

Roteiro Aula Prática



CONTROLE DE VIBRAÇÕES

ROTEIRO DE AULA PRÁTICA

NOME DA DISCIPLINA: Controle de Vibrações

Unidade: U1_ Fundamentos de vibrações.

Aula: A3_ Movimento e análise harmônica

OBJETIVOS

Definição dos objetivos da aula prática:

Os objetivos dessa aula prática são:

- Compreender a análise harmônica;
- Analisar de forma prática o comportamento do movimento harmônico;
- Desenvolver de maneira prática os conceitos de séries de Fourier.

SOLUÇÃO DIGITAL:

GNU Octave

O GNU Octave é um software matemático é aplicado para realizar cálculos complexos que seriam demasiados trabalhosos ou impossíveis de serem resolvidos manualmente. Devido à aula ser relacionada a análise harmônica e sendo os cálculos de movimento, é de extrema importância a que os alunos tenham contato com a real complexidade encontrada em vibrações, justificando a necessidade da utilização e do desenvolvimento computacional para a resolução de tais problemas.

PROCEDIMENTOS PRÁTICOS E APLICAÇÕES

Procedimento/Atividade nº 1

Atividade proposta:

Realizar a representação gráfica de séries de Fourier utilizando software matemático.

Representar graficamente o fenômeno de batimento.

Procedimentos para a realização da atividade:

A parte da atividade desta aula prática consiste em representar graficamente a série de Fourier até o quarto termo sendo:

$$x(t) = R \frac{t}{\tau}$$

$$\vec{x}(t) = \frac{R}{\pi} \left\{ \frac{\pi}{2} - \left(\text{sen}(\omega t) + \frac{1}{2} \text{sen}(2\omega t) + \frac{1}{3} \text{sen}(3\omega t) \right) \right\}$$

Tendo que:

$$\omega = 6 \text{ rad/s}, R = 2 \text{ mm}, \tau = \frac{2\pi}{\omega} [\text{s}].$$

A rotina para plotar todos os gráficos na mesma figura é:

```
%=====
R=2;
w=6;
tau=2*pi/w;
for i=1:101
    t(i) = tau * (i - 1) / 100;
    x(i) = R * t(i) / tau;
end
subplot(231);
plot(t,x);
ylabel('x(t)');
xlabel('t');
title('x(t) = R * t / tau');
for i=1:101
    x1(i) = R / 2;
end
subplot(232);
plot(t,x1);
ylabel('x(t)');
xlabel('t');
title('um termo');
for i=1:101
    x2(i) = R / 2 - R*sin(w*t(i)) / pi;
end
subplot(233);
plot(t,x2);
ylabel('x(t)');
xlabel('t');
```

```

title('dois termos');
for i=1:101
    x3(i) = R / 2 - R * sin(w*t(i)) / pi - R * sin(2*w*t(i)) / (2*pi);
end
subplot(234);
plot(t,x3);
ylabel('x(t)');
xlabel('t');
title('tres termos');
for i=1:101
    x4(i) = R / 2 - R * sin(w*t(i)) / pi - R * sin(2*w*t(i)) / (2*pi) - R * sin(3*w*t(i)) / (3*pi);
end
subplot(235);
plot(t,x4);
ylabel('x(t)');
xlabel('t');
title('quatro termos');

```

%=====

Finalizar a primeira atividade.

A segunda parte desta aula prática consiste em, a partir da equação de batimento apresentada no livro didático, elaborar uma rotina no software para que o mesmo execute um gráfico de batimento.

$$x(t) = 2X \cos \frac{\delta t}{2} \cos \left(\omega + \frac{\delta}{2} \right) t$$

Para a equação de batimento usaremos:

$$X = 1\text{mm}, \omega = 20\text{rad/s}, \delta = 1\text{rad/s e } t = 15\text{s}$$

Sendo apresentados em rotina da seguinte forma:

```

X=1
w=20
d=1
for i=1:1001
t(i)=15*(i-1)/1000
x(i)=2*X*cos(d*t(i)/2)*cos((w+d/2)*t(i));

```

```
end
plot(t,x);
xlabel ('t');
ylabel('x(t)');
title('Batimento');
```

Finalizar a segunda atividade.

Avaliando os resultados:

Você deverá entregar em um arquivo os seguintes itens:

- Passo a passo e Imagens comprobatórias da execução da prática.
- Gráficos gerados por ambas as rotinas
- Um texto dissertativo discutindo os resultados obtidos.

