

Meccanica e mecatronica

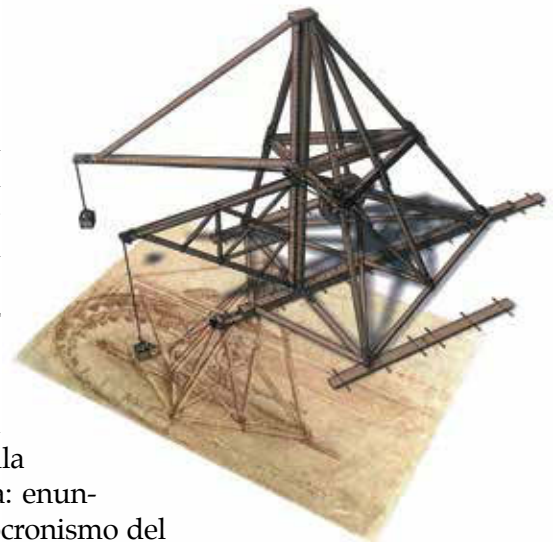
1. Dalle macchine semplici alla mecatronica

La trattazione delle **tecnologie meccaniche** parte dalla conoscenza di alcuni concetti scientifici di base, inerenti alle leggi dell'equilibrio dei corpi, delle macchine semplici, della trasmissione e della trasformazione del moto, delle forze d'attrito, ecc.

Fu **Archimede** di Siracusa (III sec. a.C.) che iniziò ricerche più dettagliate sul piano scientifico, occupandosi dell'equilibrio e della leva, introducendo i concetti di *peso specifico* e *baricentro*, enunciando il *principio* idrostatico del *galleggiamento dei corpi*. Contemporaneamente, **Erone** di Alessandria approfondiva lo studio delle macchine semplici e degli *ingranaggi*, le applicazioni del *sifone* e della potenza motrice del vapore.

Leonardo da Vinci, durante il Rinascimento, progettò numerose macchine per svariati usi ma, in gran parte, non riuscì a costruirle. Tuttavia, in questo periodo si verificarono continui progressi tecnici nelle *macchine* usate *per l'agricoltura*, nella *produzione di manufatti* e di energia, nella *navigazione*: in tutto ciò la *meccanica* rivestì un ruolo di primo piano. Fu **Galileo Galilei**, fondatore della dinamica moderna nel XVII secolo, a dare l'indirizzo decisivo alla meccanica: enunciò il *principio di inerzia*, il principio di composizione di moti simultanei, l'isocronismo del *pendolo*, il principio dei lavori virtuali. **Isaac Newton**, scienziato inglese del Seicento, generalizzò il principio di *inerzia* e il concetto di *forza*, introdusse il concetto di *massa* e il principio della *gravitazione universale*. Durante la Rivoluzione industriale, alla fine del XVIII secolo, con l'enorme sviluppo della tecnologia e l'applicazione della *macchina a vapore*, la meccanica trovò la sua definitiva affermazione in moltissimi ambiti operativi. Dalle prime macchine a vapore agli attuali sistemi mecatronici controllati da computer è stato un susseguirsi di perfezionamenti e innovazioni tecnologiche: dalla macchina operatrice si è arrivati agli *automi* (in grado di sostituire l'uomo in quasi tutte le fasi del processo produttivo), dai primi carri con le ruote di legno si è giunti alla locomotiva e ai *veicoli spaziali*.

Macchina di Leonardo per il sollevamento dei pesi.



2. Le macchine semplici

Alla base della meccanica e delle sue applicazioni tecnologiche ci sono alcuni semplici dispositivi, noti fin dall'antichità, che possiamo ancor oggi individuare in numerose situazioni: sono le cosiddette *macchine semplici*. Vediamole brevemente.

