

# Elettronica

## Definizione di Elettronica

L'**Elettronica** è quella parte della Fisica applicata che si occupa della generazione, elaborazione e trasmissione delle informazioni sotto forma di segnali elettrici.

Le grandezze fisiche tipiche dell'elettronica sono:

1) **Intensità di corrente I**. Essa è definita come la quantità di carica elettrica  $Q$  che attraversa un conduttore nell'unità di tempo  $t$ , cioè:

$$I = \frac{Q}{t} = \frac{[Coulomb]}{[Secondo]} = [Ampere]$$

2) **Forza elettromotrice o tensione V** sviluppata da un generatore elettrico (ad esempio una pila). Essa è definita come il lavoro  $L$  compiuto dal generatore per portare la carica elettrica  $Q$  dal polo negativo al polo positivo del generatore stesso, cioè:

$$V = \frac{L}{Q} = \frac{[Joule]}{[Coulomb]} = [Volt]$$

3) **Potenza elettrica P** fornita dal generatore. E' definita come l'energia elettrica (lavoro) compiuto dal generatore nell'unità di tempo, cioè:

$$P = \frac{L}{t} = \frac{L}{Q} \cdot \frac{Q}{t} = V \cdot I = [Volt] \cdot [Ampere] = [Watt]$$

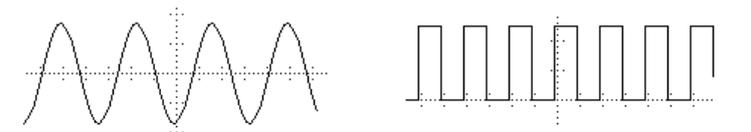
Dalla formula precedente osserviamo che la potenza generata si può calcolare moltiplicando la tensione  $V$  del generatore per la corrente  $I$  erogata.

## Esempio

Se il generatore è una pila non collegata a nessuna apparecchiatura elettrica, la corrente  $I$  erogata è zero e quindi anche la potenza generata è zero. Se, invece, la pila da 4,5V eroga una corrente di 0,6A ad una lampadina, la potenza generata vale:  $P = V \cdot I = 4,5 \cdot 0,6 = 2,7W$ .

4) **Frequenza f**. E' definita come il numero di oscillazioni complete compiute dal segnale elettrico nell'unità di tempo. La sua unità di misura è l'Hertz (Hz).

Si utilizza il concetto di frequenza in alcuni tipici segnali elettrici variabili come l'onda sinusoidale a sinistra, l'onda quadra a destra, ecc.



Il reciproco della frequenza  $f$  è il **periodo T** definito come il tempo necessario per compiere un'oscillazione completa:

$$T = \frac{1}{f} = \frac{1}{[Hertz]} = [Secondo]$$

Componenti elettronici fondamentali

I circuiti elettronici sono costituiti da componenti passivi, attivi e conduttori elettrici per consentire il collegamento tra le parti. Esaminiamo i più importanti componenti passivi ed attivi.

Componenti elettronici passivi

**Resistenza elettrica R.** Rappresenta l'ostacolo che un conduttore, sottoposto ad una tensione V erogata da un generatore, fornisce al passaggio della corrente I.

Questo comportamento è descritto dalla famosa legge di Ohm:

$$R = \frac{V}{I} = \frac{[Volt]}{[Ampere]} = [Ohm] \quad \overset{1 \text{ k Ohm}}{\sim\sim\sim} \text{ e si indica col simbolo } \Omega.$$

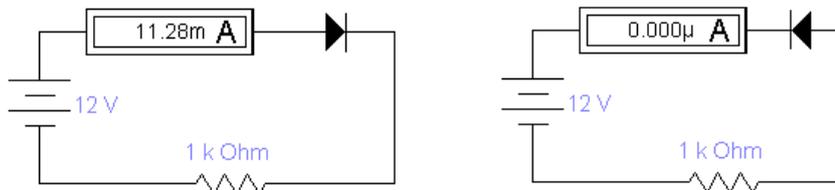
**Condensatore di capacità C.** E' costituito da due superfici affacciate tra loro e separate da un materiale isolante detto dielettrico. Il condensatore ha la caratteristica di immagazzinare energia elettrostatica sotto forma di cariche elettriche. Quando il condensatore immagazzina la carica elettrica Q, la tensione ai suoi capi assume il valore V secondo la formula:

$$C = \frac{Q}{V} = \frac{[Coulomb]}{[Volt]} = [Farad] \quad \overset{1 \text{ uF}}{\parallel\parallel}$$

**Bobina di Induttanza L.** E' costituita da un filo conduttore in rame avvolto in numerose spire su un supporto isolante. L'induttanza è in grado di immagazzinare energia magnetica quando è attraversata dalla corrente I. Il legame tra flusso magnetico  $\phi$  prodotto dalla corrente I e la corrente stessa vale:

$$L = \frac{\phi}{I} = \frac{[Weber]}{[Ampere]} = [Henry] \quad \overset{1 \text{ mH}}{\sim\sim\sim}$$

**Diodo a semiconduttore.** E' un dispositivo a due terminali che permette il passaggio di corrente in una sola direzione. Quando è polarizzato direttamente (a sinistra) oppone una d.d.p. (differenza di potenziale) di 0.7V circa (diodo al Silicio) e circola corrente (11.28mA). Quando è polarizzato inversamente (a destra) non si lascia attraversare da corrente (0  $\mu$ A).



