

Università degli Studi di Padova

Dipartimento di Ingegneria Industriale
Relazione finale di Ingegneria Meccanica

Verifiche strutturali di un riduttore ad ingranaggi

Tutor Universitario: Prof. Giovanni Meneghetti

Laureando: Giulio Giri

Padova, 17/3/2023



Scopo della relazione

- Completare il progetto d'anno (albero di rinvio zero completamente progettato)
- Modellazione al CAD 3D dell'assieme del riduttore, compresa la scatola;
- Analisi agli elementi finiti 'FEM' per trovare i valori dei:
 - a) k_{t_n} dell'albero di rinvio,
 - b) Freccie dell'albero di rinvio,per poi confrontarli con quelli ricavati durante il progetto d'anno.



Organizzazione del lavoro

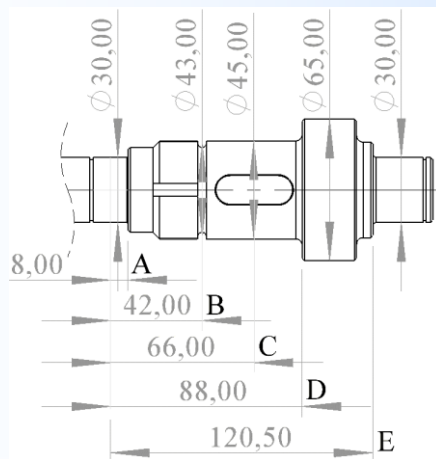
- Relazione finale divisa in 3 capitoli:
 - 1) Dimensionamento e verifica dell'albero di ingresso "1" e di uscita "2"
 - 2) Modellazione 3D dell'assieme
 - 3) Analisi agli elementi finiti "FEM" dell'albero di rinvio "0"
- Calcoli e verifiche effettuate su Excel
- Modellazione e analisi FEM eseguite su SOLIDWORKS



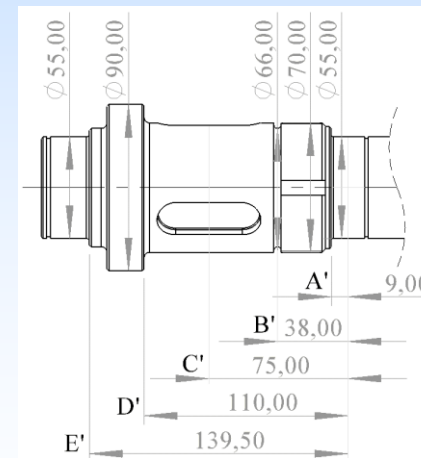
Capitolo 1

- Scegliere i cuscinetti e verificare, secondo il manuale SKF, che la sua capacità di carico $C \geq$ di quella richiesta $C_r = P(L_{10})^{\frac{1}{p}}$
- Scegliere le linguette e verificarle a taglio secondo la normativa UNI 6604: $\tau = \frac{2 \cdot M_t}{b \cdot l \cdot d} < \tau_{amm}$
- Verifiche statiche: $d, L, M_t \rightarrow M_f, W_f, W_t \rightarrow \sigma_f, \tau_t \rightarrow \sigma_{id} \rightarrow v_s = \frac{\sigma_s}{\sigma_{id}} > 1,6$
- Verifiche a fatica: $d, D, r, \sigma_{a_{\infty,-1}} \rightarrow \frac{r}{d}, \frac{D}{d} \rightarrow k_{t_n}, k_d, k_l \rightarrow (a, q, k_f) \rightarrow \sigma_{a_{\infty,-1}}^* \rightarrow v_f = \frac{\sigma_{a_{\infty,-1}}^*}{\sigma_a} > 1,6$
- Verifica a deformabilità:

$$\left\{ \begin{array}{l} f \leq f_L = 0,127 \text{ mm secondo la normativa ASME} \\ \varphi \leq \varphi_L (\text{es: } 2,91 \cdot 10^{-3} \text{ rad da catalogo SKF per cuscinetti a sfere}) \end{array} \right.$$



