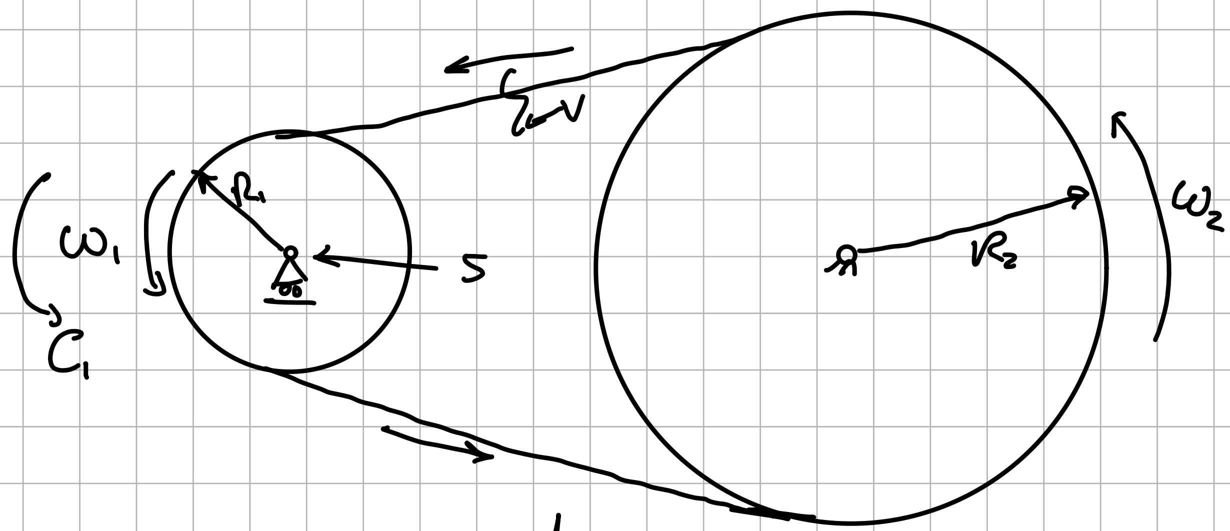
Lezione 22 - Sistemi di Trasmissione (Cinghie)

Ruote Dentate prox lezione

Trasmissione a cinghia



2 ruote + collegamento perfettamente inestensibile

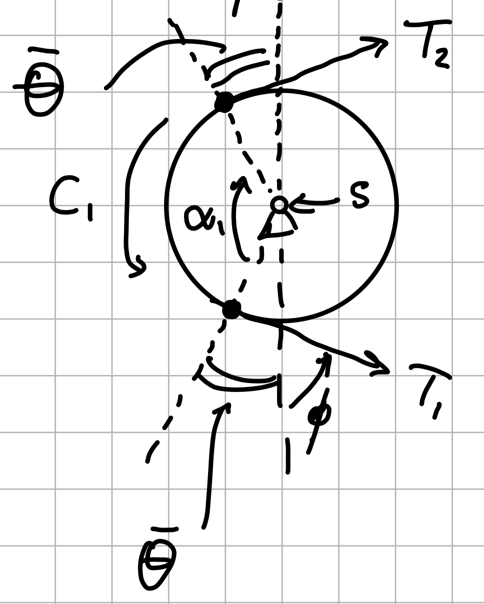
Per tenere la cinghia tesa serve applicare S.

La rotazione è trasmessa per attrito

- Ci sono perdite
- Ci sono limitazione nella potenza e coppia dato il limite di aderenza → vantaggi e svantaggi
  - limite protettivo
  - limite imposto
- < 5 kW trasmesso.

$$v = R_1 \omega_1 = R_2 \omega_2 \rightarrow \tau = \frac{\omega_2}{\omega_1} = \frac{R_1}{R_2}$$

Cosa possiamo trasmettere in base a S:



$\alpha_1 \rightarrow$ angolo dell'arco di contatto

$$\bar{\theta} = \frac{\pi - \alpha_1}{2}$$

$$(T_1 + T_2)\cos\bar{\theta} = S$$

$$(T_2 - T_1) R_1 = C_1$$

La coppia è la differenza dei tiri

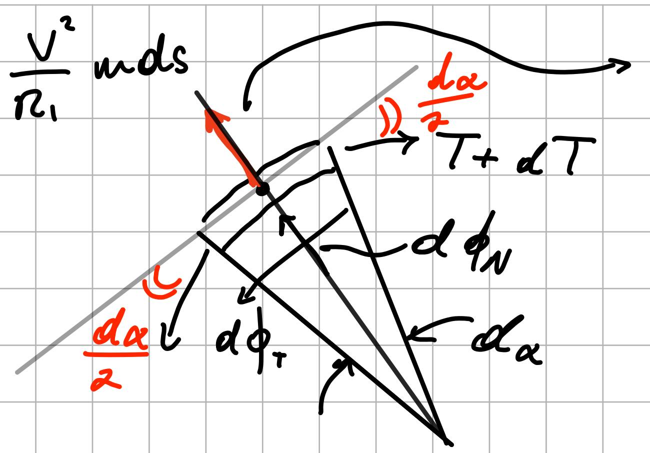
$$T_2 = \left(\frac{S}{\cos\bar{\theta}} + \frac{C_1}{R_1}\right)\cdot\frac{1}{2} \rightarrow T_2 = \frac{S}{2\cos\bar{\theta}} + \frac{C_1}{2R_1} = T_0 + \frac{C_1}{2R_1}$$

$$T_1 = \left(\frac{S}{\cos\bar{\theta}} - \frac{C_1}{R_1}\right)\cdot\frac{1}{2} \rightarrow T_1 = \frac{S}{2\cos\bar{\theta}} - \frac{C_1}{2R_1} = T_0 - \frac{C_1}{2R_1}$$

Funzionamento è dato dall'avere un elemento flessibile ed il dovere tenerlo sempre teso.

<u>Ruolo dell'attrito</u> $\Rightarrow$ condizione ammissibile di funzionamento.

Prendiamo un segmento infinitesimo:



Forza d'inerzia

$ds = R_1 d\alpha$

Equilibrio (radiale): $\nwarrow +$

$$d\phi_N - T\sin\frac{d\alpha}{2} - (T+dT)\sin\frac{d\alpha}{2} + \frac{V^2}{\cancel{R_1}} m \cancel{R_1} d\alpha = 0$$

Equilibrio (tangenziale): $\swarrow +$

$$d\phi_T + T\cos\frac{d\alpha}{2} - (T+dT)\cos\frac{d\alpha}{2} = 0$$

(?)

Applichiamo Coulomb localmente, non localmente:

$$\begin{cases} \cos\frac{d\alpha}{2} \approx 1 \\ \sin\frac{d\alpha}{2} \approx \frac{d\alpha}{2} \end{cases}$$

Perché di secondo ordine, quindi è trascurabile

$$d\phi_N = T\frac{d\alpha}{2} + T\frac{d\alpha}{2} + \cancel{dT\frac{d\alpha}{2}} - mV^2 d\alpha$$

$$d\phi_T = dT$$

↳ Il moto è trasmesso per il solo attrito

$d\phi_N = T\,d\alpha - mv^2 d\alpha \rightarrow$ Dipendente da tiro e ridotta con velocità

$d\phi_T = dT$

↳ Attrito è dipendente dal tiro

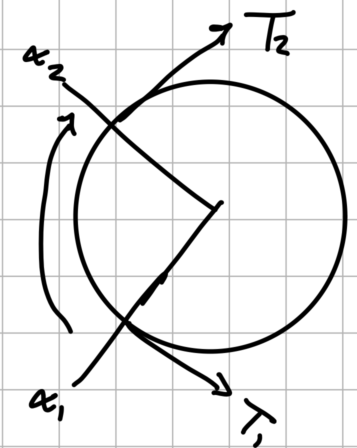
<u>Condizione limite:</u>

Leggi di attrito

Coulomb locale

$$d\phi_T = f\,d\phi_N \Rightarrow dT = f(T - mv^2)\,d\alpha$$

$$f? \quad \rightarrow \frac{dT}{T - mv^2} = f\,d\alpha$$



$$\rightarrow \int_{T_1}^{T_2} \frac{dT}{T - mv^2} = \int_{\alpha_1}^{\alpha_2} f\,d\alpha$$

