

FISICA

Unità di misura

S.I.

Sistema Internazionale, comprende le seguenti unità fondamentali:

Nome	Unità	Simbolo
Lunghezza	Metro	m
Massa	Chilogrammo	kg
Intervallo di tempo	Secondo	s
Intensità di corrente elettrica	Ampere	A
Temperatura	Kelvin	K
Intensità luminosa	Candela	cd
Quantità di materia	Mole	mol

Da queste unità base è possibile ricavare unità derivate.

Esempio: Kg \rightarrow g

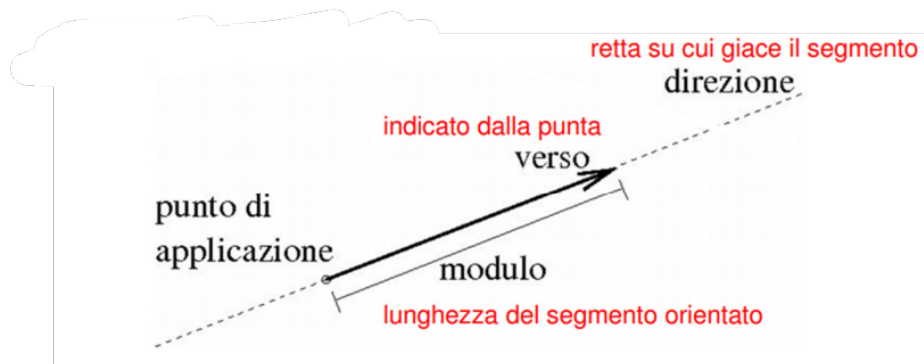
Il SI è coerente, cioè il prodotto o il rapporto di due unità da un'altra unità del SI, assoluto, le unità non cambiano in base al luogo o al momento, e decimale, cioè multipli e sottomultipli corrispondono alle potenze di 10.

Analisi dimensionale

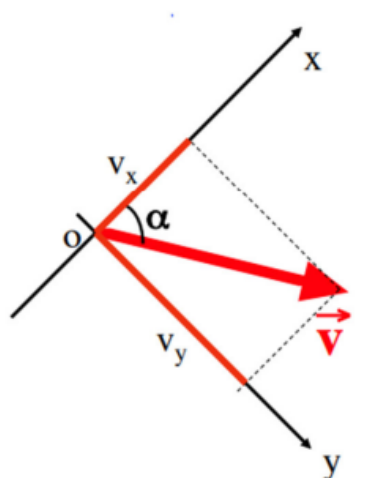
Con il SI è possibile ricavare nuove unità, dalla combinazione di quelle fondamentali possiamo fare l'analisi dimensionale (dimensione = "natura delle grandezze fisiche coinvolte") delle equazioni delle leggi fisiche che incontreremo.

Calcolo vettoriale

Con alcune grandezze un solo numero non basta per rappresentarle, per questo si usa il calcolo vettoriale.



Tramite il teorema di Pitagora, seno e coseno possiamo trovare le componenti di un vettore.



$$\begin{aligned}
 \vec{v}_y &= v \sin \alpha \\
 \vec{v}_x &= v \cos \alpha
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 v_y^2 + v_x^2 &= \\
 &= v^2 \sin^2 \alpha + v^2 \cos^2 \alpha = \\
 &= v^2 (\sin^2 \alpha + \cos^2 \alpha) = \\
 &= v^2
 \end{aligned}$$

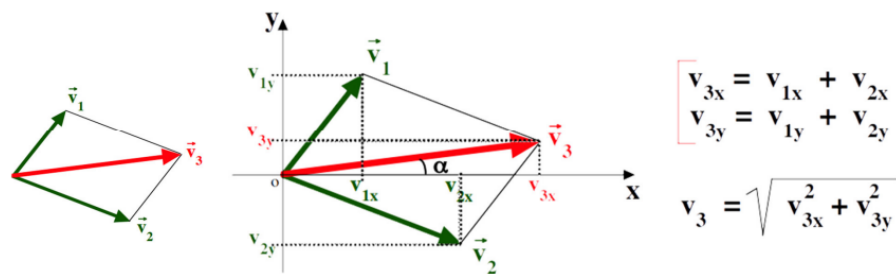
Si decide se usare sen/cos in base all'asse utilizzato (in questo caso X)

Il modulo:

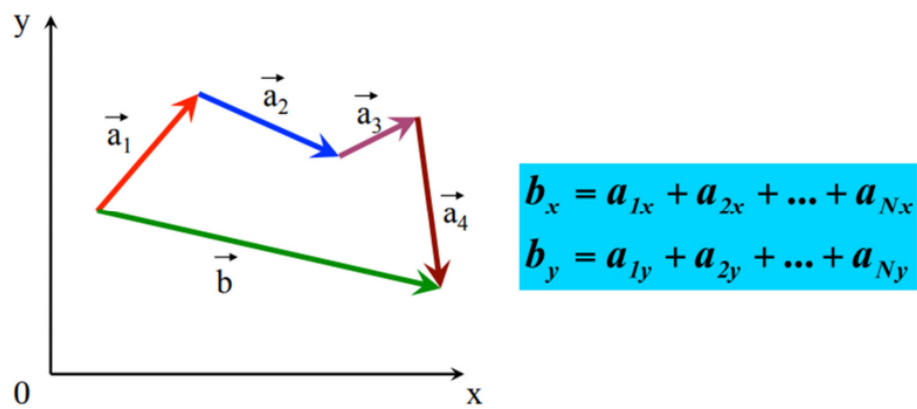
$$|V| = \sqrt{V_x^2 + V_y^2}$$

Somma

È possibile sommare i vettori con il metodo del parallelogramma o sommando le componenti.



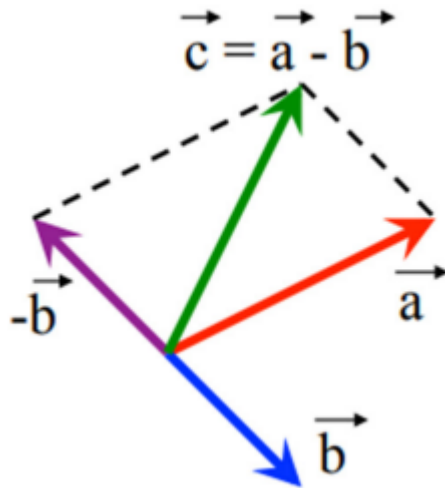
Con parallelogramma



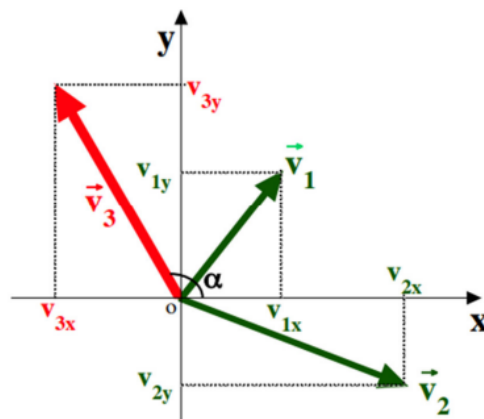
Sommando componenti

Differenza

La differenza si fa invertendo il verso del vettore da sottrarre o sottraendo fra loro le componenti.



Modo grafico



$$\begin{cases} v_{1x} - v_{2x} = v_{3x} \\ v_{1y} - v_{2y} = v_{3y} \end{cases}$$

$$v_3 = \sqrt{v_{3x}^2 + v_{3y}^2}$$

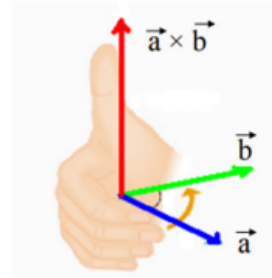
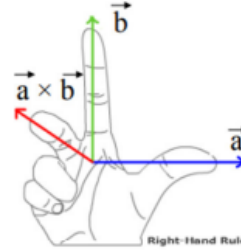
Sottraendo componenti

Prodotto scalare

Il risultato non è un vettore, ma uno scalare (numero) che rappresenta i loro moduli quando i due vettori sono paralleli.

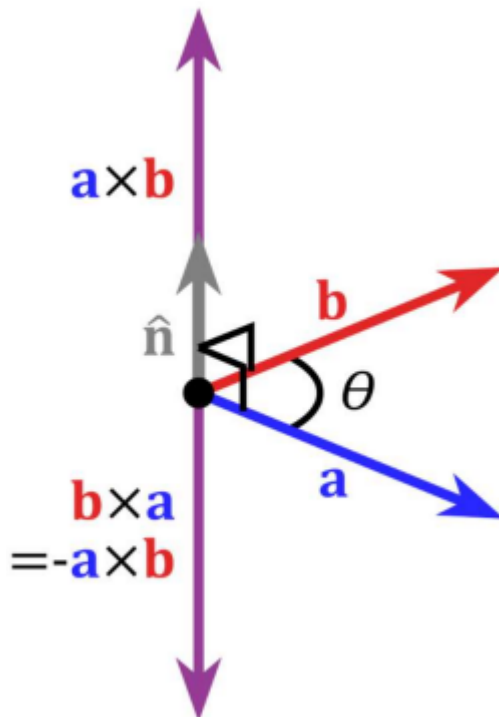
La regola della mano destra

- Prima formulazione
 - Si dispone il pollice lungo il primo vettore
 - Si dispone l'indice lungo il secondo vettore
 - Il verso del medio individua il verso del prodotto vettoriale
- Seconda formulazione
 - Si chiude a pugno la mano destra mantenendo sollevato il pollice
 - Le dita chiuse a pugno devono indicare il verso in cui il primo vettore deve ruotare per sovrapporsi al secondo in modo che l'angolo θ di rotazione sia minore di 180°
 - Il verso del pollice individua il verso del prodotto vettoriale



