

CONDENSATORI

Ricerca ed organizzazione appunti:

Prof. ing. Angelo Bisceglia

Dal punto di vista fisico, un condensatore è costituito da due superfici metalliche (e quindi conduttrici), dette **armature**, separate da un isolante che prende il nome di **dielettrico**;

N.B. L' isolante può anche essere la semplice aria
(il che equivale a dire che le due superfici metalliche
si trovano una di fronte all'altra ma senza toccarsi) .

Se si applica una tensione V tra le armature, si separano cariche elettriche e nel dielettrico si forma un campo elettrico.

L'armatura collegata al potenziale più alto si carica positivamente, negativamente l'altra.

Le cariche positive e negative sono uguali ed il loro valore assoluto costituisce la carica Q del condensatore.

La carica è proporzionale alla tensione applicata e la costante di proporzionalità è una caratteristica di quel particolare condensatore che si chiama capacità C e si misura in Farad [F].

Così se si indica con:

| | | |
|-----|-----------------------------|-----------------------------------|
| Q | la quantità di carica | [C] |
| C | la capacità | [F] = [C] [V ⁻¹] |
| V | la tensione fra le armature | [V] |

vale la formula:

$$Q = C V$$

Il condensatore è un dispositivo in grado di immagazzinare energia elettrica.

La quantità di energia (elettrostatica) che si accumula in un condensatore dipende dalla sua capacità e dalla tensione di lavoro:

$$E = \frac{1}{2} C V^2 \text{ [J]}$$

La Capacità C del condensatore

Quanto più sono estese le due superfici, tanto maggiore è la capacità;

analogamente, la capacità è maggiore quanto più le due superfici sono vicine.

La capacità dipende poi anche dall'isolante che si trova fra le due superfici:

il valore più basso si ha quando c'è solo l'aria;

se il dielettrico è costituito da altri materiali, la capacità aumenta in funzione del materiale, secondo una grandezza caratteristica di ciascun materiale, che viene detta **costante dielettrica relativa**.

Esempio:

La **capacità di un condensatore piano** (armature piane e parallele) è proporzionale al rapporto tra la superficie (**A**) di una delle armature (supposte uguali) e la loro distanza (**d**). La costante di proporzionalità (**ε**) è una caratteristica dell'isolante interposto e si chiama costante dielettrica assoluta e si misura in [F m⁻¹]:

$$C = \varepsilon \frac{A}{d}$$

Detta **ε₀ costante dielettrica assoluta del vuoto** che vale:

$$\varepsilon_0 = 8,85 \cdot 10^{-12} \text{ [F/m]}$$

il rapporto tra la **costante dielettrica assoluta di un isolante (ε)** e la costante dielettrica assoluta del vuoto è un numero puro chiamato **costante dielettrica relativa**

$$\varepsilon_r = \varepsilon / \varepsilon_0 \text{ [-]}$$

Da qui la formula per la capacità di un condensatore piano

$$C = \varepsilon \frac{A}{d} = \varepsilon_0 \varepsilon_r \frac{A}{d}$$

Per la **costante dielettrica relativa** (ε_r) è stabilito per convenzione che il suo valore per l'aria sia uguale a 1;

se un condensatore le cui armature sono separate dall'aria ha una certa capacità, interponendo al posto dell'aria un dielettrico come la mica, la capacità del condensatore aumenta di circa 5 volte: si dice allora che la costante dielettrica relativa della mica ha valore 5.

Nella pratica i condensatori si realizzano avvolgendo insieme due sottili lamine metalliche, separate da un film plastico dello spessore di alcuni decimi di micron; quando si richiedono capacità molto elevate, invece del film plastico si usa come dielettrico uno strato di ossido, formato direttamente su una superficie metallica, ed un elettrolita come secondo elettrodo.

CONDENSATORI ELETTROLITICI

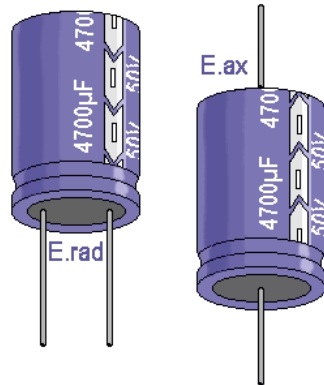
Il valore della capacità e della tensione di lavoro sono in genere stampigliati chiaramente sull'involucro; la precisione dei valori è approssimativa, essendo ammessa una tolleranza di circa $\pm 20\%$.

