



مختبر الاهتزازات

جامعة تكريت  
قسم الهندسة الميكانيكية

# التجارب العملية لمختبر الاهتزازات

أعداد:

المدرس علي خالد محمد علي

المدرس المساعد محمد عويد عطية

المدرس المساعد أسيل ناظم فتحي



## التجارب العملية التي تجرى في مختبر الاهتزازات

1- اسم التجربة : الاهتزاز الحر غير المخمد ( *free vibration without damping* )

الهدف من التجربة: قياس و حساب التردد الطبيعي لمنظومة تهتز اهتزازا طبيعيا من غير تخميد.

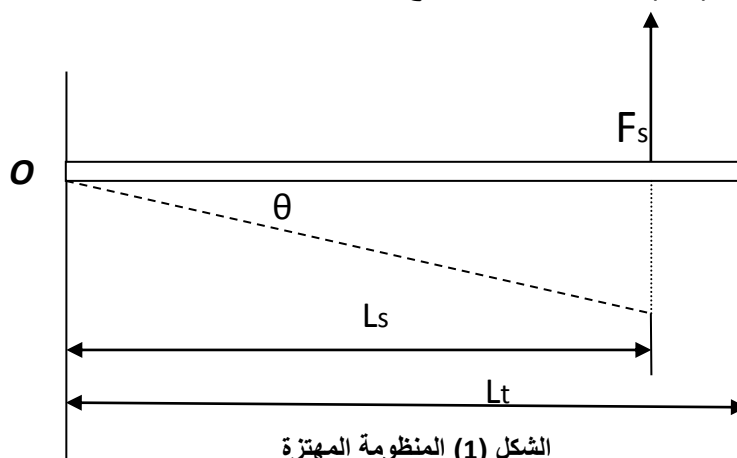
المقدمة : ( تقدم من قبل الطالب )

جدول الرموز:

الرمز	الوصف	القيمة المستخدمة	الوحدات
Fs	قوى النابضية	---	N
Io	عزم القصور الذاتي للعتبة حول محور ( o )	---	Kg.m <sup>2</sup>
k	معامل النابضية	$10^3 * 0.86$	N/m
Ls	ذراع قوى النابضية	60	cm
Lt	الطول الكلي للعتبة	76	cm
Mo	العزم الناتج عن الاثارة الخارجية	---	N.m
Wn	التردد الطبيعي للمنظومة	---	Rad /sec
$\theta$	الازاحة الزاوية للعتبة	---	deg
$\ddot{\theta}$	التعجيل الزاوي للعتبة	---	Deg/sec <sup>2</sup>

الجانب النظري :

المنظومة المبينة بالشكل ( 1 ) يمكن ان تهتز اهتزازا حرا اذا ما تعرضت لاثارة خارجية تعمل على ازاحة العتبة ازاحة زاوية قدرها (  $\theta$  ) درجة حول موضع التوازن .





## مختبر الاهتزازات

## جامعة تكريت قسم الهندسة الميكانيكية

وان النموذج الرياضي الذي يصف حركة المنظومة (1) ، تبينه المعادلات التالية :

$$\sum M_o = I_o \ddot{\theta} \quad \dots(1)$$

$$-k (L_s \sin\theta) L_s = I_o \ddot{\theta} \quad \dots(2) \quad [ F_s = k (L_s \sin\theta) ]$$

$$\ddot{\theta} + \frac{k}{I_o} L_s^2 \theta = 0 \quad \dots(3) \quad [eq. of motion]$$

$$w_n = \sqrt{\frac{k L_s^2}{I_o}} \quad \dots(4)$$

$$I_o = \frac{1}{3} m L_t^2 \quad \dots(5)$$

### الجانب العملي :

( خطوات العمل )

1. يتم ضبط الورق على اسطوانة الراسمة و تثبيت قلم الرسم على العتبة بشكل يسمح لظهور موجة

الاهتزاز .

2. تسلط اثارة خارجية بحيث تزاوح العتبة عن موضع التوازن بزاوية قليلة (  $\theta$  ) ثم تترك لتتهتز بشكل

حر راسمة حالة الاهتزاز بشكل موجة جيبيية على ورق الراسمة .

3. يتم تشغيل ساعة الموقت مباشرة عند بدء الحركة الاهتزازية للعتبة و بفترة زمنية قدرها ( 10 sec.

.)

4. تطفى الراسمة حال اتمام الفترة الزمنية سابقة الذكر .

5. يحسب زمن الموجة (  $\tau$  ) الواحدة بدلالة عدد الموجات و الزمن المحسوب من ساعة الموقت .

