

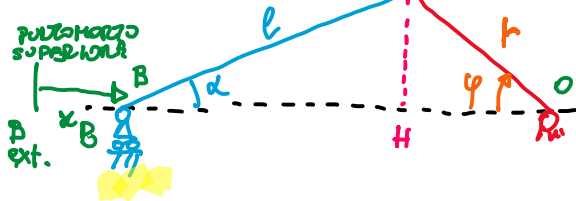
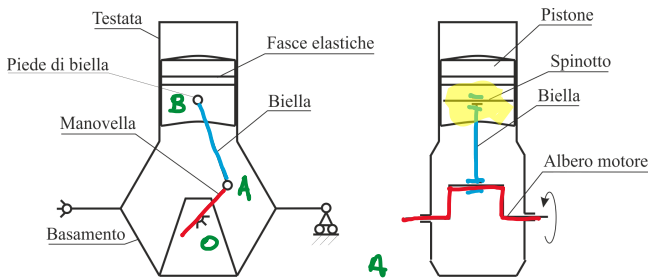
## Lezione facoltativa martedì 22 dicembre

martedì 22 dicembre 2020 12:34

## EQUILIBRIAMENTO FORZE ALTERNATIVE

PRENDIAMO IN CONSIDERAZIONE IL MANOVELLISMO

SINGOLO CILINDRO



$$x_B = \overline{OB}_{ext} - \overline{OH} - \overline{HB} = r + l - r \cos \varphi - l \cos \alpha$$

$$\overline{AH} = l \sin \alpha = r \sin \varphi$$

$$\sin \alpha = \frac{r}{l} \sin \varphi = \lambda \sin \varphi$$

LUNGHEZZA MANOVELLA  
RAPPORTO  
LUNGHEZZA BIELLA

$$\cos \alpha = \sqrt{1 - \sin^2 \alpha} = \sqrt{1 - \frac{r^2}{l^2} \sin^2 \varphi} = \sqrt{1 - \lambda^2 \sin^2 \varphi}$$

APPROSSIMARE  $\rightarrow \epsilon$ 

SVILUPPO IN SERIE DI TAYLOR

$$(1 + \epsilon)^{1/2} = 1 + \frac{\epsilon}{2} + O(\epsilon^2)$$

$$x_B = r + l - r \cos \varphi - l \left( 1 - \frac{\lambda^2}{2} \sin^2 \varphi \right) = r \left( 1 - \cos \varphi + \frac{\lambda^2}{2} \sin^2 \varphi \right)$$

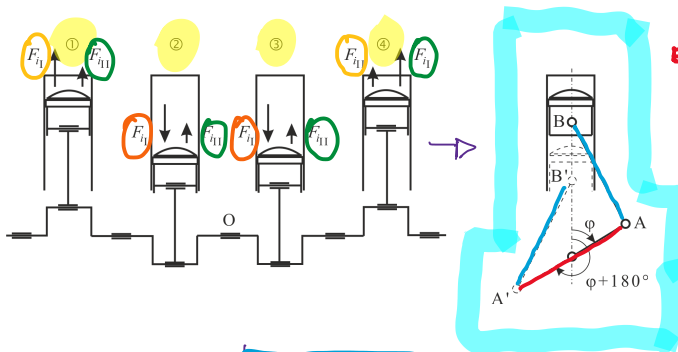
$$\dot{x}_B = v_B = \omega r \left( \sin \varphi + \frac{\lambda^2}{2} \sin 2\varphi \right)$$

$$\omega = \frac{d}{dt} \varphi$$

$$\ddot{x}_B = a_B = \omega^2 r \left( \cos \varphi + \lambda \cos 2\varphi \right)$$

I ARMONICA  
I ORDINE  
"CINA" CON  
LA MANOVELLAII ARMONICA  
II ORDINE  
"CINA" A VELOCITÀ  
DOPPIA DELLA MANOVELLAESPRESSIONE ACCELERAZIONE DEL  
PIEDE DI BIELLA  $\rightarrow$  POSSO CALCOLARE  
FORZA D'INERZIA SUL PISTONE

$$\sin^2 \varphi = \frac{1 - \cos 2\varphi}{2}$$

COME CALCOLARE LE FORZE D'INERZIA CHE AGISCONO SUI PISTONI DEI  
MOTORI A C.I.

ESEMPIO: 4 CILINDRI IN LINEA

$$a_B^{(1)} = \omega^2 r (\cos \varphi + \lambda \cos 2\varphi)$$

$$a_B^{(2)} = \omega^2 r (\cos(\varphi + 180^\circ) + \lambda \cos 2(\varphi + 180^\circ)) = \omega^2 r (-\cos \varphi + \lambda \cos 2\varphi)$$

$$F_i^{(1)} = -m a_B^{(1)} = -m \omega^2 r (\cos \varphi + \lambda \cos 2\varphi)$$

$$F_i^{(2)} = -m a_B^{(2)} = -m \omega^2 r (-\cos \varphi + \lambda \cos 2\varphi)$$

