

Circuito RLC a generatore impulsivo

Coli Simone

Corso di Laurea in Fisica
Laboratorio di Onde ed Elettromagnetismo

Luglio 2022



- **Obiettivo**

Studiare diversi metodi per la generazione di un'onda impulsiva e studiarne l'andamento variandone i componenti.



- **Obiettivo**

Studiare diversi metodi per la generazione di un'onda impulsiva e studiarne l'andamento variandone i componenti.

- **Andamento Teorico**

L'Andamento teorico segue quello di un oscillatore armonico sottosmorzato e lo si ricava risolvendo l'equazione differenziale ottenuta dalla legge di Kirchhoff per le maglie.

$$V = Ae^{-\alpha t} \sin(\omega t)$$



- **Obiettivo**

Studiare diversi metodi per la generazione di un'onda impulsiva e studiarne l'andamento variandone i componenti.

- **Andamento Teorico**

L'Andamento teorico segue quello di un oscillatore armonico sottosmorzato e lo si ricava risolvendo l'equazione differenziale ottenuta dalla legge di Kirchhoff per le maglie.

$$V = Ae^{-\alpha t} \sin(\omega t)$$

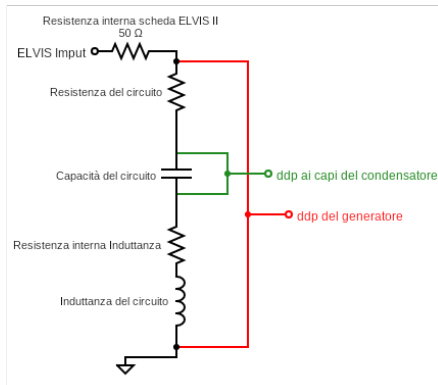
$$\alpha = \frac{R}{2L}$$

$$\omega = \frac{1}{2L\sqrt{C}} \sqrt{4L - R^2 C}$$



Apparato Sperimentale

Circuito RLC in serie in cui vengono misurate le differenze di potenziale ai capi di condensatore e generatore.



Componenti

- Resistenze:

$$R_1 = (101.7 \pm 0.1) \, \Omega$$

$$R_2 = (678.6 \pm 0.3) \, \Omega$$

$$R_1^L = (0.46 \pm 0.01) \, \Omega$$

$$R_2^L = (232.21 \pm 0.11) \, \Omega$$

- Induttanze:

$$L_1 = (14.7 \pm 0.2) \, \text{mH}$$

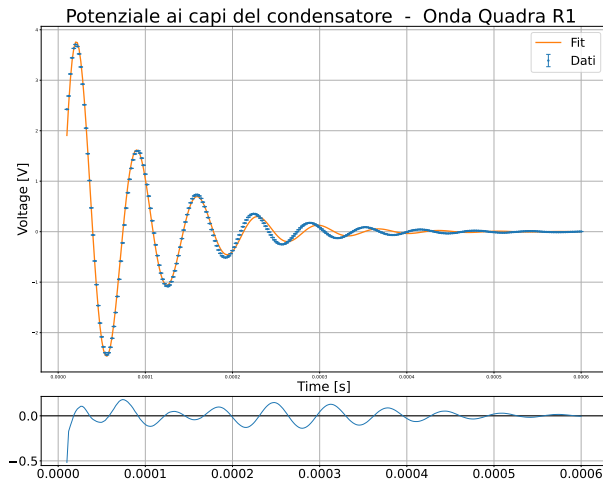
$$L_2 = (47.0 \pm 0.5) \, \text{mH}$$

- Capacità:

$$C = (9.94 \pm 0.01) \, \text{nF}$$



Oscillazione Sottosmorzata ad Onda Quadra



Parametri

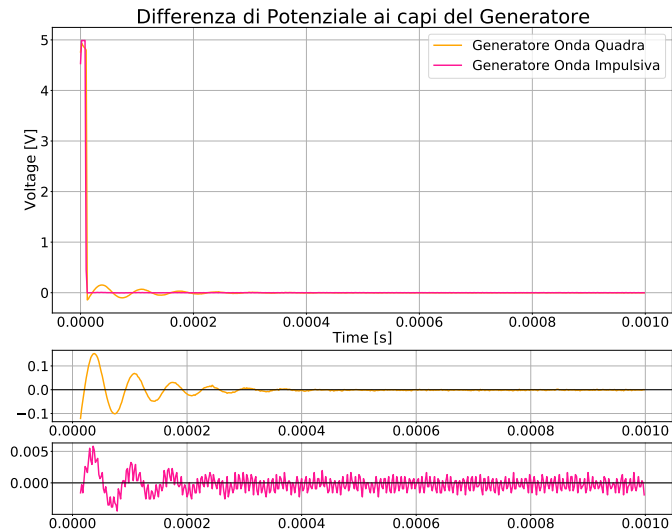
$$\alpha_q = (12.183 \pm 0.013) \text{ kHz}$$

$$\omega_q = (90.728 \pm 0.004) \text{ kHz}$$

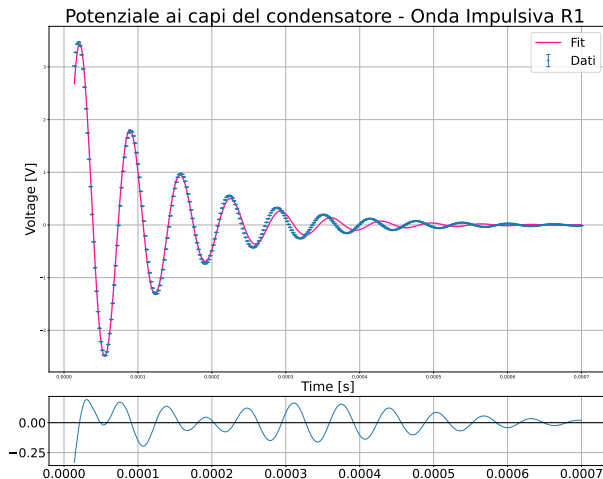
$$A_q = (4.90 \pm 0.04) \text{ V}$$



Tipi di Generatori



Oscillazione Sottosmorzato ad Onda Impulsiva



Parametri

$$\alpha_i = (9.459 \pm 0.011) \text{ kHz}$$

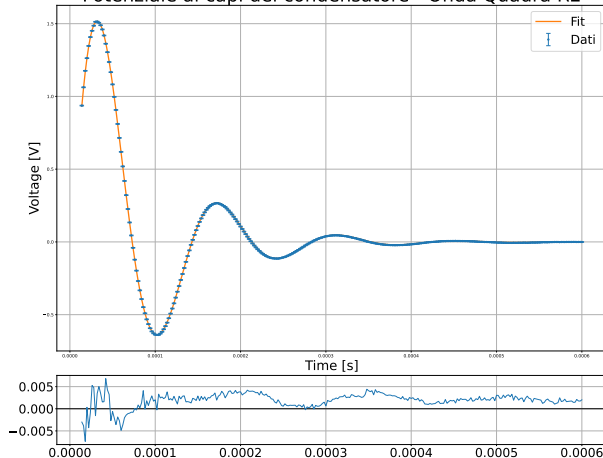
$$\omega_i = (92.526 \pm 0.012) \text{ kHz}$$

$$A_i = (4.23 \pm 0.04) \text{ V}$$



Oscillazione Sottosmorzata ad Onda Quadra

Potenziale ai capi del condensatore - Onda Quadra R2



Parametri

$$\alpha_q = (12.35 \pm 0.04) \text{ kHz}$$

$$\omega_q = (44.90 \pm 0.05) \text{ kHz}$$

$$A_q = (4.23 \pm 0.04) \text{ V}$$

$$\chi^2/dof = 1.36$$



- **Errori sulla Tensione ai Capi del Condensatore:** Gli errori sulla tensione ai capi del condensatore sono stati stimati a partire dalle misure del rumore dell'apparato sperimentale calcolando, poi, la relativa deviazione standard (file [error.py](#) su GitHub).
- **Errori sui Parametri:** L'errore sui parametri è stato stimato propagando gli errori sulle misure delle componenti in quadratura (sotto riportate), per quanto riguarda le stime teoriche di α e ω . Per le misure sperimentali, invece, si è utilizzata la matrice di covarianza.