Checklist:

- ✓ Criar o vetor de tempo t e parâmetros R , w , τ .
- ✓ Escrever e executar a rotina para o gráfico com 1, 2, 3 e 4 termos.
- ✓ Observar e comparar os gráficos gerados.
- ✓ Discutir as diferenças entre os resultados conforme o número de termos da série.
- ✓ Relembrar o conceito de batimento e sua origem física.
- ✓ Definir parâmetros iniciais: $X=1$, $w=20$, $d=1$.
- ✓ Implementar a rotina no GNU Octave conforme o roteiro.
- ✓ Gerar o gráfico de batimento e observar a modulação da amplitude.
- ✓ Alterar a amplitude para 2 mm e observar a diferença no gráfico.
- ✓ Registrar os resultados e comparar com o gráfico teórico.

RESULTADOS

Resultados do experimento:

Ao final dessa aula prática, você deverá enviar um arquivo em word contendo as informações solicitadas, os gráficos plotados, as perguntas respondidas e em conjunto com um texto conclusivo a respeito das informações obtidas. O arquivo não pode exceder o tamanho de 2Mb.

- **Referências bibliográficas ABNT (quando houver).**

Resultados de Aprendizagem:

Como resultado de aprendizagem, os alunos devem compreender os fundamentos de análise harmônica e transformadas de Fourier.

Os alunos devem realizar anotações do experimento todas as etapas com objetivo de documentação. As anotações devem ficar com os alunos para fins de estudos.

ROTEIRO DE AULA PRÁTICA

NOME DA DISCIPLINA: Controle de Vibrações

Unidade: U2_Vibrações Livres

Aula: A3_Vibração livre com amortecimento viscoso e com amortecimento Coulomb

OBJETIVOS

Definição dos objetivos da aula prática:

Os objetivos dessa aula prática são:

- Aplicar os conceitos de amortecimento.
- Visualizar o comportamento de um sistema devido ao amortecimento.
- Desenvolver as habilidades de correlação dos alunos, entre os conceitos teóricos e a prática da engenharia.

SOLUÇÃO DIGITAL:

GNU Octave

O GNU Octave é um software matemático é aplicado para realizar cálculos complexos que seriam demasiados trabalhosos ou impossíveis de serem resolvidos manualmente. Devido à aula ser relacionada a análise harmônica e sendo os cálculos de movimento, é de extrema importância a que os alunos tenham contato com a real complexidade encontrada em vibrações, justificando a necessidade da utilização e do desenvolvimento computacional para a resolução de tais problemas.

PROCEDIMENTOS PRÁTICOS E APLICAÇÕES

Procedimento/Atividade nº 1

Atividade proposta:

Determinação da resposta de um sistema massa-mola sujeito a uma vibração livre com amortecimento viscoso.

Procedimentos para a realização da atividade:

Desenvolver um programa para determinar a resposta de um sistema massa-mola com amortecimento viscoso, que apresenta os seguintes dados:

$$m = 450\text{kg}, k = 26519,2\text{N/m}, c = 1000\text{N} \cdot \text{s/m}, x_0 = 0,539657\text{m} \text{ e } \dot{x}_0 = 1,0\text{m/s}$$