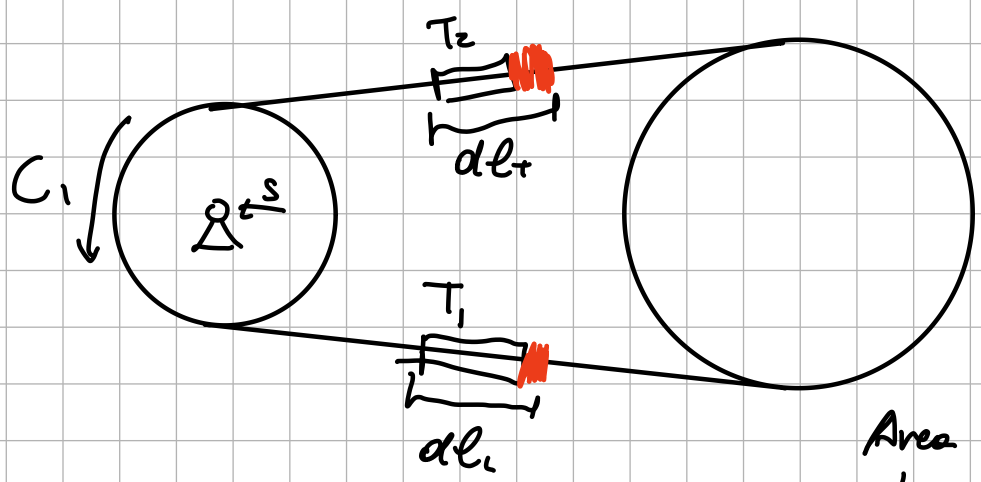
$$\ln\left|T - mv^2\right|_{T_1}^{T_2} = f\alpha_1$$

$$\ln\left|T_2 - mv^2\right| - \ln\left|T_1 - mv^2\right| = f\alpha_1$$

$$\ln\frac{T_2 - mv^2}{T_1 - mv^2} = f\alpha_1 \rightarrow \frac{T_2 - mv^2}{T_1 - mv^2} = e^{f\alpha}$$

$$\rightarrow \boxed{T_2 \leq (T_1 - mv^2)\,e^{f\alpha_1} + mv^2}$$

Condizione limite → se si supera la cinghia slitta.



Area — Modulo Elastico

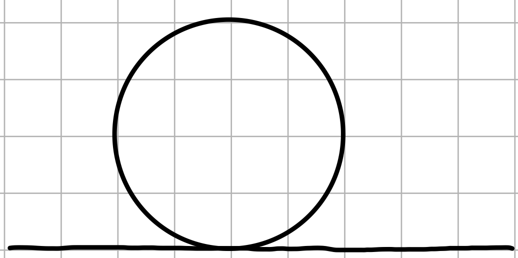
"teso" $(1+\varepsilon_T)\,dx = dl_T = \left(1+\frac{T_2}{AE}\right)dx$

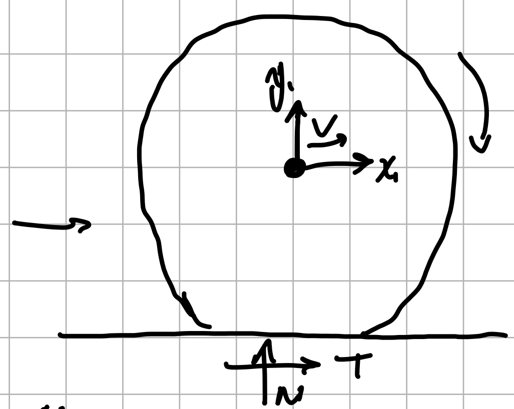
"lento" $(1+\varepsilon_L)\,dx = dl_L = \left(1+\frac{T_1}{AE}\right)dx$

Le lunghezze saranno diverse, queste è causato dagli effetti microscopici dell'attrito.

↳ Se non ci viene dato niente usiamo $f = f_D$ allora usiamo quello dato/calcolato.

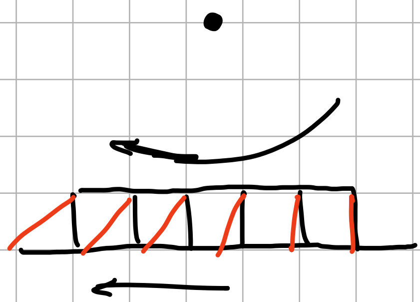
Pneumatico su strada





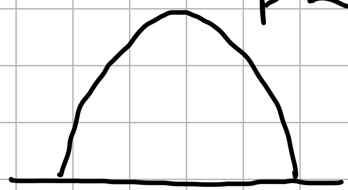
Non possiamo dire che solo una fascia

sia deformata, quindi
faccio un modello "brush"
per considerare più la realtà



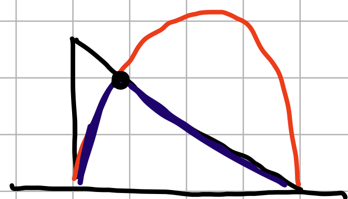
Non va bene la discontinuità, guardiamo le P e τ

