>

Meccanica applicata alle macchine
da A.A. 2008 - 2009
corso da 9 crediti
per allievi iscritti al Corso di Laurea in Ingengeria Meccanica

CUSCINETTO COMPLETO LUBRIFICATO SECONDO IL SOMMERFELD
(cuscinetto portante lubrificato con larghezza infinita)

FORMULE DI RIFERIMENTO

>

DEFINIZIONE DELL'ALTEZZA DEL MEATO

h = altezza in funzione dell'angolo theta
delta = gioco tra perno e cuscinetto
e = eccentricità
epsilon = eccentricità relativa

$$h := \delta\,(1 + \varepsilon\cos(\theta))$$

CALCOLO DEL h0

valore del numeratore:

$$\int_0^{2\pi} \frac{1}{\delta^2\,(1 + \varepsilon\cos(\theta))^2}\,d\theta$$

valore del denominatore:

$$\int_0^{2\pi} \frac{1}{\delta^3 (1+\varepsilon\cos(\theta))^3}\, d\theta$$

calcolo integrale del numeroatore

$$hosu := \frac{2\, I\, \mathrm{csgn}\left(I\sqrt{-1+\varepsilon^2}\,(-1+\varepsilon)\right)\pi}{(-1+\varepsilon^2)^{(3/2)}\,\delta^2}$$

calcolo integrale del denominatore

$$hogiu := -\frac{I\,(\varepsilon^2+2)\,\mathrm{csgn}\left(I\sqrt{-1+\varepsilon^2}\,(-1+\varepsilon)\right)\pi}{\sqrt{-1+\varepsilon^2}\,\delta^3\,(1-2\,\varepsilon^2+\varepsilon^4)}$$

calcolo dell'altezza a gradiente nullo ho

e

calcolo del gradiente pp delle pressioni

$$ho := -\frac{2\,\delta\,(1-2\,\varepsilon^2+\varepsilon^4)}{(-1+\varepsilon^2)\,(\varepsilon^2+2)}$$

$$pp := \frac{6\,\mu\, V R\, \varepsilon\,(3\,\varepsilon+\varepsilon^2\cos(\theta)+2\cos(\theta))}{\delta^2\,(\varepsilon^2+2+3\,\varepsilon^3\cos(\theta)+6\,\varepsilon\cos(\theta)+3\,\varepsilon^4\cos(\theta)^2+6\,\varepsilon^2\cos(\theta)^2+\varepsilon^5\cos(\theta)^3+2\,\varepsilon^3\cos(\theta)^3)}$$

semplificazione dell'espressione ho:

$$-\frac{2\,(-1+\varepsilon^2)\,\delta}{\varepsilon^2+2}$$

semplificazione dell'espresisone del gradiente:

$$pp := \frac{6\,\mu\,V R\,\varepsilon\,(3\,\varepsilon + \varepsilon^{2}\cos(\theta) + 2\cos(\theta))}{\delta^{2}\,(\varepsilon^{2} + 2)\,(1 + \varepsilon\cos(\theta))^{3}}$$

calcolo delle pressioni come integrale del gradeinte delle pressioni

$$\int \frac{6\,\mu\,V R\,\varepsilon\,(3\,\varepsilon + \varepsilon^{2}\cos(\theta) + 2\cos(\theta))}{\delta^{2}\,(\varepsilon^{2} + 2)\,(1 + \varepsilon\cos(\theta))^{3}}\,d\theta$$

calcolo delle pressioni in funzione di theta

$$p := -\frac{12\,\mu\,V R\,\varepsilon\tan\left(\frac{1}{2}\theta\right)\left(\varepsilon\tan\left(\frac{1}{2}\theta\right)^{2} - \varepsilon - 2\tan\left(\frac{1}{2}\theta\right)^{2} - 2\right)}{\left(-1 - \tan\left(\frac{1}{2}\theta\right)^{2} + \varepsilon\tan\left(\frac{1}{2}\theta\right)^{2} - \varepsilon\right)^{2}(\varepsilon^{2} + 2)\,\delta^{2}}$$

semplificazione delle espresisoni

$$p := -\frac{12\,\mu\,V R\,\varepsilon\tan\left(\frac{1}{2}\theta\right)\left(\varepsilon\tan\left(\frac{1}{2}\theta\right)^{2} - \varepsilon - 2\tan\left(\frac{1}{2}\theta\right)^{2} - 2\right)}{\left(-1 - \tan\left(\frac{1}{2}\theta\right)^{2} + \varepsilon\tan\left(\frac{1}{2}\theta\right)^{2} - \varepsilon\right)^{2}(\varepsilon^{2} + 2)\,\delta^{2}}$$

