

Kirchhoff

PRIMA LEGGE DI KIRCHHOFF

LEGGE DEI NODI - KCL

In ogni nodo, la somma delle correnti che entrano è uguale alla somma delle correnti che escono.

In forma equivalente:

la somma algebrica delle correnti in un nodo è uguale a zero.

Questa legge deriva dal principio di conservazione della carica elettrica: in un nodo la corrente non si crea e non si distrugge.

SECONDA LEGGE DI KIRCHHOFF

LEGGE DELLE MAGLIE - KVL

In ogni percorso chiuso, la somma algebrica delle tensioni è uguale a zero.

Questo significa che, percorrendo una maglia chiusa, gli aumenti di tensione e le cadute di tensione devono compensarsi.

Questa legge deriva dal principio di conservazione dell'energia.

INDIVIDUARE IL GENERATORE

Se la sorgente è rappresentata con il simbolo della batteria, il segmento più lungo indica il polo positivo e il segmento più corto indica il polo negativo.

Il segmento più corto indica il polo negativo.

Attenzione: il simbolo del generatore di tensione continua ha due linee parallele di lunghezza diversa, mentre il condensatore non polarizzato ha due linee uguali.

Non vanno confusi, anche se a volte i simboli possono sembrare simili.

CORRENTE CONTINUA E CORRENTE ALTERNATA

Esistono due tipi principali di corrente:

corrente continua, indicata con CC

corrente alternata, indicata con CA

In corrente continua la tensione mantiene la stessa polarità. Per questo si può indicare un polo positivo fisso e un polo negativo fisso.

In corrente alternata si possono comunque assegnare polarità e versi di riferimento fissi. Quello che cambia nel tempo è il valore istantaneo della tensione e della corrente.

Per iniziare, lavoriamo solo in corrente continua, dove il ragionamento è più semplice.

Si attribuisce un polo positivo e un polo negativo al generatore e si assegnano versi di riferimento a tensioni e correnti.

VERSI DI TENSIONE E CORRENTE

Nel circuito si assegna un verso di riferimento alla corrente.

Il verso scelto non deve essere per forza quello reale.

Se dal calcolo la corrente risulta positiva, il verso scelto è corretto.

Se dal calcolo la corrente risulta negativa, la corrente reale scorre nel verso opposto.

La tensione si indica invece ai capi di un componente o di un ramo, assegnando una polarità: un lato positivo e un lato negativo.

Per i componenti passivi, come le resistenze, si usa di solito la convenzione passiva:

la corrente entra dal lato indicato con il segno positivo.

INDIVIDUARE I NODI

Un nodo è un insieme di punti collegati tra loro da conduttori ideali.

Tutti i punti dello stesso nodo sono allo stesso potenziale elettrico.

I nodi sono come incroci stradali: in un nodo le correnti possono entrare, uscire o dividersi.

I nodi servono per applicare la prima legge di Kirchhoff.

DARE UN NOME AI NODI

I nodi si possono indicare con numeri:

1, 2, 3

oppure con lettere:

A, B, C

Dare un nome ai nodi serve per scrivere le equazioni in modo ordinato.

INDIVIDUARE I RAMI

Un ramo è una parte di circuito compresa tra due nodi.

Un ramo non deve contenere ulteriori diramazioni interne.

In ogni ramo si considera una sola corrente.

Se il circuito ha tre rami, si possono indicare tre correnti:

I_1, I_2, I_3

DISEGNARE I VERSI DELLE CORRENTI

Si assegna un verso di riferimento alla corrente in ogni ramo.

Nei nodi la corrente può dividersi tra più rami.

I versi delle correnti si possono scegliere liberamente, purché poi si rispettino nelle equazioni.

Se una corrente viene negativa, significa solo che il verso reale è opposto a quello scelto.

DISEGNARE I VERSI DELLE TENSIONI

A ogni componente o ramo si assegna una tensione, indicando un lato positivo e un lato negativo.

Per le resistenze e per gli altri componenti passivi si sceglie normalmente il segno positivo nel punto in cui entra la corrente.

Per i generatori si usa la polarità indicata dal simbolo del generatore.

