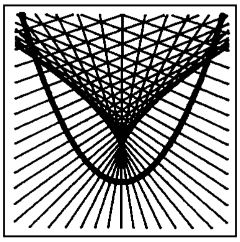
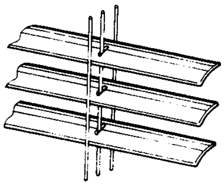
OLTRE IL COMPASSO
La geometria delle curve

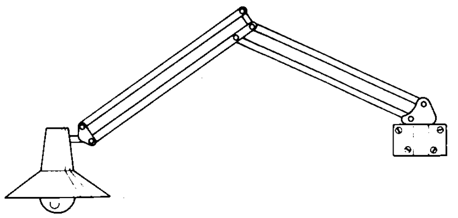


Il quadrilatero articolato

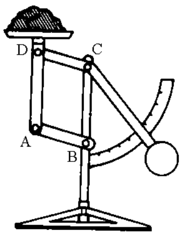
Fra i numerosi meccanismi di aste articolate che risolvono problemi di interesse sia pratico che teorico uno dei più semplici è il *quadrilatero articolato*. La sua applicazione è alla base di molti strumenti che sono quotidianamente sotto i nostri occhi come, ad esempio alcune bilance, le tende alla veneziana, i tecnigrafi o i tergicristalli degli autobus e delle automobili.



tende alla veneziana



lampada da scrivania



bilancia

fig. 1

Se si considera il quadrilatero ABCD con lato AB fissato, è chiaro che la posizione di una delle altre tre aste determina quella delle rimanenti. Si tratta cioè, di un meccanismo con un solo grado di libertà. In generale il tipo di movimento di tale meccanismo dipende dal rapporto fra la lunghezza delle aste che, variato, può dare luogo a un funzionamento molto diverso e in questo sta il fascino, l'interesse e l'utilità del quadrilatero articolato.

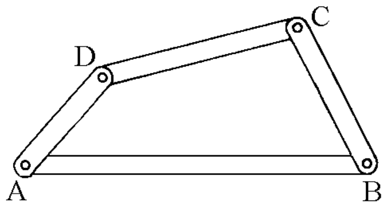
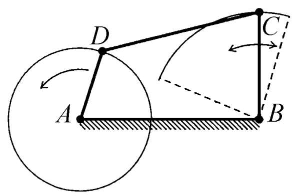


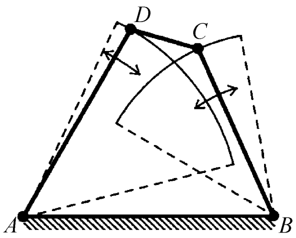
fig.2

Contrariamente a quanto si può pensare a prima vista non è facile prevedere il movimento di un congegno così semplice e, per questo, può essere conveniente realizzare un semplice modello con strisce di cartone o aste di meccano o altro.
In generale i tipi di quadrilatero articolato più facili da incontrare nella nostra esperienza quotidiana sono i cosiddetti *quadrilateri di Grashof*, quelli cioè per cui vale la seguente relazione: *la somma delle lunghezze dell'asta più corta e di quella più lunga del quadrilatero è minore o uguale della somma delle lunghezze delle rimanenti due aste*.
In base al tipo di movimento cui danno origine questi quadrilateri possono essere classificati in tre diverse tipologie:

1. Se l'asta AD è la più corta, facendola ruotare di moto antiorario anche l'asta BC inizierà a girare in senso antiorario, ad un certo punto però quest'ultima invertirà la direzione del moto pur continuando AD nella sua rotazione antioraria. Perciò facendo ruotare l'asta AD, l'asta CB oscillerà.



2. Se invece è l’asta CD la più corta, l’asta AD non potrà compiere una rotazione completa e così sia l’asta AD che l’asta CB oscilleranno.