Para resolver este problema teremos que gerar uma sub-rotina dada por:

```
%=====
%
%Subroutine frevib.m
%
%=====
function [x,xd,xdd,t,ii]=frevib(m,k,c,x0,xd0,n,delt);
omn=sqrt(k/m);
%undamped system
if (abs(c)>1.0e-6)
ccrit=2.0*sqrt(k*m);
xai=c/ccrit;
if xai<1.0
%Underdamped system
ii=2;
omd=sqrt(1.0-(xai^2))*omn;
cp1=x0;
cp2=(xd0+xai*omn*x0)/omd;
a=sqrt(cp1^2+cp2^2);
phi=atan(cp1/cp2);
for i=1:n
if i>1
t(i)=t(i-1)+delt;
else
t(i)=delt;
end
tt=t(i);
x(i)=a*exp(-xai*omn*tt)*sin(omd*tt+phi);
xd(i)=a*exp(-xai*omn*tt)*(omd*cos(omd*tt+phi)-xai*omn*...
sin(omd*tt+phi));
xdd(i)=-(c*xd(i)+k*x(i))/m;
end
elseif xai==1.0
%critically damped system
ii=3;
for i=1:n
```

```

if i>1
t(i)=t(i-1)+delt;
else
t(i)=delt;
end
tt=t(i);
x(i)=(x0+(xd0+omn*x0)*tt)*exp(-omn*tt);
xd(i)=-(x0+(xd0+omn*x0)*tt)*omn*exp(-omn*tt)+(xd0+omn*x0)*...
exp(-omn*tt);
xdd(i)=-(c*xd(i)+k*x(i))/m;
end
elseif xai>0
%overdamped system
ii=4;
x1=sqrt(xai^2-1.0);
c1=(x0*omn*(xai+x1)+xd0)/(2.0*omn*x1);
c2=(-x0*omn*(xai-x1)-xd0)/(2.0*omn*x1);
for i=1:n
if i>1
t(i)=t(i-1)+delt;
else
t(i)=delt;
end
tt=t(i);
x(i)=c1*exp((-xai+x1)*omn*tt)+c2*exp((-xai-x1)*omn*tt);
xd(i)=c1*(-xai+x1)*omn*exp((-xai+x1)*omn*tt)
+c2*(-xai-x1)*omn*exp((-xai-x1)*omn*tt);
xdd(i)=-(c*xd(i)+k*x(i))/m;
end
end
else
ii=1;
omn=sqrt(k/m);
a=sqrt(x0^2+(xd0/omn)^2);
phi=atan(xd0/(x0*omn));
for i=1:n

```

```

if i>1
t(i)=t(i-1)+delt;
else
t(i)=delt;
end
tt=t(i);
x(i)=a*cos(omn*tt-phi);
xd(i)=a*omn*cos(omn*tt-phi+1.5708);
xdd(i)=-(c*xd(i)+k*x(i))/m;
end
end

```

Em seguida, devemos criar o programa para solução do problema, tendo em vista que m é massa do sistema, k é a rigidez, c a constante de amortecimento viscoso, x_0 é o deslocamento inicial, xd_0 é a velocidade inicial, n é o número de etapas de tempo nos quais os valores de $x(t)$ dever ser determinados, $delt$ é o intervalo de tempo entre etapas de tempo consecutivas. Assim, escrevemos o programa como se segue:

```

%=====
%
%Program2.m
%Program for calling the subroutine FREVIB
%
%=====
%Run "Program2" in MATLAB Command Window. Program2.m and frevib.m
%should be in the same file folder, and set the path to this folder
%following 7 lines contain problem-dependent data
m=450.0;
k=26519.2;
c=1000.0;
x0=0.539657;
xd0=1.0;
n=100;
delt=0.025;
%end of problem-dependent data
[x,xd,xdd,t,ii]=frevib(m,k,c,x0,xd0,n,delt);

```

```

fprintf('Free vibration analysis \n');
fprintf('of a single degree of freedom analysis \n\n');
fprintf('Data:\n\n');
fprintf('m= %8.8e \n',m);
fprintf('k= %8.8e \n',k);
fprintf('c= %8.8e \n',c);
fprintf('x0= %8.8e \n',x0);
fprintf('xd0= %8.8e \n',xd0);
fprintf('n= %2.0f \n',n);
fprintf('delt= %8.8e \n\n\n',delt);
if ii==1
fprintf('system is undamped \n\n');
elseif ii==2
fprintf('system is under damped \n\n');
elseif ii==3
fprintf('system is critically damped \n\n');
else
fprintf('system is over damped \n\n');
end
fprintf('Results:\n\n');
fprintf(' i time(i) x(i) xd(i) xdd(i)');
fprintf('\n\n');
for i=1:100
fprintf('%2.0f %8.6e %8.6e %8.6e %8.6e \n',i,t(i),x(i),...
xd(i), xdd(i));
end
plot(t,x);
hold on;
gtext('x(t)');
plot(t,xd);
gtext('xd(t)');
plot(t,xdd);
gtext('xdd(t)');
xlabel('t');
ylabel('x(t), xd(t), xdd(t)');
title('Program2');

```

Com o gráfico gerado, é possível observar como o amortecimento influencia o sistema de forma a eliminar a vibração livre.

Avaliando os resultados:

Você deverá entregar em um arquivo os seguintes itens:

- Passo a passo e Imagens comprobatórias da execução da prática.
- Gráficos gerados por ambas as rotinas
- Um texto dissertativo discutindo os resultados obtidos.

