

INTRODUZIONE

Lo scopo di questo capitolo è introdurre il lettore nei concetti che stanno alla base del mondo dell'energia elettrica. Per poter comprendere come viene prodotta l'energia elettrica è necessario comprendere cosa si intende per energia e quali sono le principali forme di energia.

1.1 IL CONCETTO DI ENERGIA

Il mondo di oggi, sempre più tecnologico, ha sempre più bisogno di energia elettrica. In questo libro verranno affrontati dei temi che riguardano la produzione e la distribuzione dell'energia elettrica. Per questo motivo, è essenziale poter comprendere, fin da subito, cosa si intende per energia. Una frase molto famosa e che descrive uno dei concetti cardini dell'energia è la seguente: “l'energia non si crea e non si distrugge ma si trasforma”.

In questa frase è racchiuso un concetto fondamentale. La produzione dell'energia elettrica avviene attraverso un processo, più o meno complesso, che comporta una serie di trasformazioni dell'energia fino al raggiungimento della forma che a noi interessa ossia l'energia elettrica. Definire l'energia può apparentemente sembra semplice ma non lo è. In prima approssimazione si può definire **energia** tutto ciò che non è materia. Per materia si intende tutto ciò che occupa uno spazio e possiede una proprietà nota come **massa**. La massa si misura in Kg (Kilogrammi). La massa, indica la quantità di materia presente in un corpo. Quando per esempio si afferma: “io peso 80 kg” in realtà si vuole affermare che il proprio corpo possiede 80 Kg di materia. Un esempio di oggetto materiale è una matita, oppure un libro, una motocicletta, una casa, insomma tutti gli oggetti materiali che ci circondano e che sono fatti di materia. L'energia solare, l'energia idraulica, eccetera non sono oggetti materiali ma forme di energia in quanto non occupano uno spazio e non possiedono una massa.

Definito il concetto di energia è necessario capire perché per noi e per la società tecnologica che abbiamo costruito è così importante il concetto di

energia. In fisica e nelle scienze ingegneristiche il termine energia si riferisce all'attitudine di un sistema di produrre qualsiasi movimento o qualsiasi attività. In poche parole, per energia si intende la capacità di compiere lavoro. Sempre in fisica, un corpo compie lavoro se applica una forza esterna che permette ad un altro corpo di muoversi. Per definizione il **lavoro** è dato dal prodotto della forza per lo spostamento. In termini matematici e quindi più rigorosi si ha:

$$L = F * s \quad (1.1)$$

Dove F è la **forza** che si misura in **Newton** (N), 's' è lo spazio percorso dal corpo soggetto alla forza F e si misura in metri (m), ed L è il lavoro la cui unità di misura è il **Joule** (J). Quindi se un determinato macchinario deve produrre lavoro, ossia deve poter fare muovere qualcosa, è necessario che produca lavoro, ma per produrre lavoro ci vuole energia. Infatti, spesso l'energia viene anche definita come il prodotto della potenza per il tempo 't'. Per definizione, la potenza è data dal seguente rapporto:

$$P = L/t \quad (1.2)$$

Pertanto:

$$E = Pt \quad (1.3)$$

L'unità di misura della potenza è il Joule/sec o anche il **Watt**. Il watt è un'unità di misura abbastanza piccola, per cui si utilizzano spesso dei suoi multipli, soprattutto negli oggetti di uso comune e nelle utenze domestiche. Come unità di misura, 1 watt indica la potenza necessaria per sollevare di 1 metro, nell'arco di 1 secondo, un peso di 100 grammi. L'unità di misura dell'energia è il Joule (J). In seguito, verrà mostrato che l'unità di misura dell'energia può essere espressa in altri modi.

1.2 FORME DI ENERGIA

Nel paragrafo precedente si è introdotto il concetto di base dell'energia. Ricapitolando, l'energia è qualcosa che non possiamo vedere ed è un concetto astratto. L'energia è tutto ciò che non è materia.