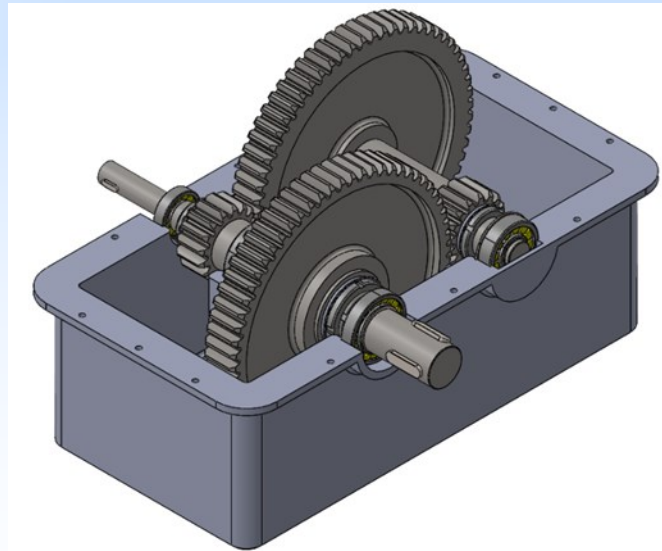
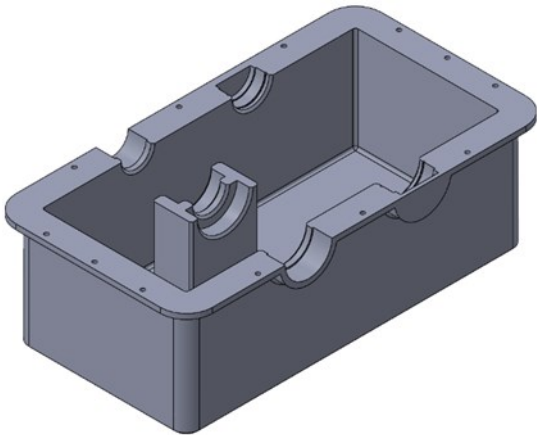
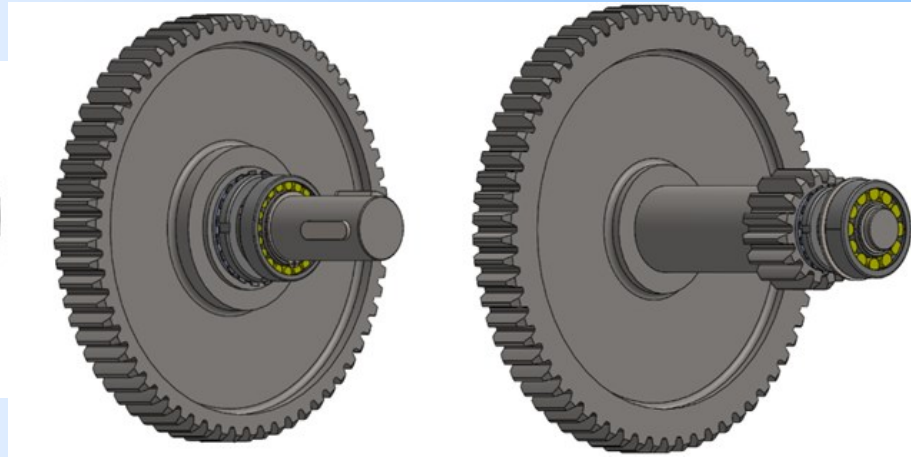
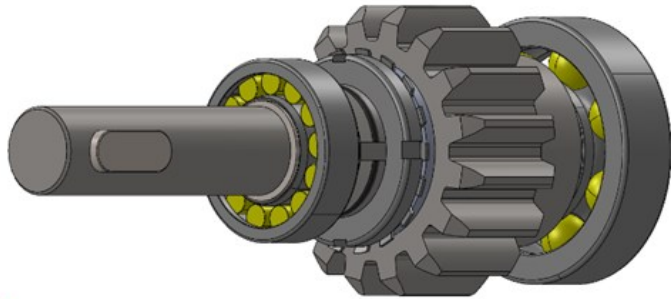
albero '1'



albero '2'