TERMINI DI  
I ORDINE  
TERMINI DI  
II ORDINE

$$\sum F_{i, \text{I ordine}} = 0$$

$$\sum F_{i, \text{II ordine}} \neq 0 = -4m \omega^2 r \lambda \cos 2\varphi$$

SONO OPPOSTI

HANNO LO STESSO VERSO

MOMENTO DELLE FORZE  
D'INERZIA RISPETTO AD O

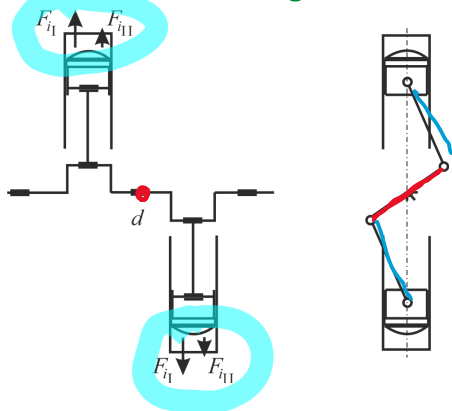
$$\sum H_i = 0$$

FORNITE

$$\sum M_i = 0$$

FORNITE

## MOTORE BOXER (2 CILINDRI ORIZZONTALI)



DISPOSIZIONE ORIZZONTALE

$$\sum F_i = 0$$

FORNITE

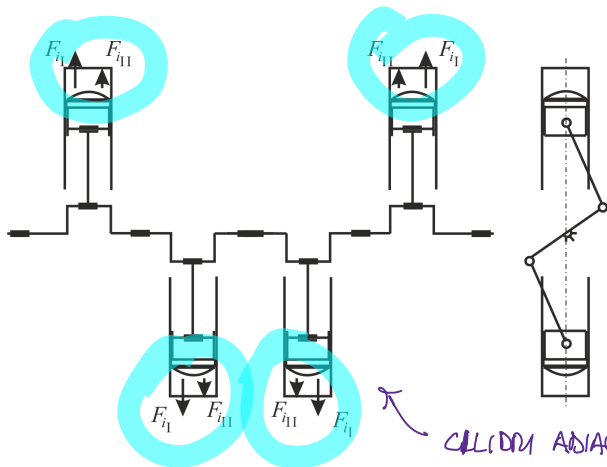
$$\sum M_i \neq 0$$

FORNITE

$$\sum F_i \text{ II ORIZZONTALE} = 0$$

$$\sum M_i \text{ II ORIZZONTALE} \neq 0$$

## MOTORE BOXER 4 CILINDRI



$$\sum F_i = 0$$

FORNITE

$$\sum M_i = 0$$

FORNITE

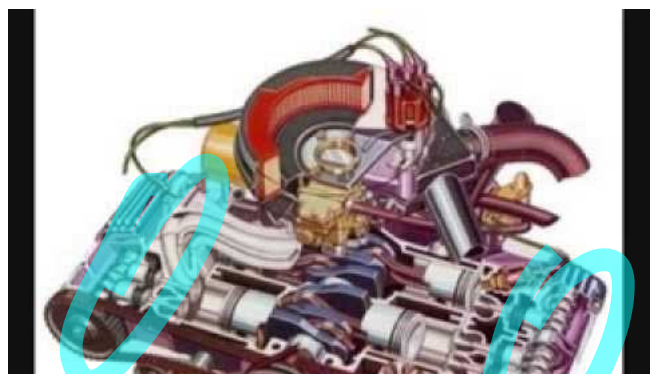
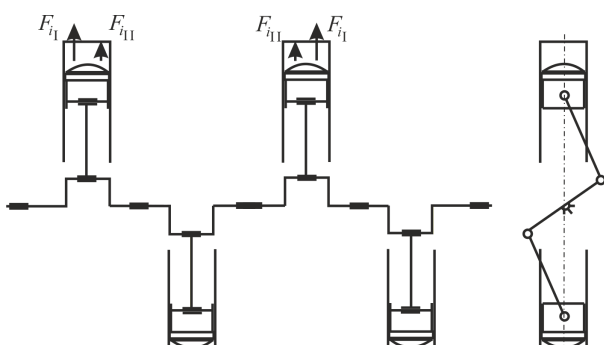
$$\sum F_i \text{ II ORIZZONTALE} = 0$$

$$\sum M_i \text{ II ORIZZONTALE} = 0$$

CILINDRI ADIACENTI

POSSO AVERE PROBLEMI DI RAFFREDDAMENTO

## MOTORE BOXER 4 CILINDRI





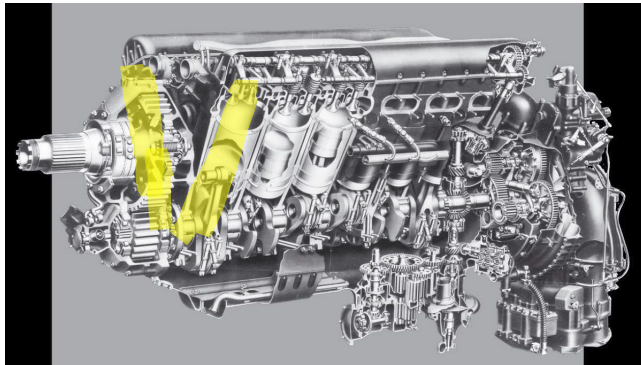
$$\sum F_{i \text{ ORDINATE}} = 0$$

$$\sum M_{i \text{ ORDINATE}} \neq 0$$

$$\sum F_{i \text{ # ORDINATE}} = 0$$

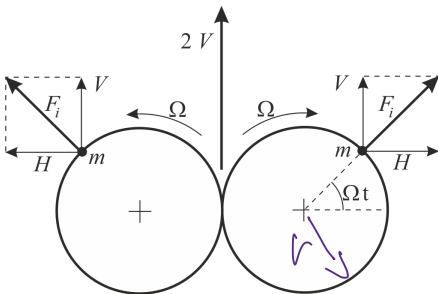
$$\sum M_{i \text{ # ORDINATE}} \neq 0$$

## ALTRE DISPOSIZIONE DI CILINDRI



← 2 CILINDRI A "V"

## VIBROLINE → BILANCIAMENTO FORZE ALTERNATIVE



2 ALBERI CONTROROTANTI CON

MASSA m ECCENTRICA

→ SOMMA FORZE

$$\sum H = 0$$

$$\sum V = 2V = 2 m \Omega^2 r$$

