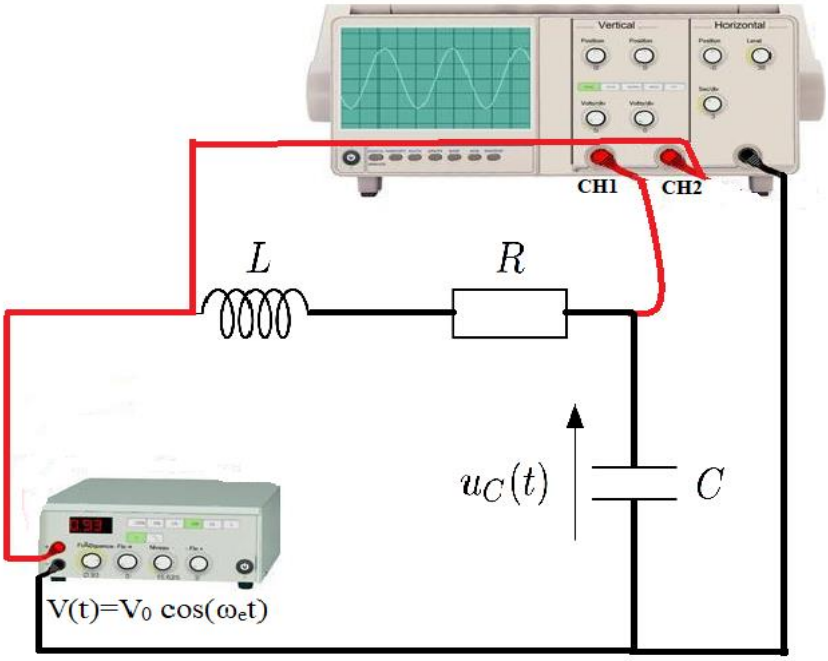
جامعة محمد خيضر -بسكرة

كلية العلوم و التكنولوجيا
قسم الكيمياء الـــصناعية
السنة ثانية لـــــــيسانس

ميدان:علـــــوم وتكنولوجيا
عمل مخبري لمادة فيزياء3
السنة الدراسية 2024/2023

العمل التطبيقي 4

الاهتزازات القسرية بدرجة حرية واحدة



تاريخ اجراء التجربة :...../..../..... تاريخ ارجاع التجربة : ..../...../.....

الأستاذ المصحح :.....

تقرير من طرف الطلبة

اللقب و الاسم	الفوج	العلامة	ملاحظة
1- ..... 2- ..... 3- ..... 4- ..... 5- 6-			

العمل التطبيقي 4
الاهتزازات القسرية ذات درجة حرية واحدة : جملة ميكانيكية ، جملة كهربائية

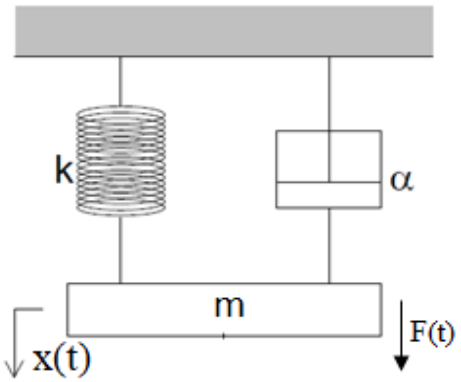
الهدف من التجربة :

- دراسة الاهتزازات القسرية لنظام ميكانيكي و نظام كهربائي
- دراسة تغيرات سعة الحل الدائم بدلالة نبض التأثير $f(\omega_e) = A_e$

I)الجانب النظري :

1.I) دراسة الاهتزاز القسري لنظام ميكانيكي :

لنعتبر الجملة الميكانيكية الموضحة في الشكل (1)



الشكل (1): نظام ميكانيكي في حالة اهتزاز قسري

النظام في حالة اهتزاز قسري إذا كان تحت تأثير قوة خارجية دورية من الشكل

$$F(t) = F_0 \cos(\omega_e t) \ldots\ldots (1)$$

بالاعتماد على المبدأ الأساسي للتحريك نجد :

$$m\ddot{x} + \alpha\, \dot{x} + kx = F_0 \cos(\omega_e t) \ldots (2)$$

و منه :

$$\ddot{x} + \frac{\alpha}{m}\, \dot{x} + \frac{k}{m} x = \frac{F_0}{m} \cos(\omega_e t)$$

تكون معادلة الحركة للجملة من الشكل

$$\ddot{x} + 2\delta\, \dot{x} + {\omega_0}^2 x = \frac{F_0}{m} \cos(\omega_e t) \ldots . (3)$$

حيث : $2\delta = \frac{\alpha}{m} \Rightarrow \delta = \frac{\alpha}{2m}$

و

$$\omega_0 = \sqrt{\frac{k}{m}}$$

و يكون حل المعادلة (3) من الشكل : $x(t) = Acos(\omega_e t + \varphi)$
لتحديد السعة الاعظمية A و فرق الطور φ نعتمد على الاعداد المركبة :

$$\frac{F_0}{m}\cos(\omega_e t) \rightarrow \frac{F_0}{m}e^{i\omega_e t}$$

$$x(t) = Acos(\omega_e t + \varphi) \rightarrow \bar{x}(t) = Ae^{i(\omega_e t+\varphi)} = \bar{A}e^{i\omega_e t}$$

