

La trasmissione e la trasformazione del moto

Obiettivi:

- Saper individuare i vantaggi e gli svantaggi dell'attrito
- Saper riconoscere e descrivere i principali organi di trasmissione del movimento
- Verificare il funzionamento di congegni per la trasmissione del moto
- Sperimentare il funzionamento di congegni e organi meccanici

Bibliografia:

R. Bridgman, *La Tecnologia*, nella collana In primo Piano – Scienze, Istituto Geografico de Agostini

Il progetto	
Titolo:	Trasmissione e trasformazione del moto
Domande di supporto al curricolo	
Domande di Fondo	<p><i>Sai che cos'è veramente il moto?</i></p> <p><i>È possibile trasmettere il moto ?</i></p> <p><i>Si può modificare il tipo di moto?</i></p>
Domande Operative	<p><i>È possibile realizzare un meccanismo che rappresenti il moto?</i></p> <p><i>Sapresti realizzare un meccanismo che trasmetta il moto da una ruota ad un'altra?</i></p> <p><i>Si può costruire un meccanismo che trasformi il moto rotatorio in alternativo? E viceversa?</i></p>
Sintesi dell'unità:-	
<p>Gli argomenti trattati nella seguente unità riguardano il concetto di moto, la sua trasmissione e la sua trasformazione mediante la realizzazione di semplici meccanismi che illustrino le modalità della trasformazione ed evidenzino i concetti fisici studiati precedentemente in teoria.</p> <p>Dopo una breve introduzione teorica, si passerà alla realizzazione pratica di uno schema funzionante nel laboratorio di educazione tecnica.</p> <p>I meccanismi costruiti verranno poi filmati e riprodotti in singole immagini inserite nell'unità didattica.</p>	

Obiettivi generali, obiettivi meta-curricolari, saperi, competenze coinvolte:
<p><i>I ragazzi impareranno che le macchine più semplici così come le più complesse sono costituite da elementi collegati tra loro che consentono di trasmettere e trasformare il moto.</i></p> <p><i>Gli allievi devono possedere i prerequisiti riguardanti il moto e i materiali utilizzati.</i></p> <p><i>Conoscenza del disegno tecnico e del concetto fisico di movimento nelle sue forme varie.</i></p>
Obiettivi specifici:
<p><i>Conoscenza della possibilità di trasmissione e trasformazione del moto.</i></p> <p><i>Acquisizione dei termini del linguaggio specifico quali per esempio: attrito, aderenza, volenza, camma, biella, ecc. ...</i></p> <p><i>Conoscenza dei meccanismi attraverso i quali può avvenire la trasmissione del moto.</i></p>
Descrizione sintetica del processo formativo:
<p>Acquisizione del concetto dinamico di moto.</p> <p>Conoscenza della possibilità di realizzazione di semplici meccanismi che rappresentino tale concetto.</p> <p>Progettazione da parte degli studenti, dei pannelli da realizzare con i meccanismi che illustrino i vari movimenti e le varie trasformazioni possibili.</p> <p>Realizzazione dei pannelli progettati, verifica e collaudo del corretto funzionamento degli stessi.</p>

Tempi previsti:	
Una lezione da 2 ore per l'acquisizione teorica dei concetti in oggetto.	
Due lezioni da 2 ore per la progettazione, anche grafica, dei pannelli da realizzare.	
Quattro lezioni da due ore per la realizzazione, in gruppi da quattro allievi ciascuno, dei meccanismi prescelti.	
Una lezione da due ore, per il collaudo e le riprese video	
Prerequisiti:	
Conoscenza del disegno tecnico-geometrico.	
Conoscenza delle proprietà dei materiali da utilizzare e degli strumenti da lavoro necessari allo scopo.	
Capacità di esecuzione pratica delle varie parti componenti e di assemblaggio dell'insieme.	
Capacità critica del lavoro ottenuto.	
Materiali e risorse richieste per l'unità	
Materiale cartaceo:	Libri di educazione tecnica e di scienze; manuali di progettazione meccanica e di tecnologia dei materiali
Materiale vario:	Presentazione della realizzazione per mezzo di diapositive di Power Point
Risorse Internet:	Siti riguardanti l'argomento MOTO e le sue trasformazioni
Altro:	
Valutazione degli studenti:	La valutazione avverrà mediante l'osservazione costante del metodo di lavoro, dell'impegno e della produzione personale del singolo alunno, durante le varie fasi di progettazione e realizzazione. Il collaudo e la verifica del funzionamento dei pannelli, costituiranno la fase finale del lavoro effettuato.
Parole chiave:	<i>Moto - Trasmissione - Trasformazione - Camma - Ruotismi - Glifo - Biella - Manovella</i>

La forza d'attrito

L'esperienza quotidiana ci insegna che qualunque corpo in moto, lasciato libero a se stesso, prima o poi si ferma. La causa di ciò è l'attrito. Qualunque corpo che striscia o che rotola su una superficie, che vola nell'aria o che naviga nell'acqua, incontra sempre una forza che si oppone al moto: la forza d'attrito.

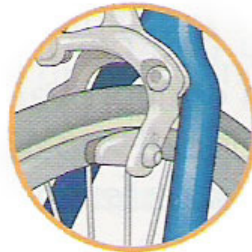
La forza d'attrito è sempre presente quando si verifica un movimento: l'attrito è una forza resistente, passiva, che si oppone al moto, dovuta al fatto che le superfici dei corpi a contatto che si muovono l'una sull'altra, presentano delle rugosità, spesso quasi invisibili, e queste, ingranandosi, ostacolano il movimento.

La forza d'attrito tende ad opporsi al moto ed è proporzionale alla intensità della forza applicata.

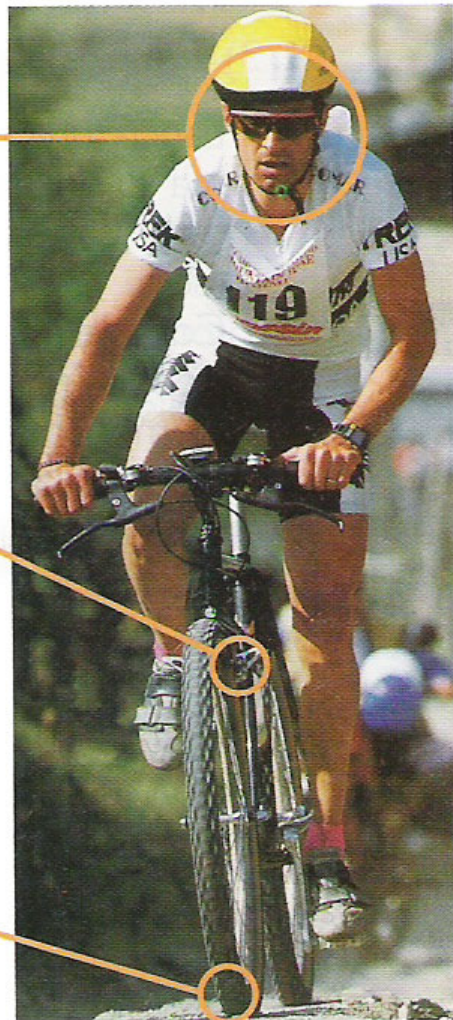
Tra il corpo del ciclista e l'aria si manifesta la resistenza del mezzo.



Tra il cerchione e i gommini del freno si manifesta l'attrito radente.

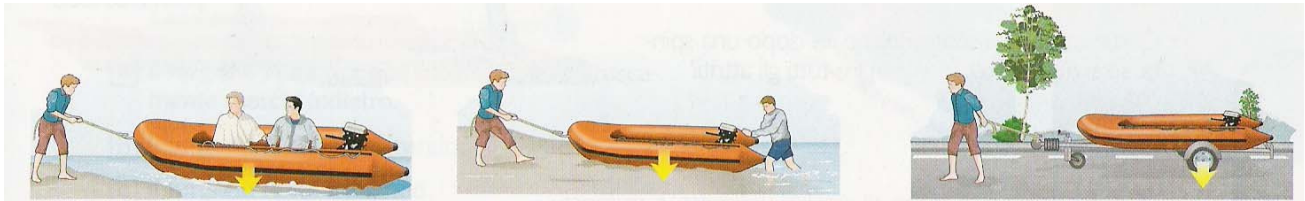


Tra il pneumatico di gomma e l'asfalto si manifesta l'attrito volvente.



Non bisogna pensare che la forza d'attrito sia sempre dannosa: senza di essa, ad esempio, non potremmo camminare e le ruote di un'automobile non potrebbero far presa sul terreno e consentire la marcia del veicolo (basti pensare con quale difficoltà si riesca a camminare su una strada ricoperta di ghiaccio e questo perché in quel caso la forza di attrito diminuisce notevolmente).

Nelle macchine l'attrito causa una dispersione di energia sotto forma di calore e bisogna raffreddare le superfici a contatto per evitare il grippaggio. La forza d'attrito viene comunemente distinta in attrito radente, attrito volvente e resistenza del mezzo.



Resistenza del mezzo

Attrito radente

Attrito volvente

Resistenza del mezzo

Si ha quando un corpo si muove nell'aria o nell'acqua.

Attrito radente

L'attrito radente o di strisciamento si ha quando un corpo striscia su un altro. Dipende dalla natura dei materiali a contatto, dallo stato delle superfici e dalla pressione esercitata.

L'attrito radente o di strisciamento si ha quando due masse sono a contatto su superfici piane e in moto relativo fra loro (un libro che striscia su un tavolo).

Sappiamo che è più facile far scivolare un oggetto su un pavimento quando questo è ben levigato o incerato, mentre è difficile far correre un'automobile giocattolo su un tappeto.

All'inizio del movimento si manifesta un attrito 2-3 volte superiore a quello che si sviluppa durante il moto: si chiama attrito di primo distacco. Anche questa affermazione è facilmente verificabile: quando si spinge un oggetto pesante, all'inizio, bisogna esercitare uno sforzo maggiore.

Per diminuire le perdite di energia causate dall'attrito, le parti a contatto vengono lubrificate, cioè si mette olio o grasso tra le superfici a contatto.

Attrito volvente

L'attrito volvente o di rotolamento si ha quando un corpo rotola su un altro. E' il caso di un oggetto trasportato su rulli.

L'attrito volvente è la forza che si sviluppa fra due solidi a contatto in moto rotatorio relativo senza strisciamento (ruota su ruota o ruota su strada).

Anche l'attrito volvente dipende dalla natura e dallo stato delle superfici a contatto, e dalla pressione esercitata: in ogni caso, a parità di condizioni, è molto minore dell'attrito radente.

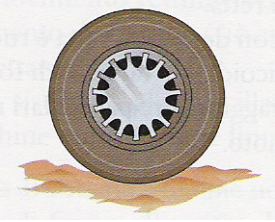

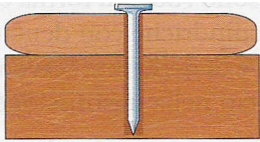
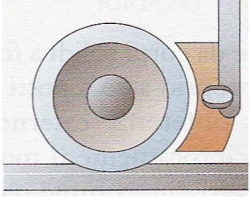
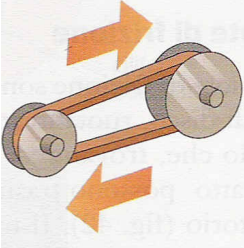
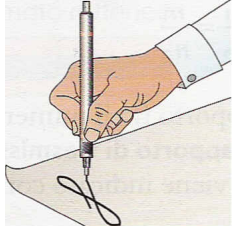
Questa caratteristica viene sfruttata nelle macchine per mezzo dei cuscinetti a sfera o a rulli, che spesso vengono montati sugli alberi rotanti al posto dei cuscinetti striscianti.

Un cuscinetto a sfere è formato da un anello, fissato al supporto, e da un anello fissato all'albero. Trai due anelli vi è una corona di sfere o di rulli; il moto rotatorio dell'albero e quindi del primo anello, provoca il rotolamento delle sfere o dei rulli dentro l'altro anello fisso. Le sfere o i rulli, costruiti in acciaio speciale al cromo, molto duro e tenace, vengono tenuti distanziati tra loro per mezzo di una "gabbia" stampata, di acciaio o di bronzo.