6. يسحب التردد الطبيعي من المعادلة الاتية :



## مختبر الاهتزازات

جامعة تكريت  
قسم الهندسة الميكانيكية

$$w_n = \frac{2\pi}{\tau}$$

**الحسابات :** يتم اجراء الحسابات النظرية و العملية .

**النتائج :** يتم عرض النتائج النظرية و العملية .

**المناقشة :** تتم المقارنة بين النتائج النظرية و العملية و تفسير الفروقات بينها ان وجدت .

2- اسم التجربة : الاهتزاز الحر المخمّد ( *free vibration with damping* )

**الهدف من التجربة:**

• حساب التردد المخمّد لمنظومة تهتز اهتزازا طبيعيا بوجود التخميد ( $w_d$ ).

• حساب نسبة التخميد ( $\zeta$ ).

• حساب معامل التخميد ( $C$ ).

**المقدمة :** ( تقدم من قبل الطالب )

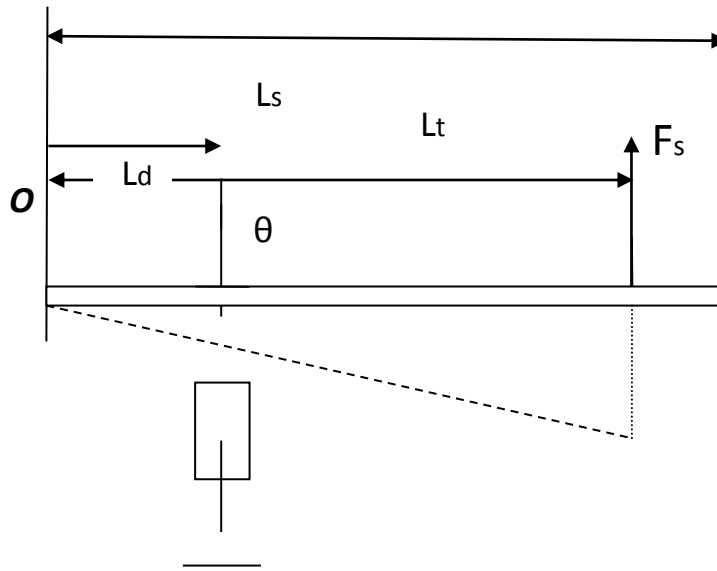
**جدول الرموز:**

الرمز	الوصف	القيمة المستخدمة	الوحدات
Fs	قوى النابضية	---	N
Io	عزم القصور الذاتي للعتبة حول محور ( o )	---	Kg.m <sup>2</sup>
k	معامل النابضية	$0.86 * 10^3$	N/m
Ls	ذراع قوى النابضية	60	cm
Lt	الطول الكلي للعتبة	76	cm
Mo	العزم الناتج عن الاثارة الخارجية	---	N.m
Wn	التردد الطبيعي للمنظومة	---	Rad /sec
$\theta$	الازاحة الزاوية للعتبة	---	deg
$\ddot{\theta}$	التعجيل الزاوي للعتبة	---	Deg/sec <sup>2</sup>



### الجانب النظري :

المنظومة المبينة بالشكل ( 2 ) يمكن ان تهتز اهتزازا حرا مخمدا بوجود المخمد اذا ما تعرضت لاثارة خارجية تعمل على ازاحة العتبة ازاحة زاوية قدرها  $(\theta)$  ، لتتكون موجة اهتزازية سرعان ما تضمحل بعد فترة من الزمن .



الشكل (2) المنظومة المهتزة

وان النموذج الرياضي الذي يصف حركة المنظومة (2) ، تبينه المعادلات التالية :

$$\sum M_o = I_o \ddot{\theta} \quad \dots(1)$$

$$I\ddot{\theta} + cL_s^2 + \frac{k}{I_o} L_s^2 \theta = 0 \quad \dots(2) \quad [eq. of motion]$$

