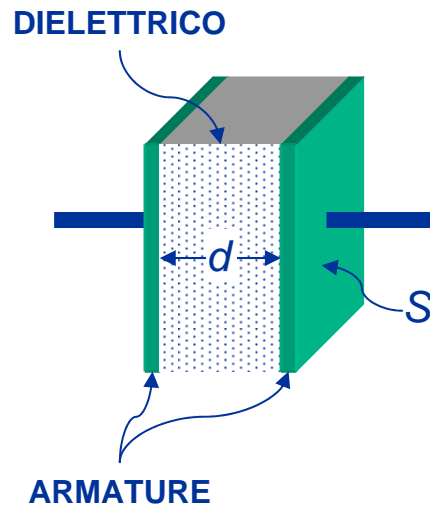


# **Componenti elettronici**

## **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 ( $\epsilon_0 \epsilon_r$ )

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

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

| Materiale                     | $\epsilon_r$       |
|-------------------------------|--------------------|
| <b>ARIA</b>                   | <b>1,0059</b>      |
| <b>POLISTIROLO</b>            | <b>2,5</b>         |
| <b>CARTA PARAFFINATA</b>      | <b>2,5 ÷ 6</b>     |
| <b>MICA</b>                   | <b>6,8</b>         |
| <b>Pentossido di TANTALIO</b> | <b>26</b>          |
| <b>CERAMICA</b>               | <b>35 ÷ 50.000</b> |

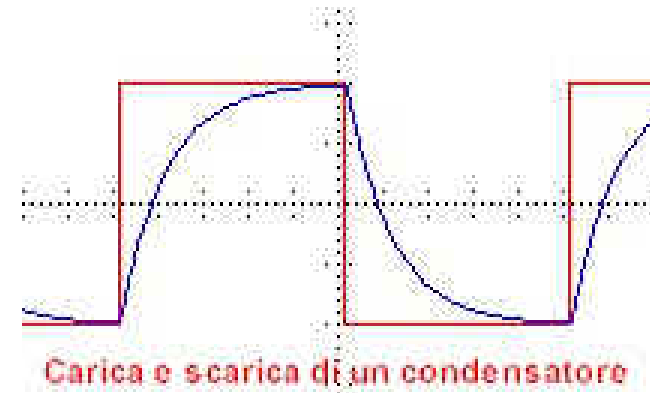
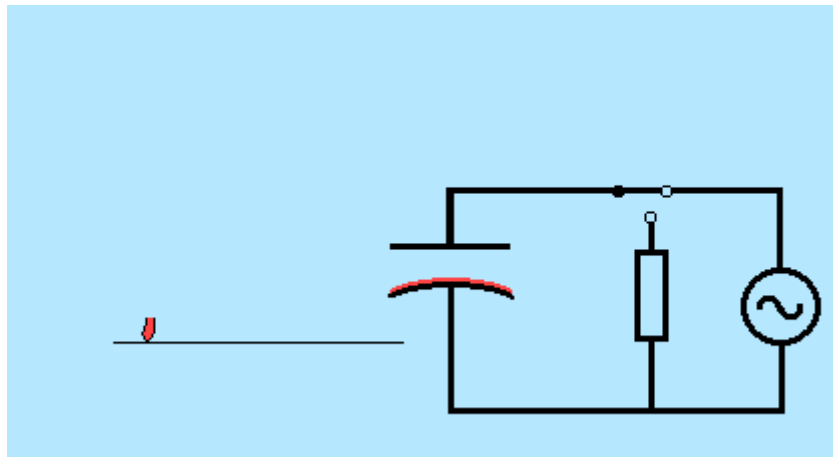
# Carica e scarica del condensatore

Equazione costitutiva del condensatore

$$i(t) = C \cdot \frac{dv(t)}{dt}$$

In regime sinusoidale

$$I = j\omega C \cdot V$$



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

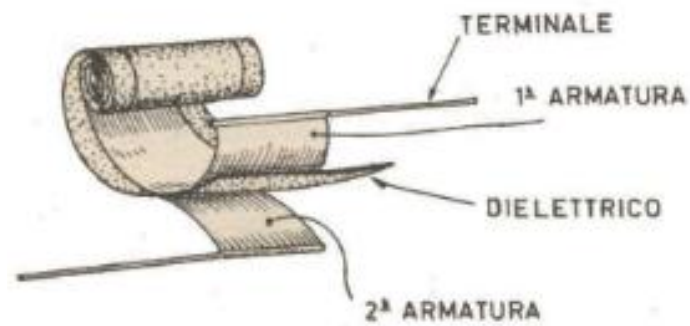
$$v(t) = V_{finale} - (V_{finale} - V_{iniziale}) \cdot e^{-\frac{t}{\tau}}$$