Esistono vari tipi di diodi a semiconduttore:

**diodo LED:** quando è attraversato da corrente emette luce e serve come segnalatore;

**diodo Zener:** quando viene polarizzato inversamente con una tensione superiore a quella che può sopportare, perde le caratteristiche di isolante e si lascia attraversare da corrente e la d.d.p. ai suoi capi è costante.

Componenti elettronici attivi

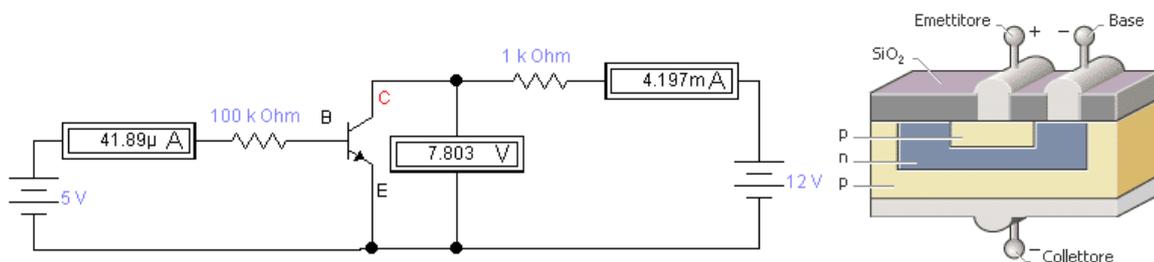
**Transistor a giunzione bipolare (BJT).** E' un dispositivo a tre terminali (Base, Collettore, Emittitore) che ha svariati impieghi. I più importanti sono:

1) *Amplificatore di corrente.* Se inserisco nel terminale di base una corrente di intensità  $I_B$  ( $41.89\mu A$  nella figura) la corrente  $I_C$  che entra nel collettore vale:

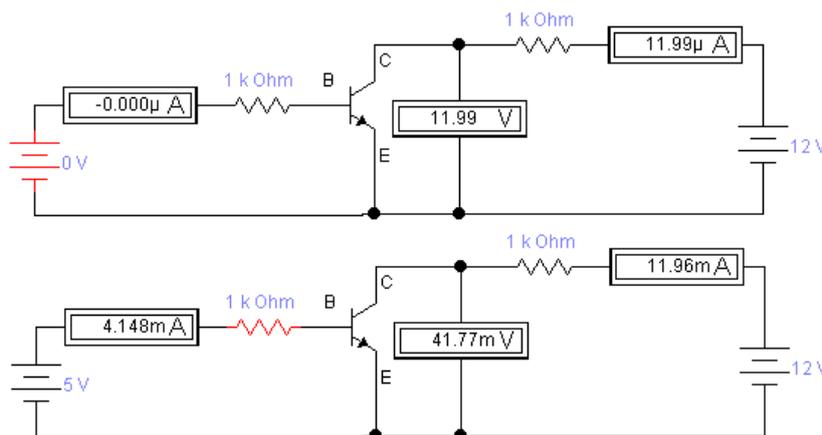
$$I_C = h_{FE} \cdot I_B$$

ove  $h_{FE}$  prende il nome di guadagno statico di corrente ed è un numero puro di valore compreso tra 50 e 500. Naturalmente la maggior corrente che si ottiene è prelevata dal sistema di alimentazione (batteria a 12V). Nel circuito sottostante  $h_{FE}$  vale 100. Il voltmetro inserito tra Collettore ed emittitore mostra una d.d.p. pari a  $V_{CE}=7.8V$ .

Nel circuito a sinistra la giunzione Base-Emittitore, polarizzata direttamente, si comporta come un diodo e mostra una d.d.p.  $V_{BE}=0.8V$



2) *Interruttore.* Il BJT può essere utilizzato come interruttore comandato dalla corrente di Base. Infatti se quest'ultima è zero, anche la corrente di Collettore  $I_C=0$  e nella resistenza da 1K Ohm non scorre corrente. Il transistor, visto tra collettore ed emittitore si è comportato come un interruttore chiuso. Se porto la corrente di base ad un valore sufficientemente elevato, la corrente di collettore sarà così elevata che il voltmetro inserito tra C ed E segnerà un valore  $V_{CE}=0$ . In tal caso il transistor si è comportato come un interruttore chiuso.