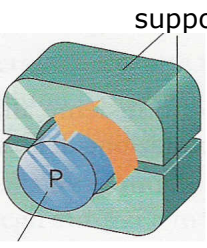
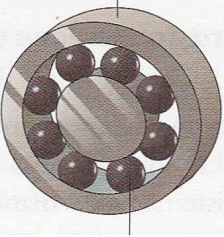
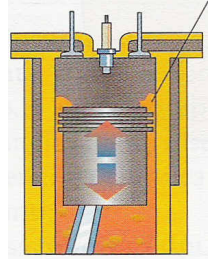
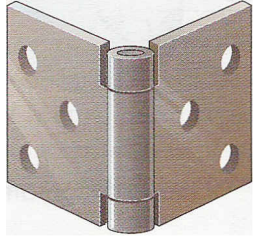
Macchina di Leonardo: cuscinetto



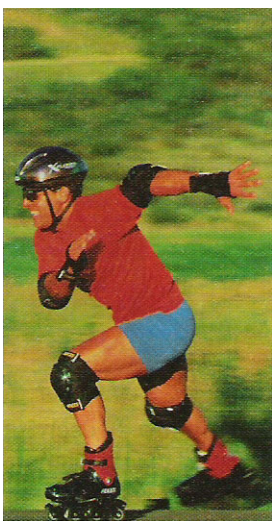
Quando l'attrito è utile

 <p>L'attrito permette a una ruota d'automobile di avere una grande aderenza sul terreno. Questa è necessaria tanto per fermarsi, quanto per mettersi in movimento.</p>	 <p>Il tappo di una bottiglia sfrutta l'attrito tra sughero e vetro.</p>	 <p>Lo stelo di un semplice chiodo tiene uniti due pezzi di legno per effetto dell'attrito esistente tra legno e stelo del chiodo medesimo.</p>	 <p>L'attrito permette di fare un nodo tra due pezzi di spago.</p>
 <p>I freni a ceppi sfruttano la resistenza d'attrito.</p>	 <p>La trasmissione del moto con le cinghie può avvenire solamente per effetto dell'attrito tra cinghia e puleggia.</p>	 <p>L'attrito tra le soles delle nostre scarpe e il suolo ci permette di camminare.</p>	 <p>L'attrito permette alla matita e alla penna di scrivere sulla carta.</p>

Quando l'attrito deve essere attenuato

 <p>supporto</p> <p>perno</p> <p>L'attrito tra un perno che gira e i suoi supporti rappresenta uno dei casi più frequenti in cui deve essere eliminato o almeno attenuato.</p>	 <p>cuscinetto a sfere</p> <p>sfere</p> <p>Un sistema per eliminare l'attrito nei perni è quello dei cuscinetti a sfere. Con questi si trasforma l'attrito di strisciamento in attrito di rotolamento.</p>	 <p>velo d'olio</p> <p>La lubrificazione a olio serve per attenuare l'attrito tra le pareti del cilindro di un motore e il relativo pistone che scorre velocemente con moto alternato.</p>	 <p>Una cerniera non bene lubrificata non permette una buona apertura e spesso cigola. La causa è l'attrito.</p>
---	---	--	---

Esercizio. Osserva le situazioni illustrate nelle figure e riconosci i tipi di attrito.



Esperienza 1: Come varia l'attrito al variare della superficie.

Strumenti e materiali occorrenti

- Dinamometro
- Tavoletta di legno
- Foglio di carta vetrata
- Olio
- Blocchetto di legno
- Spago

Esecuzione

Si leghi lo spago il blocchetto di legno al dinamometro; si dispone la carta vetrata sulla tavoletta di legno e quindi si pone sopra di essa il blocchetto di legno.

Con il dinamometro si misuri la forza necessaria per tirare il blocchetto fino ad un punto stabilito.

Ripetere l'attività senza carta vetrata.

Ripetere l'attività stendendo un sottile strato di olio sotto la tavoletta.

Raccogli i dati nella tabella seguente:

SUPERFICIE	FORZA (N)
Carta vetrata	
Legno	
Olio	

Su quale superficie occorre impiegare maggiore Forza per tirare il blocchetto ?

Come sarebbe il moto del blocchetto dopo una spinta, se si riuscissero ad eliminare tutti gli attriti?

Puoi svolgere la stessa esperienza lanciando una palla alla stessa velocità su superfici differenti (erba, terra battuta e pavimento liscio) applicando la stessa spinta in ogni prova.

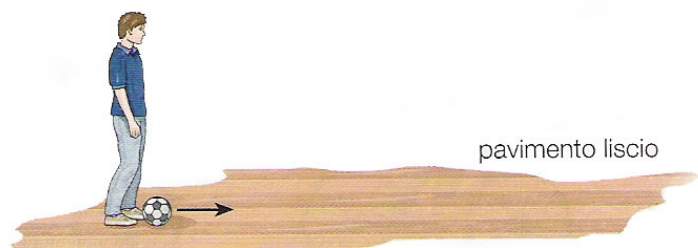
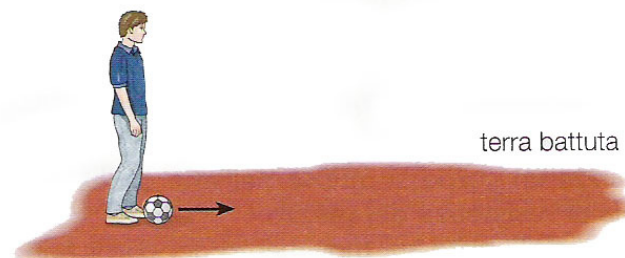
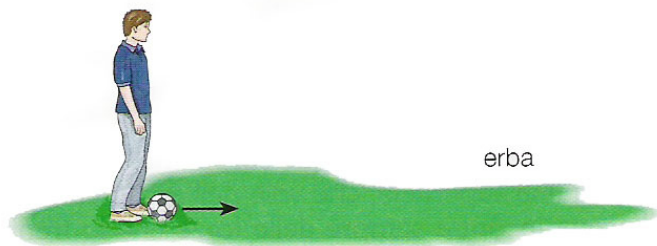
Completa le figure a fianco, indicando dove potrebbe fermarsi la palla nelle 3 prove.

Come potresti fare per imprimere alla palla la stessa spinta in ogni prova?

Su quale superficie la palla percorre il tratto **più corto** prima di fermarsi?

Su quale superficie l'attrito è stato **minore**?

Come sarebbe il moto della palla dopo una spinta, se si riuscissero ad eliminare tutti gli attriti?



Esperienza 2: Attrito radente e attrito volvente.

Strumenti e materiali occorrenti

- Dinamometro
- Tavoletta di legno
- Blocchetto di legno
- Spago
- 4 matite a sezione cilindrica e dello stesso diametro

Esecuzione

Appoggia un grosso libro su un tavolo e lega ad esso un elastico.

Tira l'elastico in modo da strisciare il libro lentamente con velocità uniforme.

Di quanto si allunga l'elastico? La tensione dell'elastico corrisponde alla forza necessaria a vincere l'**attrito radente** che si manifesta sulla superficie di contatto tra libro e tavolo.

Ripeti la prova disponendo le matite sotto il libro.

Ti accorgerai che è sufficiente una forza inferiore rispetto alla prova precedente, per mantenere il libro in moto uniforme.

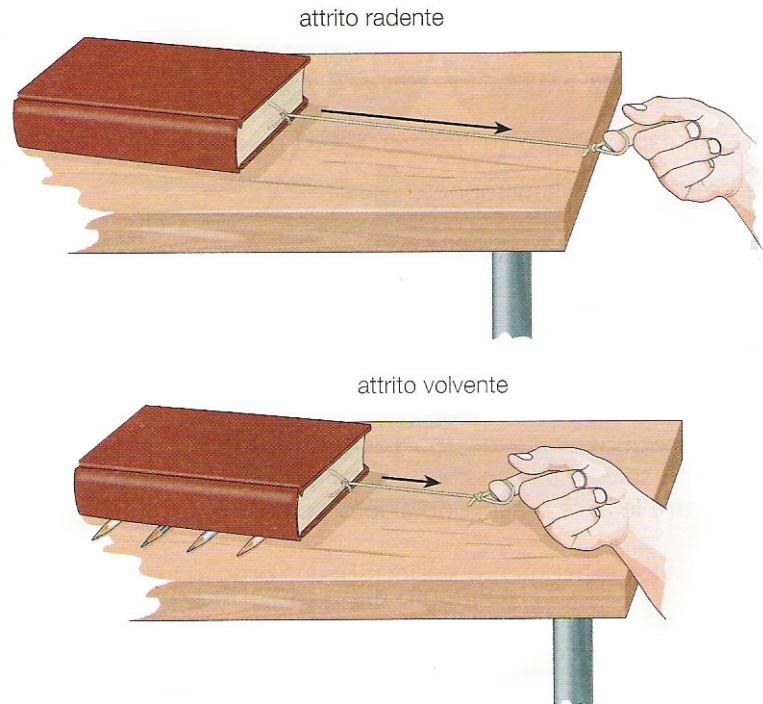
Di quanto si allunga l'elastico?

La tensione dell'elastico corrisponde ora alla forza necessaria a vincere l'**attrito volvente** che si manifesta sulla superficie di contatto tra libro, matite e tavolo. La prova ha dimostrato che l'inserimento delle matite o dei rulli ha fatto diminuire la forza d'attrito.

Se vuoi misurare con precisione l'intensità della forza di attrito puoi utilizzare un dinamometro al posto dell'elastico.

Che cos'è l'attrito?

In che modo l'attrito influenza il moto dei corpi?



Movimento traslatorio e movimento rotatorio

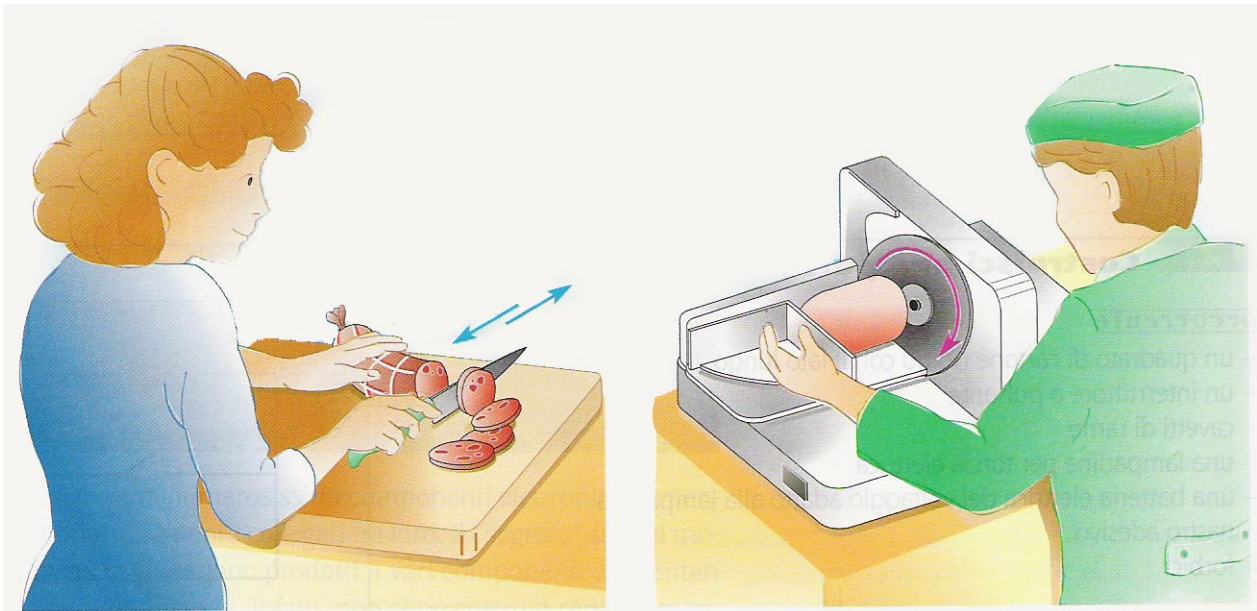
Per poter ben comprendere l'importanza che hanno le macchine nella odierna società, facciamo riferimento alla realtà quotidiana per individuare spiegazioni che motivino la classificazione di "oggetti" nella categoria "movimento traslatorio" o in quella "movimento rotatorio".

