

LABORATORIO DI FISICA SPERIMENTALE
Ingegneria meccanica
A.A. 2017-2018

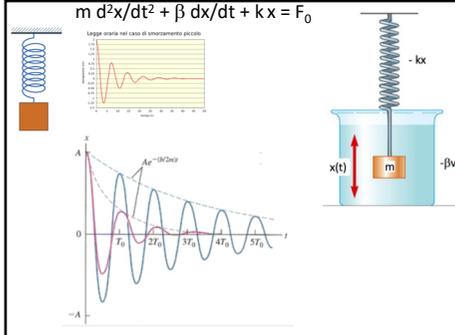
Sesta esperienza:
oscillazioni smorzate
battimenti
figure di Lissajous

lasciate il tavolo di laboratorio in ordine e pulito;
ne siete responsabili (anche della strumentazione)

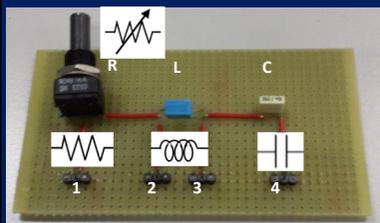


$m \frac{d^2x}{dt^2} + \beta \frac{dx}{dt} + kx = F_0$

Legge di Newton nel caso di smorzamento viscoso



IL SISTEMA DA STUDIARE: circuito elettrico costituito da
1-2 resistenza R (variabile: potenziometro)
2-3 induttanza L (celeste) <-> campo magnetico
3-4 capacità C (gialla) <-> campo elettrico
connessi tramite conduttori

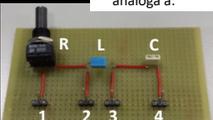


OSCILLAZIONI SMORZATE 1-2 resistenza R $V_R = R I$ (legge di Ohm)
2-3 induttanza L $V_L = L di/dt$
3-4 capacità C $V_C = 1/C \int I dt$

In questo circuito (serie):
1) gli elementi sono attraversati dalla stessa corrente $I(t) = dQ/dt$
(Q è la carica elettrica che scorre da 1 a 4)
2) le differenze di potenziale presenti i capi dei componenti si sommano: $V_{1-4} = V_{TOT} = V_R + V_L + V_C = R I + L di/dt + 1/C \int I dt$
Sostituendo $I = dQ/dt$ si ha $V_{TOT} = R dQ/dt + L d^2Q/dt^2 + 1/C Q$
Essendo $Q = C V_C \rightarrow V_{TOT} = RC dV_C/dt + LC d^2V_C/dt^2 + V_C$

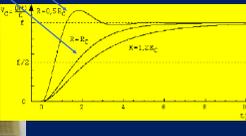
riordinando... analogo a:
 $LC d^2V_C/dt^2 + RC dV_C/dt + V_C = V_{TOT}$
 $m \frac{d^2x}{dt^2} + \beta \frac{dx}{dt} + kx = mg$

calcolatore analogico



$LC \frac{d^2V_C}{dt^2} + RC \frac{dV_C}{dt} + V_C = V_{TOT}$
 $m \frac{d^2x}{dt^2} + \beta \frac{dx}{dt} + kx = mg$
 $\frac{d^2x}{dt^2} + \beta/m \frac{dx}{dt} + k/m x = g$
 $\gamma = \beta/2m \quad \Omega^2 = k/m \rightarrow \frac{d^2x}{dt^2} + 2\gamma \frac{dx}{dt} + \Omega^2 x = c$
 $\frac{d^2V_C}{dt^2} + R/L \frac{dV_C}{dt} + 1/LC V_C = 1/LC V_{TOT}$
 $\gamma = R/2L \quad \Omega^2 = 1/LC \quad \alpha^2 + R/L \alpha + 1/LC = 0 \rightarrow \alpha_{1,2} = ...$

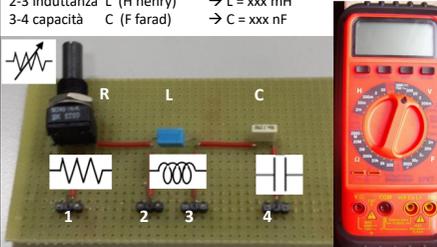
Smorzamento critico ($\Delta=0$) se $R = R_c = 2 \sqrt{\frac{L}{C}}$
Sottosmorzamento ($\Delta < 0$): $V(t) = V_0 e^{-\gamma t} \cos(\omega t + \varphi)$