Il prodotto vettoriale tra due vettori a e b nello spazio è definito da:

$$r = a \times b = n|a||b|\sin(\theta)$$



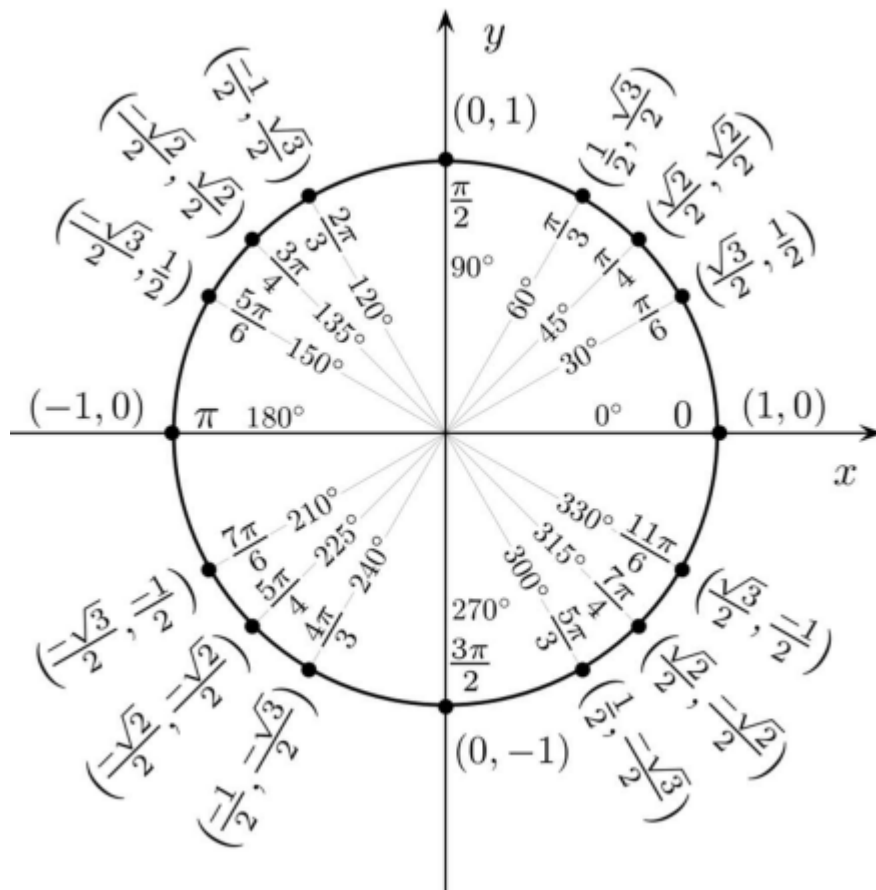
o

$$a \times b = |a||b|\cos(\theta)$$

Proprietà

- Il modulo del prodotto vettoriale è pari all'area del parallelogramma individuato dai due vettori;
- Il prodotto vettoriale è nullo se i due vettori sono paralleli
- Il prodotto vettoriale gode della proprietà anticommutativa ($b \times a = -a \times b$).

Trigonometria



(cos,sin) ← Legenda

Il coseno è la parte che è parallela all'asse X, il seno è la parte che è parallela

all'asse Y.

Formula duplicazione angoli

Esprime il valore di un angolo doppio in funzione del valore di un angolo semplice.

$$\sin(2(x, y, \theta)) = 2\sin((x, y, \theta))\cos((x, y, \theta))$$

$$\cos(2(x, y, \theta)) = \cos^2((x, y, \theta)) - \sin^2((x, y, \theta))$$

Moto

Unidimensionale

Il moto unidimensionale si riferisce a un movimento che avviene lungo una singola direzione, ad esempio lungo una retta.