$$p := -\frac{12\,\mu\,V R\,\varepsilon \tan\left(\frac{1}{2}\theta\right)\left(\varepsilon \tan\left(\frac{1}{2}\theta\right)^2 - \varepsilon - 2\tan\left(\frac{1}{2}\theta\right)^2 - 2\right)}{\left(-1 - \tan\left(\frac{1}{2}\theta\right)^2 + \varepsilon \tan\left(\frac{1}{2}\theta\right)^2 - \varepsilon\right)^2 (\varepsilon^2 + 2)\,\delta^2}$$

Calcolo della forza portante per unità di lunghezza assiale del cuscinetto

$$N := R\int_0^{2\pi} \frac{6\,\mu\,V R\,\varepsilon\,(3\,\varepsilon + \varepsilon^2\cos(\theta) + 2\cos(\theta))\cos(\theta)}{\delta^2\,(\varepsilon^2 + 2)\,(1 + \varepsilon\cos(\theta))^3}\,d\theta,\ CauchyPrincipalValue$$

$$N := -\frac{12\,I\,R^2\,\varepsilon\,V\,\mu\,csgn\left(I\sqrt{-1 + \varepsilon^2}\,(-1 + \varepsilon)\right)\pi}{\delta^2\,(\varepsilon^2 + 2)\sqrt{-1 + \varepsilon^2}}$$

Calcolo della componente tangenziale

$$R\_hor := \int_0^{2\pi} -\frac{12\,\mu\,V R^2\,\varepsilon \tan\left(\frac{1}{2}\theta\right)\left(\varepsilon \tan\left(\frac{1}{2}\theta\right)^2 - \varepsilon - 2\tan\left(\frac{1}{2}\theta\right)^2 - 2\right)\cos(\theta)}{\left(-1 - \tan\left(\frac{1}{2}\theta\right)^2 + \varepsilon \tan\left(\frac{1}{2}\theta\right)^2 - \varepsilon\right)^2 (\varepsilon^2 + 2)\,\delta^2}\,d\theta$$

$$R\_hor := 0$$

Ipotesi di epsilon compreso tra 0 e 1
ipotesi di delta maggiore di 0

Ulteriore espressione (semplificata) di N (si elimina la componente immaginaria)

$$\frac{12\,R^2\,\varepsilon\sim\,V\,\mu\,\pi}{\delta\sim^2\,(\varepsilon\sim^2+2)\,\sqrt{-1+\varepsilon\sim^2}}$$

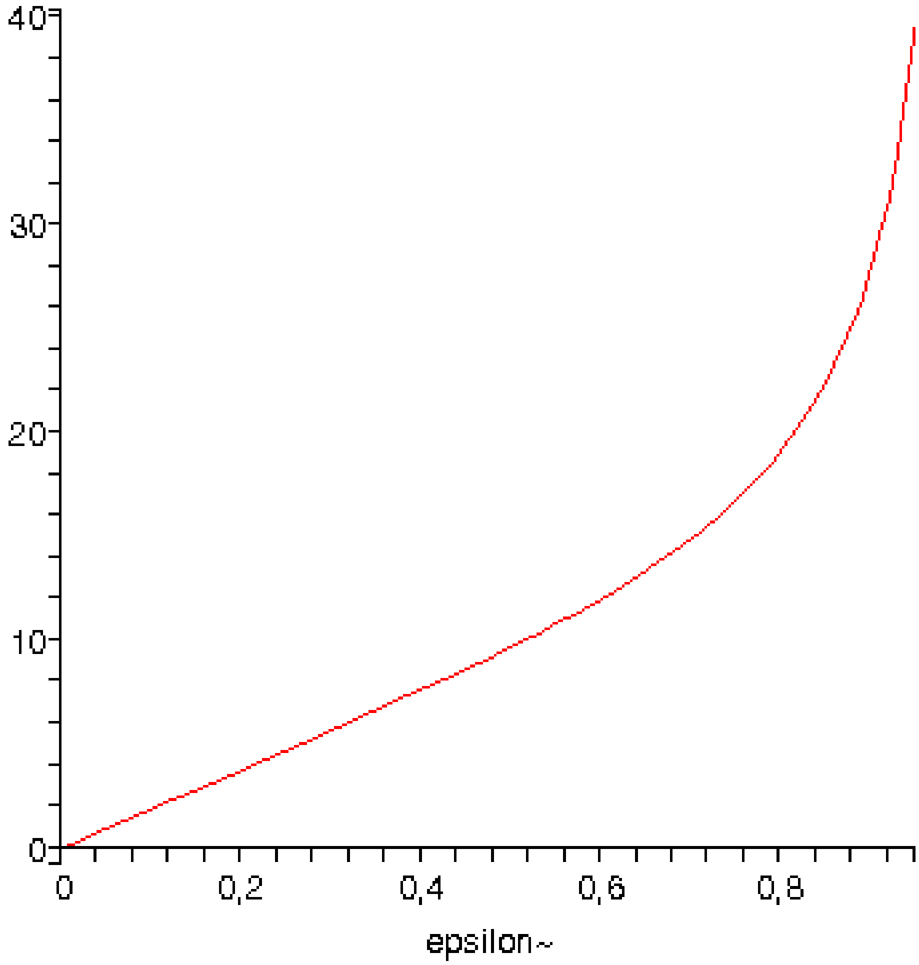
Ulteriore espressione di p (pressione) semplificata