Nei condensatori elettrolitici il dielettrico è un sottilissimo strato di ossido, fatto formare direttamente sul metallo (l'alluminio) che fa da armatura e costituisce l'**anodo** (il terminale positivo); il tutto è immerso in un elettrolita che, essendo un sale disciolto, risulta conduttore.

Il caratteristico involucro metallico di forma cilindrica che fa da contenitore, diventa, ai fini del collegamento elettrico, il terminale negativo ovvero il catodo.

Proprio a causa della loro costituzione, i condensatori elettrolitici sono "polarizzati", il che vuol dire che devono necessariamente essere collegati ad una tensione continua, rispettando le polarità, positiva e negativa, indicate sull'involucro. Collegando il condensatore al contrario, esso si distrugge rapidamente e rischia di esplodere.

Anche l'applicazione di una tensione superiore a quella di lavoro può causare l'esplosione del condensatore.



Come gli altri tipi di condensatori, gli elettrolitici possono essere di tipo radiale (E.rad), con entrambi i terminali che escono dallo stesso lato, adatti ad un montaggio in verticale, oppure di tipo assiale (E.ax), con un terminale per lato, adatti al montaggio orizzontale. Una banda laterale indica la polarità di almeno uno degli elettrodi.

Gli elettrolitici sono condensatori di grande capacità, in grado di accumulare notevoli quantità di energia; per tale motivo trovano impiego principalmente negli alimentatori, per il livellamento della tensione e la riduzione del "ripple" (ovvero delle ondulazioni residue).

CONDENSATORI AL TANTALIO

Sono anch'essi dei condensatori polarizzati, ma in essi il dielettrico è costituito da pentossido di tantalio (Tant.).

Sono superiori ai condensatori elettrolitici precedenti per quanto riguarda la stabilità alla temperatura ed alle frequenze elevate; sono tuttavia più costosi e la loro capacità non raggiunge valori molto elevati.

Come i precedenti, devono essere montati in circuito osservando la polarità indicata in prossimità dei terminali.

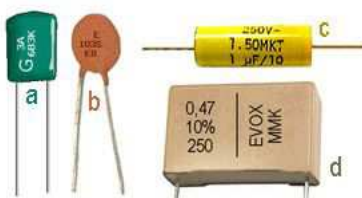


ALTRI TIPI DI CONDENSATORI

Tranne i condensatori elettrolitici e quelli al tantalio, tutti gli altri condensatori non sono polarizzati, per cui possono essere montati indifferentemente in circuito in un verso o nell'altro, e funzionare anche in assenza di una tensione continua di polarizzazione.

Esistono tanti tipi di condensatori, realizzati con tecnologie e dielettrici diversi. In figura ne sono illustrati alcuni:

- a - radiale in poliestere (mylar)
- b - ceramico a disco
- c - assiale in polipropilene
- d - in poliestere metallizzato



I condensatori in **poliestere** vengono prodotti fino a capacità di qualche μF e per tensioni di lavoro fino a 1000 V; sono più adatti per l'impiego in bassa frequenza.

I condensatori in **poliestere metallizzato** sono di buona qualità e stabilità rispetto alla temperatura.

I condensatori in **polipropilene** consentono valori di capacità più precisi, con tolleranze di circa l'1%; sono adatti ad un campo di frequenze fino a 100 kHz.

I condensatori con dielettrico in **policarbonato** si trovano con valori di capacità fino a 10 μF e per tensioni di circa 400 V; presentano una capacità molto costante, per cui possono essere vantaggiosamente utilizzati nei circuiti oscillanti.

Sempre indicati per l'uso in circuiti oscillanti sono i condensatori in **polistirolo**, caratterizzati dal valore costante di capacità e reperibili per valori fino ad 1 μF

I condensatori **ceramici** sono utilizzati in genere per le alte frequenze.

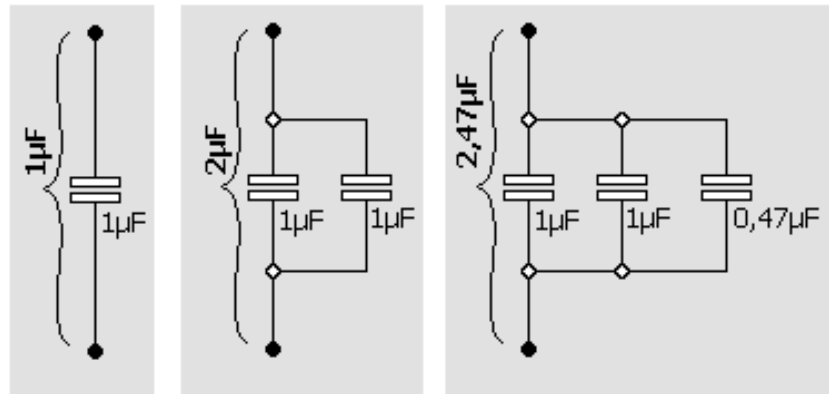
Possono essere del tipo ad elevata costante dielettrica, così da consentire di ottenere alte capacità con ingombro limitato, oppure del tipo a bassa costante dielettrica, caratterizzati dalla capacità stabile e da perdite molto basse; per tale motivo vengono impiegati nei circuiti oscillanti di precisione.