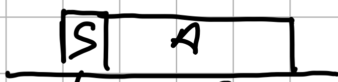
$P \rightarrow$ Pressione



Condizione di aderenza $\rightarrow$ $\tau = f_a P$

$-\tau \rightarrow$ Sforzo Tangenziale





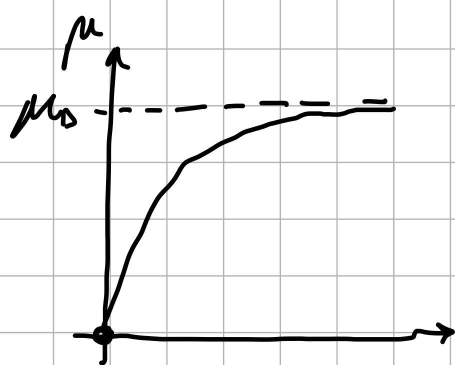
$-f_a P$

Slittamento

Aderenza

Coesistono la aderenza e slittamento allo stesso momento, modello meglio il contatto

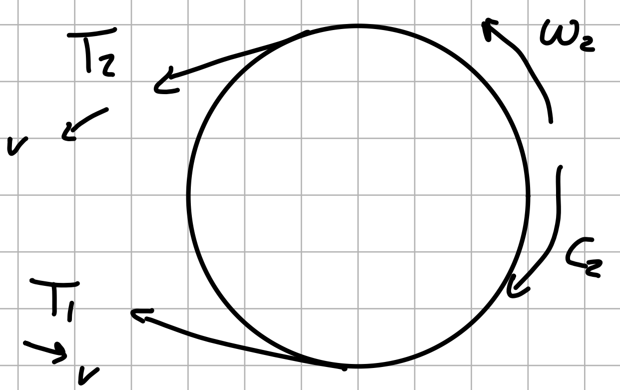
Quando $\tau = f_a P$ c'è aderenza e quando $f_a P < \tau$ c'è slittamento, ci permette di non avere una discontinuità nella deformazione.



$$\varepsilon = \frac{V - R\omega}{r}$$

Il modello che creiamo per la resistenza a rotolamento è vero per pura aderenza e puro rotolamento

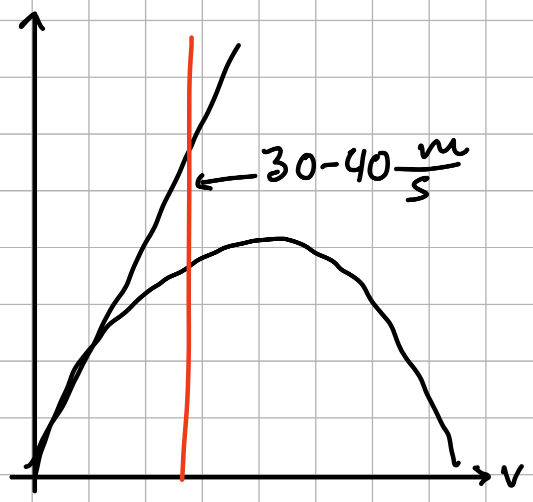
Potenza trasmessa



$$\Pi_T = (T_2 - T_1)\, v$$

$$\Pi_T = \Big[\underbrace{(T_1 - m v^2) e^{f\alpha_1} + m v^2}_{T_2 \text{ al limite}} - T_1\Big]\, v$$

$$= (T - m v^2)(e^{f\alpha_1} - 1)\, v$$

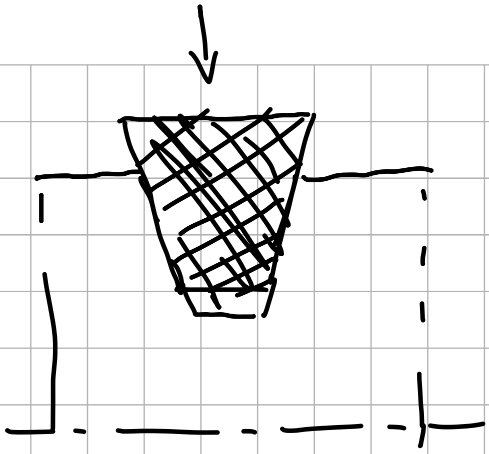


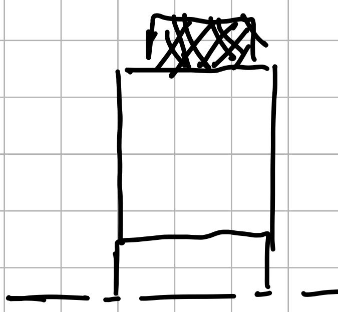
Più veloce, la forza centrifuga allenta la cinghia spingendola via dalle puleggia e riducendo l'attrito.

