

Zeno Martini (admin)

L'induttore

27 January 2026

Indice

- [1 Premessa](#)
- [2 Riassunto critico di chatGPT](#)
- [3 Induttore](#)
- [4](#)
- [5](#)

Premessa

Anche in questo caso ho ricopiato un post sull'induttore, inserito (inutilmente) su FB, qui nel mio blog. Poiché sono nel periodo in cui uso chatGPT (faccio bene? faccio male? Non lo so) gli ho chiesto di riassumerlo. In questo modo il visitatore può avere un motivo in più per evitare la lettura. Ecco la sua presentazione.

Riassunto critico di chatGPT

Il testo che accompagna la tabella sull'induttore non nasce come una spiegazione rapida del bipolo, ma come una costruzione progressiva del concetto di energia magnetica e delle grandezze fisiche che la descrivono. L'induttore viene quindi presentato prima come oggetto fisico (campo, flusso, forza magnetomotrice, permeanza, riluttanza) e solo implicitamente come bipolo elettrico.

La tabella svolge il ruolo di mappa concettuale: le relazioni matematiche non sono introdotte in modo isolato, ma collegate a una descrizione coerente del campo magnetico e delle sue analogie formali con i circuiti elettrici ed elettrostatici. In questo senso il testo privilegia la comprensione fisica delle grandezze rispetto all'uso immediato delle leggi circuitali.

Particolarmente significativo è l'uso dell'analogia tra circuiti magnetici ed elettrici (legge di Hopkinson e legge di Ohm), estesa fino al confronto con il condensatore. L'analogia è esplicitamente formale e serve a organizzare le grandezze, non a identificarne il comportamento dinamico.

La scelta di non introdurre subito la relazione tra tensione e corrente nell'induttore è intenzionale: il tempo entra in gioco solo alla fine, come elemento necessario per collegare l'accumulo di energia magnetica alla dinamica del circuito. Questo rende il testo più vicino a un'impostazione elettrotecnica classica che a una trattazione "operativa".

Nel complesso si tratta di un contributo rigoroso e coerente, ma denso, che richiede al lettore una certa familiarità con i concetti di campo. Non è un testo di consultazione rapida, bensì un supporto concettuale alla tabella e ai successivi approfondimenti su legge di Faraday, motori e generatori.

Induttore

[il post su FB](#)

E' il bipolo accumulatore di energia elettrica sotto forma di energia magnetica che è correlata all'energia cinetica delle cariche, ma non è da considerare per questo l'energia cinetica delle cariche, ma piuttosto una sua emanazione.

Ogni conduttore percorso da corrente dà luogo ad un campo magnetico.

Il campo magnetico è una porzione di spazio in cui si manifesta in ogni suo punto una forza che agisce sulle cariche elettriche in movimento perpendicolarmente alla loro velocità. Quindi non ne aumenta la velocità ma ne incurva la traiettoria.

Le calamite, o magneti permanenti, sono note fin dall'antichità, ma solo nei primi dell'Ottocento, con l'invenzione della Pila da parte di Alessandro Volta, si scoprì che anche le correnti elettriche davano origine a campi magnetici.

Nelle calamite esistono due polarità, denominate Nord e Sud, per ragioni storiche e non intrinseche alla calamita. Poli uguali si respingono, poli diversi si attraggono. Si è chiamato polo Nord la punta dell'ago magnetico della bussola che punta al polo Nord geografico, generando quindi un po' di confusione. Il polo Nord geografico è in realtà allora un Sud magnetico. Per una coerenza terminologica la punta dell'ago magnetico che si orienta verso il Nord geografico, avrebbe dovuto essere caratterizzata come polo Sud, ma il nome della polarità è una convenzione e basta ricordare che il Nord geografico non è il Nord magnetico.

Nello spazio tra i due poli esiste il campo magnetico che possiamo raffigurare, se i poli sono piatti, con linee rette parallele che vanno dal polo Nord al polo Sud: sono dette linee di forza del campo ed al loro insieme possiamo attribuire il nome di flusso magnetico.

