



CARICA E SCARICA

DI UN CONDENSATORE

IN UN CIRCUITO RC E MISURA DI C

Gruppo 4

Ferigo Diego

Marcuzzi Francesco

Tamigi Matteo

92909

92541

92515

Udine

13/11/2009



INDICE

• Copertina	Pag. 1
• Indice	Pag. 2
• Introduzione	
• Oggetto della Prova	Pag. 3
• Cenni teorici	
• Metodo dei minimi quadrati	Pag. 3
• Il Condensatore	Pag. 3
• Materiale e strumenti utilizzati	Pag. 6
• Procedimento	Pag. 7
• Misure ed elaborazione dei dati	Pag. 7
• Conclusioni	Pag.



Introduzione

Oggetto della Prova

Rilevazione mediante oscilloscopio delle fasi di carica e scarica di un circuito RC (serie) e misura della capacità dell'elemento capacitivo.

Cenni Teorici

Metodo dei minimi quadrati

È un metodo usato per ottimizzare la rappresentazione di un insieme di dati sperimentali, tipicamente identificabili con una coppia di coordinate cartesiane.

Praticamente consiste nel considerare una funzione che sia la somma dei quadrati delle distanze tra ogni punto dell'insieme ed una retta data e fare in modo che questo valore sia minimo: si riduce cioè all'analisi matematica di una funzione e la sua derivata. Questo metodo va distinto dall'interpolazione, metodo in cui si chiede che la funzione calcolata passi esattamente per i punti dati: in questo caso ci si prefigge di avere una funzione risultante passante in un intervallo d'errore relativo al punto.

Per applicare questo metodo è ovvio supporre che si vada a trattare di una funzione di tipo affine, cioè con un andamento grafico rettilineo. Tipicamente un resistore ha una caratteristica lineare, di conseguenza è verificata l'ipotesi di affinità; non è però il caso della lampadina. Si applicherà in questo caso il metodo dei minimi quadrati solo al resistore, supponendo di non avere errori nella misura della corrente.

Il Condensatore

Il condensatore è un bipolo di ordine 1, non passivo con una caratteristica individuata dall'equazione differenziale:

$$i(t) = d u(t) / dt$$

Il condensatore è formato da due armature di materiale conduttore, collegate ai poli del bipolo, parallele e poste ad una distanza molto piccola, divise da materiale dielettrico solido o liquido con una costante dielettrica solitamente uniforme.

Questa conformazione geometrica permette una creazione di un campo elettrico uniforme tra le due armature e di conseguenza un accumulo di cariche di segno opposto sulle facce interne delle due armature.

La capacità di un condensatore si può determinare dalla formula

$$C = \varepsilon * S/d$$

Dove ε è la costante dielettrica del materiale dielettrico interno, S è la superficie delle armature e d è la loro distanza.

Introduzione

Di seguito verranno illustrati dei grafici rappresentanti i vari ingressi in tensione del condensatore e le relative risposte in corrente.

Grafico dell'andamento temporale di tensione e corrente in un condensatore con un ingresso in tensione a rampa

$$U = k t$$

$$I = k$$

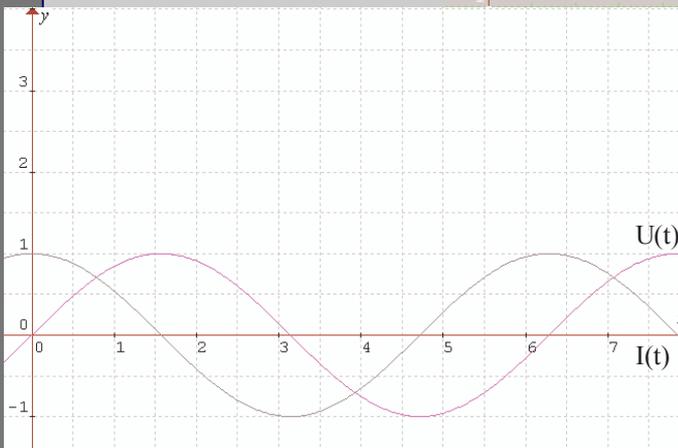
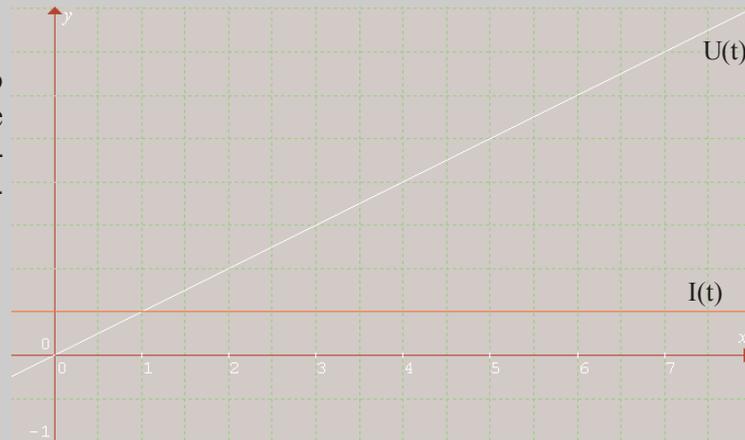
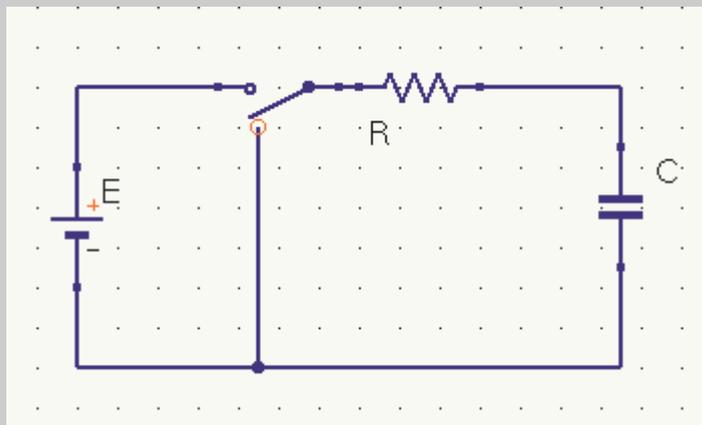


Grafico dell'andamento temporale di tensione e corrente in un condensatore con un ingresso in tensione a sinusoidale

$$U = \sin(\omega t)$$

$$I = \sin(\omega t + \pi/2)$$

Se passiamo ad uno studio parametrico del circuito RC possiamo ricavarne gli andamenti temporali:



Introduzione

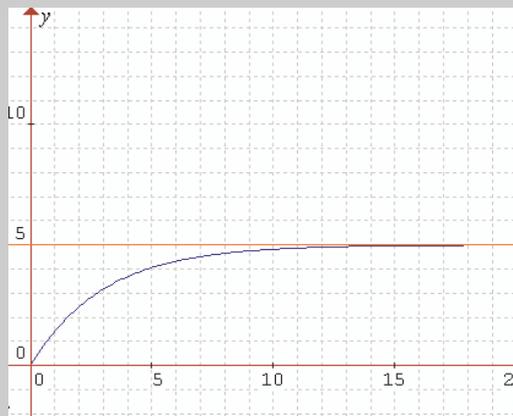
Durante la fase di carica l'andamento della tensione segue la seguente formula:

$$U(t) = E + (U_0 - E)e^{-t/\tau}$$

dove E è la tensione del generatore, U_0 è la tensione iniziale del condensatore e τ è la costante di tempo determinata come

$$\tau = R \cdot C \text{ (} R \text{ è la resistenza e } C \text{ è la capacità del condensatore)}$$

La fase di carica avrà questo andamento:



Andamento di $U(t)$



Andamento di $I(t)$

La fase di scarica avrà andamenti analoghi, ma inversi a quelli della fase di carica:

$$U(t) = Ee^{-t/\tau}$$



Andamento di $U(t)$

L'andamento di $I(t)$ seguirà lo stesso andamento di $U(t)$.