Faccio un esempio:

Per tagliare una fetta di salame puoi usare un coltello, azionato a mano, che si muove, mentre taglia, andando avanti ed indietro lungo una linea retta.

Il salumiere, invece, taglia il salame a fette servendosi di una apposita macchina, l'affettatrice, dotata di lama circolare che ruota attorno ad un asse.

Sia il coltello sia l'affettatrice sono macchine che, durante il loro funzionamento, eseguono dei movimenti. La stessa cosa fanno altre macchine, che proprio grazie ai movimenti che esse compiono, con diverse modalità, svolgono funzioni utili all'uomo; nel nostro esempio: tagliare.



Nelle figure sono riportati movimenti rotatori e traslatori.

Quando fai la punta alla matita, quale tipo di movimento utilizzi: quello del coltello o quello dell'affettatrice circolare?

Quale delle macchine che seguono, o parti di macchine, eseguono un movimento simile a quello del coltello e quali invece eseguono un movimento simile a quello della lama dell'affettatrice circolare?

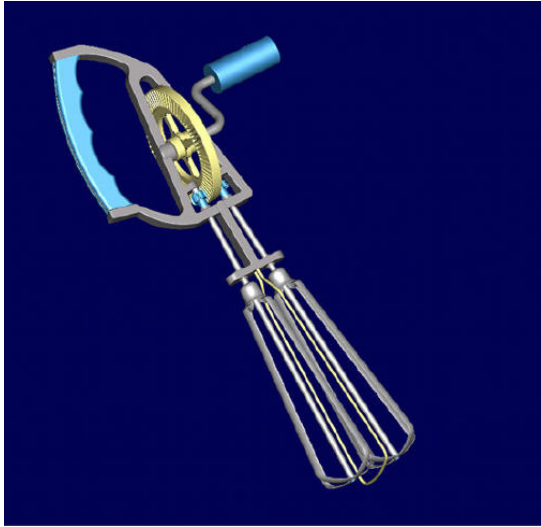
Completa la tabella.

macchina	Funziona come	
	il coltello (moto traslatorio)	l'affettatrice (moto rotatorio)
Ascensore		
Maniglia		
Cacciavite		
Pedale della bicicletta		
Tasto del telefonino		
Compasso		
Scala mobile		

I due tipi di movimenti sono quelli più spesso eseguiti, singolarmente o in combinazione tra loro, da ogni genere di macchina.

Esercizio:

Analizziamo sia le fruste per montare sia il frullino per notare le differenze. In particolare notiamo il tipo di movimento che è necessario eseguire, con i due strumenti, per ottenere lo stesso effetto montante.



Notare gli ingranaggi del frullino che permettono di cambiare il movimento rotatorio, piuttosto lento, della manovella in quello molto più rapido del frullino.

Notare inoltre che la macchina cambia **il senso di movimento**, poiché i denti sono dalla parte dell'ingranaggio maggiore anziché sul bordo.

Esercizi

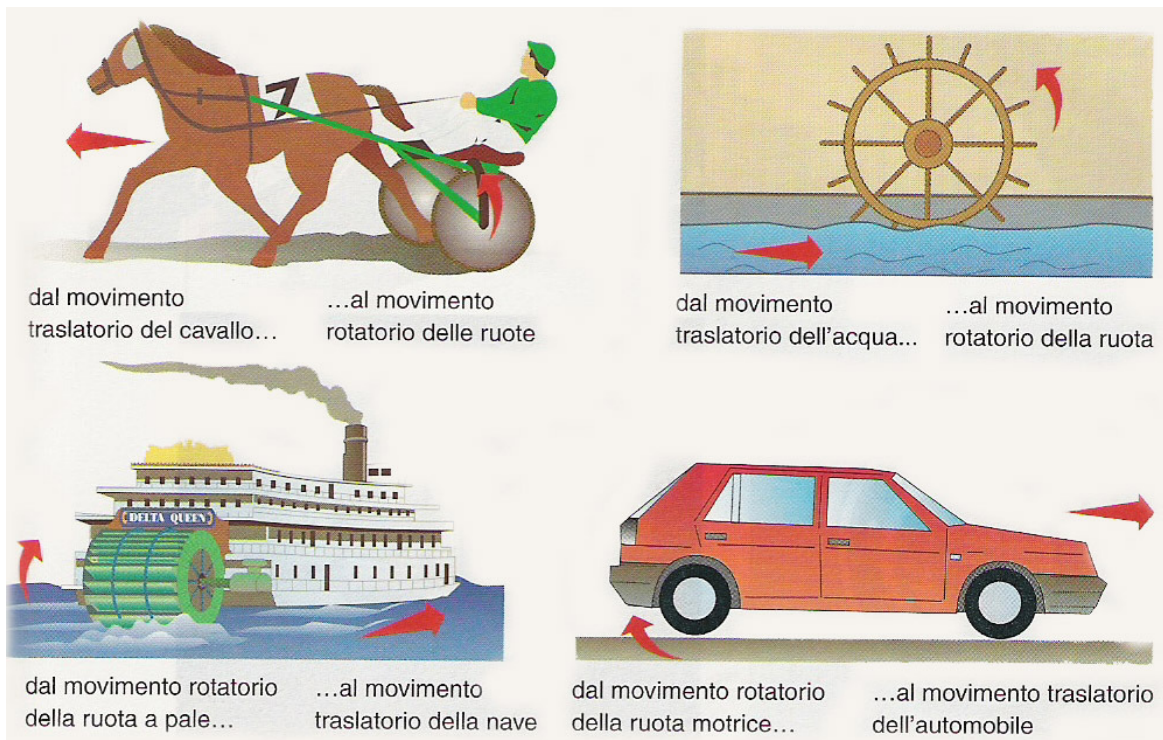
Analisi descrittiva e funzionale della frusta

Analisi descrittiva e funzionale del frullino

Il movimento può essere trasformato

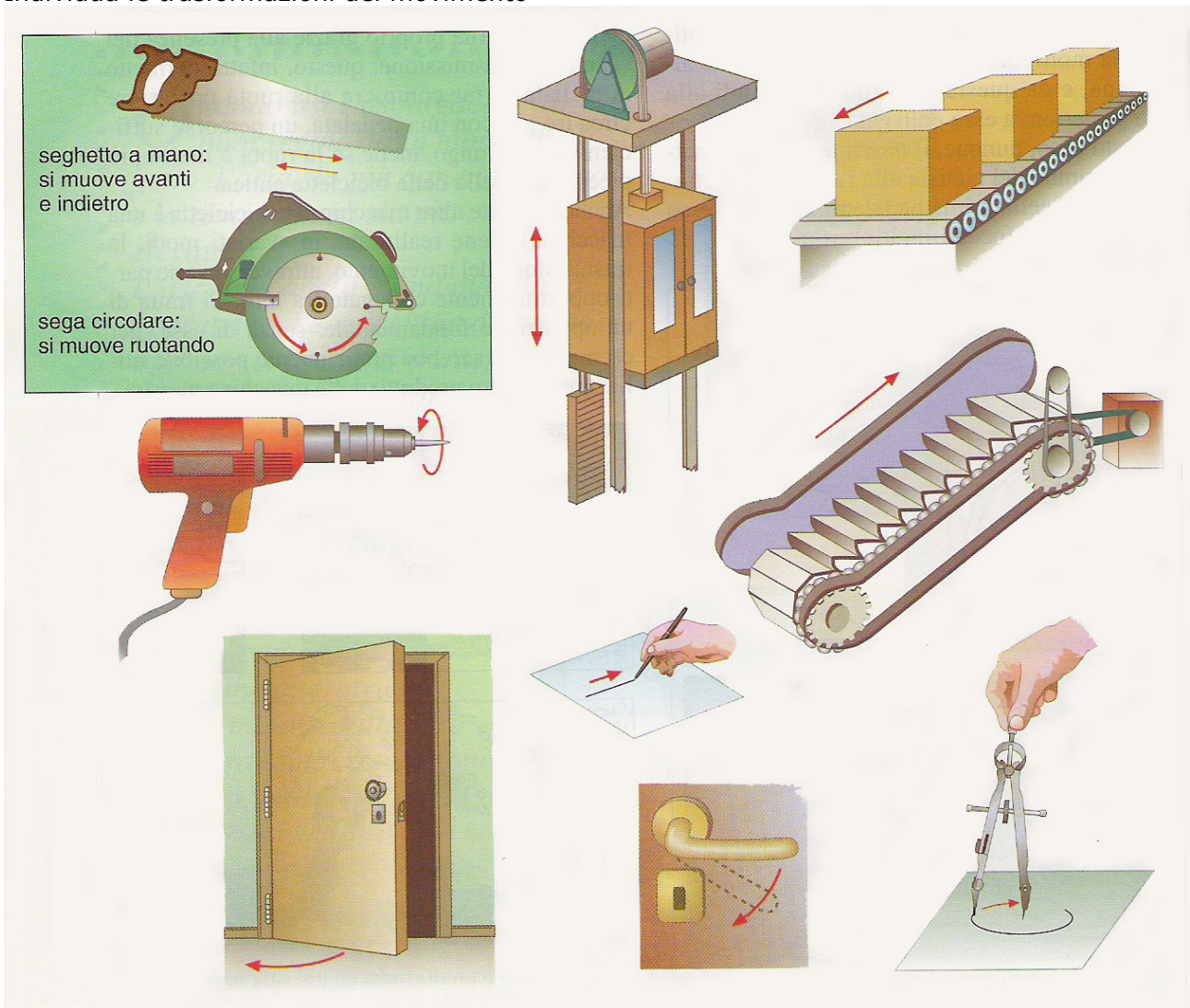
Osserviamo cosa accade quando pedaliamo in bicicletta: le nostre ginocchia si muovono in su ed in giù, eseguendo un moto di tipo traslatorio; attraverso l'azione dei pedali sulle pedivelle viene messa in movimento la moltiplica, che esegue un movimento rotatorio. Viene dunque attuata una **trasformazione** del movimento: da traslatorio a rotatorio.

Osserviamo invece cosa accade quando apriamo o chiudiamo a chiave una serratura: la chiave si muove, azionata dalla nostra mano, eseguendo un moto rotatorio e la sua azione fa spostare il catenaccio che si muove di moto traslatorio. Viene dunque attuata una **trasformazione** del movimento: da rotatorio a traslatorio.



Esercizio:

Individua le trasformazioni del movimento



Pertanto per utilizzare una macchina occorrono trasformazioni del movimento, tanto più numerose quanto più la macchina è complessa, per far svolgere ad una macchina le funzioni che le vengono richieste.

La trasmissione del moto

Il movimento può essere trasmesso o trasformato da vari congegni meccanici o meccanismi o sistemi detti **rotismi**. Gli organi di propulsione e di movimento sono principalmente gli **assi** e gli **alberi**, di forma cilindrica allungata, sui quali vengono montate e fissati i meccanismi per la trasmissione del moto. L'organo che trasmette il moto si chiama **albero** o **asse motore** o **conduttore**, mentre quello a cui viene trasmesso il movimento si chiama **albero condotto**.

La trasmissione del moto rotatorio da un asse ad un altro avviene per mezzo dell'uso combinato di ruote che possono essere di *frizione, dentate, pulegge con cinghie e pulegge con catene*.

I sistemi meccanici

I sistemi meccanici sono costituiti da meccanismi il cui scopo è quello di trasmettere energia meccanica sotto forma di movimento.

Contemporaneamente possono anche essere in grado di modificare il tipo di movimento, cioè si può passare da un moto rettilineo ad uno rotatorio e viceversa oppure da uno rotatorio verso sinistra ad uno rotatorio verso destra.

Trasmettere il moto significa *fornire energia ad una massa affinché si metta in movimento ed essa a sua volta metta in movimento un'altra massa, che a sua volta Si ottengono così i "treni di ruote" (o di altri organi di trasmissione) che trasmettono il movimento da un punto ad un altro (se si tratta di ruote, da un asse primario agli altri).*

Il movimento di un qualsiasi elemento di un meccanismo può essere circolare o rettilineo, continuo o alternativo.