Nella figura in alto il transistor si comporta da interruttore aperto (la corrente di collettore  $I_C=11.99\mu$  è praticamente nulla) mentre nella figura in basso il transistor si comporta da interruttore chiuso (la  $I_C=11.96mA$  coincide praticamente col rapporto  $12V/1KOhm$ ) e la  $V_{CE}=41.77mV$  è praticamente nulla. Il transistor finora esaminato prende il nome di BJT di tipo NPN.

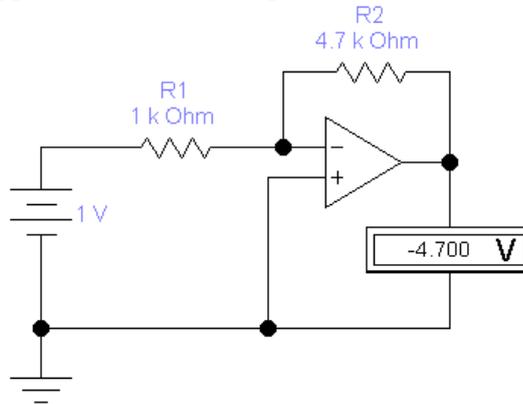


Esiste anche il BJT PNP nel quale le correnti hanno verso opposto rispetto al precedente NPN. Il simbolo è identico con l'unica differenza che la freccia che indica il verso della corrente di emittitore è entrante. In alto a destra si mostra la struttura tecnologica del BJT PNP.

**Amplificatore operazionale.** E' un circuito integrato che contiene al suo interno svariati transistor, diodi e resistenze collegati tra loro in modo da realizzare un amplificatore differenziale di tensione di valore assai elevato. Esso, nella pratica, viene utilizzato con alcune resistenze e capacità in modo da realizzare svariate categorie di circuiti: amplificatore, sommatore, comparatore, generatore di forme d'onda, convertitori, ecc.

Esso viene schematizzato col simbolo di un triangolo, possiede due ingressi, invertente (-) e non invertente (+), ed un'uscita prelevabile dal vertice destro del simbolo.

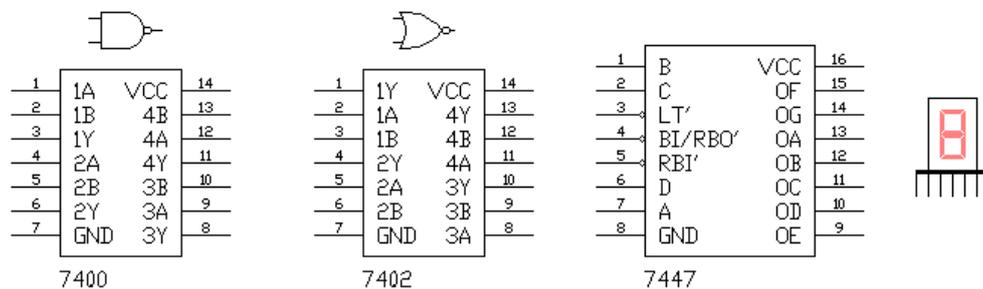
In figura si mostra una tipica applicazione come amplificatore invertente.



La tensione applicata in ingresso vale 1V. Nella configurazione invertente il segnale si applica sull'ingresso invertente (-) attraverso la resistenza  $R_1$  mentre l'ingresso non invertente (+) va collegato a massa. Tra il terminale di uscita e quello invertente si inserisce la resistenza  $R_2$ . Si dimostra che la tensione di uscita vale:

$$V_u = -V_i \frac{R_2}{R_1} = -1 \frac{4.7}{1} = -4.7V$$

**Circuiti digitali.** Essi lavorano con segnali elettrici che possono assumere due soli valori: 0 e 5V. Sono contenuti in circuiti integrati e svolgono svariate tipologie di funzioni: porte logiche, multiplexer, decodificatore, circuiti aritmetici, pilotaggio di display, memorie, registri a scorrimento, contatori, ecc. I microprocessori, circuiti programmabili che rappresentano il cuore del computer, contengono al loro interno una complessità circuitale corrispondente a svariate decine di milioni di transistor.



Le figure indicate con 7400 e 7402 sono circuiti integrati digitali a 14 piedini che contengono, rispettivamente, 4 porte NAND a 2 ingressi e 4 porte NOR a due ingressi. I simboli logici sono stati riportati in alto.

A destra si mostra il decodificatore 7447 in grado di pilotare correttamente i sette segmenti di un display a LED.

Per comprendere il funzionamento dei vari circuiti è necessario studiare i concetti fondamentali dell'elettronica digitale ed in particolare la funzione svolta dai vari circuiti esistenti in commercio ed il significato delle linee riportate nei simboli.