Checklist:

- ✓ **Primeiramente, o aluno deve abrir o software.**
- ✓ **Em seguida, na primeira atividade, devem iniciar compreendendo a equação e as componentes dela.**
- ✓ **O aluno deve escrever as rotinas uma por uma para que vejam o comportamento de cada uma delas.**

RESULTADOS

Resultados do experimento:

Ao final dessa aula prática, você deverá enviar um arquivo em word contendo as informações solicitadas, os gráficos plotados, as perguntas respondidas e em conjunto com um texto conclusivo a respeito das informações obtidas. O arquivo não pode exceder o tamanho de 2Mb.

- **Referências bibliográficas ABNT (quando houver).**

Resultados de Aprendizagem:

Como resultado de aprendizagem, os alunos devem ser capazes de demonstrar as diferenças entre os sistemas livres não amortecidos e os amortecidos, de tal forma a pontuar as vantagens de se amortecer um sistema vibratório.

Os alunos devem realizar anotações do experimento todas as etapas com objetivo de documentação. As anotações devem ficar com os alunos para fins de estudos.

ROTEIRO DE AULA PRÁTICA

NOME DA DISCIPLINA: Controle de Vibrações

Unidade: U3_Vibrações Forçadas

Aula: A3_Vibração livre com amortecimento viscoso e com amortecimento Coulomb

OBJETIVOS

Definição dos objetivos da aula prática:

Os objetivos dessa aula prática são:

- Aplicar os conceitos de vibrações com vários graus de liberdade;
- Visualizar o comportamento vibratório de um sistema com vários graus de liberdade;
- Desenvolver as habilidades de correlação dos alunos, entre os conceitos teóricos e a prática da engenharia.

SOLUÇÃO DIGITAL:

GNU Octave

O GNU Octave é um software matemático é aplicado para realizar cálculos complexos que seriam demasiados trabalhosos ou impossíveis de serem resolvidos manualmente. Devido à aula ser relacionada a análise harmônica e sendo os cálculos de movimento, é de extrema importância a que os alunos tenham contato com a real complexidade encontrada em vibrações, justificando a necessidade da utilização e do desenvolvimento computacional para a resolução de tais problemas.

PROCEDIMENTOS PRÁTICOS E APLICAÇÕES

Procedimento/Atividade nº 1

Atividade proposta:

Determinação da resposta de vibração forçada de um sistema amortecido.

Procedimentos para a realização da atividade:

O intuito da aula prática é determinar a resposta de vibração forçada de um sistema amortecido com varios graus de liberdade com a seguinte equação de movimento:

$$m \ddot{\vec{x}} + c \dot{\vec{x}} + k \vec{x} = \vec{f}$$

Em que:

$$m = \begin{bmatrix} 100 & 0 & 0 \\ 0 & 10 & 0 \\ 0 & 0 & 10 \end{bmatrix}, \quad c = 100 \begin{bmatrix} 4 & -2 & 0 \\ -2 & 4 & -2 \\ 0 & -2 & 2 \end{bmatrix}, \quad k = 1000 \begin{bmatrix} 8 & -4 & 0 \\ -4 & 8 & -4 \\ 0 & -4 & 4 \end{bmatrix} \quad e$$

$$\vec{f} = \begin{bmatrix} 1 \\ 1 \\ 1 \end{bmatrix} F_0 \cos \omega t$$

Com $F_0 = 50$ e $\omega = 50$. Considere condições iniciais iguais a zero.

Solução: As equações podem ser reescritas como um conjunto de seis equações diferenciais de primeira ordem dadas por:

$$\dot{y}_1 = y_2$$

$$\dot{y}_2 = \frac{F_0}{10} \cos \omega t - \frac{400}{10} y_2 + \frac{200}{10} y_4 - \frac{8000}{10} y_1 + \frac{4000}{10} y_3$$

$$\dot{y}_3 = y_4$$

$$\dot{y}_4 = \frac{F_0}{10} \cos \omega t + \frac{200}{10} y_2 - \frac{400}{10} y_4 + \frac{200}{10} y_6 + \frac{4000}{10} y_1 - \frac{8000}{10} y_3 + \frac{4000}{10} y_5$$

$$\dot{y}_5 = y_6$$

$$\dot{y}_6 = \frac{F_0}{10} \cos \omega t + \frac{200}{10} y_4 - \frac{200}{10} y_6 + \frac{4000}{10} y_3 - \frac{4000}{10} y_5$$