$$-\frac{12\,\mu\,V\,R\,\varepsilon\sim\,\tan\left(\frac{1}{2}\theta\right)\left(\varepsilon\sim\,\tan\left(\frac{1}{2}\theta\right)^2-\varepsilon\sim-2\,\tan\left(\frac{1}{2}\theta\right)^2-2\right)}{\left(-1-\tan\left(\frac{1}{2}\theta\right)^2+\varepsilon\sim\,\tan\left(\frac{1}{2}\theta\right)^2-\varepsilon\sim\right)^2(\varepsilon\sim^2+2)\,\delta\sim^2}$$

Espressione e grafico del fattore adimensionale A(n) avendo posto:

$$N\_=\frac{A\_(\varepsilon\sim)\,\mu\,V\,R^2}{\delta\sim^2}$$

$$A(\varepsilon\sim):=\frac{12\,\varepsilon\sim\,\pi}{(\varepsilon\sim^2+2)\,\sqrt{1-\varepsilon\sim^2}}$$



Attribuzione dei dati numerici

$$\mu := 0.07$$

$$R := 0.0375$$

$$\varepsilon := 0.7$$

$$\delta := 0.07$$

$$V := 1.176$$

Grafico delle pressioni e dei gradienti delle pressioni (grafico rettificato)

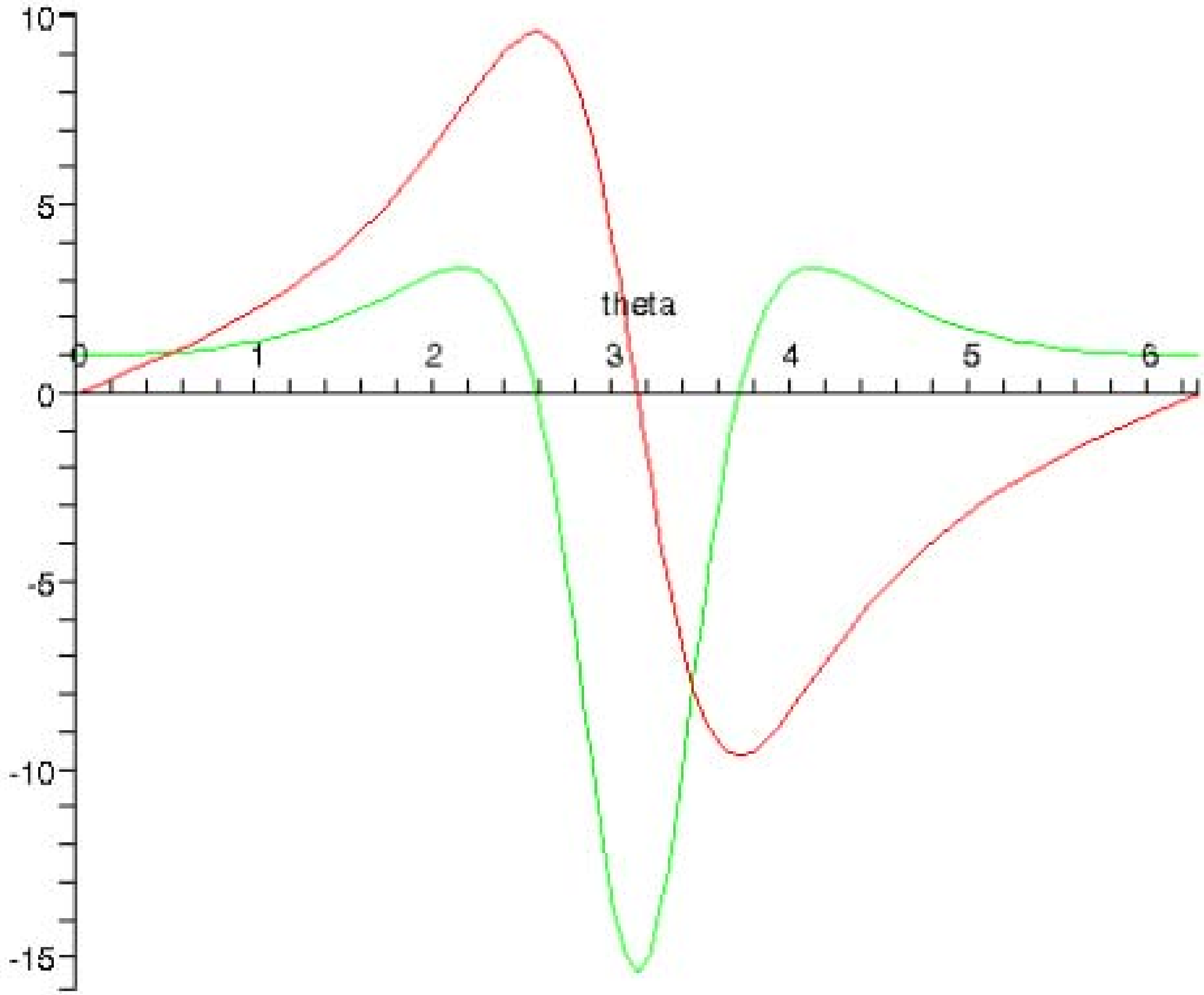
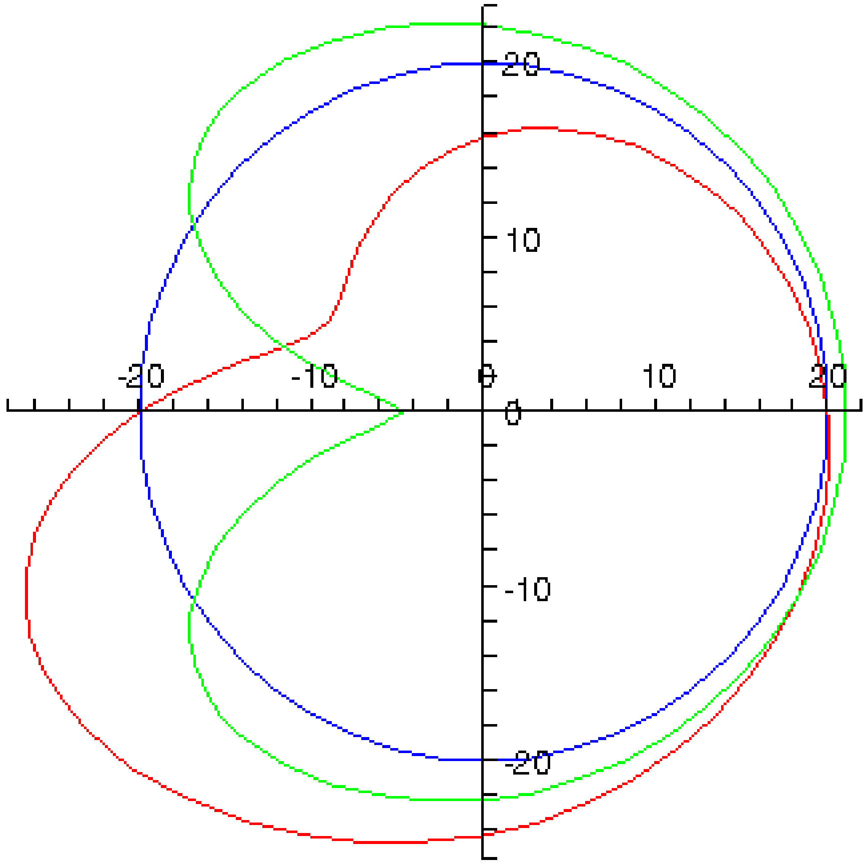


grafico delle pressioni polari

```
Warning, the name changecoords has been redefined
```



20
10
-20
-10
0
10
20
0
-10
-20

>

>

>