3. Se, infine, è l’asta AB la più corta facendo ruotare l’asta AD ruoterà anche l’asta CB.

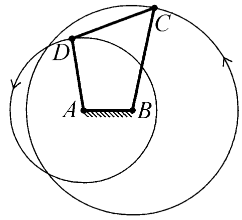
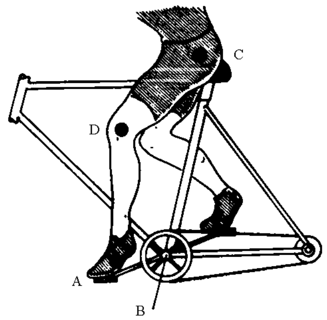
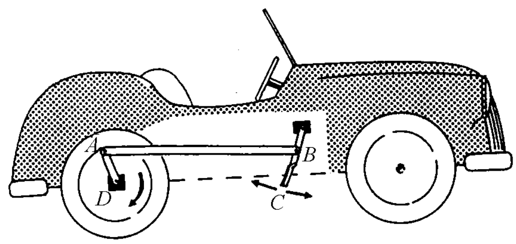


fig. 3

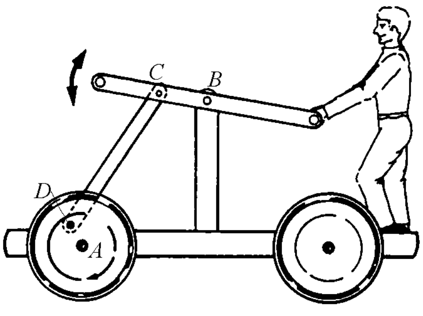
In molti casi il quadrilatero viene usato per trasformare un moto alternato in moto circolare; la gamba di un ciclista e la pedivella della bicicletta ne sono un semplice esempio e così pure il pedale delle vecchie macchine da cucire, la macchinina a pedali o il semovente per riparazioni sui binari ferroviari che ormai si vede solo nei vecchi film.