V tensione volt V
L induttanza henry H
I corrente ampere A
R resistenza ohm Ω
C capacità farad F
R
V Ω COM mA Cx L L & C

1) MISURA COMPONENTI

Misurare il valore massimo e minimo di R e i valori di L e C:
1-2 resistenza R (Ω ohm) $\rightarrow R_{min} = xxx \Omega \quad R_{MAX} = xxx k\Omega$
2-3 induttanza L (H henry) $\rightarrow L = xxx mH$
3-4 capacità C (F farad) $\rightarrow C = xxx nF$

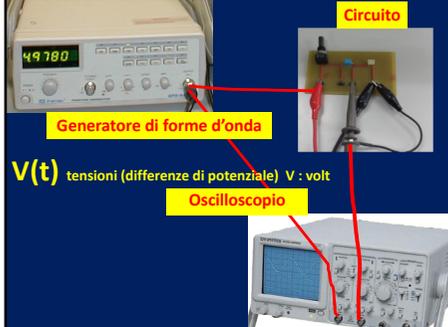


Circuito

Generatore di forme d'onda

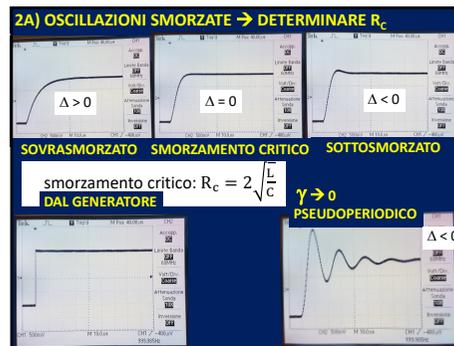
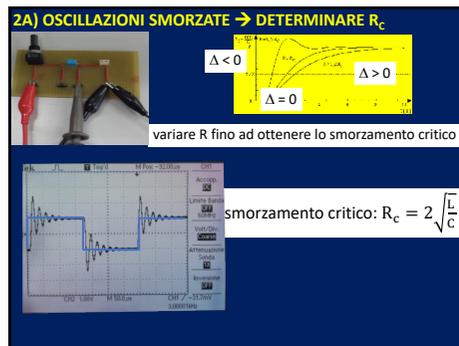
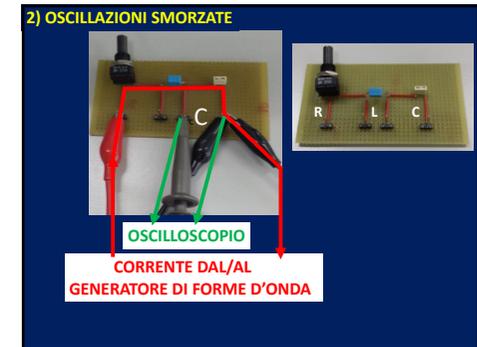
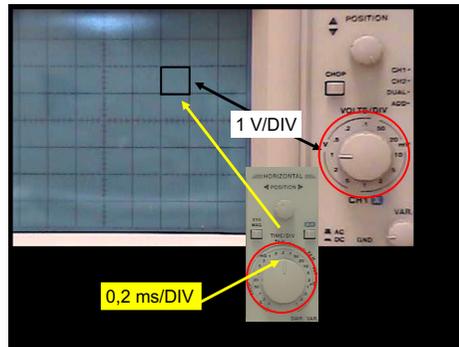
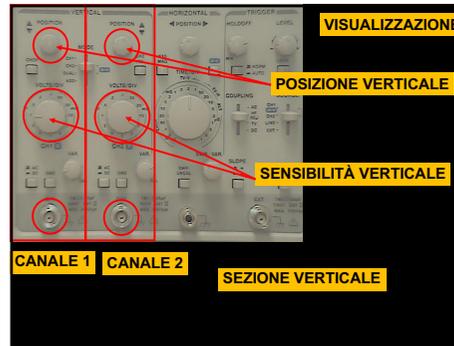
$V(t)$ tensioni (differenze di potenziale) V : volt

Oscilloscopio



frequenza (grosso)
forma d'onda
uscita
frequenza (fine)
ampiezza (V_{pp})
accensione