Capitolo 2

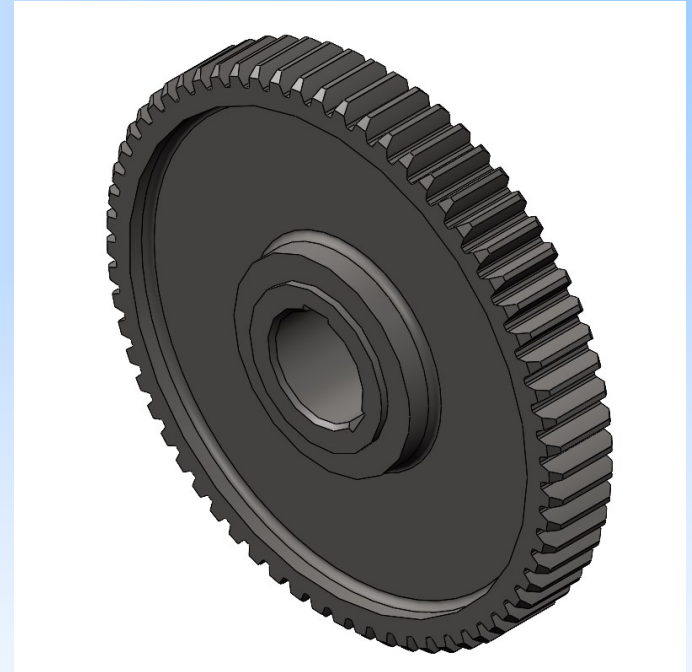
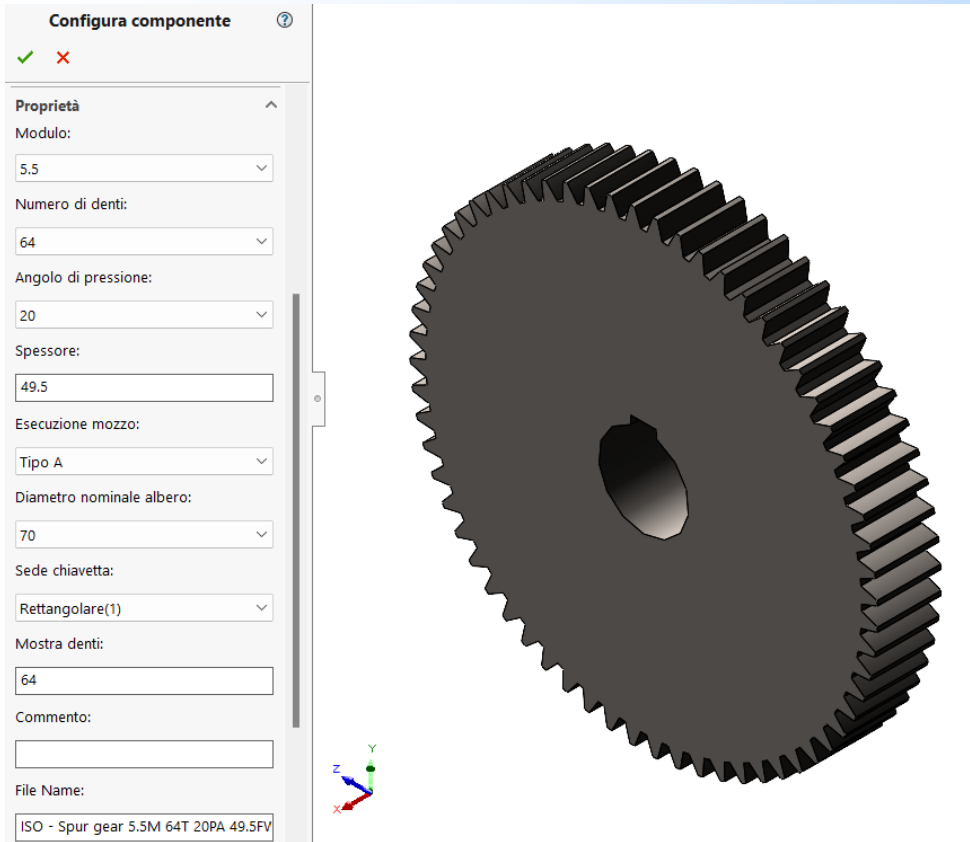


Verifiche strutturali di un riduttore ad ingranaggi
Giulio Giri



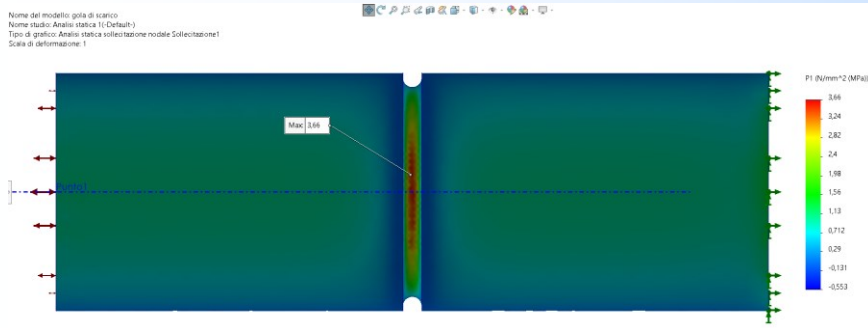
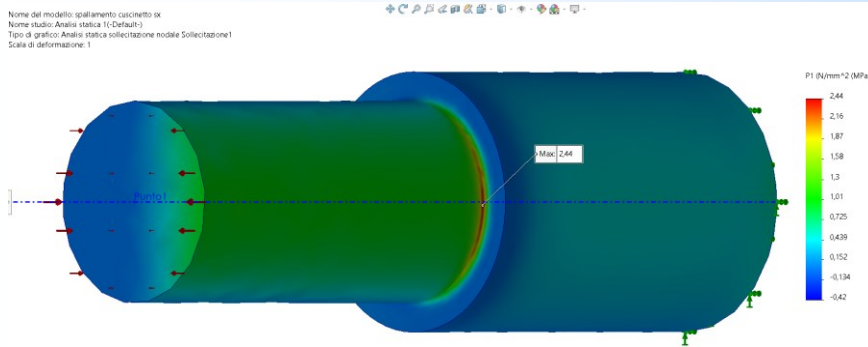
Capitolo 2

modifiche al modello della ruota 4 (e alla ruota 2)