Un filo rettilineo percorso da una intensità di corrente I , immerso in un campo magnetico risente di una forza ad esso perpendicolare che è massima quando il filo giace sul piano perpendicolare alle linee di forza, nulla se è parallelo alle linee di forza. La forza trasversale per unità di lunghezza del filo è proporzionale all'intensità di corrente e la costante di proporzionalità è una grandezza caratteristica del campo magnetico chiamata induzione magnetica, indicata con la lettera B . La sua unità di misura è il newton diviso il prodotto di ampere per metro che, moltiplicando numeratore e denominatore per metro, diventa anche volt moltiplicato secondo diviso metro quadro. Il volt per secondo è chiamato weber ed è l'unità di misura del flusso magnetico.

Il fenomeno descritto fa capire che si può sfruttare il campo magnetico per ottenere uno spostamento meccanico del conduttore percorso da corrente, in pratica ottenere energia meccanica per mezzo del campo magnetico. L'energia meccanica che si ottiene è la trasformazione dell'energia immessa nel circuito elettrico che diventa energia magnetica quando dà luogo al movimento delle cariche. È il principio di funzionamento di tutti i motori elettrici. Il campo magnetico è un po' come una cinghia di trasmissione dell'energia dal circuito elettrico all'esterno.

Si può ottenere anche l'inverso, cioè sfruttando il campo magnetico si può trasformare energia meccanica in energia elettrica. Se infatti si muove il conduttore nella direzione in cui si manifestava la forza descritta in precedenza, ai capi del conduttore si ottiene una tensione elettrica, massima se il conduttore rettilineo giace sul piano perpendicolare alle linee di forza. Ciò significa immettere energia elettrica nel circuito di cui il conduttore fa parte spendendo energia meccanica. La tensione che si ottiene per unità di lunghezza del filo è proporzionale alla velocità di traslazione del filo e la costante di proporzionalità è ancora l'induzione magnetica.

Faraday indagò a fondo questo secondo fenomeno per qualsiasi configurazione circuitale, e dedusse che la tensione prodotta nel circuito da un suo movimento in un campo magnetico è data dalla velocità con cui varia la posizione del conduttore nel campo magnetico. La variazione di posizione determina un diverso modo di attraversamento del circuito da parte delle linee di forza quindi una variazione della quantità che abbiamo chiamato flusso magnetico e che, per la legge di Faraday del 1831 ha le dimensioni fisiche del volt moltiplicato secondo e si chiama weber. La velocità di variazione del flusso magnetico che attraversa il circuito si ottiene dividendo infatti la variazione di flusso per il tempo che si misura in secondi e poiché si deve ottenere una tensione, che si misura in volt, la variazione di flusso, quindi il flusso magnetico deve avere le dimensioni fisiche di volt moltiplicato secondo.

Ogni corrente, come detto, dà luogo ad un campo magnetico, quindi si può dire che genera un flusso magnetico che si dice concatenato con il circuito in cui scorre la corrente I che lo produce, poiché le linee di forza che sono linee chiuse circondano il conduttore e

se il conduttore è circolare, linee di forza e circuito sono come gli anelli di una catena. Si può assumere allora che il flusso magnetico concatenato, indicato con la lettera greca λ , sia proporzionale all'intensità di corrente. La costante di proporzionalità è chiamata coefficiente di autoinduzione o induttanza ed è indicata con L . C'è da osservare che L è costante solo se il campo magnetico si sviluppa prevalentemente in aria; quando sono presenti materiali magnetici come il Ferro, le cose si complicano non poco in quanto la costanza di L può riguardare solo un campo limitato di valori di corrente. Ma non è questa la sede per esaminare questo tipo di problema che diventa invece importante nello studio delle macchine elettriche. La sua unità di misura è chiamata henry [H] che essendo il rapporto tra il flusso magnetico che sono volt moltiplicato secondo e l'ampere risulta il prodotto di ohm per secondo.

Tecnicamente si costruiscono opportuni circuiti per ottenere il campo magnetico con l'energia desiderata.

La struttura tipica di un induttore è l'avvolgimento, un circuito a spirale costituito da N spire in serie. Una spira è un singolo conduttore che fa un giro completo di 360 gradi. Per semplicità ci riferiremo ad un avvolgimento cilindrico di sezione S e lunghezza d composto di N spire.

Il campo magnetico cui faremo riferimento è quello concentrato all'interno del cilindro nel volume dato dal prodotto $S d$, che possiamo immaginare come il serbatoio dell'energia magnetica. Occorre a questo punto precisare la differenza tra flusso semplice e flusso concatenato con N spire. Se indichiamo con la lettera greca Φ maiuscolo il flusso semplice, il flusso concatenato con un avvolgimento di N spire, per il quale si userà la lettera greca λ , ipotizzando identico per ogni spira il flusso semplice, è dato dal prodotto del numero di spire per il flusso semplice. Il flusso da considerare nella legge di Faraday è il flusso concatenato e la tensione che si ha conseguente ad una sua variazione si manifesta ai terminali dell'avvolgimento.

L'intensità di corrente che percorre le spire dell'avvolgimento moltiplicata per il numero di spire è detta forza magnetomotrice (f.m.m), indicata con una particolare F , e si misura in ampere [A] e comunemente si dice amperspire. Essa produce il flusso che attraversa ogni spira, che abbiamo denominato flusso semplice, il cui valore dipende dalle dimensioni geometriche dell'avvolgimento e dal materiale in cui si sviluppa il campo. Il flusso si calcola con la legge di Hopkinson che afferma che esso è proporzionale alla forza magnetomotrice e la costante di proporzionalità è la permeanza, indicata con una particolare P , ed ha la stessa unità di misura dell'induttanza, cioè l'henry. L'inverso della permeanza è la riluttanza indicata con una particolare R . La permeanza è proporzionale al rapporto tra la sezione S e la lunghezza d e la costante di proporzionalità, caratteristica del materiale, è detta permeabilità magnetica indicata con la lettera greca μ , e si misura in henry su metro. Viene definita permeabilità relativa il rapporto tra permeabilità del materiale e la permeabilità del vuoto, indicata con la μ pedice 0, che vale 125 microhenry su metro.

La legge di Hopkinson è formalmente analoga alla legge di Ohm per cui è anche detta legge di Ohm per i circuiti magnetici che sono i percorsi seguiti dalle linee di forza. In tale analogia il flusso semplice corrisponde all'intensità di corrente, la forza magnetomotrice alla tensione elettrica, la permeanza alla conduttanza, la riluttanza alla resistenza. L'analogia formale esiste anche con la legge che definisce la capacità del condensatore; in questo caso al flusso magnetico semplice corrisponde la carica, alla permeanza la capacità, alla forza magnetomotrice ancora la tensione elettrica. Per tale motivo la forza magnetomotrice è anche detta tensione magnetica.

Il flusso specifico, cioè il flusso per unità di area della spira S è proprio l'induzione magnetica B che si misura in weber su metro quadro, come già si era visto, e che si chiama tesla $[T]$.

La forza magnetomotrice specifica, cioè il rapporto tra la forza magnetomotrice totale e la lunghezza considerata, nel nostro caso d , indicata con H è detta campo magnetico e si misura in ampere su metro.

Possiamo a questo punto stabilire una ulteriore corrispondenza formale con le grandezze del campo elettrostatico nel condensatore.

Alla densità D corrisponde l'induzione B , al campo elettrico K il campo magnetico H .

L'energia magnetica relativa alla corrente I è allora la metà del prodotto tra l'induttanza ed il quadrato dell'intensità, oppure del rapporto tra il quadrato del flusso concatenato e l'induttanza, oppure del prodotto tra flusso concatenato e corrente.

La figura proposta riassume graficamente e matematicamente quasi tutto quanto detto., mostrando anche altre formule per l'energia che usano le grandezze specifiche ed il volume del campo, o il flusso semplice o la forza magnetomotrice con la riluttanza o la permeanza.

In un post successivo si approfondiranno la legge di Faraday ed il principio di funzionamento dei motori e dei generatori elettromeccanici.

Come si sarà notato nel discutere i tre bipoli condensatore, resistore ed induttore, mentre per il resistore si è stabilita una relazione diretta tra tensione ai capi del bipolo ed intensità di corrente e si è parlato di potenza e non di energia, dipendendo quest'ultima dal tempo in cui perdurano tensione e corrente, per condensatore ed induttore non è stata scritta una relazione diretta tra quelle due grandezze, ma tra una di esse la tensione per il condensatore, l'intensità di corrente per l'induttore, ed altre due grandezze: la carica elettrica nel condensatore, il flusso magnetico nell'induttore e si è parlato di energia magnetica e non di potenza. Vedremo come devono essere le relazioni che legano tensione e corrente nei bipoli accumulatori. Si può anticipare che entrerà in gioco il tempo.

Estratto da "<https://www.electroyou.it/mediawiki/index.php?title=UsersPages:Admin:l-induttore>"