

Laboratorio Elettronico

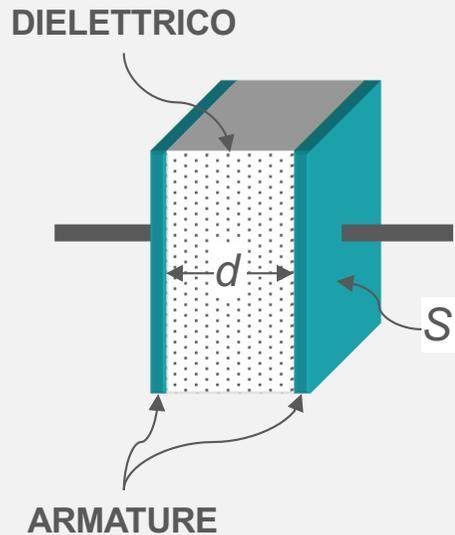
P.C.T.O.

Percorsi per le Competenze Trasversali

Componenti - 2

Condensatori

Condensatori



La proprietà fondamentale del condensatore, di accogliere e di conservare cariche elettriche, prende il nome di **capacità**.

$$C = \frac{Q}{V}$$

Q è la carica elettrica espressa in Coulomb (C)
V è la tensione espressa in Volt (V)

Unità di misura: **Farad (F) o sottomultipli**

$$1 F = \frac{1 C}{1 V}$$

Il valore capacitivo è determinato dalla superficie delle armature (**S**), la loro distanza (**d**) e dalla natura del dielettrico interposto ($\epsilon_0 \epsilon_r$)

$$C = \epsilon_0 \cdot \epsilon_r \cdot \frac{S}{d}$$

$$\epsilon_0 = 8.854187817 \cdot 10^{-12} \quad \text{F} \cdot \text{m}^{-1}$$

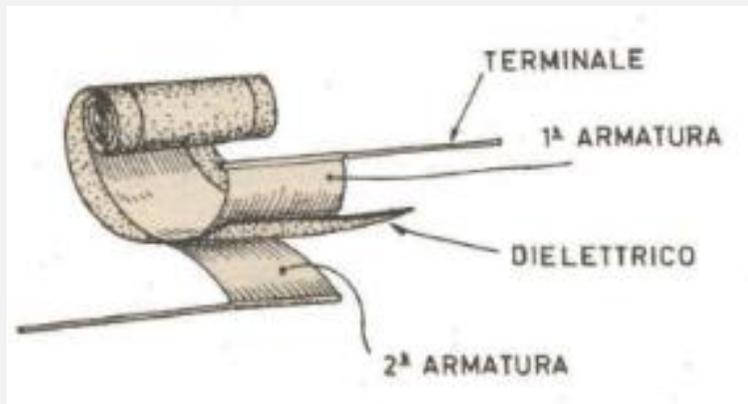
Materiale	ϵ_r
ARIA	1,0059
POLISTIROLO	2,5
CARTA PARAFFINATA	2,5 ÷ 6
MICA	6,8
Pentossido di TANTALIO	26
CERAMICA	35 ÷ 50.000

Tipi di condensatore (1)

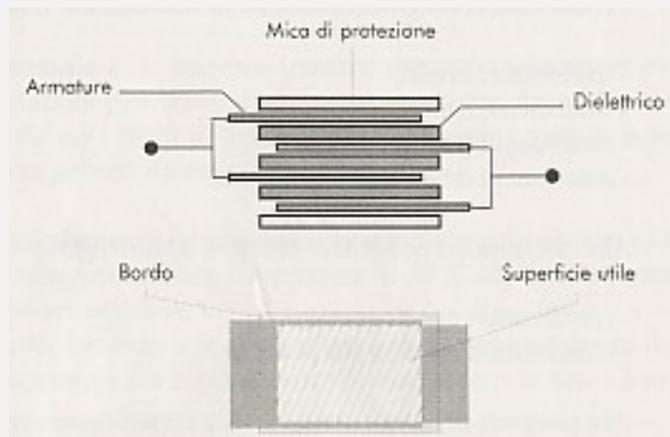
Avvolti

A carta

A carta metallizzata

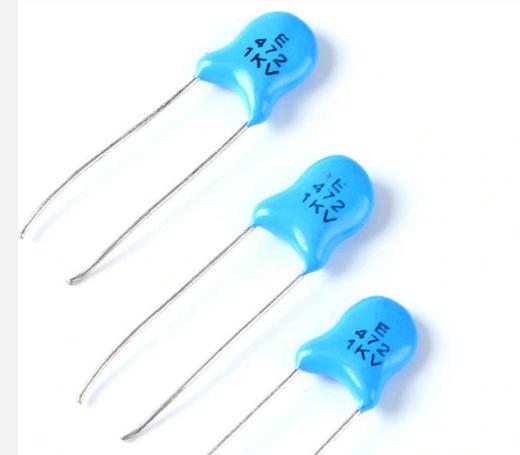
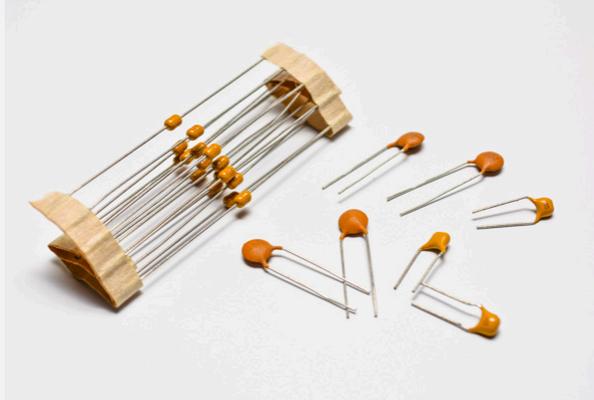


A Mica



Tipi di condensatore (2)

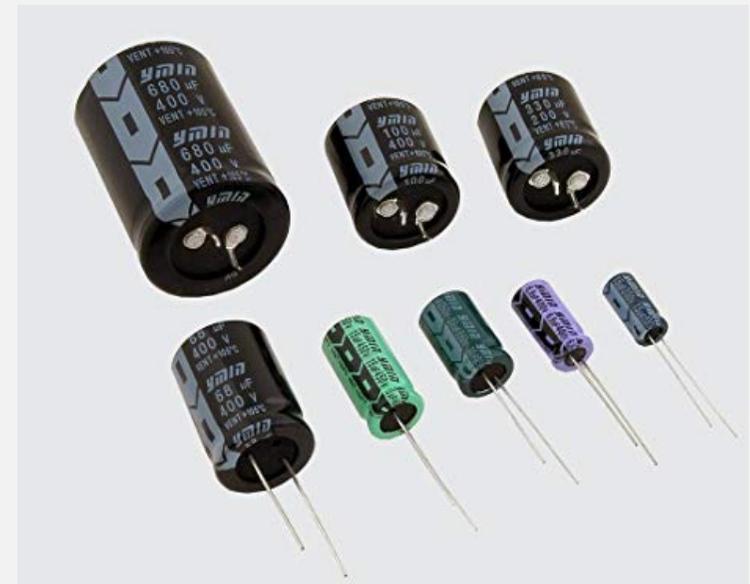
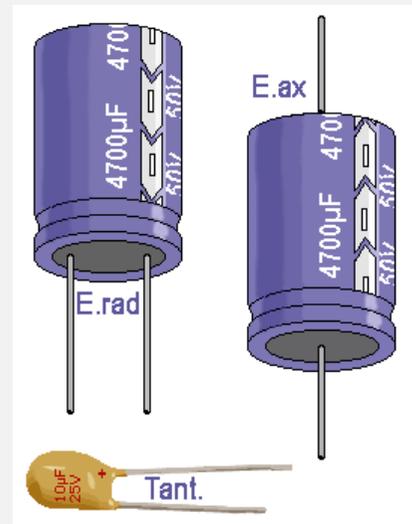
Ceramici



Elettrolitici

Sono Polarizzati !