تصبح المعادلة (3) بالشكل :

$$\ddot{\bar{x}} + 2\delta\,\dot{\bar{x}} + {\omega_0}^2\bar{x} = \frac{F_0}{m}e^{\omega_e t} \text{.....(4)}$$

و لدينا :

$$\dot{\bar{x}}(t) = i\omega_e\bar{A}e^{i\omega_e t}$$
$$\ddot{\bar{x}}(t) = -{\omega_e}^2\bar{A}e^{i\omega_e t}$$

بالتعويض في المعادلة (4) نجد :

$$\bar{A} = \frac{{F_0}/{m}}{({\omega_0}^2 - {\omega_e}^2) + i2\delta\omega_e}$$

ومنه :

$$A = |\bar{A}| = \frac{{F_0}/{m}}{\sqrt{({\omega_0}^2 - {\omega_e}^2)^2 + 4\delta^2{\omega_e}^2}}$$

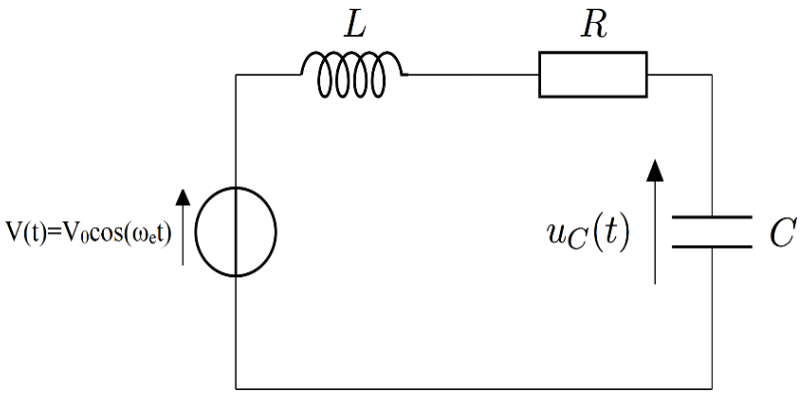
فرق الطور φ بين x(t) و f(t) يعطى بالعلاقة التالية :

$$\tan\varphi = \frac{Im(\bar{A})}{Re(\bar{A})} = \frac{-2\delta\omega_e}{({\omega_0}^2 - {\omega_e}^2)}$$

2.I) دراسة الاهتزاز القسري في النظام الكهربائي

لتكن الدارة الموضحة في الشكل (2)
حيث يغذي الدارة بتوتر جيبي عبارته من الشكل :

$$V_e(t) = V_0\cos(\omega_e t) \text{..... (5)}$$



الشكل (2): نظام كهربائي في حالة اهتزاز قسري

بتطبيق قانون كيرتشوف

$$V_C + V_R + V_C = V_0 \cos(\omega_e t) \ldots\ldots (6)$$

و منه

$$L\ddot{q}(t) + R\dot{q}(t) + \frac{1}{C}q(t) = V_0 \cos(\omega_e t)$$

$$\ddot{q}(t) + \frac{R}{L}\dot{q}(t) + \frac{1}{LC}q(t) = \frac{V_0}{L}\cos(\omega_e t)$$ الشكل (1): نظام ميكانيكي في حالة اهتزاز قسري

$$\ddot{q}(t) + 2\delta\dot{q}(t) + {\omega_0}^2 q(t) = \frac{V_0}{L}\cos(\omega_e t) \ldots\ldots (7)$$

حيث :

$\delta = \frac{R}{2L}$ و هو يمثل معامل التخامد

$\omega_0 = \frac{1}{\sqrt{LC}}$ و هو يمثل النبض الطبيعي للحركة

تمرين :

- اكتب المعادلة التفاضلية للنظام الكهربائي بدلالة $V_c(t)$ ثم اكتب عبارة الحل الدائم

.....
.....
.....

- اوجد عبارة النبض الموافق للرنين السعوي و السعة العظمى الموافقة لها

.....
.....
.....

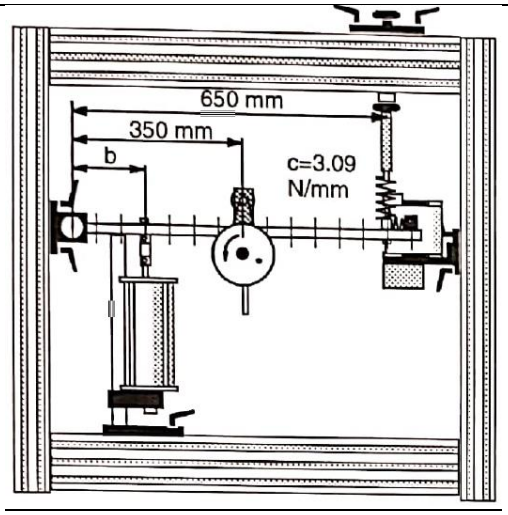
- اكتب عبارة فرق الطور φ

.....
.....

II)الجانب العملي :

1.II) دراسة جملة ميكانيكية :

يتكون النظام الميكانيكي في الشكل (4) من ساق كتلتها M و طولها L تدور حول محور O موصولة الى نابض و مخمد للحركة بالإضافة الى جهاز موصول بمولد إشارات جيبية



الشكل (4): نظام ميكانيكي في حالة اهتزاز قسري

- قم بتغيير قيم التواتر ثم سجل قيم السعة على الجدولين التاليين :

تخامد خفيف (لولب المخمد مفتوح كليا)														
f(Hz)	4	5	6	7	8.4	8.5	8.6	8.7	9	10	12	14	16	20
A_e														

تخامد متوسط (لولب المخمد مغلق)														
f(Hz)	4	5	6	7	8.4	8.5	8.6	8.7	9	10	12	14	16	20
A_e														

- ارسم على نفس الورقة الملمترية المنحنى البياني $A_e=f(\omega_e)$ في حالة تخامد خفيف و تخامد متوسط
- قارن المنحنين ؟

.....
.....

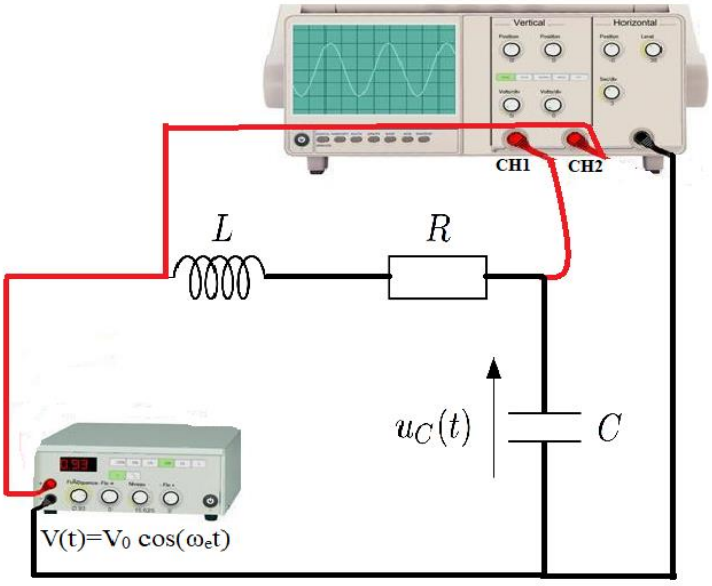
.....
.....
.....

- ماذا تستنتج؟

.....
.....
.....
.....

1.II) دراسة جملة كهربائية (RLC)

- حقق الدارة في الشكل ادناه
- اضبط مولد الإشارات على الدالة الجيبية بسعة 1.5 فولط



الشكل (3): التركيب التجريبي لنظام كهربائي في حالة اهتزاز قسري

أ) دراسة تغير السعة بدلالة النبض الخارجي

- خذ $R=100\Omega$, $L=0.5H$,$C=0.1\mu F$

غير التواتر f و قس السعة A_e بواسطة كاشف الاهتزاز ثم ضع النتائج في الجدول التالي

- ضع النتائج في الجدول ادناه

f(Hz)	ω= 2πf	Ae_{exp}		$A_{ethé}$	
		R=100Ω	R=500Ω	R=100Ω	R=500Ω
100					
200					
250					
270					
280					
300					
310					
320					
330					
350					
400					
450					
500					
600					

- ما هي قيمة ω_e الموافقة للرنين ω_e=.....rad/s
- قارن ω_e الموافقة للرنين النظرية و التجريبية ؟

.....
.....
.....
.....

- ارسم المنحنى البياني $A_e=f(\omega_e)$
- احسب معامل الجودة Q

.....
.....

- غير قيمة المقاومة لتصبح R= 500Ω ثم اعد نفس التجربة ثم ارسم المنحنى البياني $A_e=f(\omega_e)$ في نفس المعلم مع المنحنى السابق
- احسب معامل الجودة Q

.....
.....
.....

- قارن النتائج المتحصل عليها ، ماذا تستنتج ؟

.....
.....
.....

.....
.....
.....

ب) دراسة تغير فرق الطور φ بدلالة ω_e

بالاعتماد على نفس لتركيب السابق نضع $V_c(t)$ في CH1 و $V_e(t)$ في CH2

- احذف قاعدة الزمن على راسم الاهتزاز
- قس BB' ثم غير f و قس PP' (مع المحافظة على نفس سلم القياس علىCH2) ثم احسب φ
- ضع النتائج في الجدول و ارسم المنحنى البياني $|\varphi|=f(\omega_e)$

BB'=……..cm			
f(Hz)	ω_e	PP'	φ
100			
200			
250			
270			
290			
300			
310			
320			
330			
350			
400			
500			
600			

- ما هي ملاحظاتك و ماذا تستنتج ؟

.....
.....
.....
.....
.....
.....
.....

الخلاصة:.....
.....
.....
.....
.....
.....
.....
.....
.....
.....
.....