criteri per la progettazione di una MU

Nicola Scuur – nscuur@units.it

Esercizio

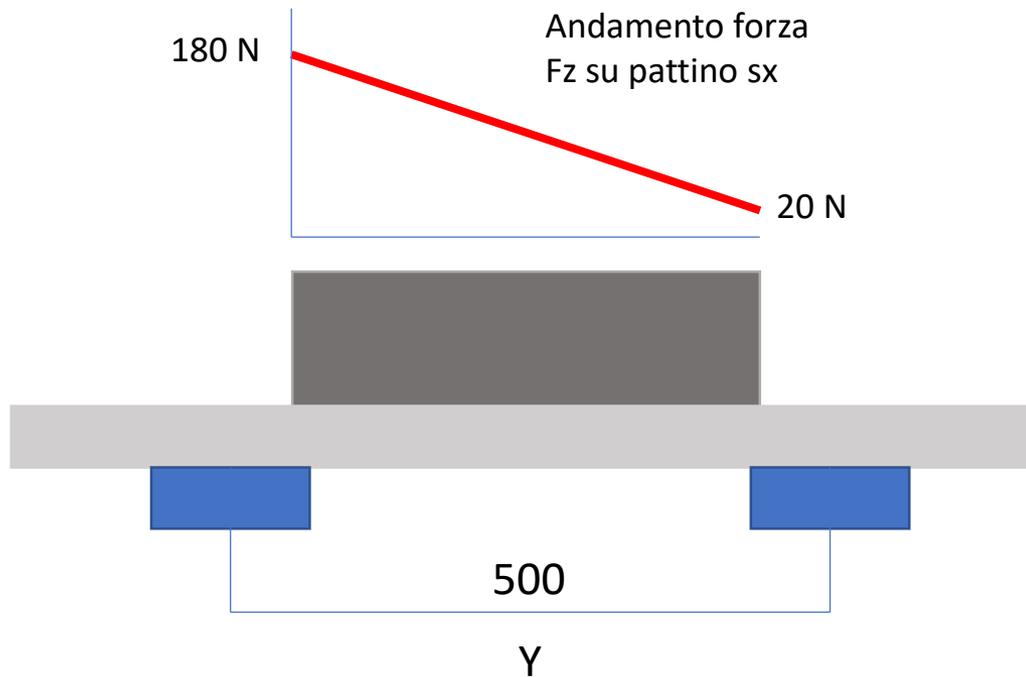
Durante una corsa lungo l'asse Y, il carico su un pattino (forza di repulsione) varierà linearmente. Dai manuali, si può stimare una forza di repulsione, nelle condizioni precedentemente riportate, dell'ordine dei 200 N.



Criteri per la progettazione di una MU

Nicola Scuor – nscuor@units.it

Esercizio

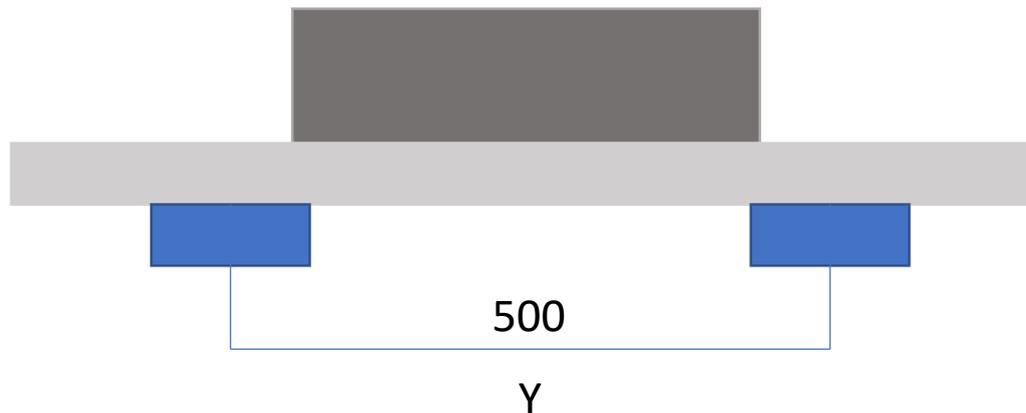


Criteri per la progettazione di una MU

Nicola Scuor – nscuor@units.it

Esercizio

Forza media sul pattino SX: $(180 + 20) / 2 = 100$ N (come c'era da aspettarsi)