Devono essere collegati soltanto in un senso



Codifica dei condensatori (1)

Purtroppo, a differenza dei resistori, esistono diversi tipi di codifiche per determinare l'effettivo valore di capacità; e la tipologia di codice dipende anche dal tipo di condensatore considerato.

- **Sigla americana:** il valore di capacità viene sempre espresso in μF , non viene utilizzato lo zero prima della virgola la quale è rappresentata da un punto.

Esempio: Una sigla come **.022** indica una capacità di 22 nF.

- **Sigla europea:** il valore di capacità viene scritto sostituendo alla virgola il simbolo del sottomultiplo relativo al valore.

Esempio: Una sigla come **4p7** indica una capacità di 4,7 pF.

- **Sigla asiatica:** è simile al codice colori ma, anziché stampare le bande colorate, vengono scritte 2 cifre valore ed una terza moltiplicativa che indica quanti zeri aggiungere dopo le cifre valore. Il valore finale che indica la capacità è espresso in **pF**.

Esempio: La sigla **103** indica una capacità di 10.000 pF che equivale a 10 nF.

Codifica dei condensatori (2)

Oltre alla sigla valore sul corpo si trovano altri simboli che indicano la tolleranza del condensatore e la tensione di esercizio.

Questi due valori sono standard per tutti i tipi di sigle e si compongono in questo modo.

Tolleranza: Viene indicata da una lettera subito dopo la sigla valore, le lettere di uso più frequente sono J - K - M, ed indicano rispettivamente 5% - 10% - 20%.

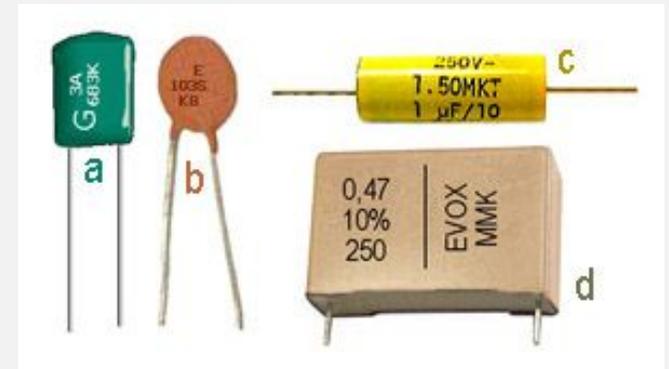
Tensione di esercizio: Viene espressa direttamente in volt.

ESEMPI

332 J 250: La sigla indica un condensatore di 3300 pF, 5% di tolleranza e 250V di tensione massima.

.012 K 600: La sigla indica un condensatore di 12 nF, tolleranza 10% e 600V come tensione massima di funzionamento.

5p6 J 63: La sigla indica un condensatore di 5,6 pF, tolleranza del 5% e 63V di esercizio.



Valori commerciali di C

Come per le resistenze, esistono dei valori standard, rappresentati dalla seguente tabella

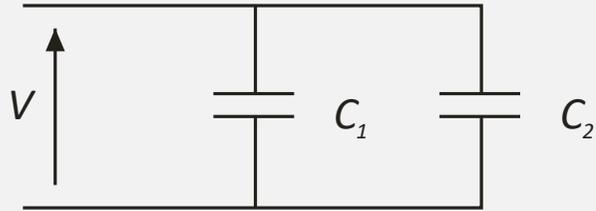
Tabella dei valori commerciali di C											
1	1.2	1.5	1.8	2.2	2.7	3.3	3.9	4.7	5.6	6.8	8.2

- Questi valori sono reperibili a partire dal pF fino ad alcune centinaia di μF in multipli che vanno di 10 in 10.
- A volte potreste trovare indicato "kpF" (kilo-pico-Farad) al posto di "nF" (nano-Farad)

$$\text{"kp"} = 10^3 \times 10^{-12} = 10^{-9} = \text{"n"}$$

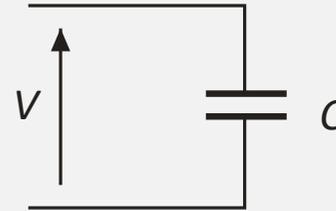
- Per sintetizzare valori non disponibili, si può far ricorso a connessioni serie o parallelo

Connessioni serie e parallelo di C



$$Q_1 = V \cdot C_1$$

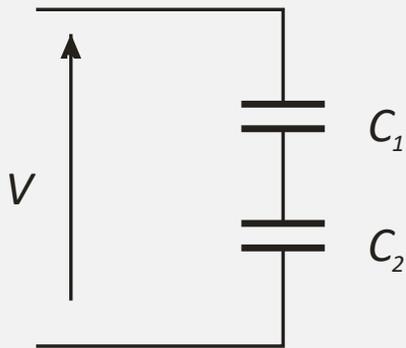
$$Q_2 = V \cdot C_2$$



$$Q = Q_1 + Q_2$$

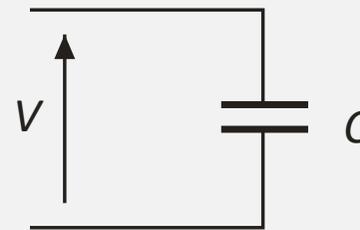
$$V \cdot C = V \cdot C_1 + V \cdot C_2$$

$$C_{eq} = C_1 + C_2 + \dots + C_n$$



$$V_1 = \frac{Q_1}{C_1}$$

$$V_2 = \frac{Q_2}{C_2}$$



$$V = \frac{Q}{C}$$

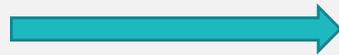
$$\frac{Q_1}{C_1} + \frac{Q_2}{C_2} = \frac{Q}{C}$$

