

- $C_1 > C_2 \Rightarrow \frac{d\omega}{dt} > 0 \Rightarrow$ fase di accelerazione
- $C_1 < C_2 \Rightarrow \frac{d\omega}{dt} < 0 \Rightarrow$ fase di decelerazione
- $C_1 = C_2 \Rightarrow \frac{d\omega}{dt} = 0 \Rightarrow$ regime stazionario.

L'organo di trasmissione (ruota dentata, cinghia, catena, ...) è caratterizzato da un parametro cinematico chiamato rapporto di trasmissione delle velocità:

$$\gamma = \frac{\omega_u}{\omega_n} = \frac{C_1}{C_2}$$

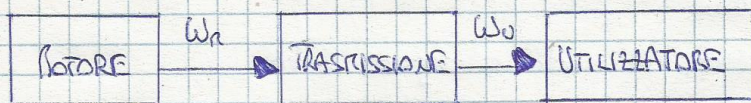
e da un parametro dinamico:

$$\text{energia dissipata} = W_n + W_u + W_p = Q$$

Il rapporto di trasmissione si calcola partendo $W_p = Q$ e quindi:

$$\omega_u C_u = \omega_n C_n$$

Per modo diretto in cui la potenza passa dal motore all'utilizzatore si ha:

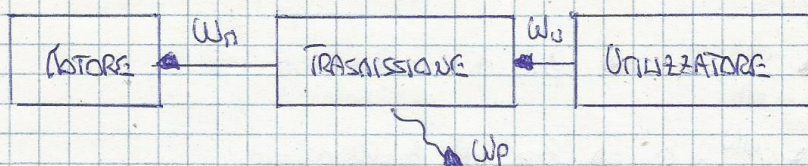


$\hookrightarrow W_p = \text{potenza dissipata}$

$$W_n + W_p + W_u = Q \Rightarrow W_n > Q \text{ e } W_u \text{ e } W_p < Q$$

Per modo retrogrado $W_n < Q$ e $W_u > Q$ come viene mostrato di seguito:

(5h)



In quest'ultimo caso il motore si comporta come un freno. Quindi dissipa energia.

Il **rendimento** di una macchina è quel parametro che indica l'efficienza con cui i componenti meccanici della stessa si muovono fra loro senza perdere energia.

$$\eta = \text{rendimento} \Rightarrow 0 \leq \eta \leq 1 \quad \eta = 1 \rightarrow \text{macchina ideale.}$$

Si può scrivere così:

$$\eta = \frac{L_r}{L_m} \leq 1 \quad \text{dove } L_r = \text{carico resistente} \\ L_m = \text{carico motore}$$

oppure:

$$\eta = \frac{W_u}{W_n} \Rightarrow W_p = \left(1 - \frac{1}{\eta}\right) W_u \quad (\text{moto diretto})$$

Inoltre:

$$\eta = \frac{W_{out}}{W_{in}} \leq 1 \quad \text{e} \quad W_p = (1 - \eta) |W_{in}|$$

Per quanto riguarda il moto retrogrado si ha:

$$\eta = \frac{W_n}{W_u} \Rightarrow W_p = \left(1 - \frac{1}{\eta}\right) W_n$$

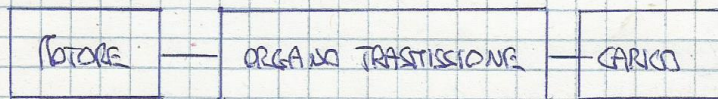
In primo regime le accelerazioni sono nulle e velocità sono costanti.

In un **azionamento elettrico** un motore aziona un unico meccanismo.

Capita spesso che il unico meccanismo sia caratterizzato da:

- coppia elevata
- bassa velocità

I motori elettrici, che trasformano l'energia elettrica in energia meccanica, forniscono momenti ad alta velocità e bassa coppia.



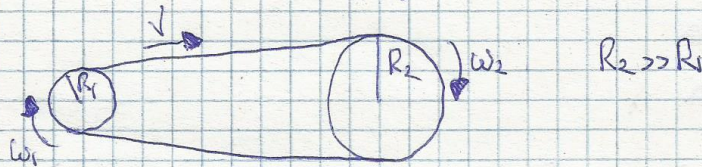
In una situazione di questo tipo non è possibile un accoppiamento diretto. Per questo motivo si usa un organo di trasmissione. Un organo di trasmissione può essere:

- 1) Catena
- 2) Cinghia
- 3) Riduttore di giri

La **catena** è uno dei più semplici organi di trasmissione. Un esempio è la catena della bicicletta azionata anche **catena antistatica Galle**. Per quanto riguarda la cinghia essa è una trasmissione meccanica elastica azionata su due o più **pulegge**. Una puleggia è un disco che ruota attorno al proprio asse di rotazione. Essa è dotata di una gola per accogliere la cinghia.