Movimento

circolare

continuo

alternativo

rettilineo

continuo

alternativo

Per soddisfare le richieste di un certo tipo di movimento piuttosto che di un altro, si fa ricorso a particolari meccanismi che permettono la trasmissione o la trasformazione del movimento generato da un motore (macchina motrice) ad una macchina utilizzatrice. Tali meccanismi sono detti elementi attivi (ingranaggi, cinghie, alberi a gomito, ecc,) oppure elementi passivi (cuscinetti a rotolamento e cuscinetti a strisciamento). Gli elementi passivi, pur non intervenendo direttamente nella trasmissione del movimento, lo facilitano riducendo le forze resistenti originate dall'attrito.

I sistemi di trasmissione del movimento (**meccanismi ATTIVI**) possono essere schematizzati come segue:

per contatto diretto

ruote di frizione
ruote dentate

per collegamento

con organi flessibili

cinghie
catene
funi
sistemi idraulici
molle

con organi rigidi

sistemi a leva: biella e manovella e glifo oscillante
sistemi a sagoma: camma o eccentrico

I sistemi di trasmissione del movimento (**meccanismi PASSIVI**) possono essere schematizzati come segue:

cuscinetti a strisciamento o bronzine

cuscinetti a rotolamento

che riprenderemo in fondo a questa unità.

TRASMISSIONE PER CONTATTO IMMEDIATO

La trasmissione per contatto immediato **consente di trasferire un movimento circolare continuo a un altro organo che deve muoversi allo stesso modo.**

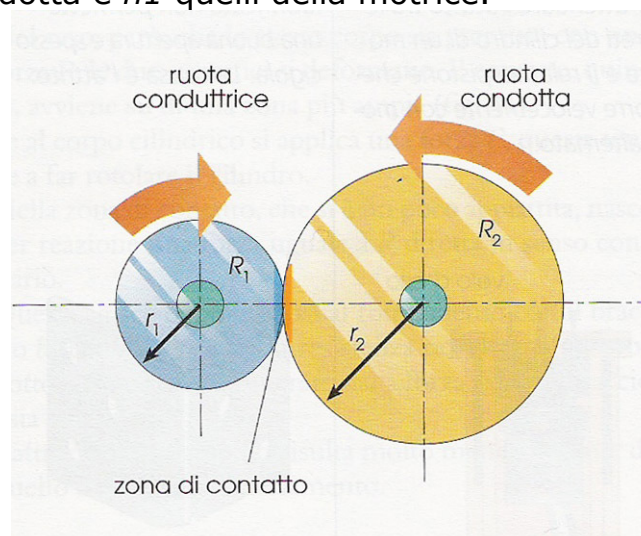
Con questo tipo di trasmissione si può variare la forza del movimento mettendo a contatto ruote di diverso diametro e variando così il rapporto di trasmissione (numero di giri della ruota condotta). I meccanismi attivi per contatto diretto sono le ruote di frizione e le ruote dentate.

RUOTE DI FRIZIONE

Le ruote di frizione sono costituite da corpi solidi a forma cilindrica (trasmissione tra assi paralleli) oppure a forma conica (trasmissione tra assi concorrenti) ruotanti intorno al proprio asse e mediante il contatto della superficie esterna delle due ruote si trasmettono il moto rotatorio, sfruttando l'aderenza (o attrito) che si verifica tra le loro periferie.

Il corpo che trasmette il movimento viene detto conduttrice o motrice, quello che riceve il moto è detto condotto. I due solidi girano in senso opposto.

Il numero di giri che compie ogni ruota è inversamente proporzionale al relativo diametro. Se il diametro è più grande, più piccolo sarà il numero dei giri. Il rapporto tra il numero dei giri delle due ruote si chiama rapporto di trasmissione ed è dato dalla proporzione **$D_1 : D_2 = n_2 : n_1$** nella quale D_1 è il diametro della ruota motrice R_1 , D_2 quello della condotta R_2 , n_2 il numero di giri della ruota condotta e n_1 quelli della motrice.



Esercizio.

Utilizzando cartone robusto (ma va bene anche la scatola di cartone della carta per fotocopie), costruisci un modello di ingranaggi con ruote di frizione.

Realizza due ruote di diametro 16cm e 8 cm e fissali ad un supporto di cartone mediante fermacampioni. Poni le due ruote a contatto tra loro.

Verifica la direzione nella trasmissione del movimento.

Trovano applicazione quando il moto rotatorio da trasmettere è continuo e le distanze tra gli assi delle ruote sono ridotte.

Con le ruote di frizione la trasmissione avviene con sicurezza solo se è evitato lo slittamento di una delle due ruote sull'altra. Per questo motivo le ruote vengono rivestite di materiale, come il cuoio ad esempio, che aumenta l'aderenza tra le parti, o vengono sagomate in modo opportuno. In ogni caso sono adatte a trasmettere potenze poco elevate.

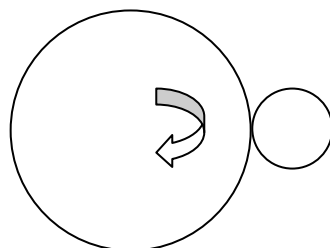
Questo meccanismo viene utilizzato nelle frizioni delle automobili (in questo caso il rotismo prende il nome di innesto), nella dinamo delle biciclette e nelle spazzole delle lucidatrici.



Trasmissioni di questo tipo presentano il vantaggio di essere abbastanza silenziose e di semplice costruzione, ma possono trasmettere sforzi limitati e, a causa di possibili slittamenti, il rapporto di trasmissione non è determinabile esattamente né si mantiene costante nel tempo.

Esercizio svolto (sul rapporto di trasmissione):

E' disegnata di seguito, una coppia di ruote di frizione. Calcoliamo il rapporto di trasmissione.



Ruota motrice Ruota condotta

La ruota motrice ha diametro 9 centimetri, mentre la ruota condotta ha diametro di 3 centimetri.

Il rapporto di trasmissione è pari a $9/3 = 3$, dunque, quando la ruota motrice fa 1 giro, la ruota condotta fa 3 giri.

Esercizio (sul rapporto di trasmissione):

Disegna tre coppie di ruote di frizione aventi i seguenti diametri:

motrice 8, condotta 2;

motrice 6, condotta 4;

motrice 3, condotta 6.

Calcola, per ogni coppia, il rapporto di trasmissione, trascrivendo la seguente frase: "Quando la ruota motrice fa 1 giro, la ruota condotta fa giri"

Giunti cardanici

Il giunto cardanico è un organo di trasmissione del movimento costituito da due forcelle, ciascuna collegata ad un albero rotante, che si articolano a snodo su un albero o su una croce. Il giunto cardanico consente di trasmettere il movimento rotatorio di un albero ad un altro albero, che può formare con il primo un angolo fino a 20° circa.

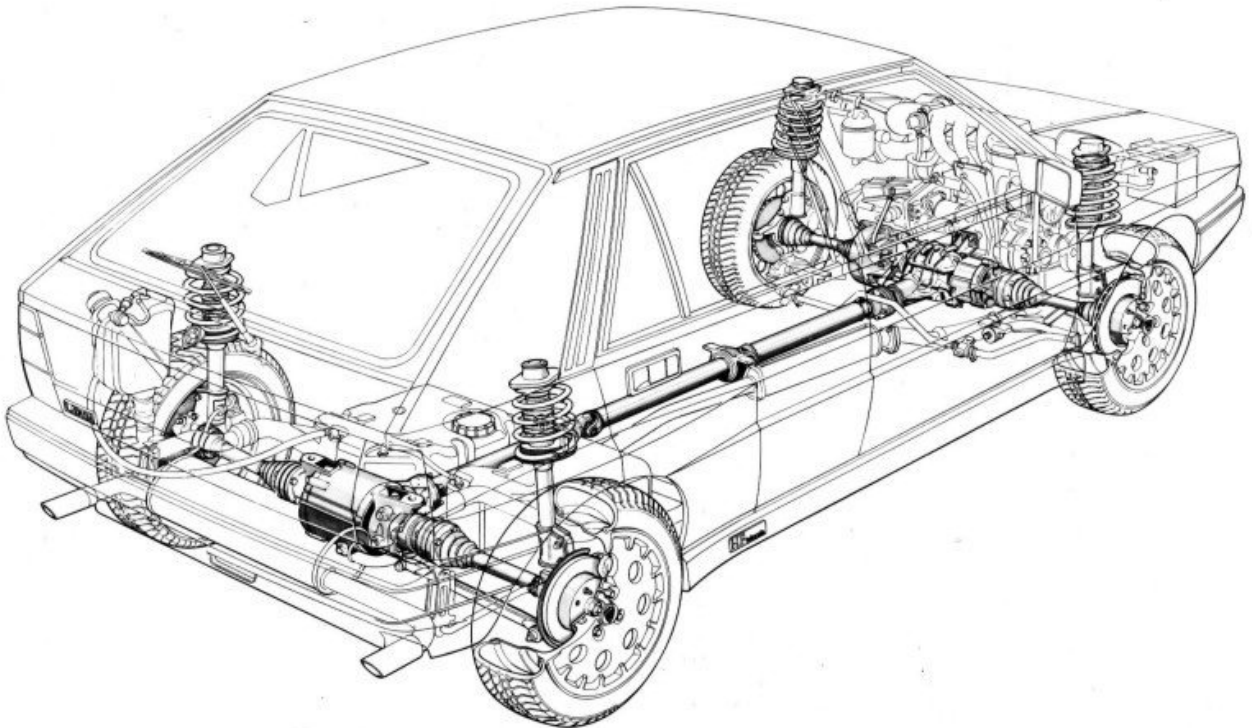


Alberi di trasmissione

Sono pezzi cilindrici che trasmettono il movimento rotatorio da una parte ad un'altra di una macchina.

Gli alberi di trasmissione sono sostenuti da supporti che possono essere direttamente realizzati nell'incastellatura della macchina oppure essere costituiti da pezzi separati, assicurati alla struttura con bulloni.

Per ridurre l'attrito tra il supporto e l'albero viene interposto un cuscinetto, che nelle macchine moderne è generalmente a rotolamento.



GLI INGRANAGGI

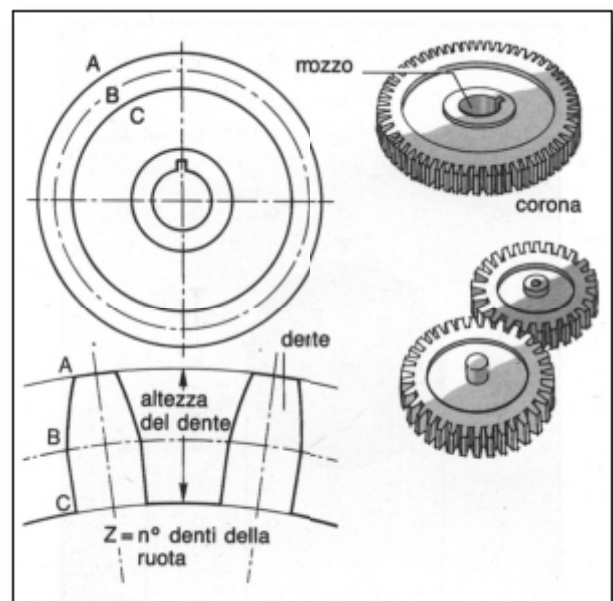
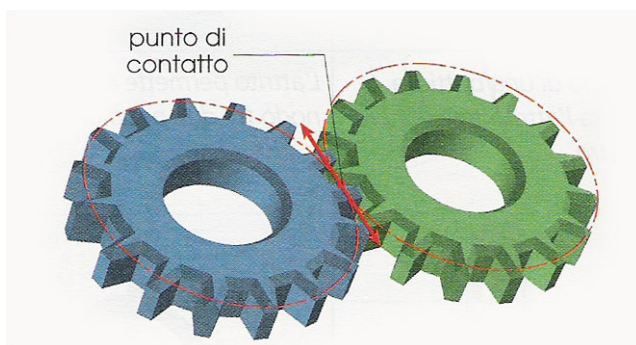
Sono meccanismi costituiti **da una coppia di ruote dentate** (orologio meccanico) o **da una ruota dentata e una vite senza fine** (contagiri di un contatore elettrico), o **da una ruota dentata e una cremagliera** (ferrovie di montagna).

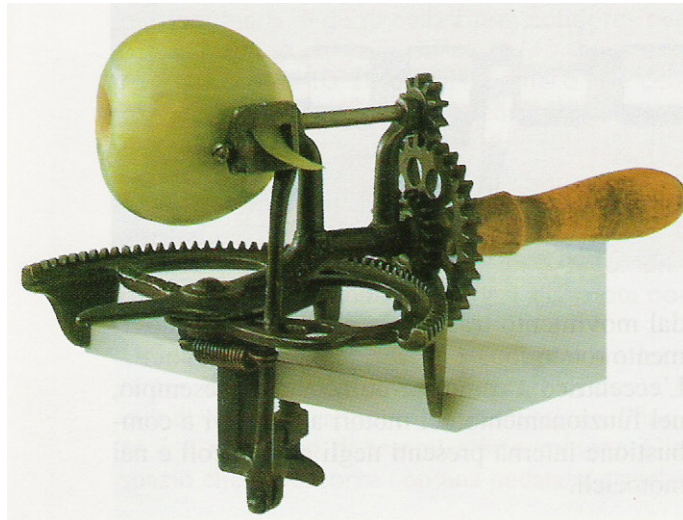
RUOTE DENTATE

Se alle ruote di frizione si modificano le circonferenze esterne, intagliando loro dei denti, si ottengono delle ruote dentate. Queste svolgono lo stesso compito delle ruote di frizione, ma risultano molto più efficienti ed in grado di trasmettere una quantità di energia di gran lunga superiore senza pericolo che vi siano strisciamenti tra una ruota e l'altra (e quindi si alteri il rapporto di trasmissione tra conduttrice e condotta), perché in questi rotismi non è più l'attrito a consentire il movimento della ruota condotta bensì la spinta che questa riceve sui suoi denti attraverso quella conduttrice.

Per vincere forti resistenze, per le quali non è possibile usare le ruote di frizione, vengono dunque impiegate le *ruote dentate*. Queste sono ruote che sulla circonferenza presentano dei solchi e delle sporgenze in modo che queste ultime di una ruota vanno ad incastrarsi nei solchi dell'altra. Una coppia di ruote dentate forma un **ingranaggio**: due ruote ingranano tra loro solo se hanno lo stesso tipo di dentatura o lo stesso passo (distanza tra due denti consecutivi).

Se le ruote hanno un numero di denti uguale riescono a compiere un intero giro nello stesso tempo; se, invece, in una ruota vi è un numero di denti diverso essa compirà un numero di giri diverso da quello dell'altra ruota. Il **rapporto di trasmissione** è dato comunque dalla relazione **$Z_1 : Z_2 = n_2 : n_1$** nella quale Z_1 è il numero di denti della ruota motrice, Z_2 quello dei denti della condotta, n_2 il numero di giri della ruota condotta e n_1 il numero di quelli della motrice.





Ingranaggi di un ingegnoso apparecchio ideato nel secolo scorso per sbucciare frutta e ortaggi

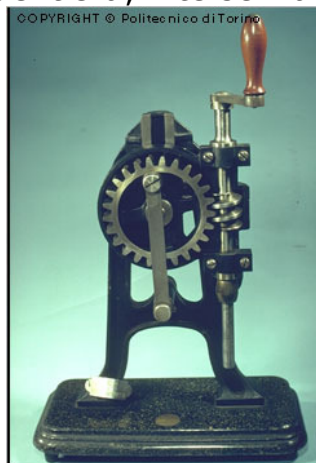
Le ruote dentate vengono utilizzate nel cambio dei veicoli a motore, nelle trasmissioni delle macchine utensili, negli orologi.

I vantaggi delle ruote dentate sono più importanti degli svantaggi: precisione di funzionamento se con buona manutenzione; possibilità di trasmettere forze comunque grandi; possibilità di realizzare e mantenere qualunque rapporto di trasmissione.

I loro svantaggi consistono nella limitata distanza fra gli assi di trasmissione; nei costi elevati e nella difficoltà di costruzione delle diverse parti e nella sensibilità all'usura e al calore (e quindi necessitano di lubrificazione).



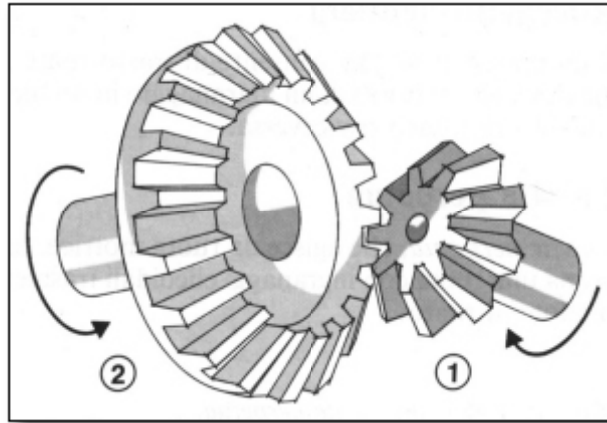
Esistono molti tipi di ruote dentate, che si classificano in base al modo in cui avviene la trasmissione: tra assi paralleli; tra assi concorrenti; tra assi sghembi; rocchetto e dentiera; vite senza fine; ruota elicoidale.



vite senza fine

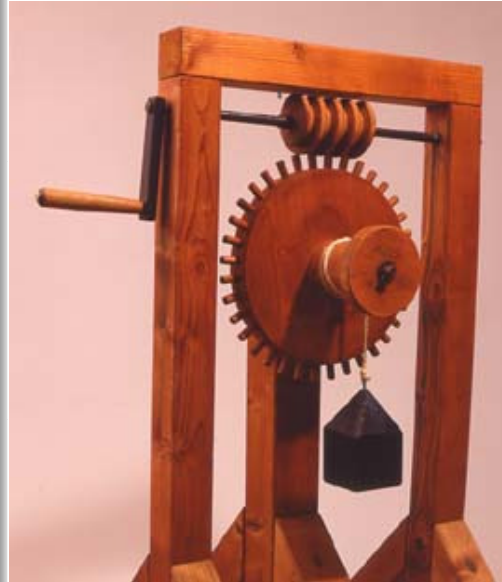
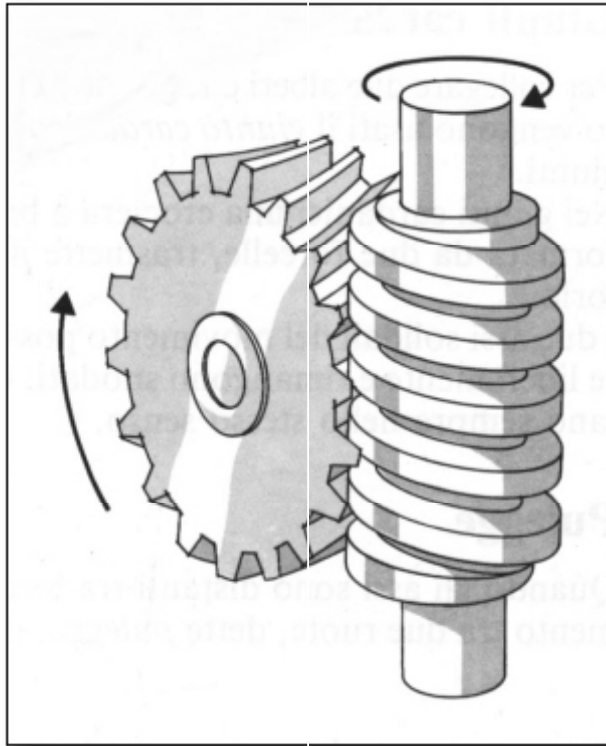
Ruote coniche

Sono ingranaggi formati da due ruote dentate di forma tronco-conica. La ruota di diametro minore si chiama *pignone*, quella di diametro maggiore *corona*.



Vite senza fine

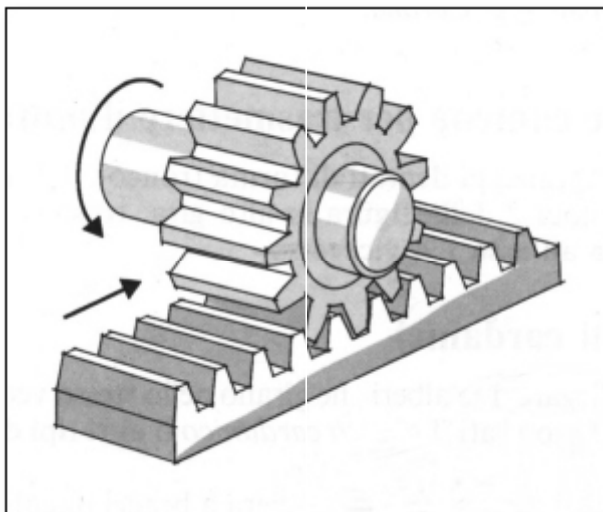
E' formata da una ruota dentata, che agisce da motrice, che ingrana una ruota con ingranaggi elicoidali, con asse perpendicolare a quello della ruota dentata, trasmettendole il moto.



Macchina di Leonardo: meccanismo elicoidale

Rocchetto-dentiera

E' un meccanismo che consente di trasformare il movimento rotatorio di un ingranaggio in un movimento rettilineo o viceversa. E' formato da una ruota dentata, collegata ad un asse, i cui denti si incastrano nei solchi di una piastra dentata.



Macchina di Leonardo: cric

ESEMPIO : Cambio di velocità degli autoveicoli

Sull'albero motore della automobile, è calettata una ruota dentata a forma di gabbia, detta pignone. I suoi denti trascinano i denti di una ruota più grande detta corona, il cui albero condotto è perpendicolare al primo. Questo tipo di ingranaggio ha un doppio scopo:

- a) cambia la direzione del moto;
- b) cambia la velocità di rotazione.

Cerchiamo di capire meglio il secondo aspetto:

Il pignone è la ruota motrice ed ha 6 denti; la corona, che viene trascinata, è la ruota condotta ed ha 24 denti. Quando il pignone fa un giro completo, quanti giri completi fa la corona? Per saperlo basta calcolare il rapporto di trasmissione:

$$\text{rapporto di trasmissione} = \frac{\text{n. denti ruota motrice}}{\text{n. denti ruota condotta}}$$

Nel nostro caso avremo $6/24 = 1/4$, cioè quando la ruota motrice fa un giro completo, la ruota condotta fa $1/4$ di giro. Questa riduzione di velocità ha uno scopo ben preciso: l'albero condotto infatti acquista una forza superiore di 4 volte a quella applicata e con questo può spostare un pesante carrello orizzontale.

Quindi l'ingranaggio *amplifica* una forza rotatoria.

TRASMISSIONE PER COLLEGAMENTO CON ORGANI FLESSIBILI

La trasmissione del movimento con organi flessibili **consente di trasmettere il moto rotatorio tra due alberi che stanno ad una certa distanza tra loro.**

CINGHIE

Quando gli assi sono distanti tra loro un collegamento tra due ruote, dette *pulegge*, può avvenire per mezzo di cinghie di trasmissione. In tal caso le due pulegge si comportano come ruote di frizione.

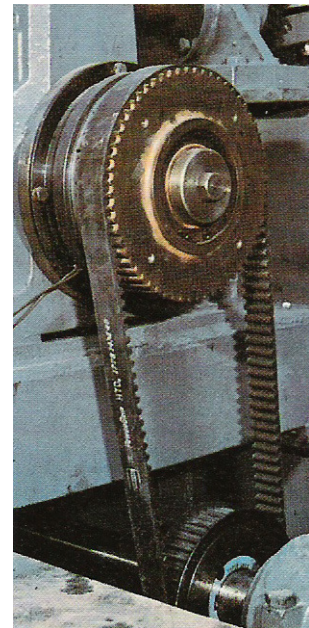
Nella trasmissione con cinghia, la puleggia (che è una ruota liscia o scanalata) conduttrice trascina, per aderenza, la cinghia che, a sua volta, trascina la ruota condotta. Il rapporto di trasmissione può essere variato cambiando i diametri della ruota motrice e di quella condotta.

Se la cinghia è disposta normalmente (cinghia dritta), le due pulegge conduttrice e condotta ruotano nello stesso senso ; se la cinghia è incrociata. Le pulegge ruotano in senso opposto.