$$\frac{1}{C_{eq}} = \frac{1}{C_1} + \frac{1}{C_2} + \dots + \frac{1}{C_n}$$

Carica e scarica del condensatore

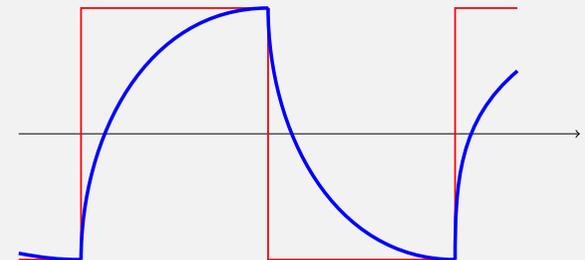
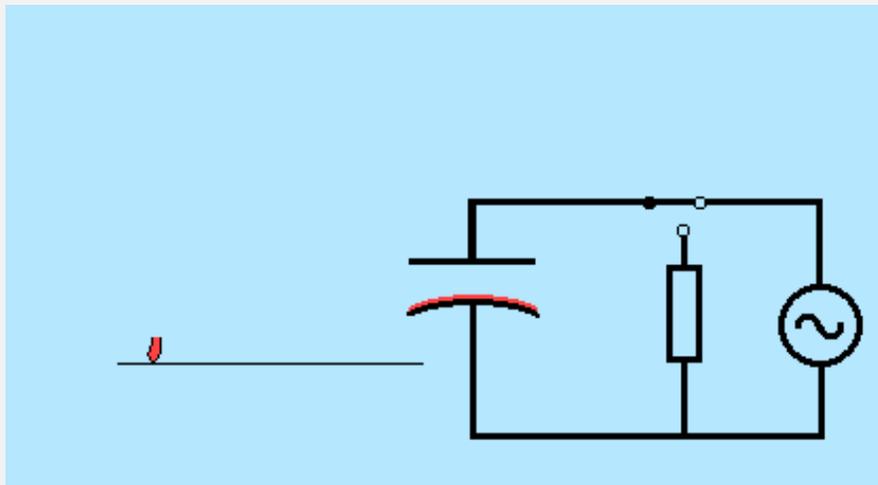
Equazione costitutiva del condensatore

$$C = \frac{Q}{V}$$



$$i(t) = \frac{dq}{dt} = \frac{d[C \cdot v(t)]}{dt} = C \cdot \frac{dv(t)}{dt}$$

In regime sinusoidale $I = j\omega C \cdot V$



Legge di carica (o scarica) di un condensatore in un circuito RC

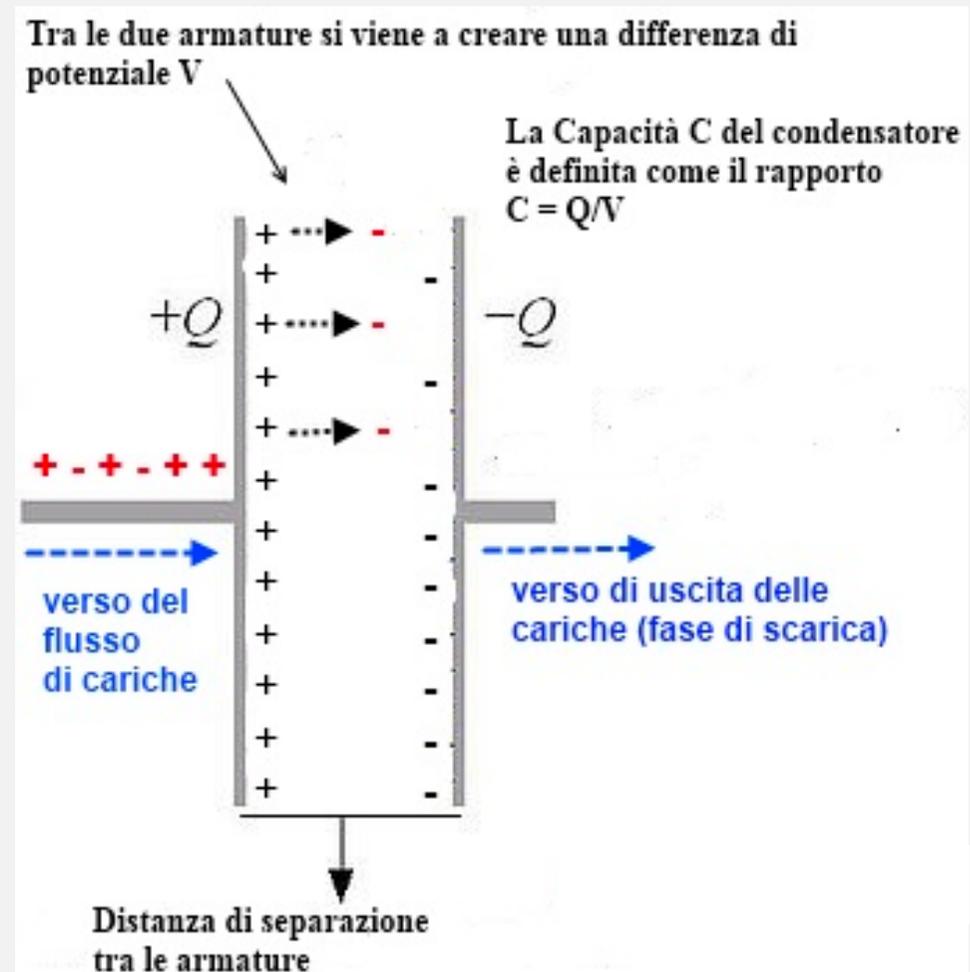
$$v(t) = V_{finale} - (V_{finale} - V_{iniziale}) \cdot e^{-\frac{t}{\tau}} \quad \tau = RC$$

Carica e scarica del condensatore

Fase di carica: il condensatore *accumula* (immagazzina) la carica all'interno delle sue armature, fino al raggiungimento della sua capacità massima, ovvero la quantità di carica che le armature possono sopportare.

Fase di scarica: il condensatore *rilascia* la carica trattenuta al suo esterno.

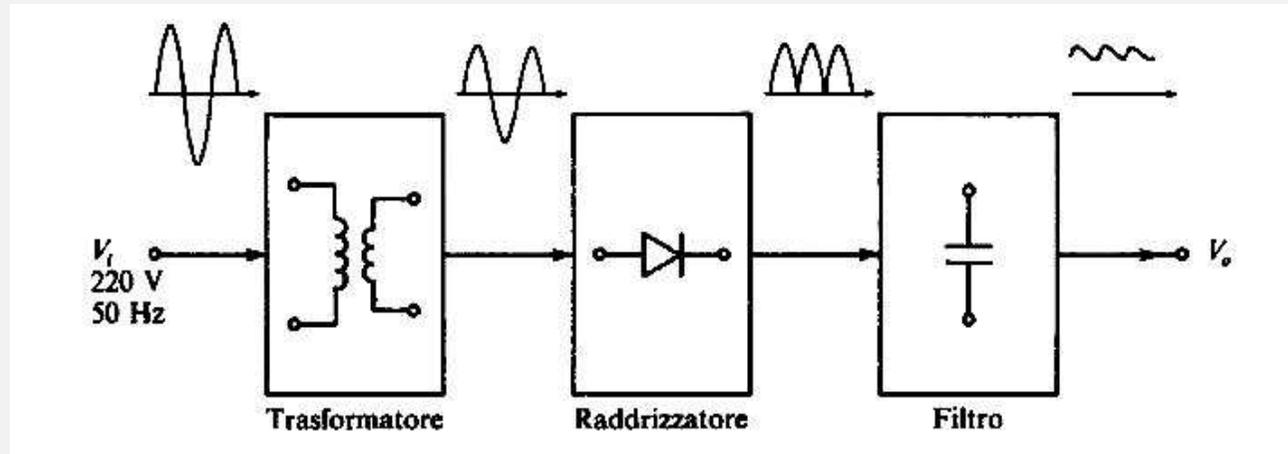
N.B. L'operazione di scarica è pericolosa se il condensatore è molto potente (C grande), in quanto l'operazione avviene ad alta tensione (scarica elettrica!)