Diciamo che: $\boxed{T_2 \doteq T_1 e^{f\alpha_1}}$

per rimanere alla sinistra e avere un'andamento lineare.

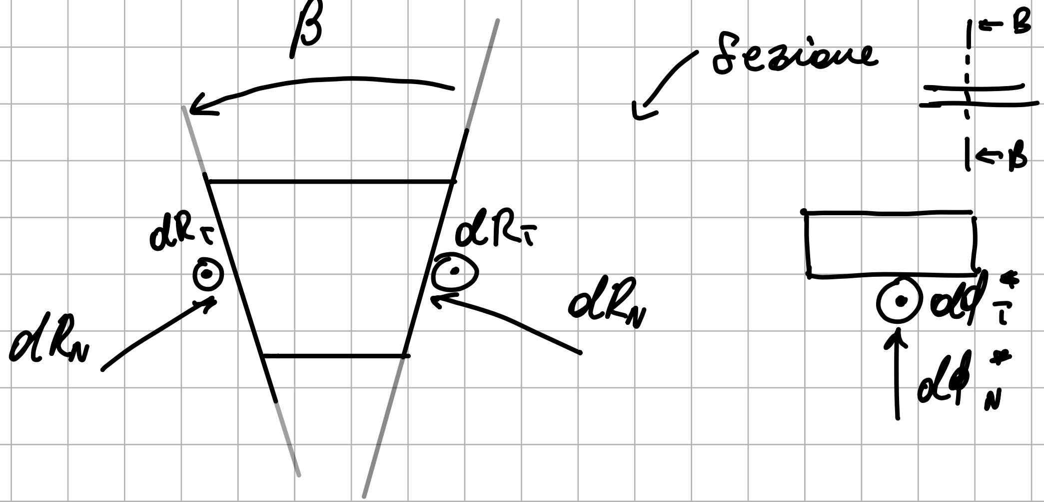
Cinghia Trapezoidale → Usato più industrialmente



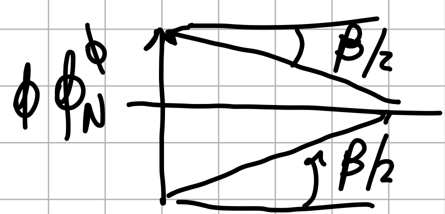


Ruota liscia su cinghia liscia

Contrasto da forze attutive radiali tra i due:



Non sono chiari è la forma sezionale.



$$\frac{d\phi_T^{\phi}}{d\phi_N^{*}} = \frac{2\,dR_T}{2\,dR_N \sin\beta/2} = \frac{f}{\sin\beta/2} = f^{*}$$

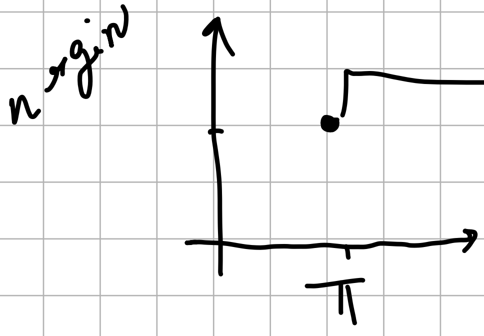
$$\boxed{T_2 \leq T_1 e^{f^{*}\alpha_1}}$$

↪ Circa 4-5 volte più forze possono esser trasmesse

→ In generale si usano le cinghie trapezoidali per la possibilità di trasmettere di più.

Le cinghie non sono quasi mai da sole, ci sono diverse per trasmettere più potenza nello stesso momento.

Interasse ← I, τ/d



tipo → $P_{base} \cdot C_S \cdot C_G \cdot C_a = P_{cing}$

C_G: I, τ/d

C_a: Coeff. Ambiente → Polveri, Temp

C_S: Coefficiente di servizio ↳ scelta di quanto usato tempo?

$$n_c = \frac{T}{P_{corr}} =$$

"Denti" possono esser aggiunti a cinghie trapezoidali per aumentare la flessibilità, questo non significa che è una cinghia dentata, sono due cose diverse

Concorda → variatori di velocità con cinghia.