Criteri per la progettazione di una MU

Nicola Scuor – nscuor@units.it

Esercizio

Durante la corsa in direzione X, i pattini sperimentano sia una forza di repulsione, che una forza di taglio. Quest'ultima è nettamente prevalente e, nelle condizioni considerate, sulla base della letteratura, si attesta intorno ai 600 N.

Supponiamo che tale forza si suddivida solo su 2 pattini, posti su una stessa guida (tolleranze). La forza media sarà di 300 N (vedi caso precedente).



Criteri per la progettazione di una MU

Nicola Scuor – nscuor@units.it

Esercizio

Calcolo carico equivalente:

$$F_m = \sqrt[p]{|F_1|^p \cdot \frac{q_{s1}}{100\%} + |F_2|^p \cdot \frac{q_{s2}}{100\%} + \dots + |F_n|^p \cdot \frac{q_{sn}}{100\%}}$$

$p = 3$ per guide a sfere

$p = 10/3$ per guide a rulli

F_m = Carico dinamico equivalente (N)

$F_1 \dots F_n$ = Carico durante la fase 1, ... n (N)

$q_{s1} \dots q_{sn}$ = Distanza percorsa in percentuale durante le fasi 1, ... n (%)

Nel nostro caso:

$$F_m = (100^3 \cdot 0.66 + 300^3 \cdot 0.33)^{1/3} = 212 \text{ N (circa)}$$

Criteri per la progettazione di una MU

Nicola Scuur – nscuur@units.it

Esercizio

Calcolo distanza totale percorsa in sgrossatura:

$22.2 \text{ metri per cavità} * 3 \text{ cavità/turno} * 3 \text{ turni} = 199.8 \text{ m/giorno}$

$199.8 * 350 \text{ giorni/anno} * 10 \text{ anni} = 699300 \text{ m (nella vita utile)}$

Sono circa 700 km!

Criteri per la progettazione di una MU

Nicola Scuor – nscuor@units.it

Esercizio

Calcolo Cdyn minimo:

$$L_{na} = a_1 \cdot \left(\frac{C}{F} \right)^p$$

$p = 3$
per guide a sfere e per unità viti a sfere
 $p = 10/3$
per guide a rulli

L_{na} = Durata a fatica modificata

- a_1 = Coefficiente della durata a fatica
 C = Fattore di carico dinamico (N)
 F = Carico sul componente, e/o somma
delle componenti delle forze esterne che
agiscono sul componente (N)
 p = Esponente dell'equazione della durata a fatica
in funzione del tipo di corpo volvente (-)

Probabilità di durata	(%)	90	95	96	97	98	99
a_1	(-)	1,00	0,62	0,53	0,44	0,33	0,21

Criteri per la progettazione di una MU

Nicola Scuor – nscuor@units.it

Esercizio

Nel nostro caso, L10 è adeguata:

$$C_{dyn,min} = (L10)^{1/3} * F_m$$

$$C_{dyn,min} = 88.75 * 212 = 18815$$

Hywin HG25C:

- $C_{dyn} = 26480$ OK (senza precarico)
- $C_0 = 36490$ N

Esercizio:

- > Rifare verifica con precarico medio Z0 (0.05 C_{dyn}), in quanto trattasi di applicazione di precisione, con carico in direzione non costante.
- > Verificare i cedimenti verticali.
- > Verificare velocità e lubrificazione

Criteri per la progettazione di una MU

Nicola Scuor – nscuor@units.it



Esercizio

Link utili:

Calcolo vita (Hiwin):

<https://www.hiwin.it/prodotti/guide-lineari/serie-hg#js-684>

Manuali:

<https://www.hiwin.it/download>