Velocità

Formula velocità: $V = V_0 + a * t$ (dove a = costante di gravità e V_0 = velocità al momento)

↑

Cambiamento di velocità più accelerazione per il tempo

$$v = \lim_{\Delta t \rightarrow 0} \frac{\Delta x}{\Delta t} = \frac{dx}{dt}$$

Formula velocità istantanea:
dato istante di tempo)

(velocità in un

↑

Derivata della posizione rispetto al tempo

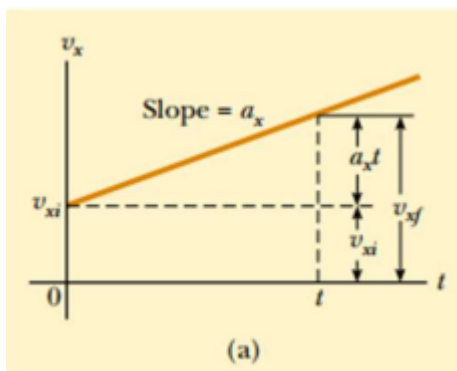
Accelerazione

Variazione di velocità:

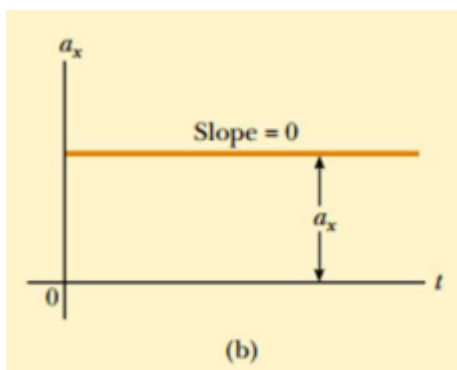
$$v = \lim_{\Delta t \rightarrow 0} \frac{\Delta v}{\Delta t} = \frac{dv}{dt}$$

Accelerazione costante, 3 casi:

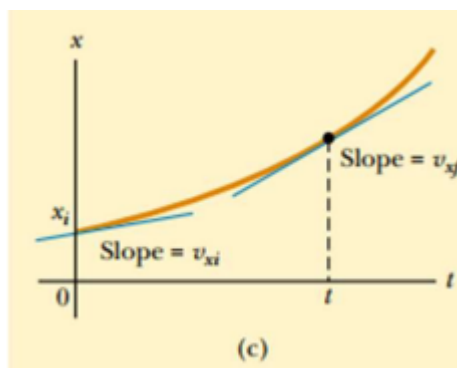
1. $v = v_0 + at$



2.
$$a = \lim_{\Delta t \rightarrow 0} \frac{\Delta v}{\Delta t} = \frac{dv}{dt}$$

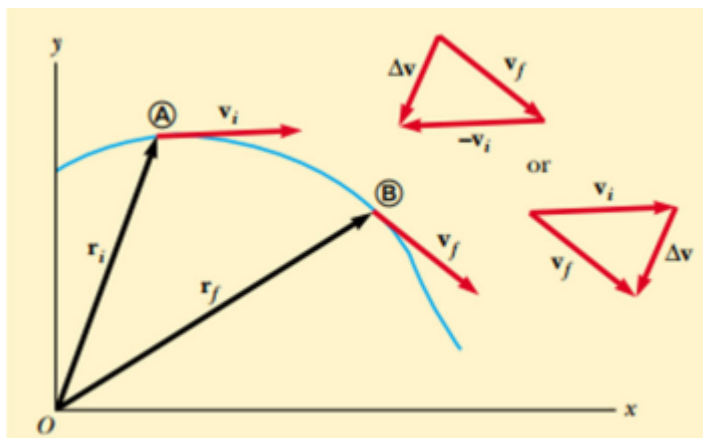


3.
$$x = x_0 + v_0 t + \frac{1}{2} a t^2$$
 (x_0 = punto di partenza, v_0 = velocità al momento, t = tempo impiegato).



Su più dimensioni

Se consideriamo il moto in più dimensioni accelerazione e velocità possono anche non essere parallele; usando la scomposizione dei vettori possiamo scomporre il moto in componenti per ciascun asse e trattare queste in modo indipendente.



In un moto arbitrario sono presenti due tipi di accelerazioni:

- Tangenziale: indica la variazione della velocità di un oggetto lungo la direzione tangente alla sua traiettoria (come la velocità di un oggetto cambia in termini di modulo o direzione nel corso del tempo);
- Centripeta: accelerazione diretta verso il centro di una traiettoria circolare. Questa accelerazione è necessaria per mantenere un oggetto su una traiettoria circolare e dipende dalla velocità e dal raggio della curva

Forze

Unità di misura: Newton (N)

Leggi di Newton

Legge universale:

$$F = g \frac{m_1 m_2}{r^2}$$

Prima

Se la somma di tutte le forze applicate a un corpo è 0 allora non cambierà il suo stato di quiete o di moto.