a. La leva

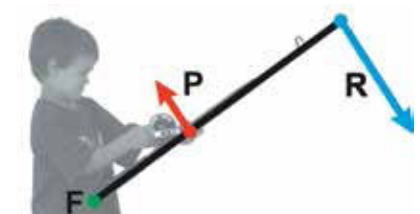
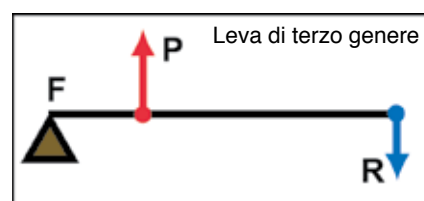
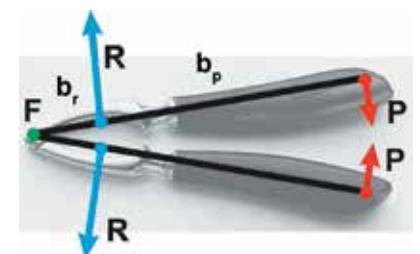
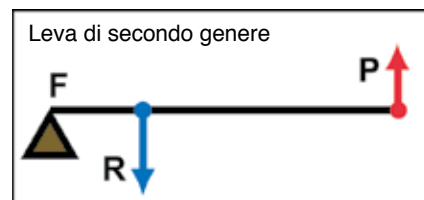
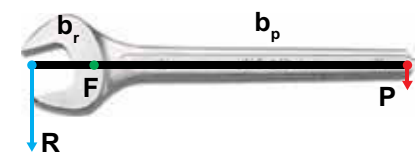
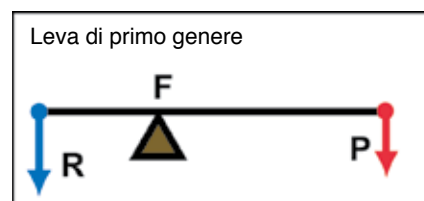
La leva è una delle macchine semplici più utilizzate. È formata da **un'asta rigida girevole attorno ad un suo punto fisso**, detto **fulcro**, **cui sono applicate** due forze, **la forza motrice** (o *potenza*) e **la forza resistente** (o *resistenza*).

La distanza tra i punti di applicazione delle forze ed il fulcro si chiama **braccio**.

La distanza dal fulcro alla resistenza è detta "**braccio della resistenza**" (b_r).

La distanza tra la potenza e il fulcro è detta "**braccio della potenza**" (b_p).

Esistono leve di tre generi, come si può vedere dagli schemi a lato.



b. Il cuneo

Il cuneo è costituito da un *prisma con sezione a triangolo isoscele allungato, che penetra in un corpo*, fino a spezzarlo, in relazione alla potenza applicata alla base del triangolo e alla struttura del materiale. Sono esempi di cuneo il ferro triangolare che spezza i tronchi d'albero o lo spessore in legno che si infila sotto una porta per tenerla aperta, contrastando le correnti d'aria.

c. Il piano inclinato

Si tratta di una superficie piana obliqua, cioè inclinata rispetto al piano d'appoggio. Lungo il piano inclinato è possibile tenere in equilibrio e far scorrere grossi carichi, portandoli ad altezze notevoli senza sforzi particolari. Il piano inclinato fu usato, probabilmente, per la costruzione delle grandi piramidi egizie.

d. La vite

Si tratta di un corpo cilindrico (o *gambo*) su cui viene inciso un solco a forma elicoidale. La parte in rilievo (*filetto*) si inserisce in un solco identico, inciso all'interno di un corpo, in modo tale che la vite diventa un organo di collegamento o di manovra.

e. La carrucola

Basata sulla ruota, può essere considerata come una leva a bracci uguali: l'equilibrio si ha quando $P=R$. L'applicazione classica è quella per il sollevamento del secchio da un pozzo.

f. Il verricello e l'argano

Il verricello è costituito da un cilindro (o tamburo) che può ruotare intorno al proprio asse orizzontale: su questo si avvolge una fune che solleva pesi. L'argano è molto simile al verricello, solo che il tamburo è disposto con l'asse in posizione verticale: è quindi più indicato per trascinare pesi lungo un piano, magari inclinato.

3. La trasmissione del moto

In genere, il motore principale, che fornisce energia, è dotato di moto rotatorio. Per moto rotatorio si intende quello *trasmesso da un albero* (che può essere rettilineo, a gomito o di forma generica), collocato su appositi supporti.

La *trasmissione semplice del moto* avviene direttamente fra organo conduttore e organo condotto, senza elementi intermedi. Può avvenire *per contatto* (*ruote dentate, ruote di frizione*), *per legame rigido* (*con alberi di trasmissione*) e *per legame flessibile* (*con cinghie, catene, funi*).

4. La trasformazione del moto

Spesso è necessario trasformare il tipo di moto per poterlo utilizzare. Esistono, al riguardo, alcuni dispositivi che trasformano il moto rotatorio continuo dell'albero motore in moto oscillatorio e viceversa. Tra questi ricordiamo la camma e il sistema biella-manovella.

a. La camma

La camma è un organo dalla forma particolare, con una prominente eccentrica che, nel corso della rotazione, è in grado di spostare un'asta cedente nella direzione del suo asse: così **trasforma il moto rotatorio in moto traslatorio**. Possiamo applicare la camma, ad esempio, nel controllo delle valvole dei motori a scoppio o nel funzionamento di macchine operatrici.

b. Il sistema biella-manovella

La *biella* è un collegamento rigido, a forma di asta, che unisce fra loro due manovelle o una manovella e un pattino. La *manovella* è in grado di ruotare intorno a un centro ed è collegata a una biella mediante uno snodo (*testa di biella*). Il sistema biella-manovella è quindi in grado di **trasformare il moto rettilineo alternativo in moto rotatorio continuo**. La biella è collegata, a sua volta, con un elemento che scorre in una guida rettilinea. Questo meccanismo è reversibile, in quanto consente anche di trasformare il moto rotatorio in moto rettilineo. Per questo motivo il sistema biella-manovella è usato nelle macchine utensili per la trasformazione del moto e nel motore a scoppio delle automobili.



5. Dalla meccanica alla meccatronica

Gli elementi meccanici e le macchine semplici sono spesso usati contemporaneamente in più complessi sistemi meccanici, che possono comprendere anche parti di strutture elettriche, elettroniche ed elettrotecniche.

Semplificando l'analisi di un *sistema meccanico*, è possibile rilevare *tre funzioni fondamentali*:

- la funzione *motrice* (F_m), che indica la generazione di potenza meccanica;
- la funzione di *trasmissione e trasformazione* (F_t), che soddisfa la necessità di adattare la potenza alle esigenze del sistema;
- la funzione *operatrice o utilizzatrice* (F_o), che rappresenta l'elemento che completa, in pratica, il sistema.

Queste funzioni possono svolgersi in modo consequenziale, secondo uno schema a ciclo aperto, oppure essere connesse tra loro con un collegamento a ciclo chiuso. Recentemente, l'integrazione dei sistemi meccanici con le tecnologie elettroniche computerizzate ha sviluppato sistemi che possiamo definire "meccatronici".

Il termine "*meccatronica*" fu coniato dalla *Japan's Yaskawa Electric Company* nel 1960 per caratterizzare quei sistemi meccanici in cui la funzionalità e le prestazioni sono determinate dalla *sinergia della tecnologia meccanica e della tecnologia elettronica*: le tradizionali lavorazioni meccaniche (tornitura, fresatura, saldatura, ecc.) vengono controllate da dispositivi elettronici ed informatici, per rendere quanto possibile automatiche le linee di produzione.

I principali campi di applicazione della meccatronica sono la robotica, l'automazione industriale in genere, l'*automotive* (produzione di autoveicoli) e gli azionamenti elettrici.

Ormai non si parla più di industria "meccanica" allo stato puro: la meccanica, l'elettronica e l'ingegneria energetica sono diventate discipline inscindibili tra loro.

6. Automazione industriale e robotica

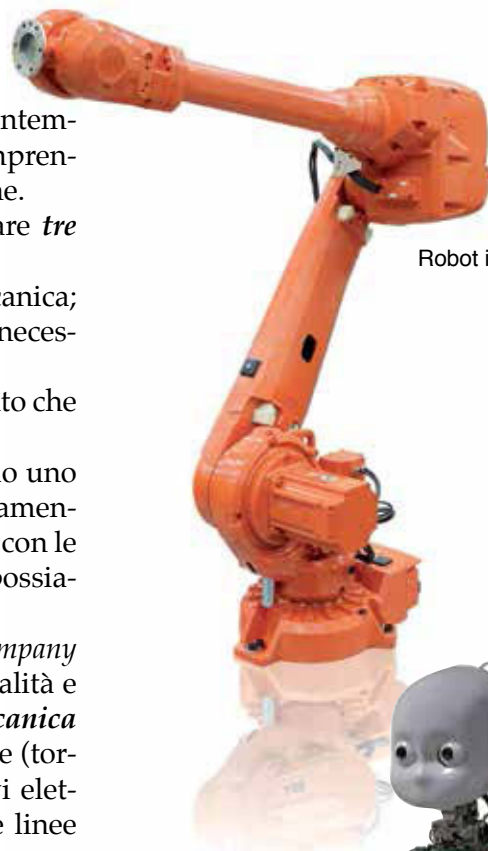
Il termine "*automazione*" deriva da "*automa*" e si riferisce a un *dispositivo controllato da un calcolatore elettronico programmato per eseguire operazioni* anche complesse *senza l'intervento dell'uomo*, che si limita alla sorveglianza della macchina per impedire l'interruzione del lavoro. La *robotica* è la nuova scienza che si occupa dello studio e della progettazione di sistemi e dispositivi automatici, in cui l'elettronica trova larga applicazione, insieme alla meccanica.

L'automazione comporta notevoli vantaggi per la produzione: diminuzione dei tempi, dei costi di lavoro e aumento della qualità dei prodotti finiti. Il sistema meccatronico si può dividere in due componenti:

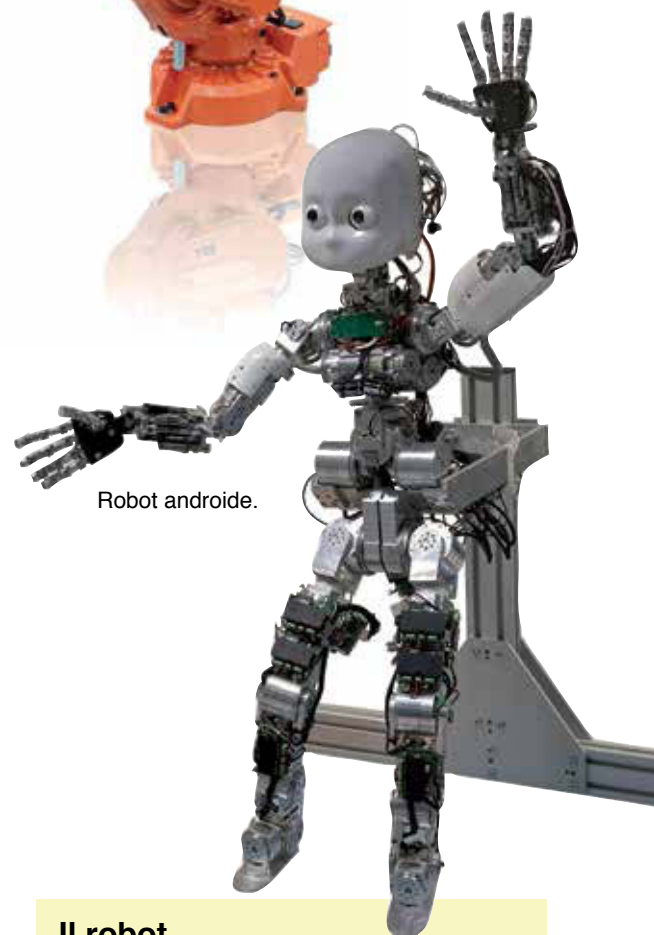
- a. *sistema da controllare*;
- b. *sistema di controllo*.

L'automazione applicata alle *macchine operatrici* viene normalmente effettuata secondo la tecnica della *logica programmata*, il cui elemento base è il PLC (*Programmable Logic Controller*, controllore logico programmabile). Si tratta di un'apparecchiatura costituita da componenti elettronici, fornita di memorie programmabili, contenenti sia dati che programmi, in grado di leggere ed eseguire le istruzioni dei programmi, interagendo con il sistema da concontrollare tramite i dispositivi d'ingresso e di uscita di tipo digitale o analogico.

Dal semplice termostato con temporizzatore alla lavatrice a programma, dai robot industriali che fabbricano auto al pilota automatico sugli aerei, numerosi sono gli esempi di sistemi automatici che possiamo chiamare *robot*. La *domotica*, ad esempio, ci propone ogni giorno nuove soluzioni di automazione e di robot per la nostra casa.



Robot industriale.



Robot androide.

Il robot

Lo scrittore cecoslovacco **Karel Capek**, alcuni decenni fa, per un suo romanzo di fantascienza inventò il termine robot, derivante dalla parola "*robota*" che nella sua lingua significa "*lavoro forzato*". Per **robot** oggi si intende un **sistema automatico che può sostituirsi all'uomo nel compiere un lavoro** qualsiasi: lavora seguendo le **istruzioni impartite dall'uomo** (mediante un *programma*) e agisce anche senza il suo diretto controllo. In molti casi al robot si conferiscono sembianze umane (con testa, mani, braccia e gambe), ma la maggior parte dei **robot industriali** conservano ben poco dell'aspetto dell'uomo.