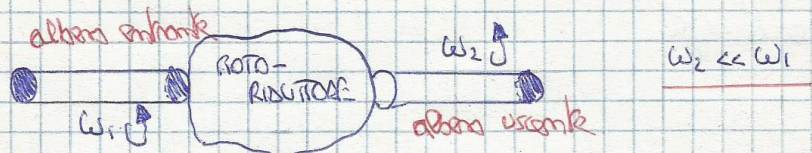
La trasmissione a cinghia è la trasmissione meno costosa, non necessita di lubrificazione, e data la sua elasticità può assorbire brusche variazioni di carico. Consideriamo la seguente situazione:



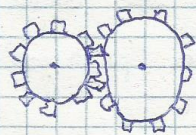
Il rapporto di trasmissione vale:

$$\gamma = \frac{\omega_2}{\omega_1} = \frac{R_1}{R_2}$$

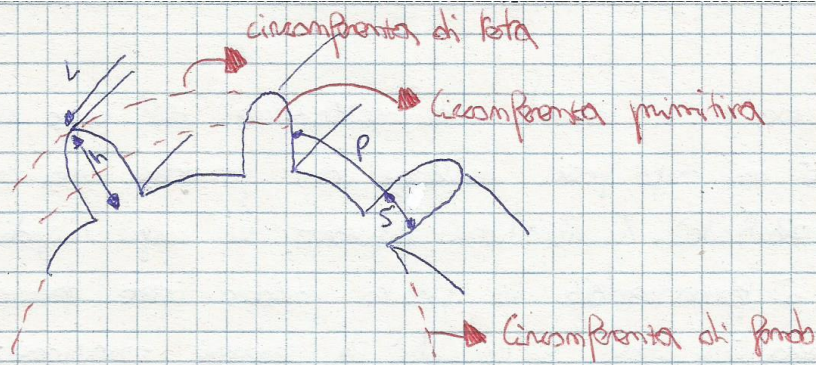
Nel caso di una **cinghia dentata** una o entrambe le superfici della cinghia sono dentate. Questo tipo di cinghia garantisce trasferimenti di potenza senza slittamenti, ma sono costose. Il **riduttore di giri** è un modulo complementare al motore elettrico. È composto da una serie di **ingranaggi** alloggiati in una carcassa i quali hanno il compito di ridurre la velocità di rotazione.



L'albero entrante viene anche chiamato **albero motore** mentre l'albero uscente più lento viene chiamato **albero condotto**. Per **ingranaggio** si intende un insieme di ruote dentate che a trasmettere momento meccanico.



Una **ruota dentata** è una ruota con tanti denti radiali di forma qualsiasi.



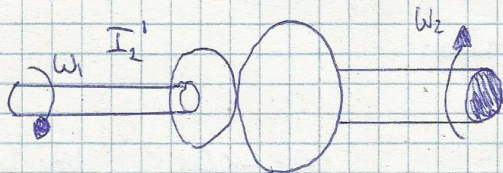
La circonferenza primitiva è la circonferenza lungo la quale avviene il contatto della coppia di ruote dentate. Lo spessore s è la lunghezza dell'arco di circonferenza primitiva delimitata da un dente. Il passo (P) è la lunghezza dell'arco di circonferenza primitiva compreso fra gli assi di due denti consecutivi. Per definizione:

$$P = \frac{\pi d}{z}$$

dove: z = numero di denti della ruota

πd = lunghezza della circonferenza primitiva

In un ingranaggio la ruota più grande viene chiamata **corona** mentre la ruota più piccola viene chiamata **pignone**.



Coppia:

$$C_1 = \frac{1}{\eta} R C_2$$

Inertial: $I_2' = R^2 I_2$

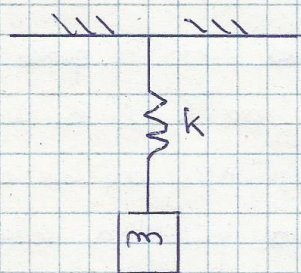
Rapporto di riduzione:

$$R = \omega_2 / \omega_1$$

Potenza: $P_2 = \eta \cdot P_1$

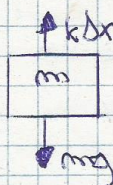
Giunti a questa punto si introduce il concetto di **vibrazione meccanica**.