In merito all'aspetto, possono presentarsi nella classica forma a disco, o nella vecchia forma di un tubetto con i terminali alle due estremità.

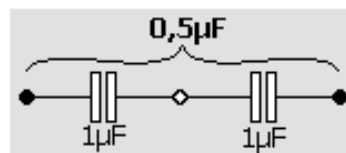
I ceramici a disco sono molto usati in parallelo agli elettrolitici, per fugare a massa le alte frequenze.

I condensatori a **mica argentata** sono altamente stabili ed hanno un buon coefficiente di temperatura; sono utilizzati per applicazioni di precisione, nei circuiti risonanti, nei filtri di frequenze e negli oscillatori ad alta stabilità.

Condensatori in parallelo



Condensatori in serie



CODICE DI IDENTIFICAZIONE DEI CONDENSATORI

Non ci sono standard internazionali così come per le resistenze. Molti condensatori plastici hanno stampato il valore che è normalmente in μF (10^{-6} F) o se il simbolo è **n** in nF (10^{-9} F).

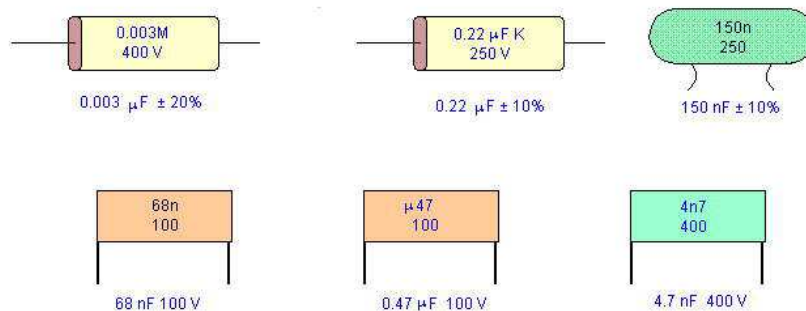
La tensione di lavoro è facilmente identificabile.

Le tolleranze sono identificate da lettere maiuscole:

M = 20% K = 10% J = 5% H = 2.5%

F = $\pm 1\text{pF}$

Esempi:



Un' altra modalità di codifica è mostrata sotto.

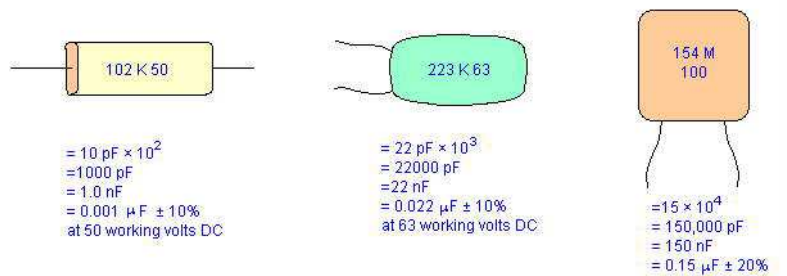
Le unità sono pF (10^{-12} F) e il terzo numero è un moltiplicatore.

Un codice 474K63 indica:

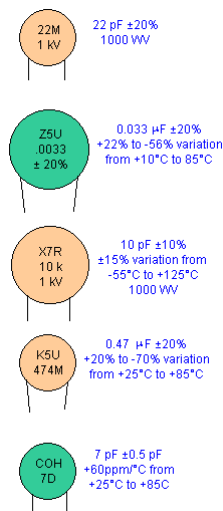
$$47 \times 10^4 \text{ pF} = 47 \times 10000 \text{ pF} = 0.47 \text{ } \mu\text{F}$$

K indica 10% di tolleranza.

63 è la tensione di lavoro.



Anche per le capacità a disco ceramiche si hanno molti schemi. Il valore della capacità è dato come numero senza alcuna identificazione del sottomultiplo. Un numero intero usualmente indica un valore di capacità in pF mentre un numero decimale come 0.1 o 0.47 indica un valore in μF . Numeri "lunghi" come ad es. 473 indicano il codice prima visto per cui 473 è pari a 47 nF.



Esempi:

