University of M'sila **university year 2023/2024**
Faculty of Technology **field: ST**
Department of Electrical Engineering **module: vibrations and waves**

Tutorials (TD) Series №3
Forced oscillations of single-degree-of-freedom systems

Exercise №1

In exercise №6 of series №2, a vertical damper α is attached to the rod at a distance $ob = {}^{3l}/_{4}$. A harmonic vertical force of the form $F(t) = F_0 \cos \Omega t$ (Ω can be adjusted) is applied to the mass m.

1. Write the differential equation governing the forced vibrations of the system taking into account the previously obtained results.
2. Given that $m = 2kg$, $k = 250N/m$, and $\alpha = 5N.m^{-1}.s$, can resonance be observed?
3. If yes, for what value of Ω do we observe resonance in the system? Calculate the corresponding amplitude.

Note: Take $a = {}^{l}/_{4}$.

التمرين الأول

في التمرين السادس من السلسلة الثانية نصل بالساق وعلى بعد $ob = {}^{3l}/_{4}$ مخمد *شاقولي* α. نطبق على الكتلة m *قوة شاقولية توافقية من الشكل:* $F(t) = F_0 \cos \Omega t$ (Ω قابلة للتعديل)

1- أكتب المعادلة التفاضلية للاهتزازات القسرية للنظام بالاعتماد على النتائج المحصل عليها سابقا.

2- علما أن : $m = 2kg$, $k = 250N/m$, $\alpha = 5N.m^{-1}.s$. هل يمكن أن نشاهد الرنين ؟

3- إذا كان كذلك فما هي قيمة Ω التي يحصل عندها الرنين؟ أحسب إذن السعة العظمى الموافقة لذلك.

يعطى: $a = {}^{l}/_{4}$

Exercise №2

Fig.2 represents a device designed to record earthquake. We assume that the quakes have a sinusoidal form given by:

$$x_e(t) = a \cos \omega_e t$$

1. Establish the differential equation for the forced vibrations of the mass m due to the exciting force of the quakes.
2. Then deduce the expression of the amplitude x_0 and the initial phase φ_0 in terms of ω_e.
3. Show that the amplitude of quakes and that of the mass are identical in the case where damping and angular frequency are very small. In this case, what is the phase shift between $x(t)$ and $x_e(t)$?

التمرين الثاني

الشكل 2 يمثل جهاز لتسجيل الهزات الأرضية. نقبل أن هذه الهزات جيبية من الشكل :

$$x_e(t) = a \cos \omega_e t$$

1- جد المعادلة التفاضلية للاهتزازات القسرية للكتلة m الناتجة من قوة الإثارة للهزات الأرضية.

2- أعط عبارة السعة والصفحة الابتدائية x_0 و φ_0 على التوالي بدلالة ω_e .

3- بين أن سعة الهزات وسعة الاهتزازات للكتلة متماثلتين إذا كان التخامد والنبض ضعيفين. ما هو الفرق في الصفحة في هذه الحالة بين $x_e(t)$ و $x(t)$.

Exercise №3

A sinusoidal electromotive force (e.m.f) $e(t) = E_0 \sin \Omega t$ is applied to a series RLC circuit. By varying the angular frequency Ω of the e.m.f, we observe that there is a voltage resonance across the terminals of the unknown capacitance C. Given that $V_{cmax} = 60V$; $E_0 = 3V$; $R = 75\Omega$; $L = 0{,}8mH$, then determine :

1. the quality factor Q.
2. the capacitance C and the natural angular frequency ω_0 of the circuit.
3. the bandwidth $\Delta\Omega$ and its two bounds Ω_1 and Ω_2.
4. Find the power that the source must provide to the circuit to sustain oscillations with a maximum current intensity amplitude $I_0 = 30mA$.

التمرين الثالث

نطبق بين طرفي دارة كهربائية RLC على التسلسل قوة كهربائية محركة من الشكل: $e(t) = E_0 \sin \omega t$. نغير النبض ω فنلاحظ حدوث الرنين في التوتر بين طرفي المكثفة مجهولة القيمة C. علما أن : $V_{cmax} = 60V;\ E_0 = 3V; R = 75\Omega; L = 0{,}8mH$

1- جد معامل تضخم الجهد Q.

2- أحسب سعة المكثفة C والنبض الذاتي ω_0 للدارة.

3- جد عرض الحزمة العابرة $\Delta\omega$ وطرفيها ω_1 و ω_2.

1- أحسب الاستطاعة اللازم توفيرها من قبل المولد للدارة للحفاظ على اهتزازات التيار بسعة عظمى $I_0 = 30mA$.

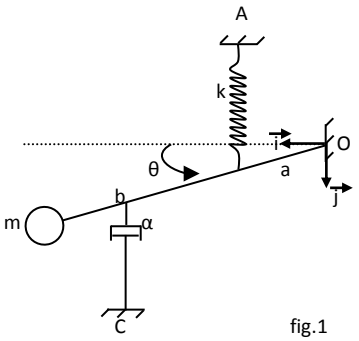

fig.1

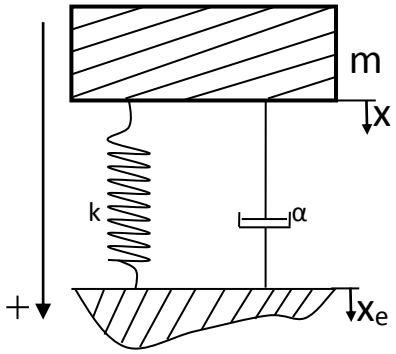

fig. 2