Seconda

L'accelerazione di un oggetto è direttamente proporzionale alla somma delle forze agenti su di esso e inversamente proporzionale alla sua MASSA.

$$F = \sum f_i = m * a$$

Terza

Se due oggetti interagiscono, la forza F_{12} esercitata dall'oggetto 1 sull'oggetto 2

è uguale in grandezza e opposta in direzione alla forza F_{21} esercitata dall'oggetto 2 sull'oggetto 1.

$$F_{12} = - F_{21}$$

Attrito

Quando un corpo è posto su di una superficie vi è attrito fra i due. La forza di attrito si oppone al moto ed è proporzionale alla forza normale alla superficie. Il corpo non si muove finché non viene superato l'attrito statico poi rallenta secondo l'attrito dinamico.

Conservativa

Una forza è conservativa se:

- Il lavoro che fa su una particella che si muove tra due punti qualsiasi è indipendente dal percorso fatto dalla particella;
- Il lavoro fatto da una forza conservativa su una particella che si muove attraverso un percorso chiuso è zero.

Energia e Lavoro

Lavoro: energia trasferita a un oggetto quando questo viene messo in movimento.

Si calcola con il prodotto scalare fra la forza applicata e il suo vettore spostamento:

$$W = F * d = Fd\cos(\theta) \quad (d \rightarrow \text{vettore percorso})$$

oppure (se non sono costanti)

$$W = \int F dx$$

Il segno dipende dalla variazione di velocità e si misura in Joule [J].

Legge di Hooke

Prendendo come esempio una molla:

Se non si deforma (se siamo in regime elastico) spostandola dalla sua posizione di equilibrio una molla eserciterà una forza proporzionale ed opposta allo spostamento:

$$F = -kx$$

Energia cinetica

Se consideriamo il lavoro fatto su una particella esso equivale al cambiamento della sua energia cinetica:

$$W = \frac{1}{2} m * v^2$$

Potenza

La potenza media è un lavoro [w] applicato per un certo tempo.

$$\overline{P} \equiv \frac{W}{\Delta t}$$

La potenza istantanea:

$$\overline{P} \equiv \lim_{\Delta t \rightarrow 0} \frac{W}{\Delta t}$$

$$P = F * \frac{ds}{dt} = F * v \quad [\text{Watt}]$$

Energia potenziale

Nei sistemi conservativi è il lavoro che il sistema potrebbe fare su un oggetto, es: sistemi gravitazionali.

$$F = G \frac{mM}{r^2} = mg$$

Lavoro fatto da una forza gravitazionale se un corpo cade da una altezza y_i fino ad y_f :

$$W = mg(y_i - y_f)$$

quindi possiamo scrivere:

$$W = (U_i - U_f) = - (U_f - U_i) \equiv - \Delta U_g$$

dove U_i : energia pot. iniziale

e

U_f : energia pot. finale

e

U_g : energia gravitazionale

In un sistema elastico abbiamo:

$$- \Delta U_s$$

Energia meccanica

Per TUTTI i sistemi conservativi possiamo definire una energia meccanica totale

$E = K + U$ che è costante in assenza di altre forze agenti sul corpo.

Pendolo

Un pendolo è una massa attaccata a un filo leggero e di lunghezza costante.

Se vogliamo calcolare il periodo per piccole oscillazioni:

$$\frac{d^2\theta}{dt^2} L \simeq - g\theta$$

e otteniamo

$$\theta(t) = \cos(\omega t)$$

Quantità di moto

Detto anche momento, è un vettore definito come: $\vec{P} = m\vec{v}$ (massa * velocità)

Il momento è costante e si conserva.

Urti

Nel caso di un urto fra particelle esistono due casi limite: negli urti elastici l'energia cinetica è conservata e in quelli anelastici si perde.

Legge di Noether

Ad ogni SIMMETRIA corrisponde una quantità conservata

Per la conservazione del momento:

$$mv_{1i} = mv_{2f} + mv_{1f} \sin(\theta)$$

applicata in Y

o

$$mv_{1i} = mv_{2f} + mv_{1f} \cos(\theta)$$

applicata in X

Andando a misurare l'angolo con cui vengono deviate le traiettorie si ottiene il rapporto delle velocità.

Centro di massa

Le coordinate del CENTRO DI MASSA di un sistema di particelle sono date dalla media pesata delle coordinate delle particelle con la loro massa.

$$r_{cm} \equiv \frac{\sum m_i r_i}{M}$$

oppure con gli infinitesimi

$$r_{cm} \equiv \frac{1}{M} \int r \, dx$$

Derivando la prima formula:

$$Mv_{cm} = P_{cm} = \sum p_i$$

Applicando la 3° legge di Newton:

$$Ma_{cm} = \sum F_i = \sum F_{esterne}$$

Il centro di massa di un sistema di particelle di massa totale M si muove come si muoverebbe una equivalente massa M sotto l'influenza della risultante delle forze esterne agenti sul sistema.