Introduzione

Materiali e strumenti utilizzati

Per la prova di laboratorio sono stati utilizzati un *generatore di forza elettromotrice* per creare la differenza di potenziale ai capi del componente; un *resistore* di resistenza variabile e un *condensatore* di 1 μF ; un *oscilloscopio analogico* collegato in parallelo alla resistenza.

L'oscilloscopio analogico

È uno strumento che ci permette di rilevare la tensione all'interno di un circuito, con la caratteristica che l'andamento della tensione DEVE essere di tipo periodico (meglio se il periodo è dell'ordine di pochi μs o inferiore).

Le tensioni rilevate vengono mostrate su di uno schermo come delle curve formanti delle funzioni nel dominio del tempo in modo da “vedere” concretamente che forma ha la tensione all'interno del circuito stesso.

L'oscilloscopio è caratterizzato da:

- due linee di ingresso per la rilevazione della tensione;
- una linea di massa per il riferimento rispetto alla forma d'onda;
- un ingresso di trigger opzionale per la sincronizzazione della visione del segnale
- due manopole per settare il Volt/division e quindi le dimensioni delle ampiezze delle forme d'onda
- una manopola per settare il time/division ovvero la frequenza di visualizzazione.

Procedimento

Procedimento

Dopo aver collegato i vari componenti come nel circuito di pagina 4 sostituendo al generatore di tensione, un generatore di funzione di onde quadre e aggiungendo in parallelo alla resistenza un oscilloscopio, si procede a misurare τ sperimentalmente mediante le forme d'onda mostrate.

Al variare della resistenza, variava la costante di tempo τ .

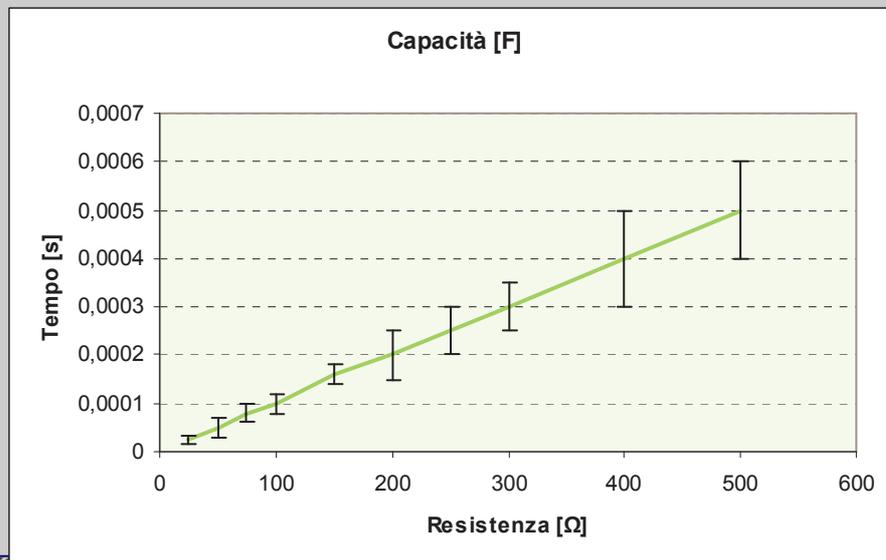
Si sono effettuate varie misurazioni con resistori di vari valori e si sono riportati in tabella i risultati e poi tramite il metodo dei minimi quadrati si è stimato il valore della capacità e l'errore sulla stima.

