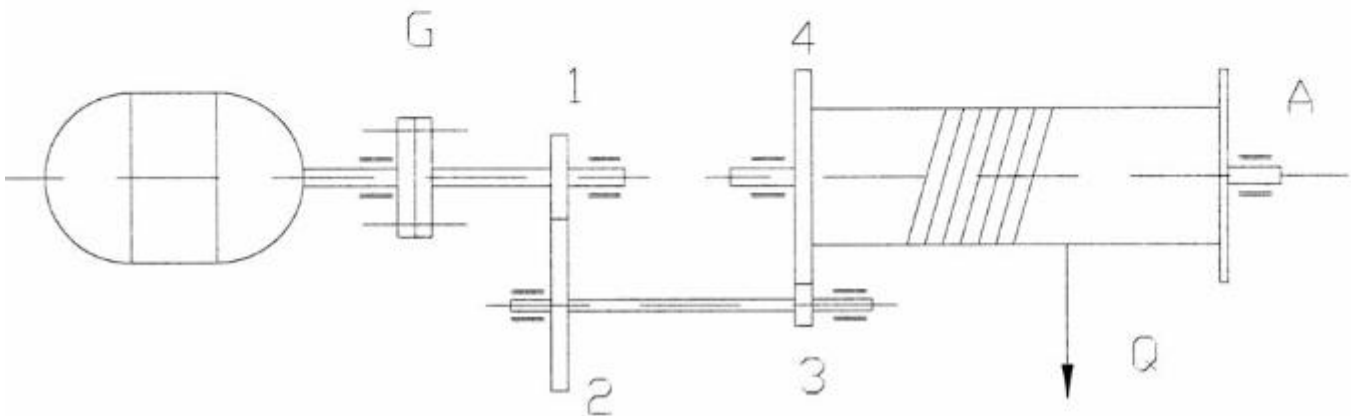


M552 – ESAME DI STATO DI ISTITUTO TECNICO INDUSTRIALE**CORSO DI ORDINAMENTO****Indirizzo: MECCANICA****Tema di: MECCANICA APPLICATA E MACCHINE A FLUIDO****(Testo valevole per i corsi di ordinamento e per i corsi sperimentali del progetto “SIRIO”)**

Lo schema riportato in figura rappresenta un motore elettrico che eroga una potenza nominale di 20 kW ad un regime di 750 giri al minuto e, attraverso un giunto rigido **G**, la trasmette ad un treno di quattro ruote dentate a denti dritti. L'ultima ruota è solidale ad un verricello **A** con un tamburo di diametro $d = 30$ cm. Il rendimento complessivo della catena cinematica rappresentata è $\eta = 0,87$ e la velocità media di sollevamento del carico è pari ad 1,35 m/sec.

Il candidato, fissato con motivati criteri ogni altro elemento eventualmente mancante, esegua:

- il dimensionamento completo del giunto rigido **G** ed uno schizzo quotato dello stesso;
- il calcolo del carico massimo **Q** sollevabile;
- il calcolo del modulo di entrambe le coppie di ruote dentate.



TEMA DI : MECCANICA APPLICATA E MACCHINE A FLUIDO

Dimensionamento giunto a dischi

Le dimensioni del giunto a dischi sono funzione del diametro dell'albero, che non essendo noto si può calcolare in funzione del momento torcente trasmesso a sua volta funzione della potenza da trasmettere e della velocità angolare.

Utilizziamo come materiale per l'albero un acciaio non legato da bonifica UNI EN 10083 C40, carico di rottura R_m 600÷750 MPa.

Il diametro dell'albero d si calcola con la relazione:

$$d = \sqrt[3]{16M_t / \pi \tau_{am}}$$

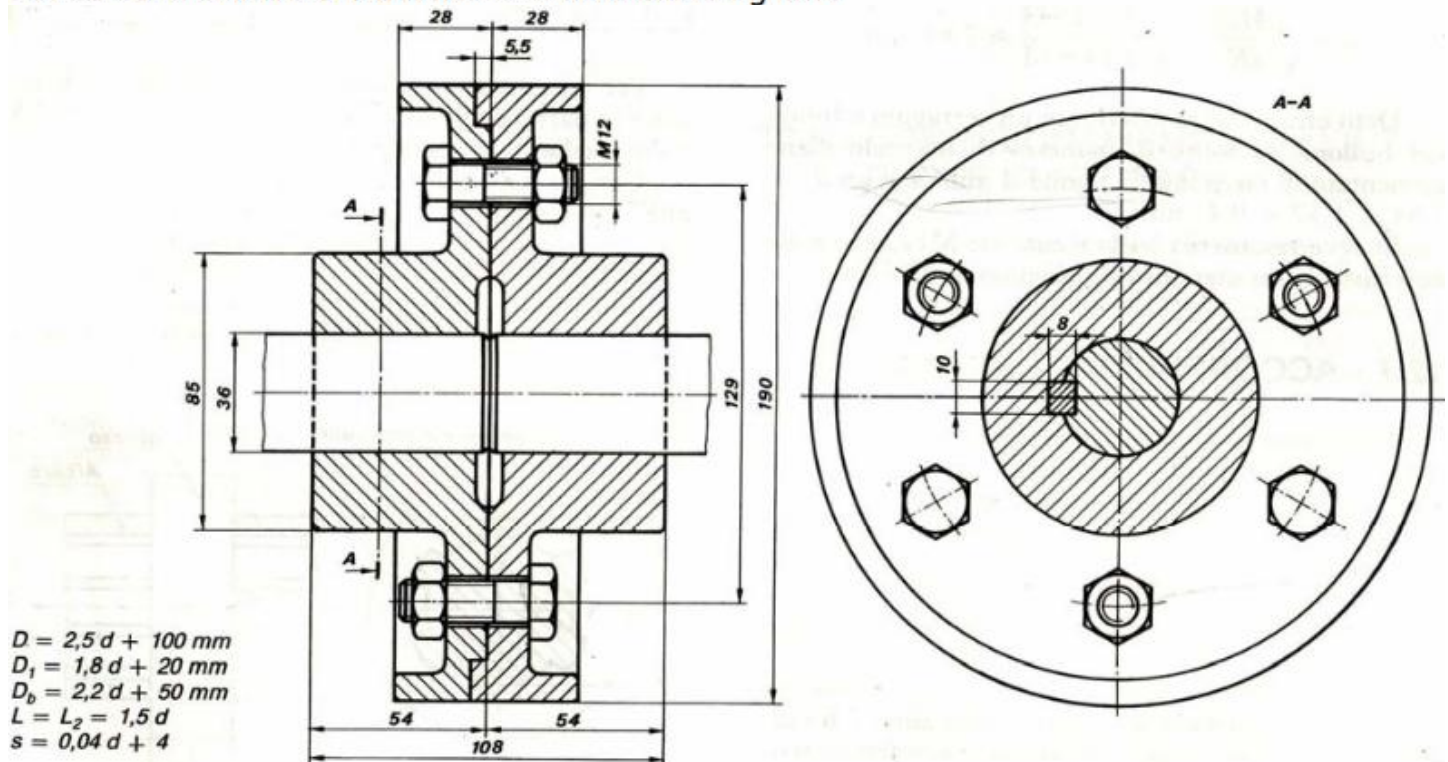
dove τ_{am} rappresenta la tensione ammissibile del materiale, si utilizza quindi una $\tau_{am} = 50$ Mpa

Data la potenza nominale del motore (trascurando il rendimento) $P = 20$ kW e la velocità angolare $\omega = 2\pi n/60 = 78.5$ rad/s

$$M_t = 20.000 / 78.5 = 255 \text{ Nm}$$

$$d = 30 \text{ mm} + \text{la sede della chiavetta: } d = 36 \text{ mm}$$

In base al diametro si ricavano le dimensioni del giunto



Passando al calcolo dei bulloni di collegamento si deve determinare la forza d'attrito tra i due dischi, lungo la circonferenza che passa tra gli assi dei bulloni, circonferenza il cui diametro è 129 mm.

Il valore della forza $F = M_t / D_b / 2 = 3490 \text{ N}$

Assunto un coefficiente d'attrito 0.2 la forza totale di compressione fra i dischi risulta:

$F_t = F / 0.2 = 17450 \text{ N}$

Dato il valore del momento torcente, fissato in 6 il numero dei bulloni, ogni bullone è sollecitato a trazione da una forza di $F = 2910 \text{ N}$.

Data una $\sigma_{am} = 60 \text{ Mpa}$ la sezione resistente minima a trazione di un bullone è

$A = F / \sigma_{am} = 48.5 \text{ mm}^2$

Il diametro di nocciolo $d_n = 7.86 \text{ mm}$

Normalmente il diametro di nocciolo viene aumentato di circa 20%, per il serraggio, e quindi il diametro di nocciolo = 9.43 mm.

Si sceglie quindi una vite M12 con diametro di nocciolo uguale a 9.853 mm.