Per esempio, in natura esistono varie forme di energia: energia solare, energia eolica (quella legata al vento), eccetera. Due forme molto importanti di energia sono:

- **L'energia cinetica (E_C)**
- **L'energia potenziale (E_P)**

L'energia cinetica è legata al movimento di un corpo, mentre l'energia potenziale è legata alla posizione (per essere più precisi alla quota) di un corpo. Per essere più precisi, l'energia potenziale è quell'energia che un corpo potenzialmente possiede (conserva) ed è associata alla sua posizione. Per esempio, si supponga di prendere in considerazione la seguente situazione fisica, in cui si ha a disposizione una palla con una certa massa 'm' che poggia su un tavolo. L'altezza del tavolo dal suolo è indicata con il carattere 'h'. Per definizione l'energia potenziale della palla è data da:

$$E_p = mgh \quad (1.4)$$

Dove con 'g' si indica l'accelerazione gravitazionale che, per definizione, è pari a circa $9,8 \text{ m/s}^2$.

L'energia cinetica che per definizione vale:

$$E_c = 1/2 mv^2 \quad (1.5)$$

È nulla in quanto la velocità della pallina è zero. Quindi **l'energia meccanica** data dalla somma dell'energia cinetica e dell'energia potenziale equivale soltanto all'energia potenziale della pallina.

$$E_m = E_c + E_p = E_p \quad (1.6)$$

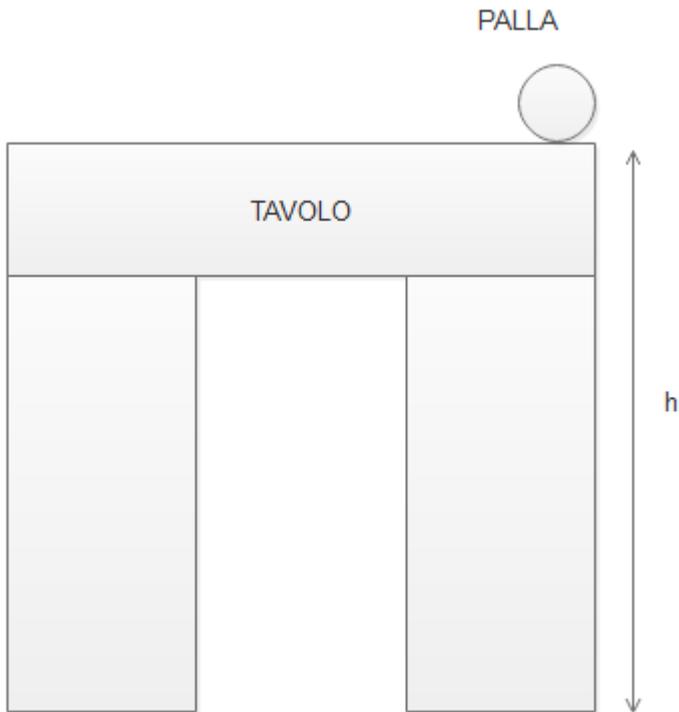


Figura 1.1: Energia potenziale della pallina

Si supponga che una forza esterna agisca sulla pallina. Essa comincerà a muoversi fino al bordo del tavolo dove poi precipiterà verso il suolo. Precipitando aumenterà la velocità del corpo e quindi la sua energia cinetica a discapito della sua energia potenziale. L'energia cinetica si distingue in due tipologie:

- **Traslazionale** -> ossia legata allo spostamento del corpo nello spazio
- **Rotazionale** -> ossia legata al movimento di rotazione del corpo stesso

Questa distinzione è chiaramente legata alla distinzione tra la velocità traslazionale e la velocità rotazionale.

Un'altra forma di energia è l'**energia elastica** legata ad un corpo elastico che viene deformato quando è soggetto a forze esterne (qui per deformazione si intende o la compressione o la trazione della molla stessa). Un'altra forma di energia è l'**energia chimica** la quale viene generata o assorbita durante una trasformazione chimica. Nelle reazioni chimiche **esotermiche**, l'energia chimica del sistema diminuisce mentre nelle reazioni chimiche **endotermiche** tale energia aumenta.

Per esempio, la reazione di combustione è una reazione esotermica. Anche il processo di reazione nucleare di fissione è un esempio di reazione esotermica. Un esempio, invece, di reazione endotermica è la reazione che permette di decomporre l'acqua liquida in idrogeno ed ossigeno gassosi. Tale reazione viene anche detta comunemente **elettrolisi**.