Spinta

$$v_s \frac{dM}{dT}$$

Analisi errori

Ogni volta che facciamo una misura il valore che otteniamo è affetto da una incertezza ovvero da un errore inevitabile.

Esistono due regole per riportare in modo corretto i dati sperimentali:

1. Le incertezze vanno arrotondate ad UNA cifra significativa;
2. L'ultima cifra significativa di una misura deve essere dello stesso ordine di grandezza dell'incertezza.

Questo vuol dire che scriveremo:

1.2 +/- 0.5 e non 1.2 +/- 0.48912667

E NON

1.2353456 +/- 0.5

Incertezza

Può essere espressa come incertezza relativa (precisione):

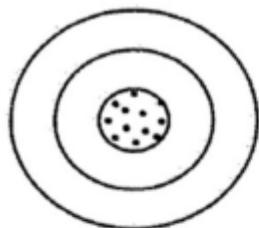
$$\Delta \frac{\delta x}{|x|}$$

o anche

Incertezza percentuale:

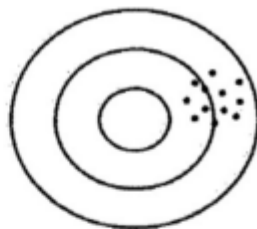
$$\Delta x * 100$$

Errori casuali e sistematici



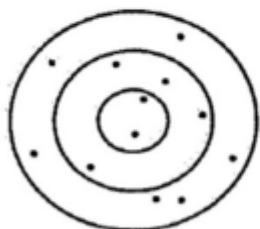
Casuali: piccoli
Sistematici: piccoli

(a)



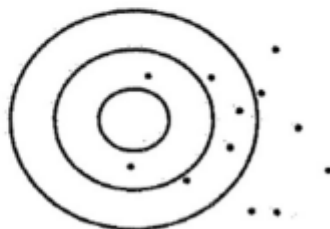
Casuali: piccoli
Sistematici: grandi

(b)



Casuali: grandi
Sistematici: piccoli

(c)



Casuali: grandi
Sistematici: grandi

(d)

Elettronica

Legge di Ohm

$$V = RI$$

(resistività * cariche al secondo)

NON è sempre valida. I conduttori cambiano la propria resistività con la temperatura (e quindi possono essere usati come sensori di temperatura) mentre nei semiconduttori la legge non è valida.

La legge completa è:

$$R = R_0(1 + \alpha T)$$

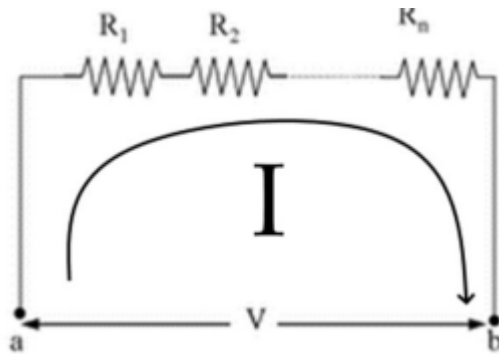
R_0 e α sono costanti

e

$$T = \frac{R - R_0}{R_0 \cdot \alpha}$$

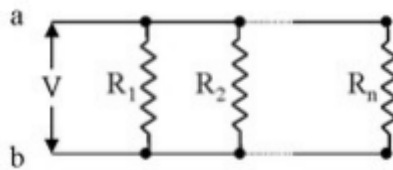
Serie e parallelo

Si dice che elementi elettrici sono in SERIE quando sono attraversati dalla stessa corrente:



$$V = (R_1 + R_2 + R_n) \cdot I$$

Mentre sono detti IN PARALLELO quando ai loro capi è applicata la stessa differenza di potenziale:



$$I = \frac{V}{R_1 + R_2 + R_n}$$

La capacità si trova:

$$C = \frac{Q}{V} \quad \text{dove la } Q = \text{carica}$$

Il Wattaggio:

$$W_s = \frac{1}{2} CV^2$$

Leggi di Kirchhoff

Iniziamo dicendo che un nodo è un incrocio di più conduttori o rami di un circuito; una maglia è un percorso chiuso in un circuito.

1° legge

La somma delle correnti che affluiscono a un NODO è $= 0$

2° legge

La somma delle differenze di potenziale lungo una MAGLIA è $= 0$

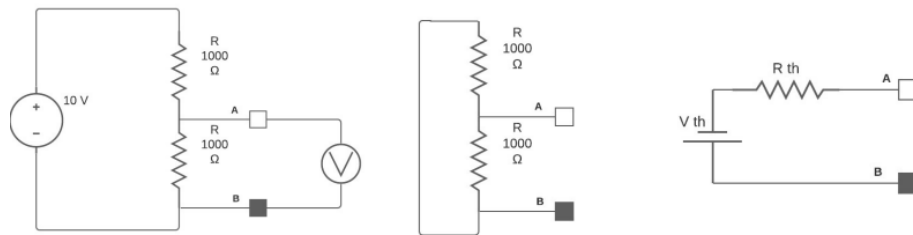
Quindi se in un circuito abbiamo una batteria da 7 Volt la somma di tutte le resistenze deve essere 7 Volt totali.