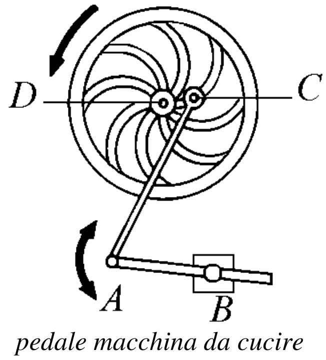
ciclista



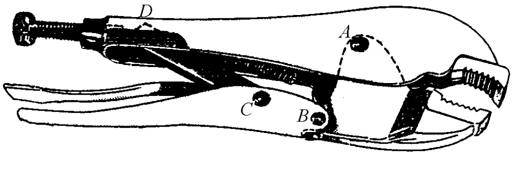
macchinina a pedali



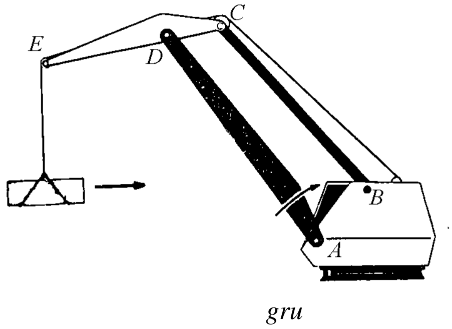
semovente per binari ferroviari



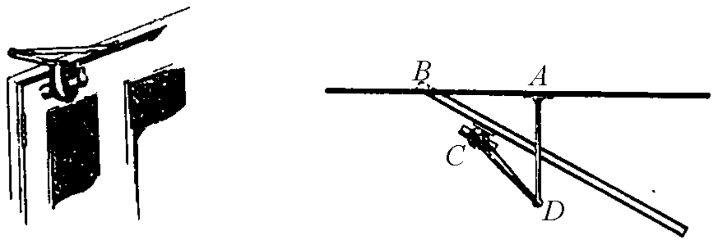
pedale macchina da cucire



pinza



gru



molla di ritorno delle porte fig. 4

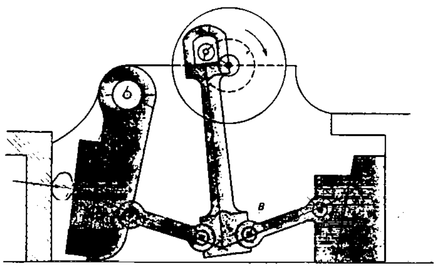
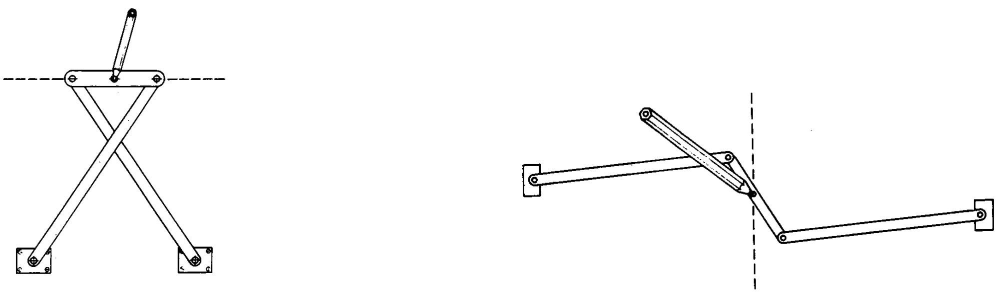


fig. 5 - *frantoio per pietre*

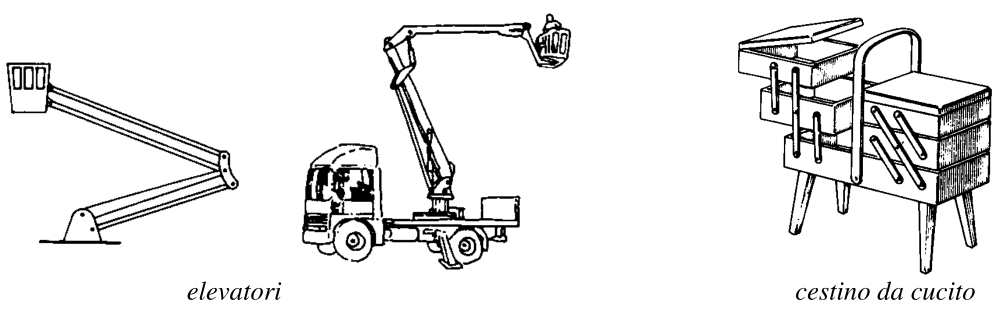
Ma questo meccanismo è molto versatile e infatti è sovente usato come moltiplicatore di sforzo nei casi in cui il movimento è impartito da un albero ruotante a velocità costante, mentre lo sforzo deve essere applicato solo in un breve tratto con piccoli spostamenti come avviene nei frantoi o in certe taglierine.
Infine si ritrova un quadrilatero articolato anche in molti meccanismi di aste articolate come quello Watt o di Tchebycheff.



Meccanismo di Tchebycheff *Meccanismo di Watt*

fig. 6

Quando poi le aste opposte del quadrilatero articolato sono di egual lunghezza il sistema diviene un *parallelogramma articolato* e tali coppie rimangono sempre parallele tra di loro.
In tutti i casi in cui è fondamentale che certe parti mantengano una giacitura prefissata il parallelogramma articolato fornisce la soluzione adeguata come nel caso dei sollevatori per l'ispezione dei lampioni stradali dove occorre garantire che la base della cabina rimanga ben orizzontale qualunque sia l'altezza dal suolo. Da notare che in alcuni casi si utilizzano due parallelogrammi accoppiati in modo da ottenere movimenti in due direzioni (si hanno due gradi di libertà) ma il parallelismo del movimento è sempre garantito.