Em que $y_1 = x_1, y_2 = \dot{y}_1, y_3 = x_2, y_4 = \dot{x}_2, y_5 = x_3, y_6 = \dot{x}_3$

Para resolver este problema, utilizamos os valores iniciais zero para todos os y_i . Com isto, usando o software, podemos criar um programa computacional. Antes, devemos criar um programa para as funções, para isto usaremos o seguinte algoritmo:

```
% dfunc3_3.m
function f = dfunc3_3(t,y)
f = zeros(6,1);
F0 = 50.0;
w = 50.0;
f(1) = y(2);
f(2) = F0*cos(w*t)/100 - 400*y(2)/100 + 200*y(4)/100 - 8000*y(1)/100 + ...
4000*y(3)/100;
f(3) = y(4);
f(4) = F0*cos(w*t)/10 + 200*y(2)/10 - 400*y(4)/10 + 200*y(6)/10 + ...
4000*y(1)/10 - 8000*y(3)/10 + 4000*y(5)/10;
f(5) = y(6);
```

```
f(6) = F0*cos(w*t)/10 + 200*y(4)/10 - 200*y(6)/10 + 4000*y(3)/10 - ...  
4000*y(5)/10;
```

Após criada a função, podemos criar o programa que irá resolver o problema proposto, seguindo o algoritmo:

```
% Ativ3_3.m  
% Este programa funcionará com a função dfunc3_3.m  
% devendo estar na mesma pasta  
tspan = [0: 0.01: 10];  
y0 = [0; 0; 0; 0; 0; 0];  
[t,y] = ode23('dfunc3_3', tspan, y0);  
subplot(311);  
plot(t,y(:,1));  
xlabel('t');  
ylabel('x1(t)');  
subplot(312);  
plot(t,y(:,3));  
xlabel('t');  
ylabel('x2(t)');  
subplot(313);  
plot(t,y(:,5));  
xlabel('t');  
ylabel('x3(t)');
```

Avaliando os resultados:

Você deverá entregar em um arquivo os seguintes itens:

- Passo a passo e Imagens comprobatórias da execução da prática.
- Gráficos gerados por ambas as rotinas
- Um texto dissertativo discutindo os resultados obtidos.

Checklist:

- ✓ **Primeiramente, o aluno deve abrir o software.**
- ✓ **Em seguida, na primeira atividade, devem iniciar compreendendo a equação e as componentes dela.**
- ✓ **O aluno deve escrever as rotinas uma por uma para que vejam o comportamento de cada uma delas.**

RESULTADOS

Resultados do experimento:

Ao final dessa aula prática, você deverá enviar um arquivo em word contendo as informações solicitadas, os gráficos plotados, as perguntas respondidas e em conjunto com um texto conclusivo a respeito das informações obtidas. O arquivo não pode exceder o tamanho de 2Mb.

- **Referências bibliográficas ABNT (quando houver).**

Resultados de Aprendizagem:

Como resultado de aprendizagem, os alunos devem ser capazes de pontuar as diferenças entre os sistemas forçados não amortecidos e os amortecidos, com mais de um grau de liberdade.

Os alunos devem realizar anotações do experimento todas as etapas com objetivo de documentação. As anotações devem ficar com os alunos para fins de estudos.

ROTEIRO DE AULA PRÁTICA

NOME DA DISCIPLINA: Controle de Vibrações

Unidade: U4_ Controle e medições de vibração.

Aula: A3_ Medições de vibração e aplicações.

OBJETIVOS

Definição dos objetivos da aula prática:

O objetivo dessa aula prática é:

- Analisar a transmissibilidade de um sistema isolador de um grau de liberdade.

SOLUÇÃO DIGITAL:

GNU Octave

O GNU Octave é um software matemático é aplicado para realizar cálculos complexos que seriam demasiados trabalhosos ou impossíveis de serem resolvidos manualmente. Devido à aula ser relacionada a análise harmônica e sendo os cálculos de movimento, é de extrema importância a que os alunos tenham contato com a real complexidade encontrada em vibrações, justificando a necessidade da utilização e do desenvolvimento computacional para a resolução de tais problemas.