BATTIMENTI (due diapason)

$$\alpha = \frac{\alpha + \beta}{2} + \frac{\alpha - \beta}{2} \quad \beta = \frac{\alpha + \beta}{2} - \frac{\alpha - \beta}{2}$$

$$\cos \alpha + \cos \beta = \cos \left(\frac{\alpha + \beta}{2} + \frac{\alpha - \beta}{2} \right) + \cos \left(\frac{\alpha + \beta}{2} - \frac{\alpha - \beta}{2} \right) =$$

$$= \left[\cos \left(\frac{\alpha + \beta}{2} \right) \cos \left(\frac{\alpha - \beta}{2} \right) - \sin \left(\frac{\alpha + \beta}{2} \right) \sin \left(\frac{\alpha - \beta}{2} \right) \right] +$$

$$+ \left[\cos \left(\frac{\alpha + \beta}{2} \right) \cos \left(\frac{\alpha - \beta}{2} \right) + \sin \left(\frac{\alpha + \beta}{2} \right) \sin \left(\frac{\alpha - \beta}{2} \right) \right] =$$

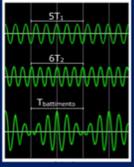
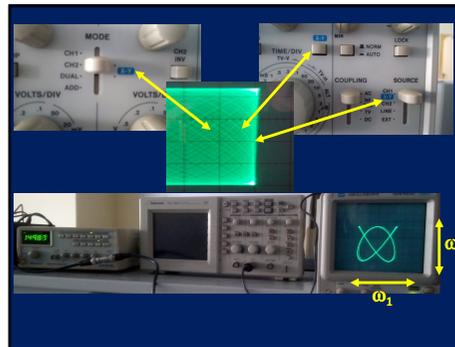
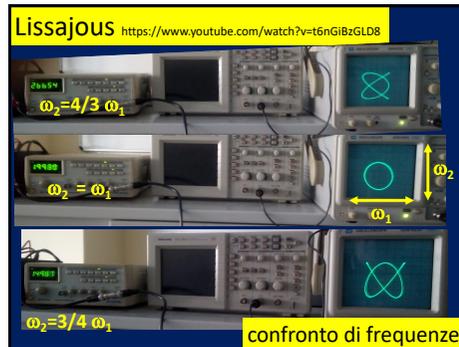
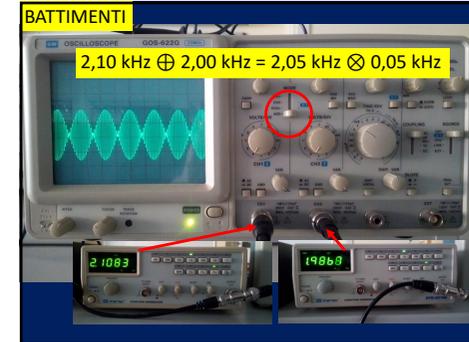
$$= 2 \cos \left(\frac{\alpha + \beta}{2} \right) \cos \left(\frac{\alpha - \beta}{2} \right)$$

BATTIMENTI

$$\cos \alpha + \cos \beta = 2 \cos \left(\frac{\alpha + \beta}{2} \right) \cos \left(\frac{\alpha - \beta}{2} \right)$$

Se due fenomeni ondulatori (vibrazioni, onde, segnali elettrici)
 $x_1(t) = A \cos(\omega_1 t)$ e $x_2(t) = A \cos(\omega_2 t)$ si sommano,
 si ottiene $x_{TOT}(t) = x_1(t) + x_2(t) = 2 A \cos \left(\frac{\omega_1 + \omega_2}{2} t \right) \cos \left(\frac{\omega_1 - \omega_2}{2} t \right)$

Se le due frequenze sono simili risulta
 $x_{TOT}(t) = 2 A \cos \left(\frac{\omega_1 - \omega_2}{2} t \right) \cos(\omega t)$
 Cioè l'ampiezza $2 A \cos \left(\frac{\omega_1 - \omega_2}{2} t \right)$ varia lentamente nel tempo → BATTIMENTO

LABORATORIO DI FISICA SPERIMENTALE
 Ingegneria meccanica
A.A. 2017-2018

a venerdì 27 aprile

ORE 8:30