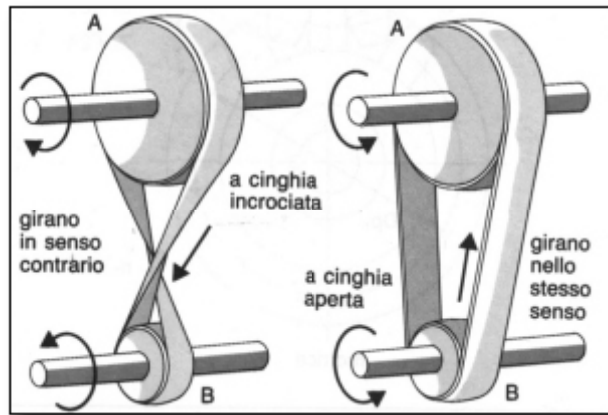
Le cinghie piatte sono normalmente di cuoio conciato, ma il loro uso va scomparendo, sostituite da cinghie (tessute con cotone o altri filati ricoperti da gomma) a sezione trapezoidale che scorrono su pulegge opportunamente scanalate. Le cinghie trapezoidali garantiscono una migliore aderenza: sono impiegate nelle ventole delle automobili, nelle lavatrici, nelle macchine da cucire.

La trasmissione con cinghia non può essere considerata di assoluta precisione, perché nel tempo non si possono escludere eventuali slittamenti.

I vantaggi della trasmissione a cinghia risiedono nella silenziosità e nel fatto che essa non necessita di lubrificazione.



L'uso della puleggia a gradini, formata da più ruote di diametro diverso accoppiate, ferma restando la velocità dell'albero motore, consente di ottenere diverse velocità.



Esercizio.

Utilizzando cartone robusto (ma va bene anche la scatola di cartone della carta per fotocopie), costruisci un modello di ingranaggi con ruote di frizione.

Realizza due ruote di diametro 12cm e 6 cm e fissali ad un supporto di cartone mediante fermacampioni. Poni le due ruote a distanza tra loro e, con l'ausilio di spago, realizza una fune o cinghia. Verifica la direzione nella trasmissione del movimento.

Inverti ora la fune e verifica il cambiamento di direzione nella trasmissione di movimento.

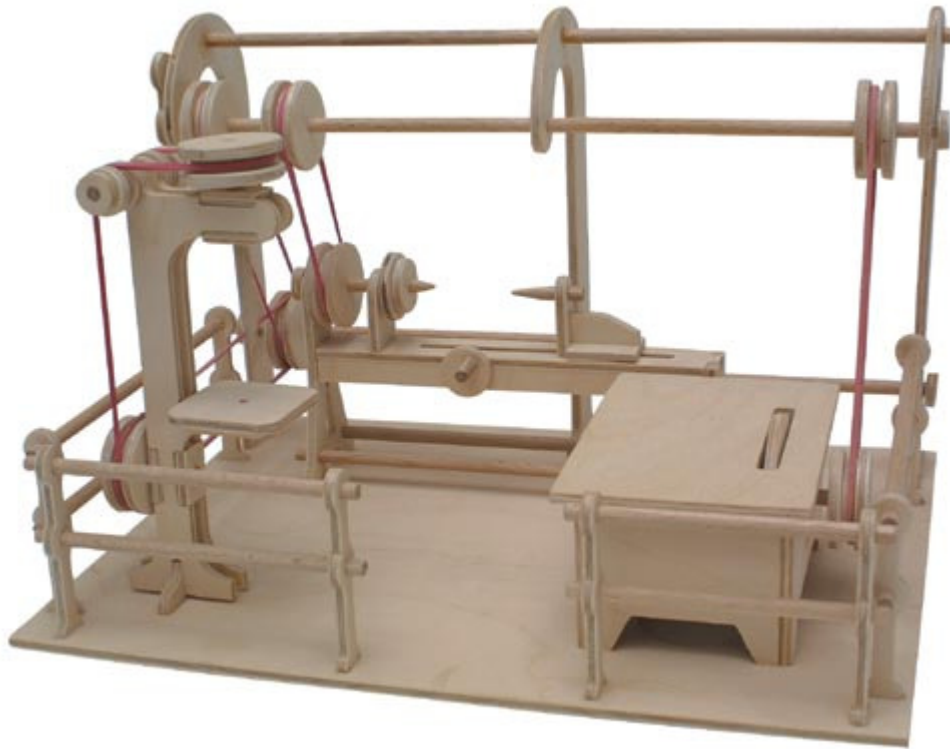
“Laboratorio funzionante con comando a trasmissione”

Riproduzione di un laboratorio d'epoca in miniatura.

Il sistema di azionamento mediante cinghie viene utilizzato per mettere in moto più macchine contemporaneamente.

Comprende tornio, sega circolare e trapano a colonna.

Dimensione della base 160 x 220 mm



CATENE

Per garantire la costanza del rapporto di trasmissione tra due alberi in movimento e non sia possibile ricorrere alle ruote dentate, si impiegano catene calibrate a rulli, che pur essendo pesanti e costose, si prestano alle più svariate applicazioni e garantiscono movimenti dolci e resistenti a sforzi notevoli.

Le catene possono essere articolate o ad anelli e vengono usate non solo per trasmissioni ma anche come organi di sollevamento e di trazione: le prime, in acciaio, sono costituite da rulli muniti di perni collegati tra loro da piastrine, le seconde hanno anelli di ferro fucinato che ne costituiscono le maglie e sono più adatte per il sollevamento.

Le catene, non consentendo lo slittamento tra le parti mosse dalla stessa forza motrice, perché si avvolgono su ruote dentate, garantiscono un rapporto di trasmissione costante (tra la ruota condotta e quella conduttrice, ed è calcolato come per le ruote dentate) anche a distanze notevoli. Sono abbastanza rumorose, di costo elevato e necessitano di lubrificazione.

Le catene sono presenti in moltissimi macchinari: dai bulldozer e argani alle catene di distribuzione di automobili e motociclette alle biciclette, alle scale mobili e ai paranchi.



Macchina di Leonardo: catene

FUNI

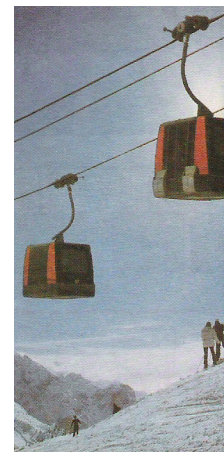
Il funzionamento è simile a quello delle cinghie, e viene utilizzato quando l'entità della forza motrice da trasmettere è grande, non ci sono problemi relativi allo slittamento delle parti in moto e non si può ricorrere alle cinghie.

Le funi possono essere vegetali, cioè formate da tre o quattro cordoni, avvolti da sinistra a destra, costituiti da filacce di canapa, cotone o Manilla avvolte insieme da destra a sinistra: questo accorgimento è di ostacolo allo svolgersi della fune e le dà maggiore maneggevolezza facilitandone il piegamento.

Le funi possono essere metalliche, con fili di acciaio, ottenute avvolgendo uno o più strati di fili attorno ad un'anima centrale (funi a trefolo).

Vengono utilizzate negli ascensori e nei montacarichi, nelle funicolari e negli impianti di risalita per sport invernali (seggiovie, skilift).

Possono trasmettere il movimento tra organi anche molto distanti tra di loro. Il peso, la lunghezza, la velocità di esercizio e la potenza trasmessa le rendono estremamente pericolose in caso di rottura.

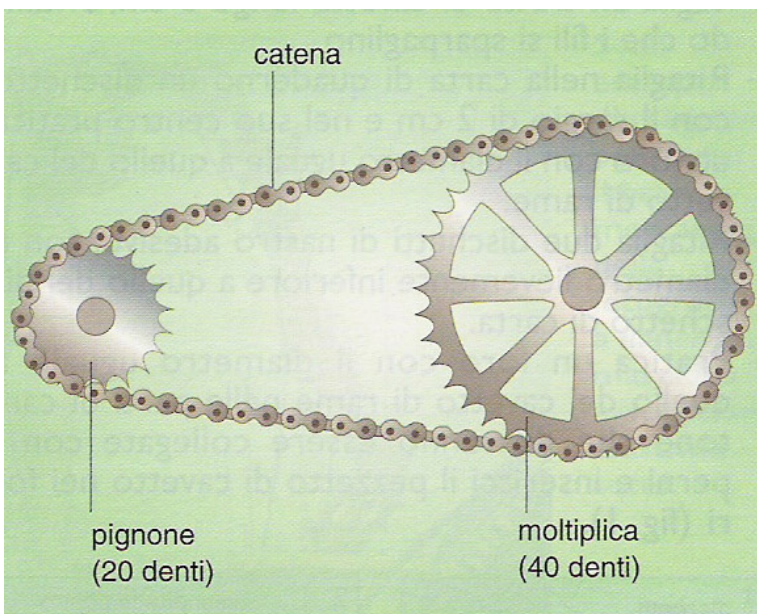


Il rapporto di trasmissione di una bicicletta

Il **velocipede** è un modello che ha più di cento anni: è dotato di pedali che sono direttamente collegati all'asse della ruota più grande e fanno corpo unico con essa. Quando il ciclista pedala, imprime direttamente alla ruota il movimento.



Le biciclette moderne sono invece dotate di catena, che collega la moltiplica, solidale con i pedali, al pignone che si trova sull'asse della ruota posteriore. Quando il ciclista pedala, imprime un movimento ai pedali e alla moltiplica; da questa il movimento si trasmette alla catena e da essa al pignone ed infine, alla ruota posteriore ad esso collegata. Dunque il movimento si trasmette dalle gambe del ciclista alla ruota posteriore attraverso parti intermedie (pedali, moltiplica, catena).



Se la moltiplica ha 40 denti ed il pignone ha 20 denti, quanto è il rapporto di trasmissione?

Usando il cambio, è possibile collegare tra loro ruote dentate con diversi numeri di denti e quindi variare il rapporto di trasmissione.

Minore è il rapporto di trasmissione, minore è lo spazio che si percorre con una pedalata ed anche minore è la spinta necessaria per far compiere ai pedali un giro completo: si produce dunque meno velocemente, ma si fa minore fatica.

Esercizio

Quanti metri percorre la tua bicicletta durante una pedalata, cioè un giro completo della moltiplica?



Per trovare la distanza occorre moltiplicare la lunghezza del bordo esterno della ruota posteriore per il numero di giri che la ruota compie durante una pedalata, cioè per il rapporto di trasmissione.

Per trovare la lunghezza del bordo (la circonferenza) basta misurare la distanza tra il mozzo della ruota ed un punto del bordo (il raggio) e moltiplicarla per 6,28.

Per trovare il rapporto di trasmissione basta contare il numero di denti della moltiplica ed il numero di denti del pignone sulle quali agisce la catena, e dividere il primo numero per il secondo.

TRASMISSIONE PER COLLEGAMENTO CON ORGANI RIGIDI

I meccanismi che riescono **a trasformare il moto da traslatorio a rotatorio e viceversa** sono i meccanismi attivi per collegamento rigido, che si suddividono **in sistemi a leva** (biella-manovella e glifo oscillante) e **sistemi a sagoma** (glifo oscillante).

SISTEMI A LEVA

I sistemi a leva possono essere utilizzati sia per trasmettere movimenti circolari sia per trasformare i medesimi in moti rettilinei e viceversa. Sono costituiti essenzialmente da alberi a gomito (detti anche alberi a manovella) e da bielle, queste ultime rappresentano l'organo di collegamento destinato a ricevere un moto rettilineo per trasformarlo in movimento rotatorio dall'albero, nel caso siano collegate ad altri motori, a riceverlo rotatorio da questi per trasformarlo poi in moto rettilineo.

Vi sono poi altri tipi di sistemi a leva, detti manovellismi, che utilizzano aste provviste di feritoia (glifi) all'interno del quale scorre il corsoio destinato a ricevere o a trasmettere il moto.

Applicazioni tipiche dei meccanismi attivi per collegamento rigido a leva sono le macchine da scrivere, le locomotive a vapore ed i comandi delle imbarcazioni.