PROCEDIMENTOS PRÁTICOS E APLICAÇÕES

Procedimento/Atividade nº 1

Atividade proposta:

Escreva o programa para geração de um gráfico da variação de transmissibilidade de um sistema com um grau de liberdade em relação a razão de frequências dada por:

Correspondendo ao fator de amortecimento de $\zeta = 0, \mathbf{0} \setminus \mathbf{a} \setminus \mathbf{1}, \mathbf{0}$ em intervalos de $\mathbf{0}, \mathbf{1}$. Para realização desta atividade, executaremos o seguinte algoritmo:

```
%transmissibilidade
for j = 1 : 1
kesi = j * 0.1;
for i = 1 : 1001
w_wn(i) = 3 * (i - 1)/1000;
```

```

T(i) = sqrt(( 1 + (2 * kesi * w_wn(i)) ^ 2)/((1 - w_wn(i) ^ 2) ^ 2 + 2 * kesi * w_wn(i) ^ 2));
end;
plot(w_wn, T);
hold on;
end;
xlabel('w/w_n');
ylabel('Tr');
gtext('zeta = 0.1');
gtext('zeta = 0.2');
gtext('zeta = 0.3');
gtext('zeta = 0.4');
gtext('zeta = 0.5');
gtext('zeta = 0.6');
gtext('zeta = 0.7');
gtext('zeta = 0.8');
gtext('zeta = 0.9');
gtext('zeta = 1.0');
title('transmissibilidade');
grid on;

```

Determinação da resposta de vibração forçada de um sistema amortecido.

Procedimentos para a realização da atividade:

Escreva o programa para geração de um gráfico da variação de transmissibilidade de um sistema com um grau de liberdade em relação a razão de frequências dada por:

$$T_r = \frac{F_I}{F_0} = \left[\frac{k^2 + \omega^2 c^2}{k - m\omega^2 + \omega^2 c^2} \right]^{\frac{1}{2}} = \left[\frac{1 + 2\zeta r^2}{1 - r^2 + 2\zeta r^2} \right]^{\frac{1}{2}}$$

Correspondendo ao fator de amortecimento de $\zeta = 0,0$ a $1,0$ em intervalos de $0,1$. Para realização desta atividade, executaremos o seguinte algoritmo:

```

%transmissibilidade
for j = 1 : 1
kesi = j * 0.1;
for i = 1 : 1001
w_wn(i) = 3 * (i - 1)/1000;
T(i) = sqrt(( 1 + (2 * kesi * w_wn(i)) ^ 2)/((1 - w_wn(i) ^ 2) ^ 2 + 2 * kesi * w_wn(i) ^ 2));

```

```
end;
plot(w_wn, T);
hold on;
end;
xlabel('w/w_n');
ylabel('Tr');
gtext('zeta = 0.1');
gtext('zeta = 0.2');
gtext('zeta = 0.3');
gtext('zeta = 0.4');
gtext('zeta = 0.5');
gtext('zeta = 0.6');
gtext('zeta = 0.7');
gtext('zeta = 0.8');
gtext('zeta = 0.9');
gtext('zeta = 1.0');
title('transmissibilidade');
grid on;
```

Avaliando os resultados:

Você deverá entregar em um arquivo os seguintes itens:

- Passo a passo e Imagens comprobatórias da execução da prática.
- Gráficos gerados por ambas as rotinas
- Um texto dissertativo discutindo os resultados obtidos.

Checklist:

- ✓ **Primeiramente, o aluno deve abrir o software.**
- ✓ **Em seguida, na primeira atividade, devem iniciar compreendendo a equação e as componentes dela.**
- ✓ **O aluno deve escrever as rotinas uma por uma para que vejam o comportamento de cada uma delas.**

RESULTADOS

Resultados do experimento:

Ao final dessa aula prática, você deverá enviar um arquivo em word contendo as informações solicitadas, os gráficos plotados, as perguntas respondidas e em conjunto com um texto conclusivo a respeito das informações obtidas. O arquivo não pode exceder o tamanho de 2Mb.

- **Referências bibliográficas ABNT (quando houver).**

Resultados de Aprendizagem:

Como resultado de aprendizagem, os alunos devem ser capazes de compreender a variação dos isoladores devido ao amortecimento, de tal forma a pontuar a eficiência de um isolador para um sistema vibratório.

Os alunos devem realizar anotações do experimento todas as etapas com objetivo de documentação. As anotações devem ficar com os alunos para fins de estudos.