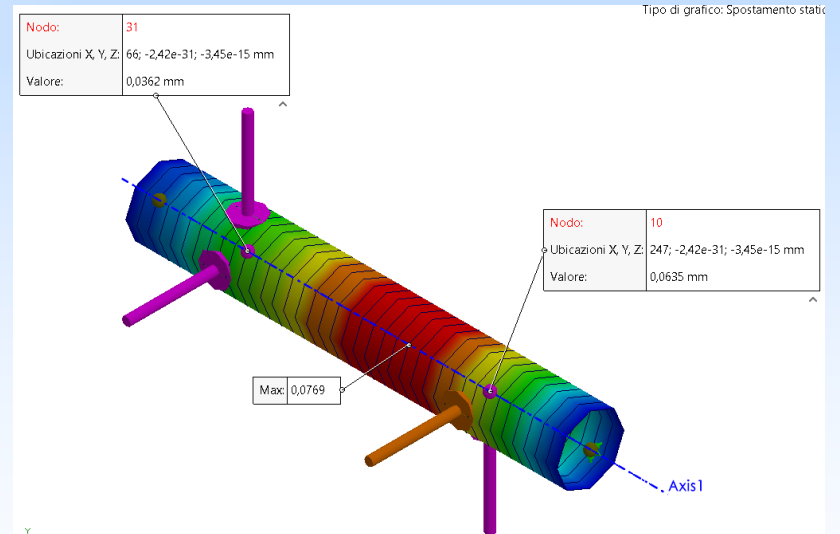
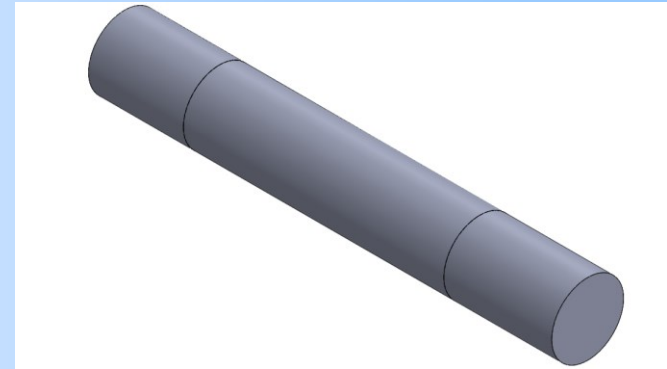


Capitolo 3

k_{t_n} dell'albero di rinvio



Frecce dell'albero di rinvio



Verifiche strutturali di un riduttore ad ingranaggi
Giulio Giri



Risultati ottenuti

Albero '1'

sezione	v_s
A	16,00
B	30,52
C	39,96
D	266,56
E	100,27

sezione	v_f
A	30,59
B	10,95
C	12,71
D	70,35
E	28,00

frecce e rotazioni				
f tot	0,003639	<	0,127	mm
φ_{sx} tot	0,0000827	<	0,00116	rad
φ_{dx} tot	0,0000827	<	0,00291	rad

Verifica a taglio linguette		
Linguetta sotto ruota 1	11,48 MPa	< 161,66 MPa
Linguetta esterna 1	43,40 MPa	
Linguetta sotto ruota 4	24,49 MPa	
Linguetta esterna 2	38,96 MPa	

Albero '2'

sezione	v_s
A'	6,73
B'	11,53
C'	13,42
D'	211,15
E'	183,58

sezione	v_f
A'	41,43
B'	12,94
C'	10,79
D'	48,14
E'	36,36

frecce e rotazioni				
f tot	0,003362	<	0,127	mm
φ_{sx} tot	0,0000672	<	0,00291	rad
φ_{dx} tot	0,0000672	<	0,00116	rad

Sezione	k_{t_n} da Peterson	k_{t_n} dallo studio FEM	Errore [%]
spall. cusc. sx	2,40	2,44	1,64
gole di scarico	2,55	2,62	2,67
spall. ruote	2,00	1,99	0,50
spall. cusc. dx	2,16	2,19	1,37

Sezione	Frecce calcolate analiticamente [mm]	Frecce dallo studio FEM [mm]	Errore [%]
Ruota 2	0,0356	0,0362	1,66
Ruota 3	0,0585	0,0635	7,87