Strumentazione - 2

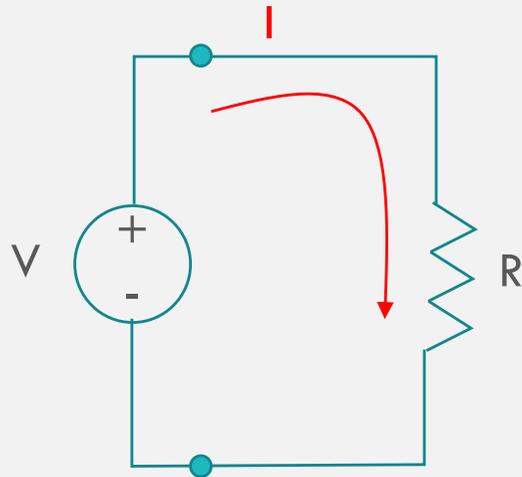
Alimentatori e generatori di segnale

Schema a blocchi di un alimentatore non stabilizzato



- Il primo blocco è un **trasformatore** che fornisce una tensione alternata sinusoidale di valore (ampiezza) più appropriato per la tensione continua desiderata.
- Il secondo blocco è un **raddrizzatore** che converte la tensione alternata a valore medio nullo in una tensione pulsante e unipolare con valore medio diverso da zero.
- Il terzo blocco consiste di un **filtro** che elimina le componenti in alternata e consente di *livellare* la tensione pulsante, fornendo in uscita una tensione di valore sostanzialmente costante, cui è sovrapposto un residuo in alternata (ripple).

Legge di Ohm



$$V = R \cdot I$$

$$I = \frac{V}{R}$$

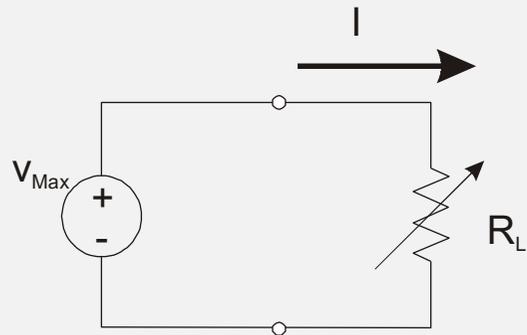
Se R diventa piccola, la corrente I diventa molto grande!

Limitazione della corrente I_{Max}

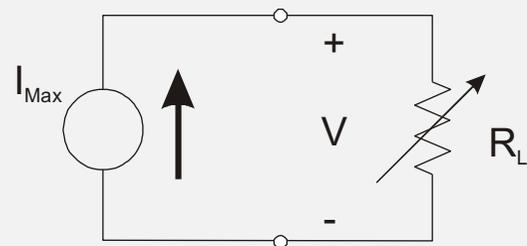
Gli alimentatori sono in genere dotati di un circuito per limitare la corrente massima erogata in uscita (regolabile da utente), utile

- ad evitare la presenza di correnti troppo elevate
- ad evitare problemi in caso di cortocircuito accidentale
- per i circuiti che richiedono una alimentazione in corrente costante, anziché in tensione costante.