Carico sollevabile

Il carico sollevabile si ricava dalla potenza utile e dalla velocità di sollevamento

Dato un rendimento della trasmissione uguale a 0.87

$F \times v = P_u$

$P_u = P_n \times \eta = 17.4 \text{ kW}$

$F = P_u / v = 12890 \text{ N}$

Calcolo del modulo delle ruote dentate

Il rapporto di trasmissione tra motore elettrico ed utilizzatore è dato dal rapporto tra velocità dell'albero motore e velocità dell'albero del verricello $i = \omega_1 / \omega_3$

La velocità angolare del verricello la si ricava dalla velocità di salita del carico e dal diametro del tamburo

$\omega_3 = v / D_t / 2 = 9 \text{ rad/sec}$

il rapporto di trasmissione

$i = 78.5 / 9 = 8.722$

si divide il rapporto di trasmissione sulle due coppie di ruote in maniera uguale

$i = \omega_1 / \omega_2 \times \omega_2 / \omega_3$

quindi $i_{12} = i_{23} = 2.953$

ipotizzando i seguenti rendimenti:

$\eta_1 = 0.97$ rendimento al giunto di accoppiamento
 $\eta_2 = 0.95$ rendimento prima coppia di ruote dentate
 $\eta_3 = 0.95$ rendimento seconda coppia di ruote dentate
 per un rendimento totale della catena cinematica di 0.87
 si calcolano i momenti agenti sul pignone 1 e sul pignone 3
 $M_{t1} = 255 \times 0.97 = 247 \text{ Nm}$
 $M_{t3} = 247 \times 0.95 \times 2.953 = 694 \text{ Nm}$

Si va a determinare il modulo della seconda coppia con il metodo di Lewis per ingranaggi lenti

$$m \geq \sqrt[3]{2M_{t3} / \lambda z \sigma_{am} \gamma}$$

z = numero dei denti del pignone, si assume un valore uguale a 20

λ = rapporto larghezza dente/modulo, si assume uguale a 15

σ_{am} = sollecitazione ammissibile, scelto un acciaio legato da cementazione $\sigma_{am} = 80 \text{ Mpa}$

γ = coefficiente di Lewis, funzione dell'angolo di pressione (20°) e del numero di denti del pignone

$$m = 5.65 \text{ mm}$$

quindi si adotta per la seconda coppia di ruote dentate un modulo unificato di $m = 6 \text{ mm}$ riassumendo

$$z_3 = 20 \quad d_3 = mz = 6 \times 20 = 120 \text{ mm}$$

$$z_4 = 59 \quad d_4 = mz = 6 \times 59 = 354 \text{ mm}$$

Si esegue quindi una verifica ad usura.

La pressione max agente sul dente deve essere minore della pressione ammissibile.

La pressione ammissibile dipende dalla durezza superficiale del materiale utilizzato, dal numero di giri del pignone e dal numero di ore di funzionamento:

$$P_{am} = 24.5 \times H / (h \times n_2)^{1/6}$$

$H = 700$ durezza superficiale acciai da cementazione

$h = 2000$ ore (funzionamento limitato)

$$n_2 = 750 / 2.953 = 254 \text{ giri/min}$$

$$p_{am} = 1924 \text{ Mpa}$$

La pressione agente sul dente si calcola con la seguente relazione:

$$p_{\max} = 1.18 \times \sqrt{(E_3 \times E_4 / E_3 + E_4)} \times (2M_t / b \times d_3 \sin 2\alpha) \times (1/d_3 + 1/d_4)$$

dove i diametri sono i diametri primitivi del pignone e della condotta, b la larghezza delle ruote, E il modulo di elasticità del materiale delle ruote (210.000 Mpa)

$$P_{\max} = 299 \text{ Mpa}$$

La pressione agente è molto minore della pressione ammissibile pertanto il modulo è verificato.

Si calcola il modulo della prima coppia di ruote dentate ad usura:

$$m \geq k \sqrt[3]{2M_{t1} / \lambda \times p_{am}^2}$$

dove

$$p_{am} = 1600 \text{ Mpa}$$

k = coefficiente funzione dei materiali dal numero di denti del pignone e dal rapporto di trasmissione = $\sqrt[3]{(2 \times K_1^2 \times (1 + z_1/z_2) / (z_1^2 \times \sin 2\alpha))}$

$$\text{essendo } K_1 = 1.18 \times \sqrt{(E_1 \times E_2 / E_1 + E_2)}$$

assumendo $z_1 = 30$

$$M_{t1} = 255 \times 0.97 = 247.35 \text{ Nm}$$

$$\lambda = 10$$

$$m \geq 3.375 \text{ mm}$$

Con il vincolo che gli interassi siano circa uguali (come da schema della trasmissione)

$$I = m_1/2 (z_1 + z_2) = m_3/2 (z_3 + z_4)$$

dopo semplici passaggi si ottiene

$$m_1 z_1 = m_3 z_3$$

avendo scelto il numero di denti del pignone $z_1 = 30$

si ricava un modulo $m = 4 > 3.375$ valore minimo richiesto

Riassumendo:

$$z_1 = 30 \quad d_1 = mz = 4 \times 30 = 120 \text{ mm}$$

$$z_2 = 89 \quad d_2 = mz = 4 \times 89 = 356 \text{ mm}$$

Il rapporto di trasmissione reale è di

$$i = 89/30 \times 59/20 = 8.75$$