Per vibrazione meccanica si intende una oscillazione del corpo stesso. Chiameremo quindi un corpo possa oscillare deve possedere una massa e sia dotato di elasticità. Le vibrazioni agiscono sui corpi rigidi ed il loro studio è fondamentale in quanto possono essere dannose per il sistema meccanico stesso. Si consideri la seguente situazione:



k = costante elastica

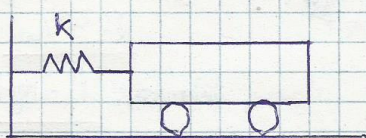
$$F = -k\Delta x \rightarrow \text{forza elastica}$$



Lo schema mostrato risulta un semplice sistema meccanico che può manifestare oscillazioni. Sotto l'azione di un carico, la molla si deforma. La dinamica di deformazione si può rappresentare con una equazione differenziale del secondo ordine:

$$m\ddot{x} + kx = 0 \Rightarrow \ddot{x} + \left(\frac{k}{m}\right)x = 0$$

Si consideri il seguente caso:



$$F_{el} = -k\Delta x$$

NB: la forza elastica ha sempre verso opposto allo spostamento.

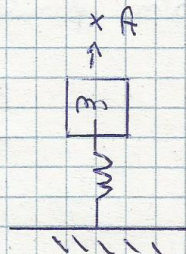
La molla accumula energia elastica, la massa accumula energia potenziale. Si pensi, per esempio, alle sospensioni di un'autorelitta. È compito di "assorbire" le brusche variazioni imposte al veicolo.

Si supponga di far iniziare a vibrare il sistema meccanico finendo la molla ad un'ampiezza A .

eq. moto: $x(t) = A \cos(2\pi p t)$

dove:

p = frequenza naturale (propria)



La frequenza si misura in Hertz (Hz). Si ricorri a:

$$p = \frac{1}{T} = T^{-1} \quad T = \text{periodo}$$

e che:

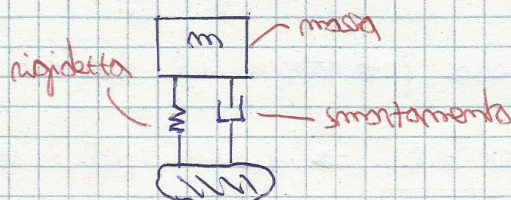
$$\omega = 2\pi p = \frac{2\pi}{T}$$

Le vibrazioni possono essere:

- 1) Libere
- 2) smorzate

Nelle vibrazioni libere un sistema meccanico vibra senza essere sollecitato ad alcuna forza. Per esempio un sistema massa-molla che viene spostato dalla condizione di riposo.

Per quanto riguarda le vibrazioni smorzate si ha una "eccitazione" da una forza. Per esempio automobile su strada. Per analizzare una vibrazione smorzata si considera il modello massa-molla-smorzatore



La molla rappresenta le proprietà elastiche del sistema meccanico.

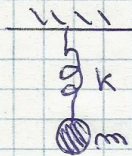
Lo smorzatore rappresenta le proprietà dissipative del sistema meccanico.
Lo smorzatore fornisce una forza proporzionale alla velocità.

$$F_{\text{diss}} = -\gamma \dot{x}$$

Parametri:

- massa $\Rightarrow$ inerzia (kg)
- molla $\Rightarrow$ rigidità (N/m)
- smorzamento $\Rightarrow$ dissipazione (Ns/m).

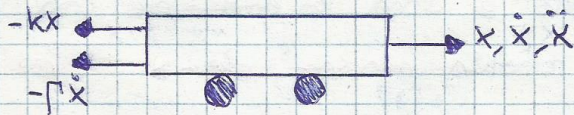
Per esempio, appenderemo una molla al soffitto e colleghiamo all'altra estremità un corpo di massa m .



$mg = kx \Rightarrow$ tanto più aumenta la massa
tanto più la deflessione aumenta

Visto che: $x = \frac{mg}{k} \Rightarrow$ tanto più aumenta la rigidità tanto più la
deflessione statica diminuisce.

Lo smorzatore si aggiunge al sistema per aumentare lo smorzamento e diminuire le vibrazioni del sistema. Consideriamo un sistema con un solo g.d.l. (long. x).



Supponiamo che non agiscano forze esterne sul sistema:

$$m\ddot{x} + \gamma\dot{x} + kx = 0 \Rightarrow \text{equazioni diff. a coeff. costanti}$$