$$w_n = \sqrt{\frac{k L_s^2}{I_o}} \quad \dots(3)$$

$$I_o = \frac{1}{3} m L_t^2 \quad \dots(4)$$



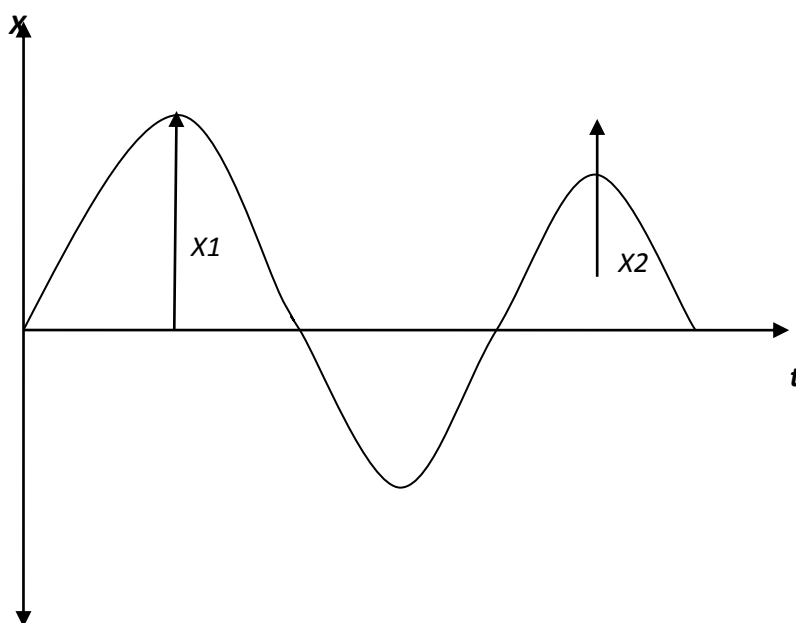
## مختبر الاهتزازات

جامعة تكريت  
قسم الهندسة الميكانيكية

$$\delta = \ln \frac{x_1}{x_2} \quad \dots (5)$$

$$\zeta = \frac{\delta}{\sqrt{(2\pi)^2 + \delta^2}} \quad \dots (6)$$

$$\tau_d = \frac{2\pi}{\omega_n \sqrt{1 - \zeta^2}} \quad \dots (7)$$



### الجانب العملي :

7. يتم ضبط الورق على اسطوانة الراسمة و تثبيت قلم الرسم على العتبة بشكل يسمح لظهور موجة الاهتزاز .

8. تسلط اشارة خارجية بحيث تزاوح العتبة عن موضع التوازن بزاوية قليلة (  $\theta$  ) ثم تترك لتتهتز بشكل حر راسمة حالة الاهتزاز الحر المتمد بشكل موجة جيبيه على ورق الراسمة .

9. تقاس قيمة سعة الموجة (  $x_1$  ) و (  $x_2$  ) .



## مختبر الاهتزازات

جامعة تكريت  
قسم الهندسة الميكانيكية

**الحسابات :** يتم اجراء الحسابات النظرية و المتعلقة بالجانب العملي .

**النتائج :** يتم عرض النتائج النظرية و العملية .

**المناقشة :** تتم المقارنة بين النتائج النظرية و العملية و تفسير الفروقات بينها ان وجدت .

3- اسم التجربة : الاهتزاز القسري المخمّد .

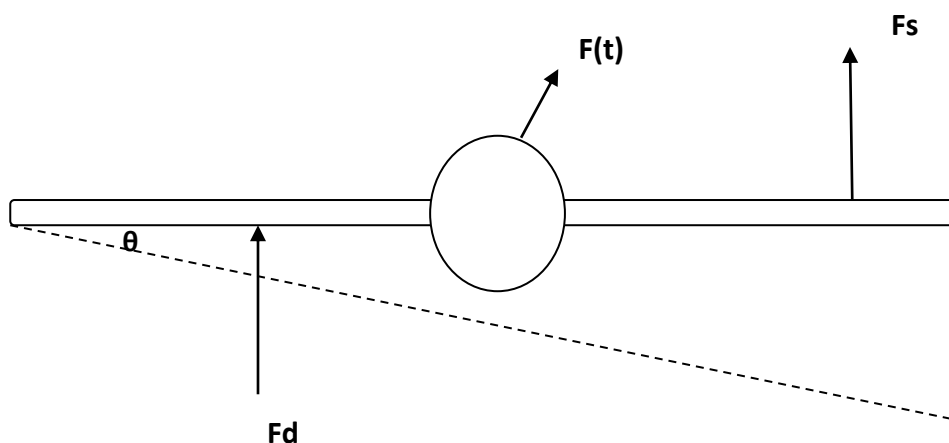
**الغرض من التجربة :** دراسة الاهتزاز القسري المخمّد عمليا و التعرف على ظاهرة الرنين .

**المقدمة :** ( تقدم من قبل الطالب )

**وصف الجهاز :** ( يقدم من قبل الطالب )

**الجانب النظري :**

يمكن تمثيل حالة الاهتزاز القسري المخمّد بالمنظومة الموضحة في الشكل (3)



الشكل (3) منظومة الاهتزاز القسري المخمّد



## مختبر الاهتزازات

جامعة تكريت  
قسم الهندسة الميكانيكية

تمثل المعادلة (1) الحالة الحركية للمنظومة السابقة (يقدم الطالب اشتقاق هذه المعادلة )

$$\ddot{\theta} + a \dot{\theta} + b\theta = F_t \quad \dots\dots(1)$$

a=

b=

l=

### خطوات العمل :

1. يتم تشغيل المنظومة الدوارة لتسلط الاثارة القسرية على المنظومة .
2. يتم زيادة تردد الاثارة تدريجيا مع قياس تردد الاهتزاز بواسطة جهاز الستروبوسكوب.
3. تأخذ عدة قيم للتردد قبل و بعد الرنين مع تحديد تردد الرنين.

### الحسابات و النتائج :

1. تحسب قيمة التردد الطبيعي للمنظومة نظريا.
2. يرسم منحني الرنين ضمن مدى من الترددات قبل وبعد تردد الرنين .