$$\tau = RC$$

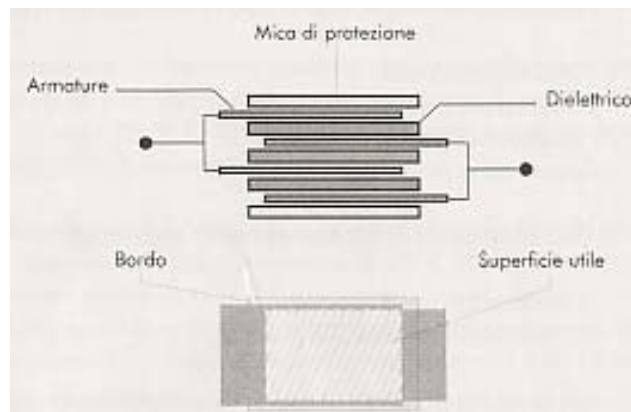
# Tipi di condensatore (1)

## Avvolti

- A carta
- A carta metallizzata



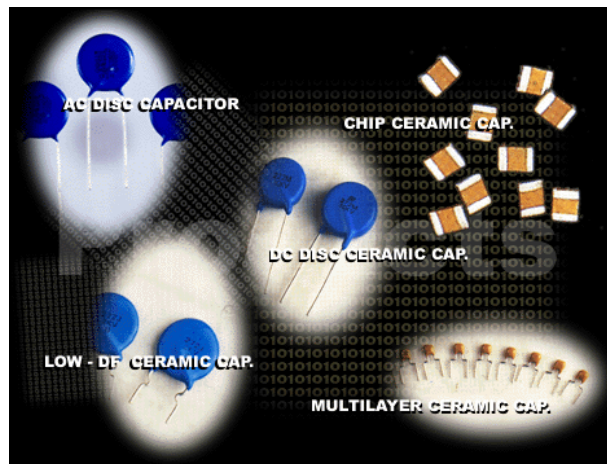
## A Mica



# Tipi di condensatore (2)

- **Ceramici**

- Il dielettrico dei condensatori ceramici è costituito generalmente da una massa ceramica la cui costante dielettrica può essere variata tra 10 e 10.000 mediante opportune composizioni.
- I condensatori ceramici a bassa costante dielettrica si distinguono per la stabilità del valore capacitivo e per le perdite molto basse, e quindi sono i preferiti per l'utilizzo nei circuiti oscillanti e ad alta precisione.
- I condensatori ad elevata costante dielettrica permettono di ottenere capacità elevate con scarso ingombro.
- I condensatori ceramici hanno in generale piccole dimensioni, e vengono utilizzati di preferenza nella tecnica delle alte frequenze.
- A seconda delle necessità sono disponibili in molte forme costruttive. La forma di condensatore ceramico più diffusamente utilizzata è quella a disco, formata cioè da un dischetto di ceramica metallizzato sulle due facce, sulle quali vengono saldati i terminali.



# Tipi di condensatore (3)

## Elettrolitici

Realizzano le capacità più elevate, mediante la grande superficie delle armature e il piccolissimo spessore del dielettrico.

Un'armatura (**anodo**) è costituita da un foglio di metallo (*alluminio o tantalio*), sulla quale è stato formato, con un processo elettrochimico, uno strato di ossido che costituisce il dielettrico; l'altra armatura è costituita da un fluido conduttore (*elettrolita*) trattenuto da uno strato di carta porosa; il collegamento con l'elettrolita è realizzato mediante un secondo foglio di metallo (**catodo**).