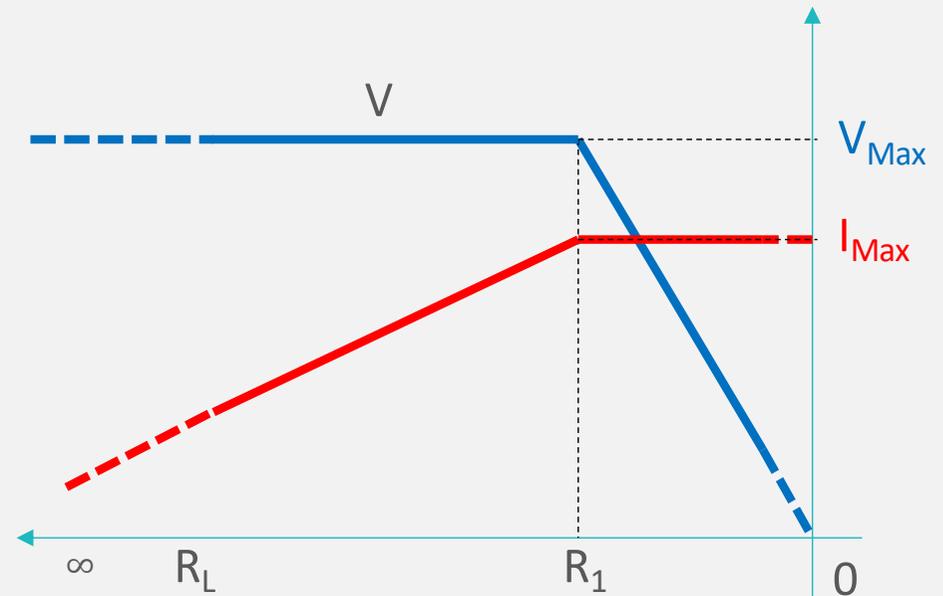
Clipping della corrente



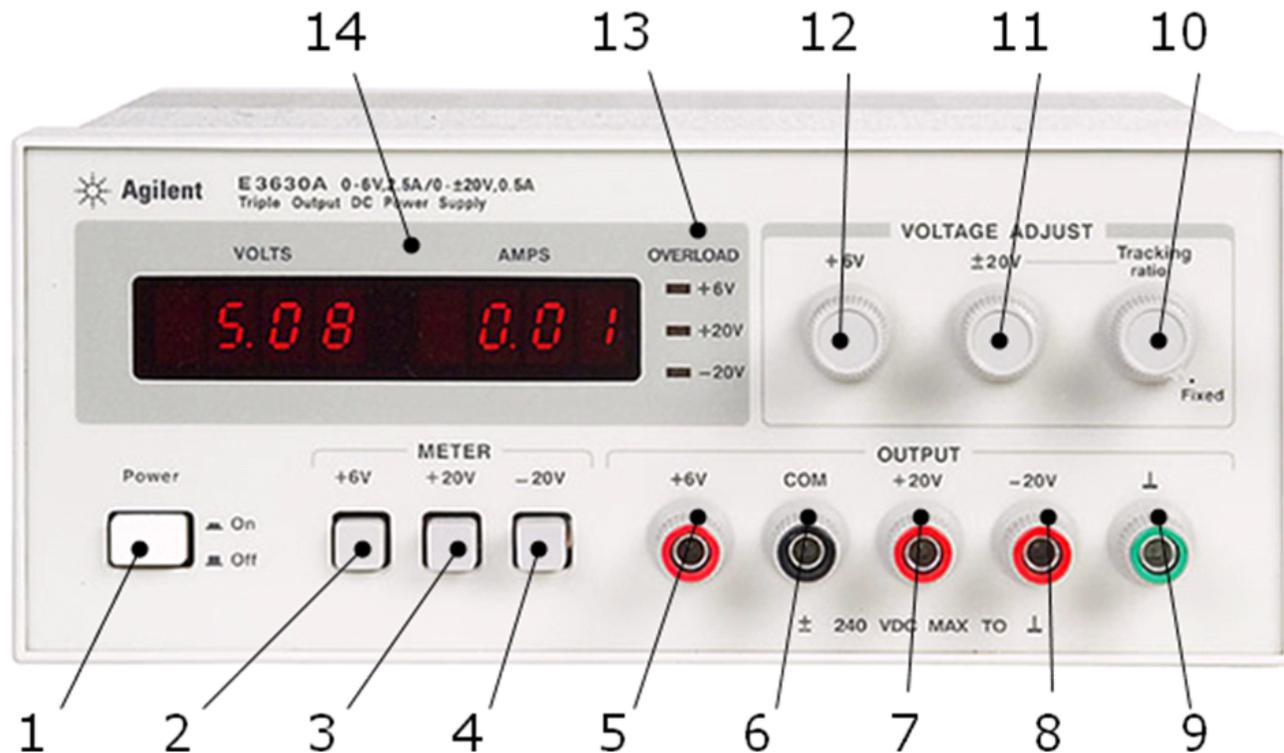
$$R_L = \infty \rightarrow R_1$$



$$R_L = R_1 \rightarrow 0$$



E3630A (Agilent)



1. Interruttore di accensione
2. Abilitazione visualizzazione uscita da 0 a +6V
3. Abilitazione visualizzazione uscita da 0 a +20V
4. Abilitazione visualizzazione uscita da 0 a -20V
5. Uscita da 0 a +6V
6. Terminale comune

7. Uscita da 0 a +20V
8. Uscita da 0 a -20V
9. Terminale di connessione a massa
10. Manopola di controllo allineamento
11. Manopola di controllo dell'uscita 6V
12. Manopola di controllo dell'uscita ±20V
13. LED di sovraccarico
14. Display corrente
15. Display tensione

E3630A (Agilent)

- L'alimentatore fornisce:
 - 2 uscite in modalità *tracking* con tensione massima $\pm 20\text{V}$ a 0.5A ,
 - 1 uscita con tensione massima $+6\text{V}$ a 2.5A .
- Le uscite in modalità *tracking* possono essere utilizzate in serie per fornire una tensione di 40V a 0.5A .
- Le tre uscite condividono il terminale COM, isolato dalla messa a terra del telaio.
- Il riferimento a massa è ottenuto connettendo il terminale COM al terminale \perp
- Durante il funzionamento delle uscite $+6\text{V}$ e $\pm 20\text{V}$, se una variazione del carico comporta il superamento dei limiti di corrente, il LED OVERLOAD si illumina.
 - Nota: in questo modello il limite massimo di corrente non è selezionabile da utente ma impostato dallo strumento (2.5A per l'uscita a 6V , 0.5A per l'uscita a 20V)

Un generatore di forme d'onda è un elemento fondamentale per la realizzazione di un banco di misura.

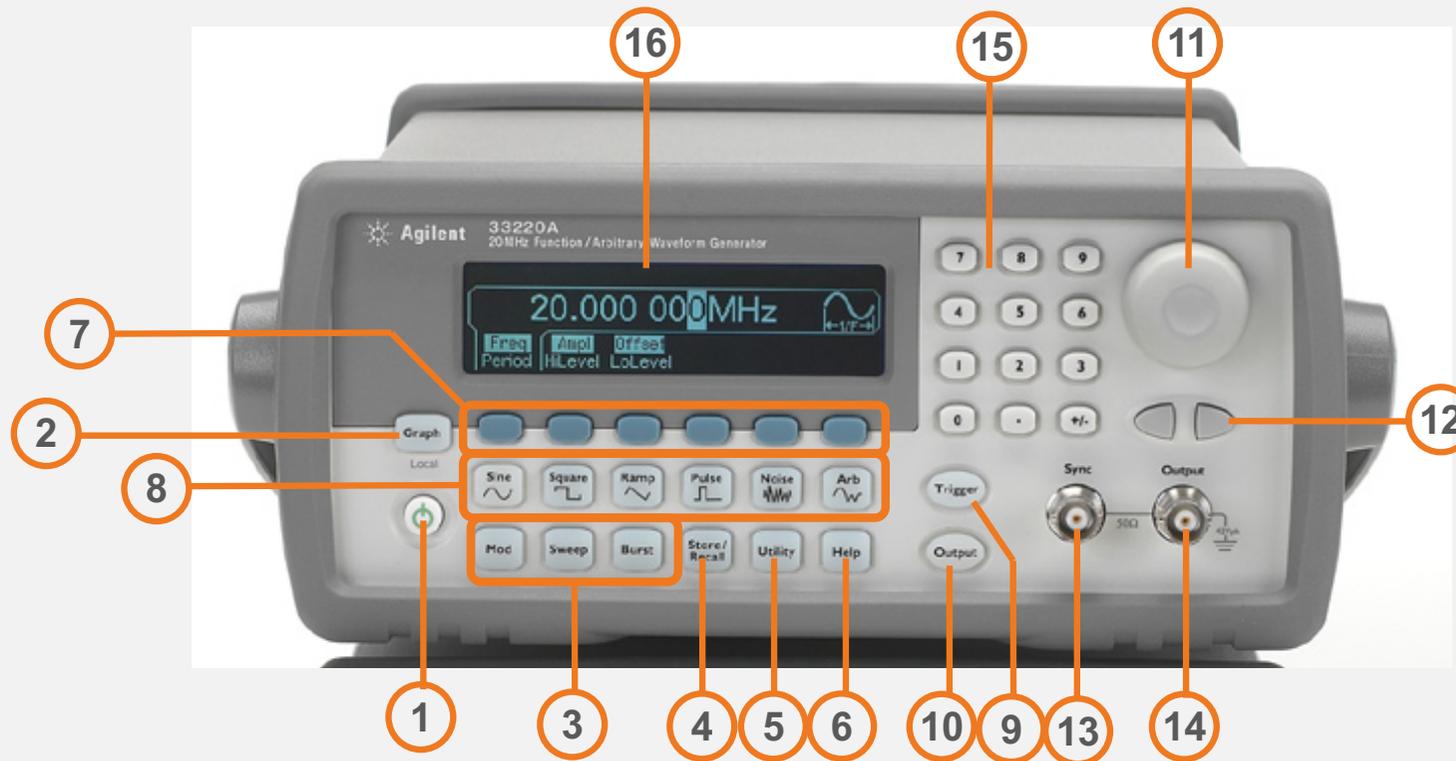
Infatti esso genera una forma d'onda periodica che può essere iniettata all'ingresso del circuito da misurare.

Tipici segnali ottenibili sono costituiti da:

- Forme d'onda sinusoidali
- Forme d'onda triangolari
- Forme d'onda rettangolari

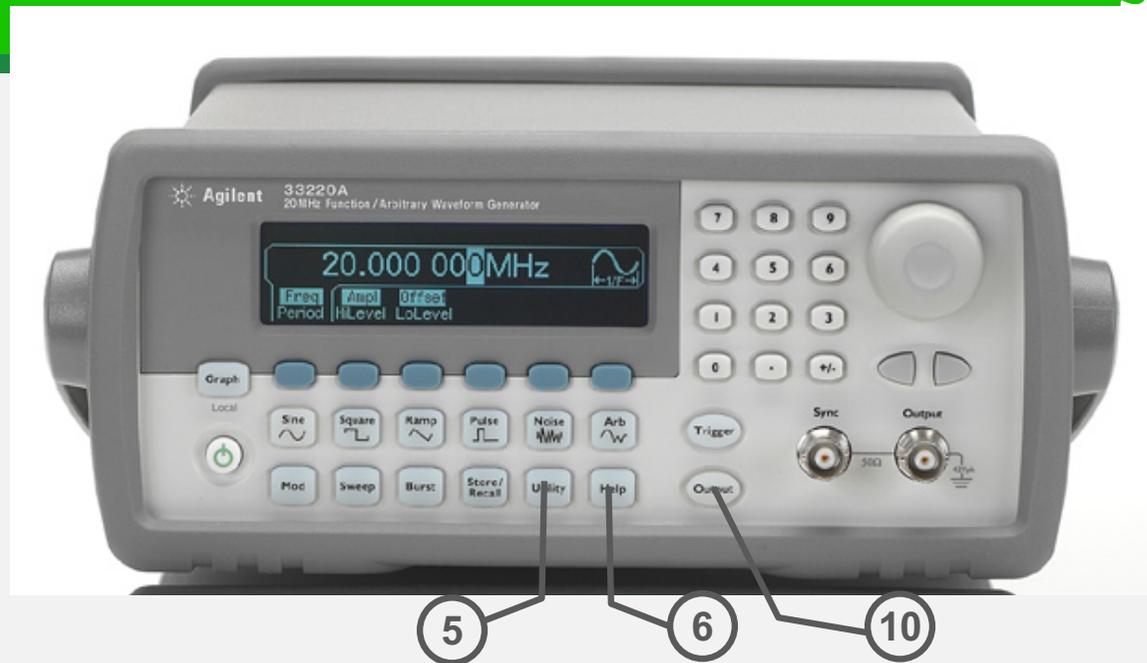
Di queste si può variare la frequenza, l'ampiezza ed il livello medio.

Ulteriore *utilità*, presente in molti generatori di segnale, è la possibilità di introdurre una modulazione in ampiezza e frequenza.



- 1 Interruttore ON/OFF
- 2 Tasto di visualizzazione
- 3 Tasti di Modulazione/Sweep/Burst
- 4 Tasto del menù storage
- 5 Tasto del menù utility
- 6 Tasto del menù help
- 7 Tasti dei menù di scelta da display

- 8 Tasti di selezione delle forme d'onda
- 9 Tasto di trigger manuale
- 10 Tasto abilita /disabilita uscita
- 11 Manopola di regolazione
- 12 Tasti per spostare il cursore
- 13 Connettore di sincronismo
- 14 Connettore d'uscita
- 15 Tasti numerici
- 16 Display



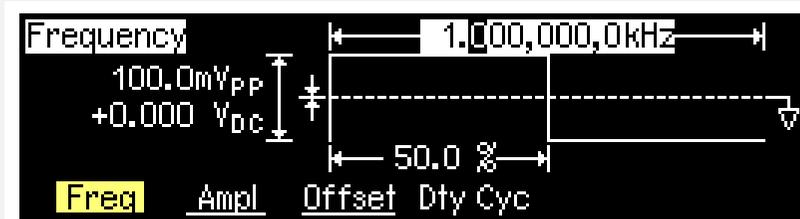
- Per ottenere informazioni su una funzione, premere e tenere pigiato il tasto di interesse o premere il tasto del menù **Help** (6).
- Una tasto acceso indica che la funzione corrispondente è attiva.
- Nessun segnale è emesso in uscita se il tasto **Output** (10) non è illuminato.
- Per selezionare una tensione in DC dal pannello frontale premere il tasto **Utility** (5) e premere la funzione DC on.



- Il tasto **Graph** (2) permette di passare dal modo grafico al modo **Menù**.
- Nel modo **Menù** i sei tasti di selezione da display (7) permettono di scegliere parametri e funzioni. Per esempio, il primo tasto di selezione permette di specificare frequenza o periodo.



- In modo **Graph** i tasti di selezione funzionano come in modo Menù, eccetto che è mostrata soltanto una etichetta.



- Il segnale può essere specificato tramite **ampiezza** e **offset** o tramite **Hi Level** e **Lo Level**.
- Le caratteristiche modulazione, sweep o burst possono essere utilizzate con parecchi tipi di forme d'onda.
- Permette la connessione a PC tramite GPIB, USB, o LAN.
- Forme d'onda possono essere create su PC ed introdotte sul generatore di funzione d'onda.

33220A Agilent – Quick Start (1)

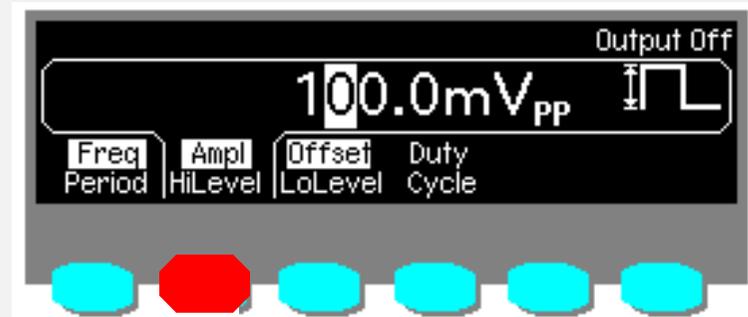
- Premere l'interruttore ON/OFF. Dopo alcuni secondi il generatore si configura sui valori iniziali.



- Selezionare la forma d'onda.



- Modificare i parametri della forma d'onda.
- Premere il tasto per specificare il parametro da modificare. Per esempio l'ampiezza.



- Mediante i tasti del cursore (12) selezionare la prima cifra.

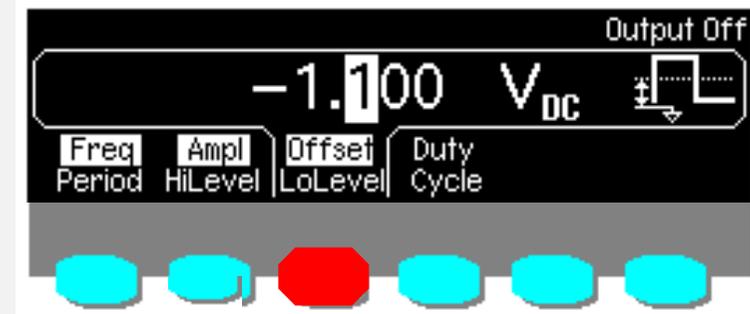


- Mediante la manopola (11) modificare il valore della prima cifra



33220A Agilent – Quick Start (2)

- Selezionare l'Offset.
- Tramite i tasti (12) e la manopola (11) modificare il valore dell'offset
- Mediante il primo tasto di selezione (7) scegliere la frequenza.
- Premendo ancora tale tasto si seleziona il periodo.
- Mediante la tastiera numerica si modifica il valore.
- Tramite tasti di selezione si sceglie l'unità di misura.



Esercitazione - 2

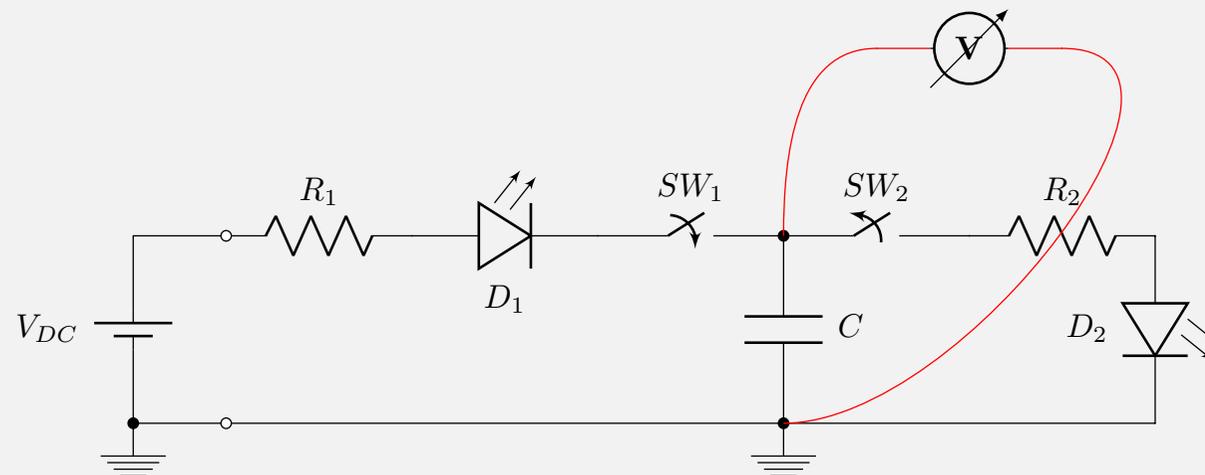
Carica e scarica del condensatore

Scopo: Verifica della carica e scarica di un condensatore

Strumenti utilizzati: Breadboard, Alimentatore e Multimetro

Componenti utilizzati

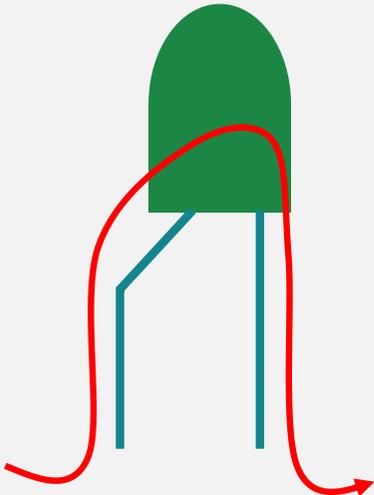
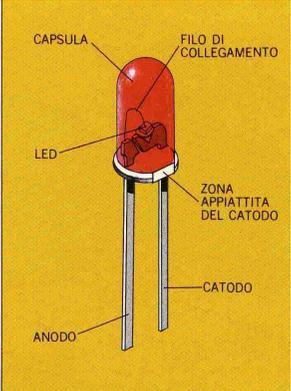
- $R_1=8.2k\Omega$
- $R_2=8.2k\Omega$
- $C=470\mu F$
- **Diodo LED**



NOTA: gli switch (SW) li realizzeremo con dei fili

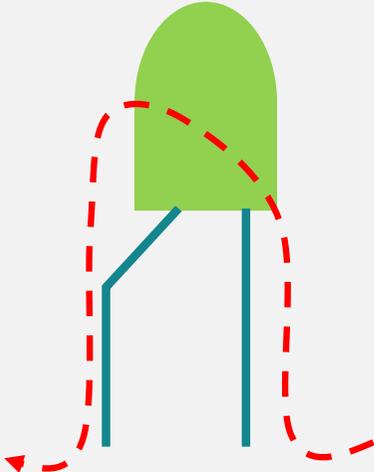
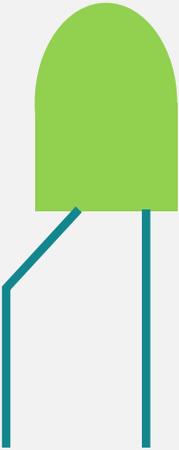
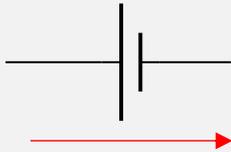
Diodo LED

Diodo LED: Componente che permette il passaggio di corrente in una sola direzione e che si illumina quando scorre corrente

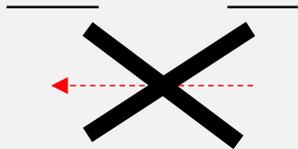


Quando la I scorre in un verso, equivale ad una batteria e si illumina

$$V \approx 2.6V$$



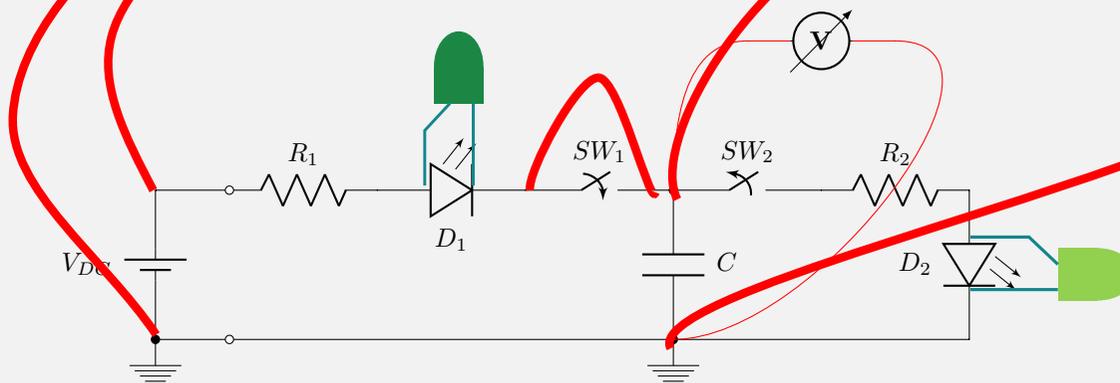
Quando la I dovrebbe scorrere in verso opposto, si comporta come un circuito aperto (e quindi NON scorrerà nessuna I) e si spegne