elevatori *cestino da cucito* fig. 7

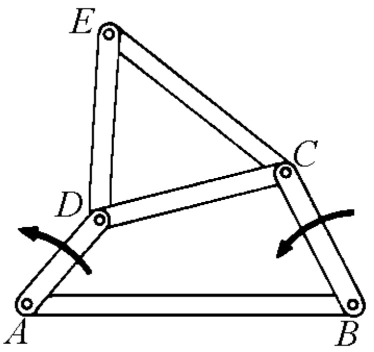
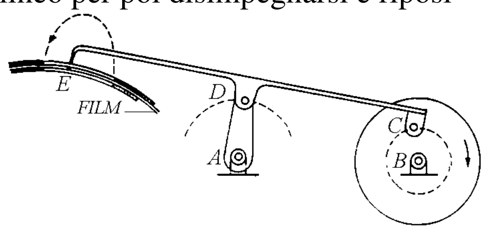


fig. 8

Se nella figura 8 si considera un piano solidale con l'asta CD allora mantenendo sempre AB fissato e ruotando l'asta più corta i punti di questo piano descrivono delle curve molto diverse fra loro, a seconda della posizione del punto. Per individuare il punto tracciante del piano vincolato all'asta CD basta aggiungere al meccanismo altre due aste CE e DE che formano un triangolo con CD.

La figura 10 in fondo alla pagina, dà un idea di questo fenomeno, alcune di queste curve hanno la forma di un 8 allungato, altre sono ovoidali, altre ancora hanno un tratto quasi rettilineo…
Quest'ultima opportunità viene sfruttata ad esempio nel meccanismo di trascinamento della pellicola nei proiettori e nelle cineprese. Quando C compie una rivoluzione completa attorno all'asse B, la punta E percorre la traiettoria tratteggiata nella figura 9 determinando l'avanzamento repentino della pellicola nel tratto quasi rettilineo per poi disimpegnarsi e riposizionarsi nell'altra parte di traiettoria. L'estrema varietà di curve che si riescono a tracciare con un meccanismo semplice quale quello del quadrilatero articolato è molto importante anche perché determinare un meccanismo funzionale che permetta ad un dato punto di un congegno di descrivere una determinata traiettoria (magari che approssimi quella esattamente voluta) senza che questa sia fisicamente presente costituisce uno dei fondamenti del progresso tecnologico.



meccanismo di trascinamento per pellicole
fig. 9

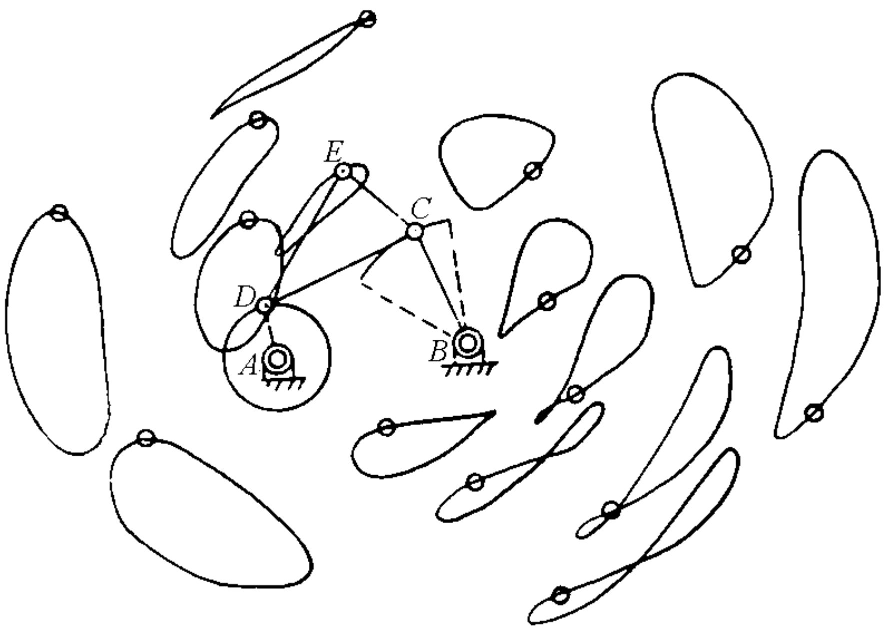


fig.10