Diagram of internal structure of aluminum electrolytic capacitors

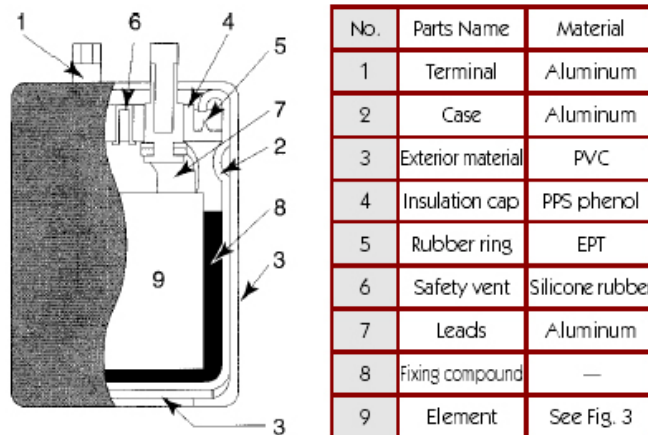


Fig. 2 - Diagram of Internal Structure

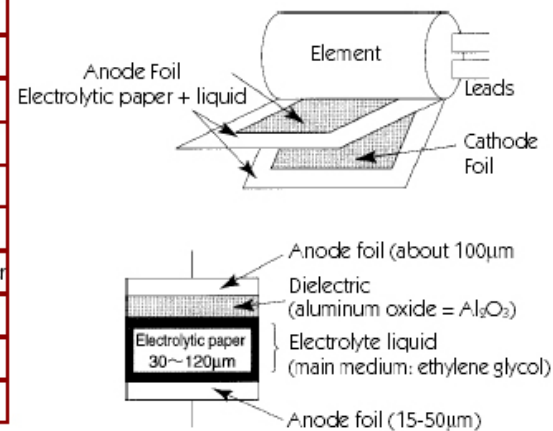


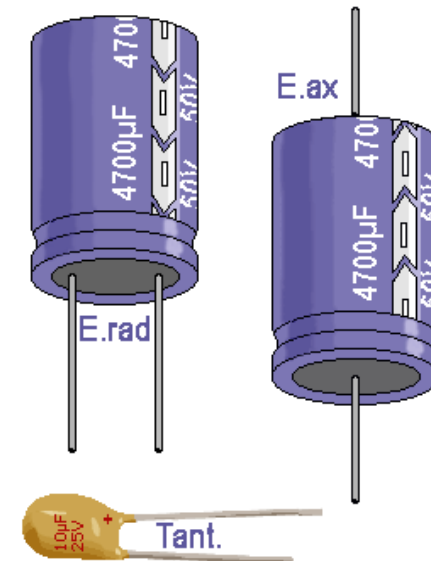
Fig. 3 - Diagram of Device and Basic Structure



# Tipi di condensatore (4)

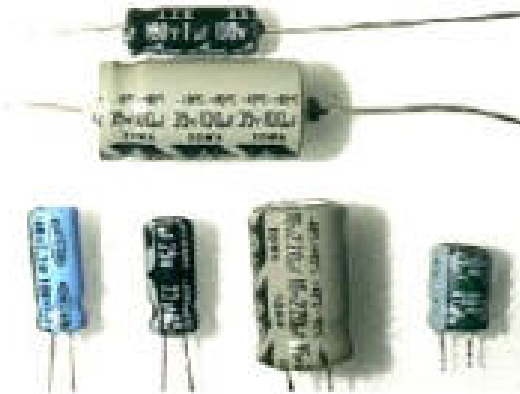
## Elettrolitici

- Il condensatore elettrolitico è **polarizzato**, cioè può essere collegato soltanto in un senso
  - polo positivo all'anodo*,
  - polo negativo al catodo*
- Se si inverte la polarità il processo elettrochimico che si innesca tende a consumare lo strato di ossido sull'anodo per formarlo sul catodo, portando alla rottura del condensatore. Anche una breve inversione di polarità è dannosa, poiché il catodo inizia ad ossidarsi diminuendo la capacità.
- Possono funzionare in corrente continua o con tensione continua a cui e' sovrapposta una tensione alternata di valore massimo inferiore.



# Riassumendo

Condensatori  
elettrolitici



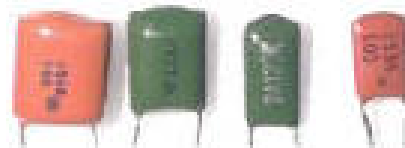
Condensatori  
elettrolitici  
al tantalio



Condensatori  
ceramici



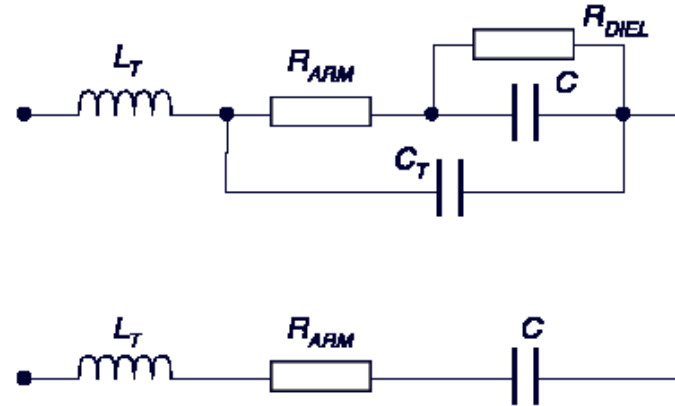
Condensatori  
poliestere





# Condensatore reale

- $R_{ARM}$  = resistenza delle armature
- $R_{DIEL}$  = perdite nel dielettrico
- $C$  = valore nominale del condensatore
- $L_T$  = valore induttivo dovuto ai terminali del componente (reofori)
- $C_T$  = effetto capacitivo dei reofori



La  $L_t$  e la  $C$  formano un circuito risonante alla frequenza

$$f = \frac{1}{2\pi\sqrt{L_t \cdot C}}$$

Alla frequenza di risonanza, il condensatore è in **auto-risonanza** ed ha un'impedenza più bassa, rappresentata soltanto nella resistenza serie.