Misure ed Elaborazione dei Dati

Si riporta sotto la tabella delle misurazioni di τ :

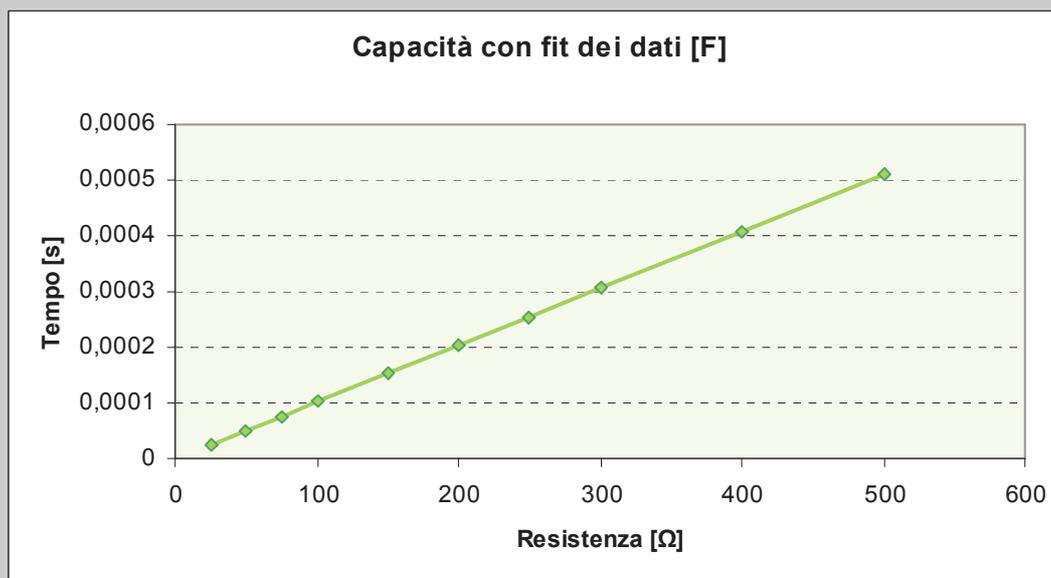
R [Ω]	τ [ms]	σ_{τ}	V(t) [quadrati]
25	0,03	0,01	3
50	0,05	0,02	3
75	0,08	0,02	3
100	0,10	0,02	3
150	0,16	0,02	3
200	0,20	0,05	3
250	0,25	0,05	3
300	0,30	0,05	3
400	0,40	0,10	3
500	0,50	0,10	3

Segue il grafico della misura sperimentale del condensatore e dei relativi errori sulla misura:



Misure ed Elaborazione

Tramite il metodo dei minimi quadrati, si ricava un grafico con una retta che ha come coefficiente angolare la capacità stimata tramite il fit.



Di seguito la tabella riporta i valori del FIT con relativi errori di C

R[Ω]	τ [s]	σ_{τ}	τ [s]	C [F]
25	0,000025	0,00001	2,5519E-05	0,000001
50	0,00005	0,00002	5,1038E-05	0,000001
75	0,00008	0,00002	7,6557E-05	1,066E-05
100	0,0001	0,00002	0,00010208	0,000001
150	0,00016	0,00002	0,00015311	1,066E-05
200	0,0002	0,00005	0,00020415	0,000001
250	0,00025	0,00005	0,00025519	0,000001
300	0,0003	0,00005	0,00030623	0,000001
400	0,0004	0,0001	0,0004083	0,000001
500	0,0005	0,0001	0,00051038	0,000001

La stima risultata di:

$$C = 1,02 \mu\text{F}$$

Con un errore di $\pm 0,066 \mu\text{F}$



Conclusioni

Conclusioni

Per quanto riguarda l'accordo tra il valore stimato e quello reale, possiamo tranquillamente affermare che il valore stimato di capacità per il condensatore è molto prossimo al valore reale ($V_{\text{reale}} = 1 \mu\text{F}$; $V_{\text{stimato}} = 1,02 \mu\text{F} \pm 0,066 \mu\text{F}$) e quindi si può considerare la stima come un'ottima approssimazione del valore reale del condensatore.

Per quanto riguarda invece le difficoltà riscontrate nell'esperienza, non sono state molto problematiche in quanto un componente del gruppo che precedentemente durante gli anni di scuola media superiore aveva già utilizzato l'oscilloscopio e ha aiutato i rimanenti componenti a capire e comprendere come funziona tale strumento e come svolgere la prova senza grosse difficoltà.