Tali meccanismi riescono a trasformare un moto rotatorio in uno rettilineo e viceversa, ma sono molto rumorosi e necessitano di lubrificazione. Tutti i componenti sono soggetti ad usura.

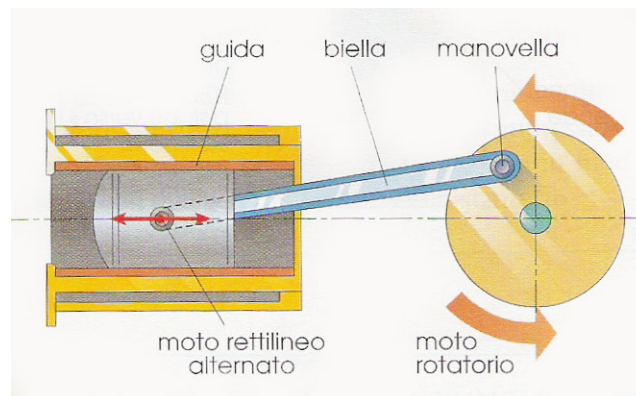
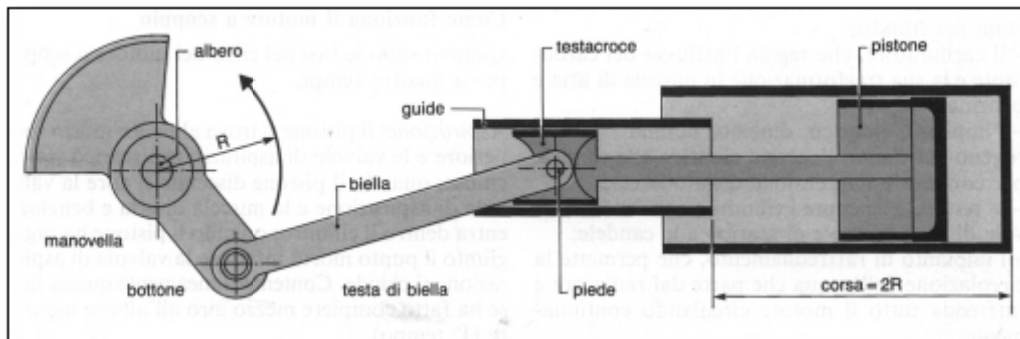


BIELLA-MANOVELLA

La **biella** è un'asta rigida collegata tramite due perni rispettivamente ad un pistone e a un'estremità di una manovella. L'altra estremità della manovella è, in genere, collegata ad un **albero motore** (cioè ad un albero che imprime movimento ad altre parti meccaniche).

Il sistema biella-manovella consente di trasformare il moto rettilineo alternativo in moto rotatorio continuo, come accade nei motori a scoppio che si trovano nelle auto: il pistone scorre nel cilindro ed è collegato attraverso lo spinotto alla biella, a sua volta collegata alla manovella che si trova sull'albero motore (o albero a gomito). Il moto rettilineo traslatorio alternativo del pistone viene trasformato nel moto rotatorio della manovella, che si comunica all'albero motore.

Questo sistema è **reversibile**, cioè consente di trasformare il moto rotatorio continuo in rettilineo alternativo, come ad esempio, in alcuni tipi di pompe.



Esercizio.

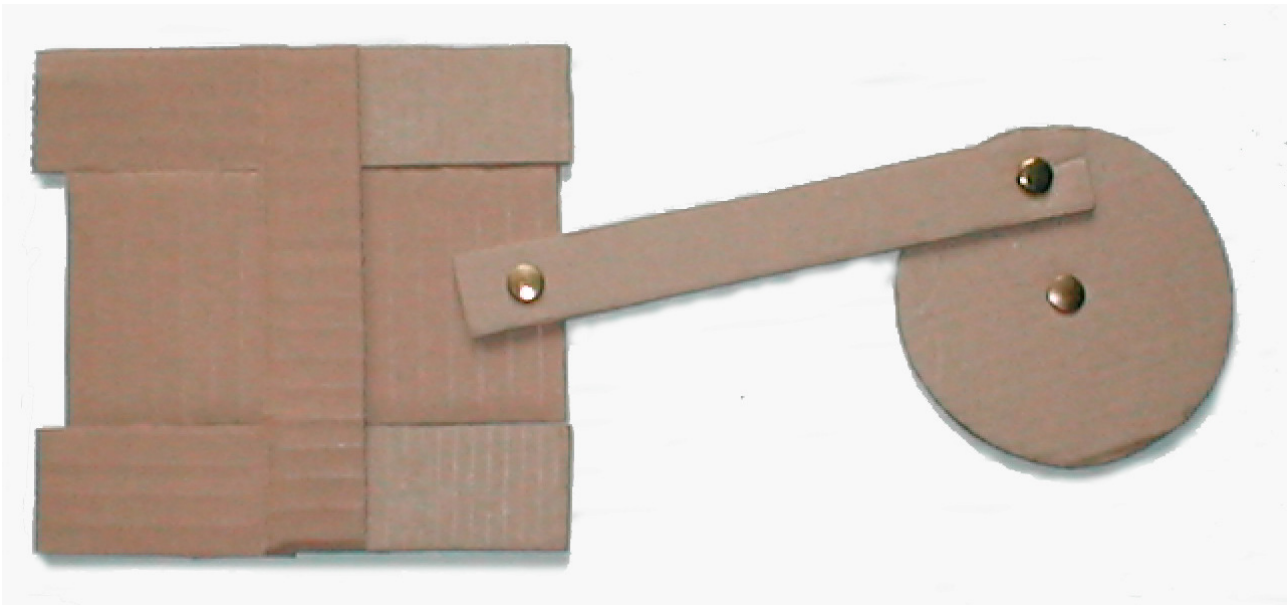
Utilizzando cartone robusto (ma va bene anche la scatola di cartone della carta per fotocopie), costruisci un modello di meccanismo con biella e manovella.

Realizza un disco di diametro 8 cm, una biella di 13x3 cm e collegali tra loro con un fermacampione. Realizza un pistone di 11x5 cm e collegalo alla biella con un fermacampione.

Fissa ora il disco al centro con un terzo fermacampione.

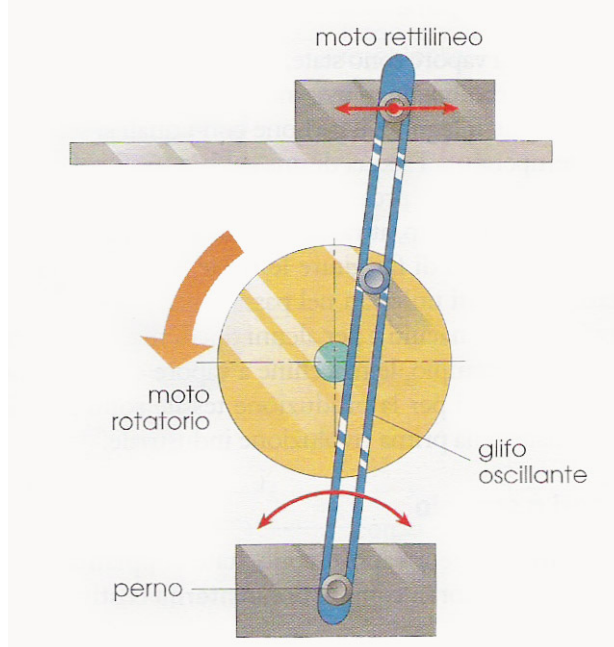
Per realizzare la struttura del cilindro, realizza 3 elementi di misure 13x3, 13x3 e 11x3 ed incollali sul supporto di cartone.

Verifica la trasmissione del movimento: se fai muovere alternativamente, avanti e indietro, il pistone nel cilindro, otterrai la rotazione del disco.



GLIFO OSCILLANTE

Il sistema a glifo oscillante serve allo scopo di trasformare il moto rotatorio in moto rettilineo alternato. Il movimento rettilineo di andata è più lento del movimento di ritorno e ciò anche se il moto rotatorio è perfettamente regolare. Viene utilizzato in alcune macchine utensili come limatrice e piallatrice.



Manovella a glifo di Whitworth

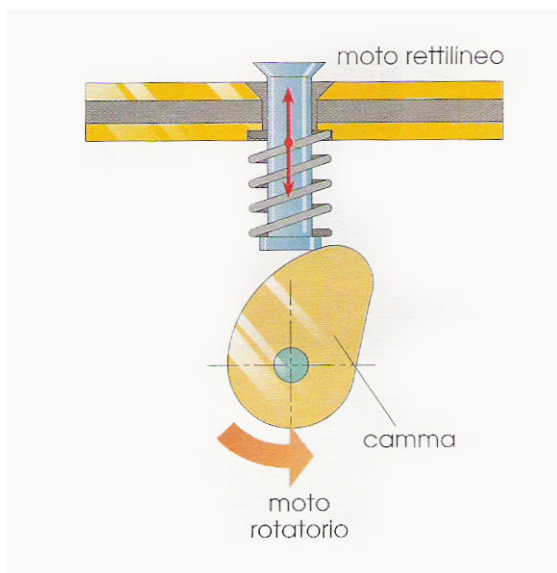
SISTEMI A SAGOMA

Differiscono da quelli a leva soltanto perché il movimento trasmesso dipende dal profilo delle sagome (da cui il nome) di particolari meccanismi, detti camme, sui quali sono poggiati degli organi mobili come aste o leve. La camma è di solito montata su un supporto rotante (albero a camme) e la sua sagoma è determinata dal tipo di movimento che si vuole imprimere alle aste sovrastanti; si possono avere anche camme a profilo circolare montate fuori centro sull'albero motore (meccanismi ad eccentrico) e camme con lunghi tratti rettilinei raccordati da archi di cerchio (meccanismi tangenziali), ma anche in questi casi il principio di funzionamento rimane lo stesso.

CAMMA o ECCENTRICO

La **camma** è un organo di collegamento meccanico che, fissato ad un albero motore, permette di realizzare la trasformazione dal moto rotatorio al moto traslatorio alternativo grazie al suo particolare profilo.

Si tratta di un profilo eccentrico opportunamente studiato, montato su un **albero a camme** (cioè un albero motore sul quale sono montate una o più camme), capace di far spostare un'asta con un movimento rettilineo.



Ogni camma è in contatto con l'estremità di un'asta rigida mobile, disposta perpendicolarmente all'albero motore: quando l'albero gira, il movimento delle camme provoca un movimento alternativo delle aste.

Numerosi sono gli impieghi delle camme: il comando di apertura e chiusura delle valvole dei motori a scoppio, dei torni automatici e nelle serrature.

L'eccentrico a camme **non è reversibile**, cioè questo meccanismo non permette la conversione dal moto traslatorio alternativo al moto rotatorio, è molto rumoroso e necessita di lubrificazione: tutti i componenti sono soggetti ad usura.



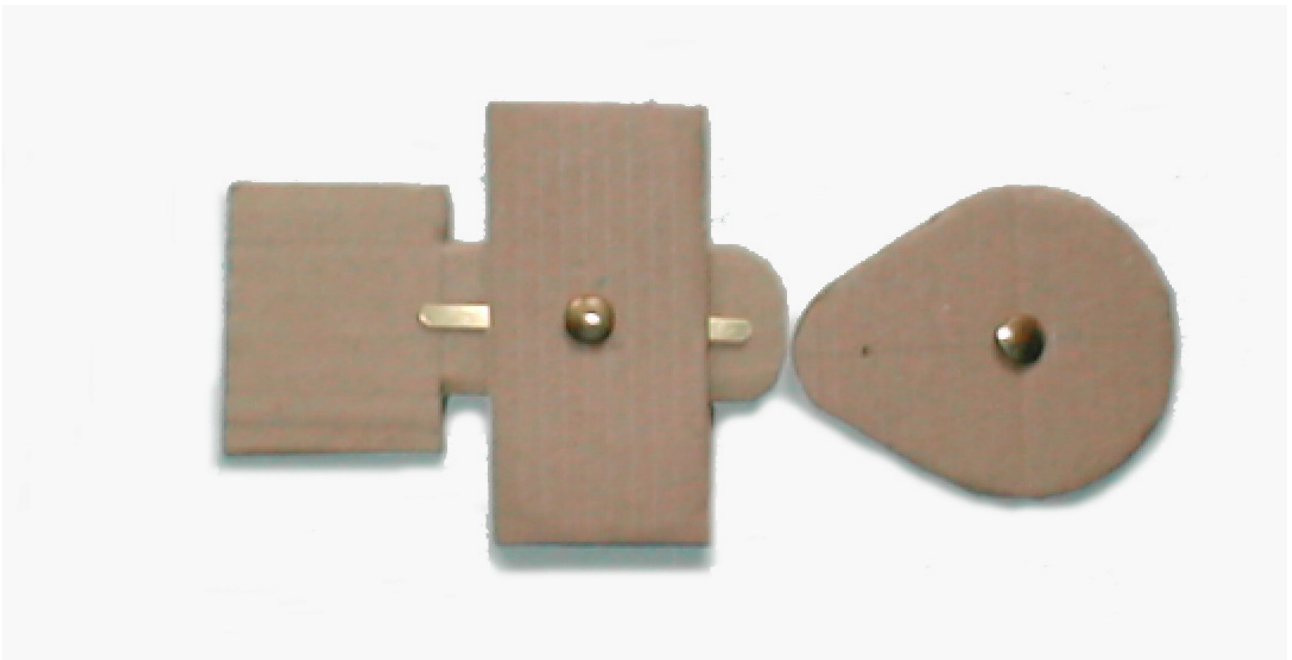
Macchina di Leonardo: Martello a camme

Esercizio.

Utilizzando cartone robusto (ma va bene anche la scatola di cartone della carta per fotocopie), costruisci un modello di meccanismo con camme.

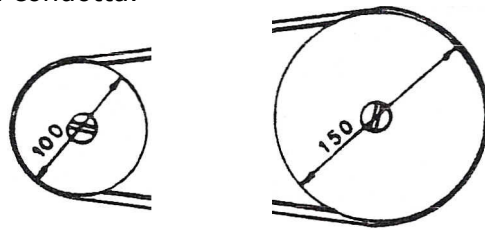
Realizza un glifo di diametri 8 cm e 4 cm e collegalo al supporto mediante un fermacampione. Realizza ora un pistoncino di 8x5 cm + 6x8 cm ed una struttura ponte in cui esso possa scorrere.

Verifica la trasmissione del movimento: se fai ruotare la camma, otterrai il movimento alternativo, avanti e indietro, del pistone nel cilindro.

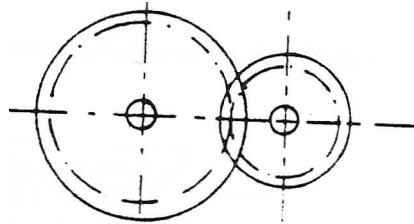


Esercizi:

Sapendo che la puleggia più piccola è la motrice e compie 1.200 giri al minuto, calcola il numero di giri della puleggia condotta.

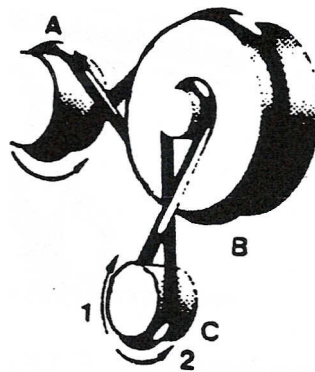


In un meccanismo, il rapporto di trasmissione è di 1: 2,5. Se la ruota dentata conduttrice ha 50 denti, calcola il numero di denti della ruota dentata condotta.



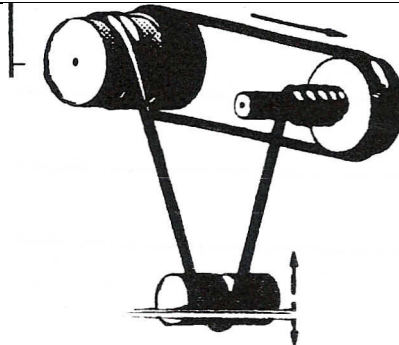
I tre rulli sono collegati tra loro da cinghie di trasmissione incrociate. Se il rullo A si muove nel senso della freccia, in quale direzione gira il rullo C ?

- in direzione 1
- in direzione 2



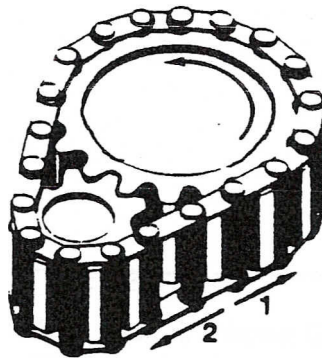
Una cinghia di trasmissione fa ruotare e due ruote verso destra. In che direzione si muove il peso sorretto dalla cinghia?

- Verso il basso
- Verso l'alto
- Resta fermo



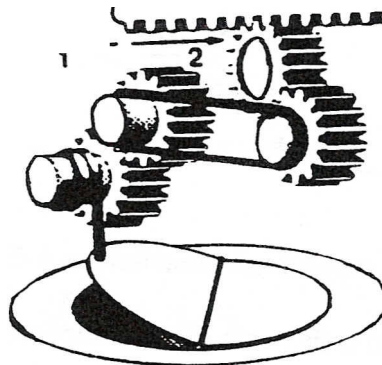
Le due ruote dentate sono chiuse in una catena di trasmissione. In quale direzione si muove la catena, quando la ruota grande gira nel senso della freccia?

- in direzione 1
- in direzione 2
- non può assolutamente muoversi



La valvola (in basso) deve chiudersi. In quale direzione deve muoversi allora la cremagliera in alto?

- in direzione 1
- in direzione 2
- la valvola non può chiudersi



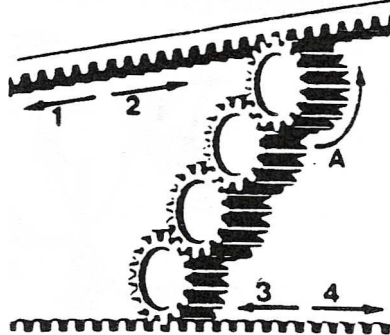
La ruota dentata A gira nel senso indicato dalla treccia. In quale direzione si muovono le due cremagliere ?

in direzione 1 e 3

in direzione 2 e 4

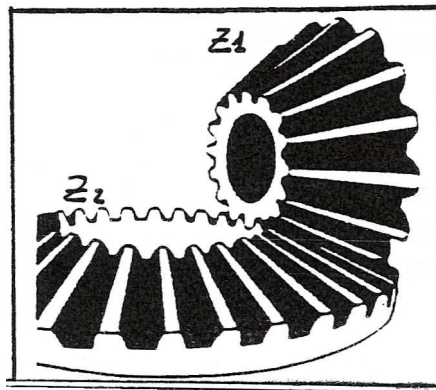
non possono assolutamente spostarsi

<input type="checkbox"/>
<input type="checkbox"/>
<input type="checkbox"/>



Il rapporto di trasmissione delle due ruote dentate è 3 : 5.

Se la ruota Z1 compie 225 giri al minuto, quanti giri compie la ruota Z2 ?



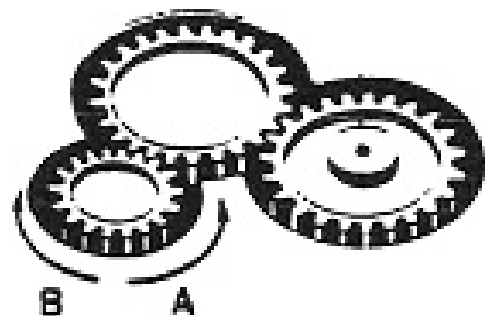
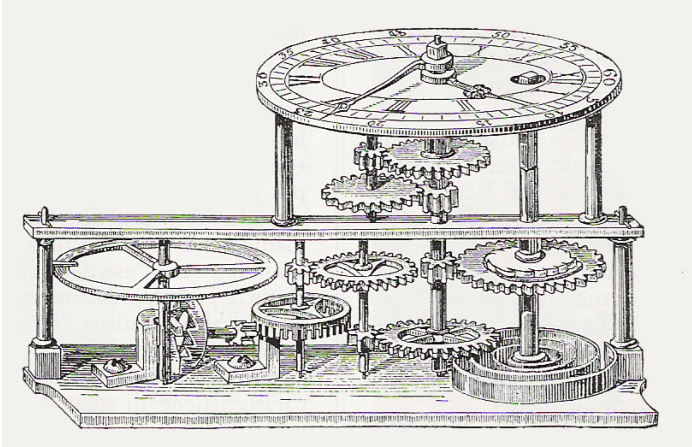
Le ruote dentate sono viste dal retro di un orologio. Le lancette sono fissate nel punto C. In quale direzione deve girare la ruota a sinistra perché le lancette si muovano nella direzione giusta?

in direzione A

in direzione B

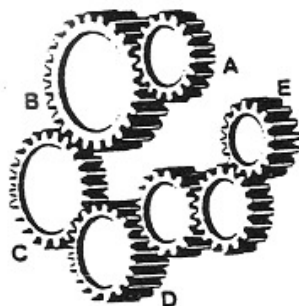
l'ingranaggio non interessa il moto delle lancette

<input type="checkbox"/>
<input type="checkbox"/>
<input type="checkbox"/>



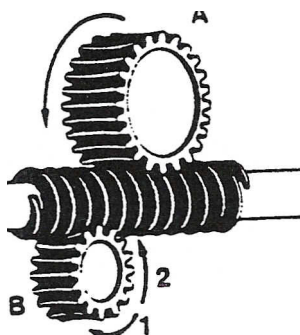
Quale delle ruote dentate compie il maggior numero di giri?

La ruota A	<input type="checkbox"/>
La ruota B	<input type="checkbox"/>
La ruota C	<input type="checkbox"/>
La ruota D	<input type="checkbox"/>
La ruota E	<input type="checkbox"/>
Tutte le ruote girano alla stessa velocità	<input type="checkbox"/>



Le due ruote dentate sono collegate da una vite senza fine. Se la ruota A è il movente e gira nel senso della freccia, in quale direzione gira B ?

In direzione 1	<input type="checkbox"/>
In direzione 2	<input type="checkbox"/>
Non ruota	<input type="checkbox"/>



I cuscinetti a strisciamento

Tutti i meccanismi necessitano di particolari organi di sostegno, chiamati supporti, destinati a sostenere i diversi componenti; per consentire il movimento bisogna però introdurre un dispositivo capace di ridurre l'effetto frenante dovuto all'attrito tra le parti meccaniche: tali dispositivi sono i cuscinetti che, pur non intervenendo direttamente nella trasmissione dei movimenti, la facilitano. Per ridurre l'attrito i cuscinetti a strisciamento sfruttano le proprietà dei lubrificanti (soprattutto olii minerali, ma anche olii animali e vegetali, grassi, grafite e talco) e di alcune leghe metalliche a base di bronzo, stagno, piombo e antimONIO.

Vengono utilizzati per accoppiamenti di alberi rotanti.

Semplicità di costruzione e costi molto inferiori a quelli dei diretti concorrenti (i cuscinetti a rotolamento) non sono sufficienti a compensare la durata ed il rendimento relativamente bassi.



Cuscinetti a rotolamento

Quando un albero ruota nel suo supporto, il movimento è ostacolato dall'attrito che si ha nella zona di contatto. Se le due parti sono in contatto diretto, le superfici strisciano l'una sull'altra e l'attrito è molto intenso.

Il vantaggio che il contatto di rotolamento può avere su quello di strisciamento era già noto ai tecnici dell'antica Roma (argani su sfere di bronzo ritrovati su navi romane), ma soltanto il progresso tecnico degli ultimi novanta anni ne ha permesso il completo sfruttamento. Questi cuscinetti sono costituiti da un anello fisso solidale con il supporto, uno mobile solidale con l'albero, un certo numero di sfere o di rulli disposti tra i due ed una gabbia destinata ad impedire che le sfere o i rulli vengano a contatto tra di loro. Anelli, sfere e rulli, la cui lavorazione richiede una notevole precisione, sono costruiti in acciaio, le gabbie possono essere in bronzo oppure in lamiera stampata.

Vengono utilizzati in accoppiamenti di alberi rotanti

Rendimento molto elevato (riducono a circa un decimo il coefficiente di attrito), facilità nella sostituzione e durata, ma anche una scarsa resistenza agli urti.