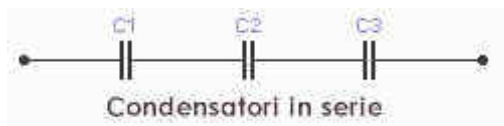
Perché possa funzionare correttamente da cortocircuito per le correnti di disturbo ad alta frequenza, è necessario che la frequenza di tali correnti rimanga al di sotto di quella di risonanza  $f$ .

# Valori commerciali di C

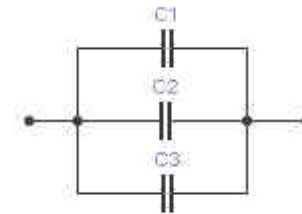
Come per le resistenze, esistono dei valori standard, rappresentati dalla seguente tabella

| 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 arrivare ad alcune centinaia di  $\mu\text{F}$  in multipli che vanno di 10 in 10. Per sintetizzare valori non in tabella, si può far ricorso a connessioni serie o parallelo di condensatori



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



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

Il valore di capacità di un condensatore normalmente viene stampato sul suo corpo con sigle alfanumeriche di diverso tipo. Esiste anche un codice basato sull'utilizzo di fasce colorate.

# 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  $\mu F$ , 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.

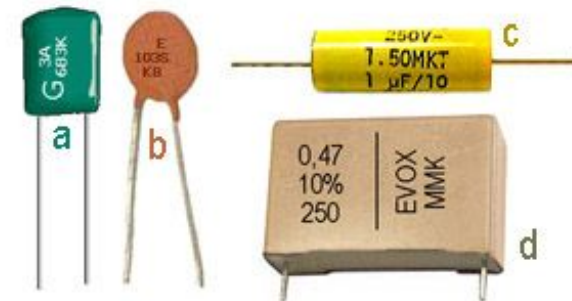
Questi due valori sono standard per tutti i tipi di sigle e si compongono in questo modo.

**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 stampando subito il valore.

## 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.



# Esempio

Per i condensatori ceramici ed in poliestere, si possono applicare le seguenti regole:

| Interpretazione codice condensatori ceramici e poliestere |                          |  |  |
|---|--------------------------|--|--|
| <i>Range valori</i>                                       | <i>Tipo condensatore</i> | <i>Siglatore</i>   | <i>Esempio</i>   |
| Da 1,0pF a 8,2pF  | Ceramico                 | Il valore è scritto senza pF con la virgola o il punto o la lettera p come separatore decimale   | 8,2pF si scrive: 8.2 oppure 8,2 oppure 8p2.  |
| Da 10pF a 82pF  | Ceramico                 | Il valore è scritto senza pF   | 82pF si scrive: 82   |
| Da 100pF a 820pF  | Ceramico                 | Il valore è scritto senza pF oppure il numero è preceduto dalla lettera n quando il valore è espresso in nF. Ancora è possibile trovare un codice numerico di tre cifre dove le prime due cifre rappresentano il valore e l'ultima il numero di zeri | 820pF si scrive: n820 oppure 820 oppure 821 (le cifre sono 8 e 2 ed il numero di zeri da aggiungere alla fine è 1) |
| Da 1000pF e 8200pF (da 1nF a 8,2nF)                       | Ceramico o Poliestere    | Il valore viene espresso in nF. La virgola viene sostituita dalla n. E' possibile trovare un codice numerico di tre cifre dove le prime due cifre rappresentano il valore e l'ultima il numero di zeri   | 8200pF si scrive: 8n2 oppure 822   |
| Da 10.000pF a 820.000pF (da 10nF a 820nF)                 | Poliestere               | Il valore viene espresso in nF oppure in $\mu$ F. La virgola viene sostituita dalla n o dalla u. E' possibile trovare un codice numerico di tre cifre dove le prime due cifre rappresentano il valore e l'ultima il numero di zeri                   | 820.000pF si scrive: 820n oppure u82 (0,82 $\mu$ F) oppure 824   |