

Carica e scarica di un condensatore

Un condensatore è un componente elettrico capace di immagazzinare energia nel proprio campo elettrico.

La sua capacità si indica con C e si misura in farad (F).

I valori più comuni sono espressi in:

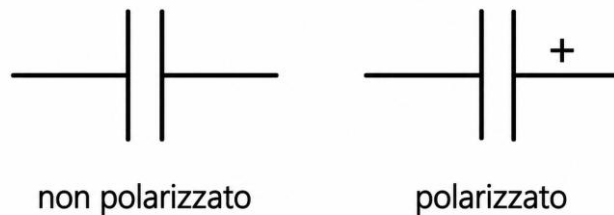
- μF → microfarad
- nF → nanofarad
- pF → picofarad

TIPI DI CONDENSATORE

I tipi più comuni sono:

- elettrolitici → normalmente polarizzati;
- al tantalio → normalmente polarizzati;
- ceramici → non polarizzati;
- a film → non polarizzati.

SIMBOLI



CONDENSATORI POLARIZZATI

Un condensatore polarizzato deve essere collegato rispettando i terminali positivo e negativo.

Nei comuni condensatori elettrolitici radiali:

- la gambetta più lunga indica normalmente il terminale positivo (+);
- la gambetta più corta indica normalmente il terminale negativo (-);
- la fascia stampata sul corpo indica normalmente il terminale negativo (-).

Il terminale positivo deve trovarsi a un potenziale maggiore rispetto al terminale negativo.

Un collegamento con polarità invertita può danneggiare il condensatore.

CARICA DEL CONDENSATORE

Quando un condensatore viene collegato a una sorgente di tensione attraverso una resistenza, la tensione ai suoi capi non raggiunge immediatamente il valore finale.

Se inizialmente è completamente scarico:

$$V_C = 0 \text{ V}$$

Durante la carica la tensione aumenta progressivamente fino ad avvicinarsi alla tensione di alimentazione.

La tensione durante la carica è:

$$VC(t) = V \cdot (1 - e^{(-t/RC)})$$

dove:

- $VC(t)$ = tensione sul condensatore al tempo t ;
- V = tensione di alimentazione;
- R = resistenza;
- C = capacità;
- t = tempo.

All'inizio della carica la corrente è massima. Man mano che il condensatore si carica, la corrente diminuisce.

SCARICA DEL CONDENSATORE

Se un condensatore carico viene scollegato dalla sorgente e collegato a una resistenza, inizia a scaricarsi.

La tensione ai suoi capi diminuisce progressivamente fino ad avvicinarsi a 0 V.

La tensione durante la scarica è:

$$VC(t) = V_0 \cdot e^{(-t/RC)}$$

dove V_0 è la tensione iniziale del condensatore.

COSTANTE DI TEMPO

La velocità di carica e scarica dipende dalla resistenza e dalla capacità.

La grandezza utilizzata per descrivere questo comportamento è la costante di tempo, indicata con la lettera greca τ (tau).

La formula è:

$$\tau = R \cdot C$$

dove:

- R è espressa in ohm;
- C è espressa in farad;
- τ è espressa in secondi.

Aumentando R o C , aumenta il tempo necessario per la carica e la scarica.

ESEMPIO

Consideriamo:

$$R = 10 \text{ k}\Omega$$

$$C = 100 \text{ }\mu\text{F}$$

Prima si converte la capacità in farad:

$$100 \text{ }\mu\text{F} = 0,0001 \text{ F}$$

Quindi:

$$\tau = R \cdot C$$

$$\tau = 10\,000 \text{ }\Omega \cdot 0,0001 \text{ F}$$

$$\tau = 1 \text{ s}$$

La costante di tempo del circuito è quindi di 1 secondo.

ANDAMENTO DELLA CARICA

Durante la carica:

- dopo 1τ il condensatore raggiunge circa il 63% della tensione finale;
- dopo 2τ circa l'86%;
- dopo 3τ circa il 95%;
- dopo 5τ oltre il 99%.

Per esempio, caricando il condensatore a 10 V:

- dopo $1\tau \rightarrow$ circa 6,3 V;
- dopo $2\tau \rightarrow$ circa 8,6 V;
- dopo $3\tau \rightarrow$ circa 9,5 V;
- dopo $5\tau \rightarrow$ circa 9,9 V.

ANDAMENTO DELLA SCARICA

Durante la scarica:

- dopo 1τ rimane circa il 37% della tensione iniziale;
- dopo 2τ circa il 14%;
- dopo 3τ circa il 5%;
- dopo 5τ meno dell'1%.

Partendo da 10 V:

- dopo $1\tau \rightarrow$ circa 3,7 V;
- dopo $2\tau \rightarrow$ circa 1,4 V;
- dopo $3\tau \rightarrow$ circa 0,5 V;
- dopo $5\tau \rightarrow$ circa 0,07 V.

CORRENTE DURANTE LA CARICA

All'inizio della carica la corrente è massima.

Se il condensatore è completamente scarico, la corrente iniziale è determinata dalla tensione di alimentazione e dalla resistenza:

$$I_0 = V / R$$

Con:

$$V = 10 \text{ V}$$

$$R = 10 \text{ k}\Omega$$

si ha:

$$I_0 = 10 \text{ V} / 10 \text{ k}\Omega = 1 \text{ mA}$$

Durante la carica la corrente diminuisce progressivamente.

Quando il condensatore è praticamente carico, in corrente continua ideale la corrente si avvicina a zero.

ENERGIA IMMAGAZZINATA

L'energia immagazzinata in un condensatore carico è:

$$E = 1/2 \cdot C \cdot V^2$$

dove:

- E = energia in joule;
- C = capacità in farad;
- V = tensione ai capi del condensatore.

Aumentando la capacità o la tensione aumenta l'energia immagazzinata.