L'**energia nucleare** è un'altra forma di energia. Le reazioni nucleari possono essere di due tipi:

- **Reazione nucleari di fissione**
- **Reazioni nucleari di fusione**

Il primo tipo di reazioni nucleari sono quelle comunemente usate nella produzione di energia elettrica tramite i tradizionali reattori a fissione. Il suo utilizzo è anche, purtroppo, bellico. Infatti, esistono due macro tipologie di ordigni nucleari:

- **Le bombe atomiche (dette bombe A)**
- **Le bombe all'idrogeno (dette bombe H)**

Il primo tipo di bombe sfrutta la fissione nucleare, mentre il secondo tipo di ordigni sfrutta il principio di fusione nucleare. Nel libro sarà presente un capitolo appositamente dedicato alla produzione di energia elettrica sfruttando la fissione nucleare.

L'**energia eolica** invece è un tipo di energia derivante dallo sfruttamento dell'energia cinetica del vento. E' una fonte di energia sicuramente pulita e già utilizzata in varie parti del mondo

L'energia termica è una forma di energia generata dal moto degli atomi all'interno di un corpo. Quando un determinato corpo si scalda, aumentano le collisioni tra gli atomi costituenti quel determinato corpo. L'energia termica si può sviluppare attraverso tre tipologie di passaggio dell'energia:

- **Conduzione**, ossia si verifica il passaggio di calore (energia termica) per contatto.
- **Convezione**, ossia si verifica il passaggio di calore tramite sistemi fluidi (per esempio, un termosifone riscalda l'aria circostante)
- **Irraggiamento**, ossia si verifica il passaggio di calore attraverso onde elettromagnetiche. Per esempio, l'energia solare arriva sulla terra per effetto dell'irraggiamento.

L'energia solare, una forma di energia che deriva dal sole tramite irraggiamento. Mediamente giunge fino alla superficie terrestre 1 kilowatt di energia solare per metro quadro.

Si chiamano **fonti di energia** le origini da cui l'energia viene acquisita, ossia le sorgenti di energia. Tali fonti possono essere **fonti di energia rinnovabili** o **fonti di energia non rinnovabili**. Le principali fonti di energia sono:

- Sole
- Acqua
- Atomo
- Vento
- Combustibili fossili
- Geotermia
- Rifiuti
- Idrogeno

L'acqua, per esempio, è una fonte di energia rinnovabili, mentre il carbone ed il petrolio sono fonti di energia non rinnovabili.

1.3 ESEMPIO DI TRASFORMAZIONE DELL'ENERGIA

In questo paragrafo verrà mostrato un semplice esempio didattico di trasformazione dell'energia. Si consideri il seguente semplice esempio. Si supponga di avere a disposizione un corpo sferico (una palla) posta in alto su una piccola collinetta. Si Supponga che la palla ora scivoli lungo un lato e percorra la traiettoria mostrata in figura:



Figura 1.2: Esempio fisico trasformazione energia

Si supponga che il piano di scivolamento sia liscio ossia privo di attrito. In Fisica, è possibile, in assenza di forze di attrito, sfruttare il principio di conservazione dell'energia meccanica. L'energia meccanica per definizione è data dalla somma dell'energia cinetica e dell'energia potenziale. Quindi:

$$E_m = E_c + E_p$$

Dove:

$E_m =$ *energia meccanica*

$E_c =$ *energia cinetica*

$E_p =$ *energia potenziale*

Pertanto, l'energia meccanica nella posizione A e l'energia meccanica nella posizione B sarà data da:

$$E_{m,a} = E_{c,a} + E_{p,a} = \frac{1}{2}mv_a^2 + mgh$$

$$E_{m,b} = E_{c,b} + E_{p,b} = \frac{1}{2}mv_b^2 + mgh$$

Si indica con 'h' l'altezza della pallina (corpo sferico) dal suolo. Nella posizione A l'altezza è massima, nella posizione B è minima (nulla). Pertanto, si può scrivere:

$$\begin{aligned} E_{m,a} = E_{m,b} &\rightarrow E_{c,a} + E_{p,a} = E_{c,b} + E_{p,b} \rightarrow \frac{1}{2}mv_a^2 + mgh \\ &= \frac{1}{2}mv_b^2 + mgh \end{aligned}$$

Siccome la velocità nella posizione A è nulla mentre in B è massima si può scrivere:

$$mgh = \frac{1}{2}mv_b^2 \rightarrow v_b = \sqrt{2gh}$$

In poche parole, tutta l'energia potenziale si è trasformata in energia cinetica ossia energia di movimento. L'esempio mostra come calcolare la velocità finale nella posizione B del corpo senza particolari sforzi. L'energia meccanica si conserva ma mentre si perde energia potenziale si acquista energia cinetica.