Carica di C

Step:

1. Montare il circuito (verificare i collegamenti e attenzione al montaggio di C!)
2. Impostare la tensione dell'alimentatore a 10 V
3. Chiudere il collegamento SW1 (con un filo)
4. Misurare sul Multimetro (funzione Voltmetro V-AC) la tensione sul condensatore



Scarica di C

- Quando il LED D_1 si spegne, il condensatore sarà carico (verificare che la tensione ai suoi capi non varia più)
- Aprire SW_1 e chiudere SW_2
- Misurare sul Multimetro (funzione Voltmetro V-AC) la tensione sul condensatore

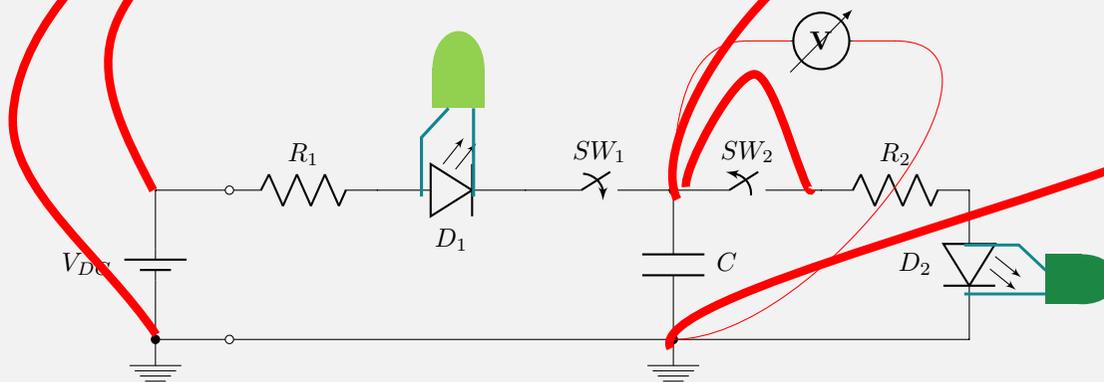
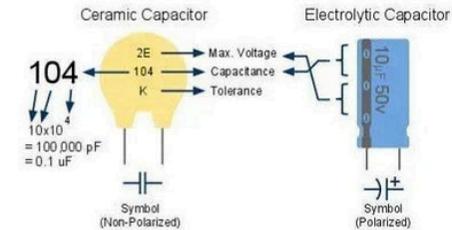
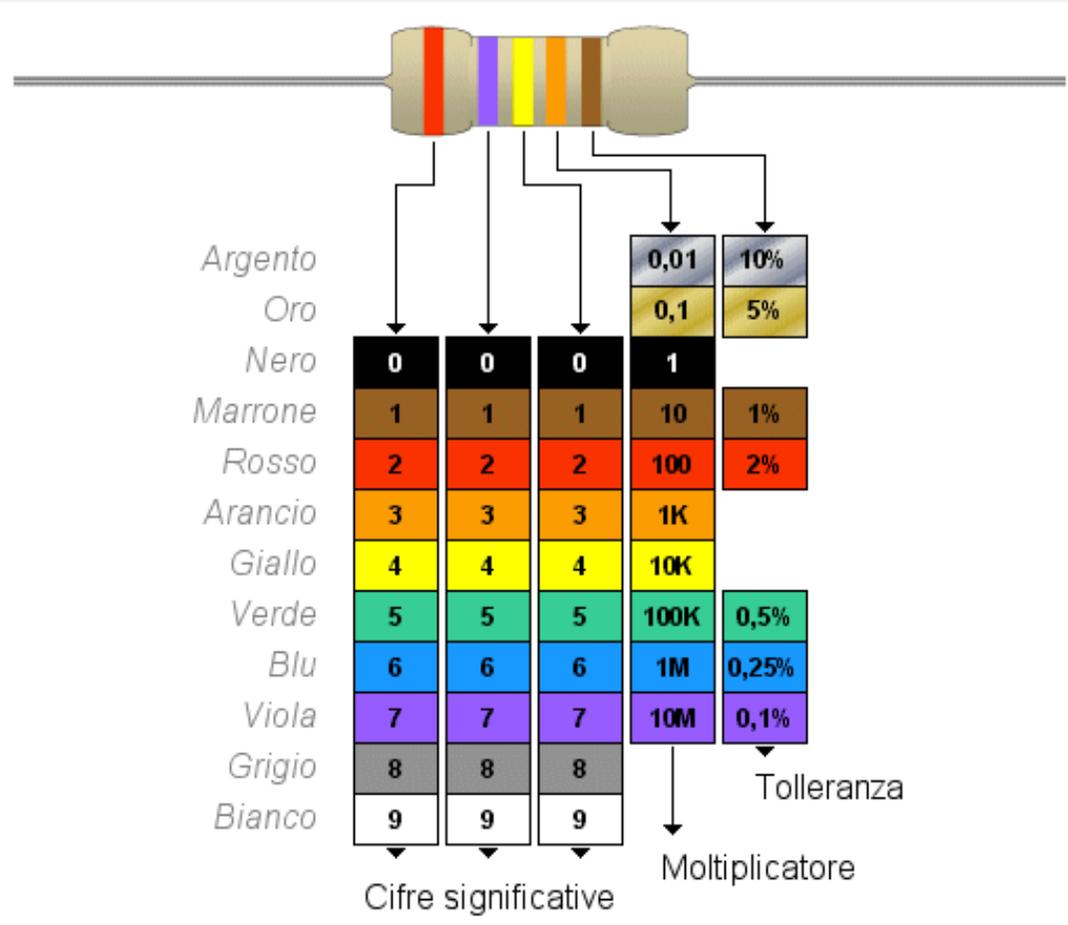


Tabelle utili...

Capacitors



Capacitance Conversion Values		
Microfarads (μF)	Nanofarads (nF)	Picofarads (pF)
0.000001 μF	0.001 nF	1 pF
0.00001 μF	0.01 nF	10 pF
0.0001 μF	0.1 nF	100 pF
0.001 μF	1 nF	1,000 pF
0.01 μF	10 nF	10,000 pF
0.1 μF	100 nF	100,000 pF
1 μF	1,000 nF	1,000,000 pF
10 μF	10,000 nF	10,000,000 pF
100 μF	100,000 nF	100,000,000 pF

Max. Operating Voltage	
Code	Max. Voltage
1H	50V
2A	100V
2T	150V
2D	200V
2E	250V
2G	400V
2J	630V

Tolerance	
Code	Percentage
B	± 0.1 pF
C	±0.25 pF
D	±0.5 pF
F	±1%
G	±2%
H	±3%
J	±5%
K	±10%
M	±20%
Z	+80%, -20%