Teorema di Thévenin

Una qualunque rete lineare può essere modellizzata da due dei suoi nodi A e B

come la serie di un generatore di tensione V_{th} e una resistenza R_{th} .

V_{th} è uguale alla tensione presente ai capi A e B aperti mentre R_{th} si ottiene cortocircuitando tutti i generatori di tensione e interrompendo tutti i generatori di corrente.

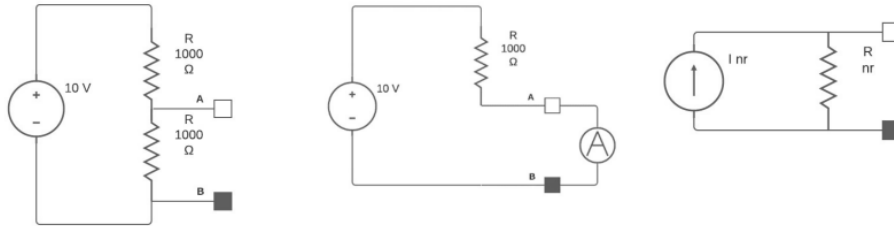


Teorema di Norton

Una qualunque rete lineare può essere modellizzata tra due dei suoi nodi A e B

come il parallelo di un generatore di corrente I_{Nr} e una resistenza R_{Nr} .

I_{Nr} è uguale alla corrente che scorre fra i capi A e B cortocircuitati mentre R_{Nr} si ottiene cortocircuitando tutti i generatori di tensione e interrompendo tutti i generatori di corrente.



Analisi statistica

La media di N misure è definita:

$$\bar{x} = \frac{\sum x_i}{N}$$

(somma di tutti i valori / il numero di misure fatte)

La media è un estimatore statistico, questi “tools” si utilizzano per avere misure migliori, un altro è la deviazione quadratic media (RMS), che viene usata per rappresentare l'incertezza del singolo dato:

$$\sigma = \sqrt{\frac{\sum d_i^2}{N}} \equiv \sqrt{\frac{\sum (\bar{x} - x_i)^2}{N}} < \sqrt{\frac{\sum d_i^2}{N-1}}$$

media degli scarti al quadrato

La media pesata per N misure ripetute:

$$\bar{x} = \frac{\sum w_i x_i}{\sum w_i} ; W = \sum w_i$$

si usa per andare a pesare di più certi valori nella media

Teorema del limite centrale

Il teorema del limite centrale afferma che:

la somma o la media di un gran numero di variabili aleatorie indipendenti e dotate della stessa distribuzione è distribuito secondo la distribuzione di Gauss indipendentemente dalla distribuzione soggiacente.

Questo significa che la distribuzione di alcune statistiche come per esempio la media del campione diventa nota anche se non sappiamo nulla a proposito della forma della distribuzione della popolazione da cui i campioni sono stati tratti.

Circuiti

RL

Un circuito RL è un circuito che contiene una resistenza (R) e una bobina (L). I circuiti RL possono essere utilizzati per filtrare segnali, generare impulsi, stabilizzare tensioni, e gestire il comportamento temporale dei segnali.

La resistenza è un componente passivo che limita il flusso di corrente nel circuito. Misurata in ohm (Ω), la resistenza dissipa energia sotto forma di calore. Nel circuito RL, la resistenza influisce sulla caduta di tensione e sulla dissipazione di energia.

Una bobina è un componente che immagazzina energia sotto forma di campo magnetico quando attraversata da una corrente. La bobina ha un'induttanza (L) misurata in henry (H). L'induttanza determina la capacità della bobina di opporsi a variazioni rapide di corrente e di immagazzinare energia.

Tramite la seguente formula si trova il tempo di costante:

$$t=L/R$$

LC

Un circuito LC è un tipo di circuito che comprende un induttanza (L) e un condensatore (C). Questi circuiti sfruttano le proprietà di immagazzinamento di energia di entrambi i componenti per creare oscillazioni e risonanze.

L'induttanza è un componente che immagazzina energia sotto forma di campo magnetico quando attraversato da una corrente. Viene misurata in henry (H). L'induttanza in un circuito LC influisce sulla velocità di variazione della corrente e sulla frequenza di oscillazione del circuito.