INDIVIDUARE LE MAGLIE

Una maglia è un percorso chiuso all'interno del circuito.

Le maglie servono per applicare la seconda legge di Kirchhoff.

Quando si scrive un'equazione di maglia, si sceglie un senso di percorrenza:

orario oppure antiorario. Il senso di percorrenza si può scegliere liberamente.

Per semplicità conviene usare sempre lo stesso criterio, per esempio il senso orario, così si riduce il rischio di errori nei segni.

SCRIVERE LE EQUAZIONI

Per i nodi si applica la prima legge di Kirchhoff:

somma correnti entranti = somma correnti uscenti

Per le maglie si applica la seconda legge di Kirchhoff:

somma algebrica delle tensioni = 0

I segni dipendono dai versi scelti per correnti, tensioni e percorrenza della maglia.

RIASSUNTO

La prima legge di Kirchhoff si applica ai nodi.

La somma delle correnti che entrano in un nodo è uguale alla somma delle correnti che escono.

La seconda legge di Kirchhoff si applica alle maglie.

La somma algebrica delle tensioni in un percorso chiuso è uguale a zero.

I versi di corrente e tensione sono versi di riferimento.

Se un risultato viene negativo, non è un errore: significa che il verso reale è opposto a quello scelto.

REGOLA DEI SEGNI NELLE MAGLIE CON GENERATORE E RESISTENZE

Prima si guarda lo schema.

Ci sono un generatore e una o più resistenze collegate in un percorso chiuso.

1. Mettere i segni al generatore

Sul generatore si indicano i due morsetti: + e -

2. Disegnare la freccia del giro

Dentro la maglia si disegna una freccia curva.

Questa freccia indica solo da che parte si fa il giro del circuito per scrivere l'equazione.

Può girare verso destra oppure verso sinistra. Non è la corrente. Non è la tensione. È solo il verso di lettura della maglia.

3. Disegnare la freccia della corrente

La freccia della corrente si disegna sul filo.

Nel circuito semplice con generatore e resistenze, si sceglie un verso e lo si mantiene.

Di solito si disegna la corrente che esce dal morsetto + del generatore, passa nelle resistenze e torna al morsetto -.

4. Mettere i segni sulle resistenze

Ogni resistenza ha due lati.

Sul lato dove entra la corrente si mette +.

Sul lato dove esce la corrente si mette -.

Quindi la corrente attraversa la resistenza da + verso -.

5. Scrivere l'equazione

Ora si segue la freccia curva del giro.

Ogni volta che si attraversa un elemento si guarda da che segno si entra e da che segno si esce.

Se si passa da - a +, si scrive una tensione positiva.

Se si passa da + a -, si scrive una tensione negativa.

Esempio:

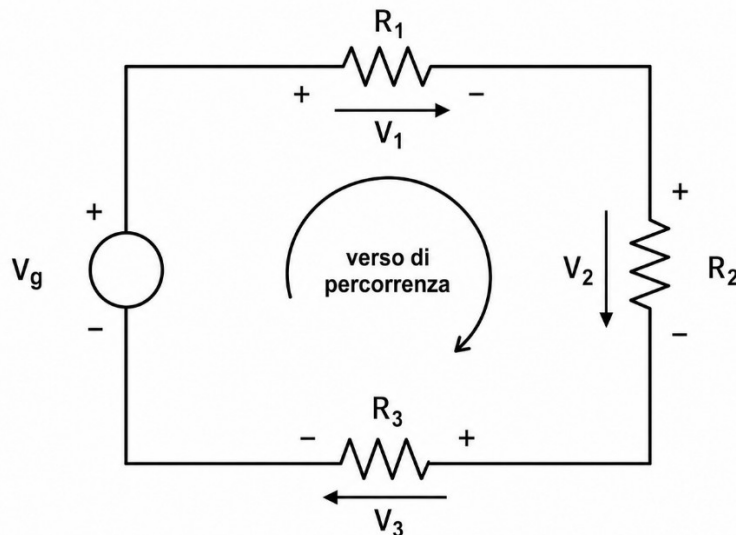
$$V_g - V_1 - V_2 - V_3 = 0$$

Il generatore viene letto da - a +, quindi V_g è positivo.