- **Errori sulla Tensione ai Capi del Condensatore:** Gli errori sulla tensione ai capi del condensatore sono stati stimati a partire dalle misure del rumore dell'apparato sperimentale calcolando, poi, la relativa deviazione standard (file [error.py](#) su GitHub).
- **Errori sui Parametri:** L'errore sui parametri è stato stimato propagando gli errori sulle misure delle componenti in quadratura (sotto riportate), per quanto riguarda le stime teoriche di α e ω . Per le misure sperimentali, invece, si è utilizzata la matrice di covarianza.

$$\delta\alpha = \sqrt{\frac{R^2}{4L^4}(\delta L)^2 + \frac{1}{4L^2}(\delta R)^2}$$

$$\delta\omega = \sqrt{\frac{(CR^2 - 2L)^2}{4CL^4(AL - CR^2)}(\delta L)^2 + \frac{(\delta C)^2}{C^3(4L - CR^2)} + \frac{R^2C}{4L^2(4L - CR^2)}(\delta R)^2}$$



Risultati e Conclusioni

- Risultati:

Generatore	α Teorica	α Sperimentale	ω Teorica	ω Sperimentale
U. Misura	(kHz)	(kHz)	(kHz)	(kHz)
Quadra 1	5.19 ± 0.06	12.183 ± 0.013	82.7 ± 0.6	90.728 ± 0.004
Impulsiva 1	5.19 ± 0.06	9.450 ± 0.011	82.7 ± 0.6	92.526 ± 0.012
Quadra 2	10.23 ± 0.10	12.35 ± 0.04	45.1 ± 0.4	44.90 ± 0.05



Risultati e Conclusioni

- Risultati:

Generatore	α Teorica	α Sperimentale	ω Teorica	ω Sperimentale
U. Misura	(kHz)	(kHz)	(kHz)	(kHz)
Quadra 1	5.19 ± 0.06	12.183 ± 0.013	82.7 ± 0.6	90.728 ± 0.004
Impulsiva 1	5.19 ± 0.06	9.450 ± 0.011	82.7 ± 0.6	92.526 ± 0.012
Quadra 2	10.23 ± 0.10	12.35 ± 0.04	45.1 ± 0.4	44.90 ± 0.05

- **Conclusioni:** I risultati ottenuti dall'analisi mostrano un'incompatibilità tra il modello ed l'evidenza sperimentale per il parametro α . In particolare sembra essere presente in tutte le misure un errore sistematico dovuto alla presenza di una resistenza parassita. Rispettivamente 205.7Ω , 125.3Ω e 200.1Ω .

Risulta invece compatibile il valore della pulsazione nel terzo set di dati.



Risultati e Conclusioni

- Risultati:

Generatore	α Teorica	α Sperimentale	ω Teorica	ω Sperimentale
U. Misura	(kHz)	(kHz)	(kHz)	(kHz)
Quadra 1	5.19 ± 0.06	12.183 ± 0.013	82.7 ± 0.6	90.728 ± 0.004
Impulsiva 1	5.19 ± 0.06	9.450 ± 0.011	82.7 ± 0.6	92.526 ± 0.012
Quadra 2	10.23 ± 0.10	12.35 ± 0.04	45.1 ± 0.4	44.90 ± 0.05

- **Conclusioni:** I risultati ottenuti dall'analisi mostrano un'incompatibilità tra il modello ed l'evidenza sperimentale per il parametro α . In particolare sembra essere presente in tutte le misure un errore sistematico dovuto alla presenza di una resistenza parassita. Rispettivamente 205.7Ω , 125.3Ω e 200.1Ω .

Risulta invece compatibile il valore della pulsazione nel terzo set di dati.

Link al GitHub: https://github.com/JustSimone/Impulsive_RLC_Experiment.git



Fine?
Spazio alle Domande



Fine?

Spazio alle Domande