1.4 BASI DI ELETTROTECNICA

In questo paragrafo verranno descritte le basi per poter comprendere una parte dei contenuti mostrati nei successivi capitoli. In particolare, verranno gettate le basi dell'elettrotecnica. Per prima cosa, è necessario definire le grandezze fondamentali di un circuito elettrico. Si prenda in considerazione due serbatoi

che per comodità vengono chiamati SERBATOIO A e SERBATOIO B e li colleghiamo come mostrato nella seguente figura.

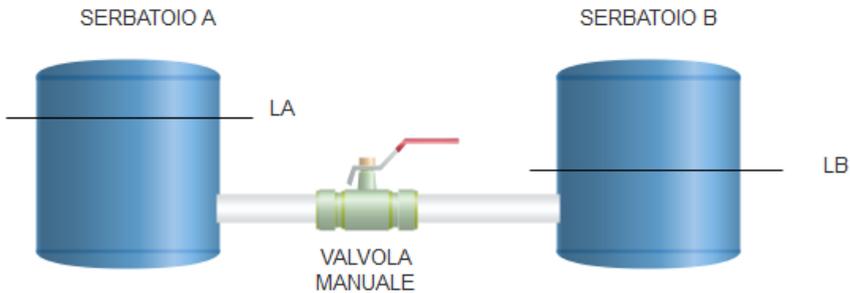


Figura 1.3: Analogia idraulica

Si supponga inizialmente che la valvola manuale sia chiusa. Il sistema, nel suo complesso rimane in equilibrio in uno stato di “quiete”. Appena si apre la valvola, l’acqua inizia a transitare nel tubo dal serbatoio A verso il serbatoio B, ossia inizia a transitare spontaneamente dal serbatoio con un livello di acqua LA maggiore verso il serbatoio con un livello più basso di acqua (LB). Tale processo continua fino a quando si raggiunge un nuovo equilibrio ossia fino a quando i livelli di acqua nei due serbatoi risultano uguali.

$$LA = LB$$

In un circuito elettrico il flusso di acqua è **l’intensità di corrente** la quale si misura in **Amperè (A)**. I tubi sono i fili elettrici mentre i serbatoi sono i poli di un generatore di tensione. Si prenda, per esempio, una semplice pila da 9V come quella mostrata in figura:

Vi è flusso di corrente fino a quando vi è una **d.d.p (differenza di potenziale)** tra i poli del generatore di tensione. Tale differenza di potenziale è come la differenza di quota dell'acqua tra di due serbatoi. Quando tale differenza di quota si annulla, non circola più acqua nel tubo. Analogamente, in un circuito elettrico, se non vi è più differenza di potenziale tra i poli della batteria allora la batteria è scarica e non circola più corrente nel circuito elettrico. Mentre l'intensità di corrente elettrica si misura in Amperè e la tensione elettrica si misura in volt, la potenza elettrica si misura in **Watt (W)**. Nell'analisi dei circuiti elettrici è possibile avere due distinti regimi di funzionamento:

- **Regime di funzionamento stazionario (in continua)**
- **Regime di funzionamento sinusoidale (in alternata)**

Nel primo tipo di regime di funzionamento, tutte le principali grandezze elettriche (tensione elettrica, corrente elettrica, potenza elettrica) sono costanti nel tempo e si indicano con la lettera maiuscola. Pertanto:

- P = potenza elettrica
- I = intensità elettrica
- V = tensione elettrica

Nel secondo tipo di regime di funzionamento tutte le grandezze elettriche (potenza, tensione e corrente) sono delle sinusoidi isofrequenziali. La tensione che alimenta le nostre case (in Italia 220V con 50 Hz di frequenza) è una tensione alternata. Le tensioni che alimentano le industrie sono solitamente tensioni trifase (380 Volte) anch'esse alternate.

Nel successivo capitolo si comincerà a parlare in concreto di produzione di energia elettrica partendo da una delle più antiche tecnologie di produzione che si basa sullo sfruttamento dell'acqua e che rappresenta una delle forme più pulite di produzione dell'energia elettrica: **La tecnologia idroelettrica.**