Le resistenze vengono lette da + a -, quindi V_1 , V_2 e V_3 sono negative.

ESEMPIO DI MAGLIA CON GENERATORE E TRE RESISTENZE

Si prenda lo schema in figura.



2^a legge di Kirchhoff (KVL): $V_g - V_1 - V_2 - V_3 = 0$

Il generatore V_g ha il morsetto positivo in alto e il morsetto negativo in basso.

Dentro la maglia è disegnata una freccia curva. Questa freccia indica il verso con cui si fa il giro del circuito per scrivere l'equazione. In questo esempio il giro è in senso orario.

Sulle resistenze sono indicati i segni della tensione.

Su R_1 si entra dal lato + e si esce dal lato -, quindi V_1 è una caduta di tensione.

Su R_2 si entra dal lato + e si esce dal lato -, quindi V_2 è una caduta di tensione.

Su R_3 , seguendo il giro scelto, si entra dal lato + e si esce dal lato -, quindi V_3 è una caduta di tensione.

Sul generatore, seguendo il giro scelto, si passa dal morsetto - al morsetto +, quindi V_g è un aumento di tensione.

Per questo l'equazione della maglia è:

$$V_g - V_1 - V_2 - V_3 = 0$$

Il generatore si scrive positivo perché aumenta la tensione.

Le resistenze si scrivono negative perché producono cadute di tensione.

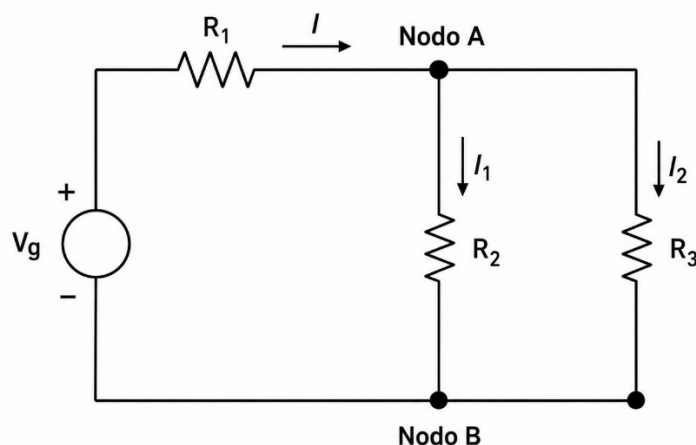
Le frecce indicate su R_1 , R_2 e R_3 rappresentano il verso della tensione sulle resistenze.

In questo esempio indicano la caduta di tensione: si parte dal lato + della resistenza e si arriva al lato -.

Le frecce sulle resistenze indicano invece il verso delle tensioni V_1 , V_2 e V_3 .

ESEMPIO DI NODO CON TRE CORRENTI

Si prenda lo schema in figura.



$$1^{\text{a}} \text{ legge di Kirchhoff (KCL): } I = I_1 + I_2$$

Il generatore alimenta il circuito e la corrente I arriva al Nodo A passando attraverso R_1 .

Nel Nodo A la corrente si divide in due rami.

Una parte della corrente scende attraverso R_2 ed è indicata con I_1 .

L'altra parte della corrente scende attraverso R_3 ed è indicata con I_2 .

Le frecce disegnate nello schema indicano il verso delle correnti.

Nel Nodo A entra la corrente I .

Dal Nodo A escono le correnti I_1 e I_2 .

Per la prima legge di Kirchhoff, la corrente che entra nel nodo deve essere uguale alla somma delle correnti che escono.

Quindi:

$$I = I_1 + I_2$$

La corrente non si crea e non si distrugge nel nodo: semplicemente si divide tra i due rami.

Fonti OpenStax College Physics 2e 21.3 Kirchhoff's Rules, MIT OpenCourseWare Introduction to Electronics, Signals, and Measurement 03 Kirchhoff's Laws, MIT OpenCourseWare Circuit Analysis using the Node and Mesh Methods