Un condensatore è un componente che immagazzina energia sotto forma di campo elettrico tra le sue piastre quando viene applicata una differenza di potenziale. Viene misurato in farad (F). Il condensatore in un circuito LC influisce sulla capacità di immagazzinare carica e sulla frequenza di oscillazione del circuito.

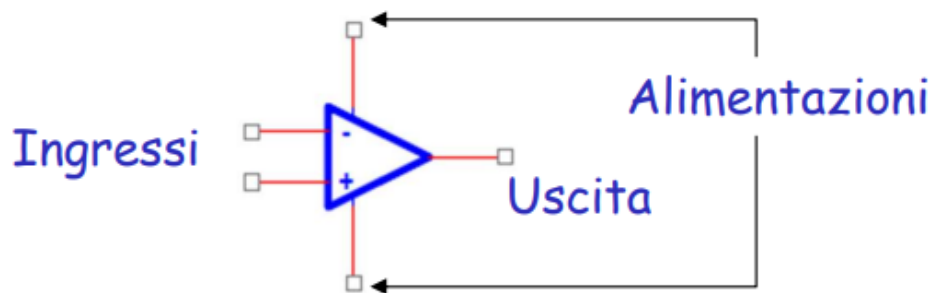
Energia accumulata dal condensatore:

$$U_E = \frac{1}{2C} Q^2$$

Equazione oscillatore armonico:

$$q(t) = Q_{max}^2 \cos(\omega t + \varphi)$$

Amplificatori Operazionali



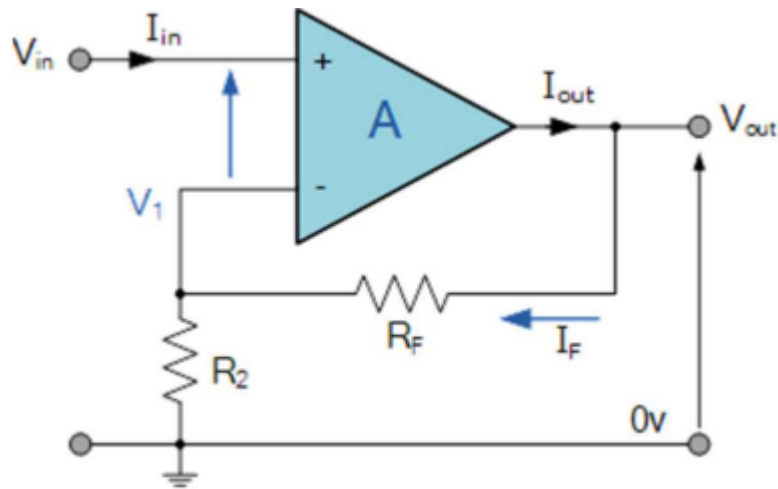
Il modello ideale di amplificatore operazionale implica che la differenza di tensione fra le uscite sia sempre uguale a zero quando siamo in presenza di una retro reazione.

Il circuito più semplice che possiamo realizzare è quello di un buffer non invertente. In questo circuito la tensione di ingresso viene riportata in uscita con guadagno uno, l'importanza di questo circuito sta nel fatto che in data l' impedenza infinita di ingresso dell'amplificatore operazionale questo circuito ci permette di misurare tensioni in un sistema senza perturbarlo comportandosi come buffer.

Non invertente

Un amplificatore non invertente è un tipo di configurazione di amplificazione utilizzando un amplificatore operazionale in cui il segnale in ingresso viene amplificato senza essere invertito in fase nell'uscita. Questa configurazione è ampiamente utilizzata in applicazioni in cui è necessario amplificare un segnale senza cambiarne la polarità.

Prevede due resistenze, una collegata all'ingresso invertente dell'op-amp a una tensione di riferimento (solitamente la massa o un punto di tensione stabile), e l'altra collegata tra l'uscita dell'op-amp e l'ingresso non invertente. L'ingresso del segnale da amplificare viene collegato all'ingresso non invertente.



Il guadagno si trova con:

$$G = 1 + \left(\frac{R_1}{R_2} \right)$$

R1 [R_F] -> collegata all'ingresso / R2 [R₂] -> collegata all'uscita

Comparatore con isteresi

Un circuito comparatore dotato di isteresi è un tipo di circuito che utilizza un amplificatore operazionale per confrontare due tensioni di ingresso e fornire un'uscita che cambia in modo definito e stabile tra due soglie specifiche.

Questo tipo di circuito è utilizzato per rilevare la transizione di tensione tra due stati, introducendo una regione di isteresi che impedisce commutazioni indesiderate dell'uscita in presenza di segnali rumorosi o fluttuanti vicino alle soglie di commutazione.

Un esempio è il comparatore Schmitt Trigger.

DOMANDE SLIDES (da fare)