

Laboratorium Dynamiki układów mechanicznych

Laboratorium nr 04

Temat: Tłumienie drgań swobodnych – badania eksperymentalne i symulacyjne

Cel laboratorium:

- Dokonanie pomiaru drgań swobodnych urządzenia.
- Identyfikacja współczynnika tłumienia jednostkowego i częstości własnej na podstawie analizy parametrów sygnału.
- Symulacja drgań urządzenia.

Część 1: Pomiar drgań urządzenia

Narzędzia:

- Stanowisko badawcze z maszyną wirnikową.
- Czujnik drgań podłączony do systemu rejestracji.
- Oprogramowanie **MATLAB**.

Instrukcja:

1. Rozpocznij rejestrację sygnału drgań na okres **20 sekund** za pomocą pliku **test_wib.mlx**.
2. Po rozpoczęciu rejestracji sygnału wywołaj **niskoczęstotliwościowe drgania własne** całego stanowiska poprzez wytrącenie go z położenia równowagi.
3. Po zakończeniu pomiaru zapisz zmienną **yt** dostępną w przestrzeni roboczej **MATLAB** jako plik **Dane_lab4.mat**.

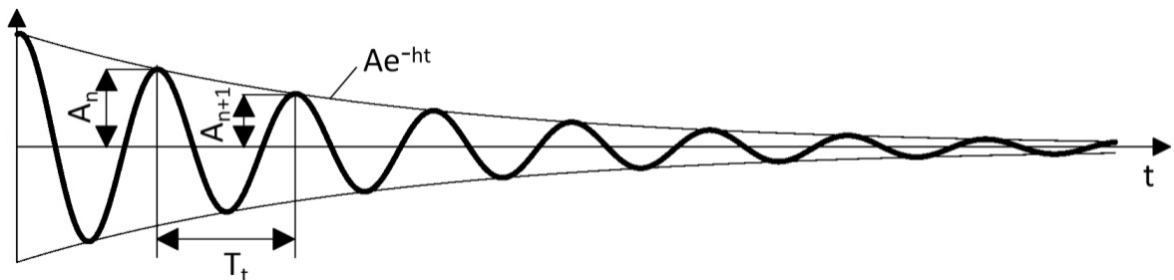
Część 2: Identyfikacja parametrów układu

Narzędzia:

- Oprogramowanie **MATLAB**.
- Plik z zarejestrowanymi danymi: **Dane_lab4.mat**.

Instrukcja:

1. Wygeneruj wykres drgań w czasie za pomocą polecenia
`load Dane_lab4;`
`plot(yt(:,1),yt(:,2));`
2. Z otrzymanego wykresu wyznacz okres drgań tłumionych T_t oraz amplitudy dwóch kolejnych wychyleń A_n i A_{n+1} . Na poniższym rysunku zaznaczono te wielkości.



Stosunek dwóch kolejnych amplitud jest związany zależnością

$$e^{hT_t} = \frac{A_n}{A_{n+1}} \quad (1)$$

gdzie wykładnik funkcji eksponentialnej nazywany jest logarytmicznym dekrementem tłumienia $D = hT_t$. Jest on miarą spadku amplitudy drgań w czasie jednego okresu. Aby wyznaczyć go z równania (1), należy je przekształcić do postaci:

$$hT_t = \ln\left(\frac{A_n}{A_{n+1}}\right) \quad (2)$$

a następnie

Katedra Mechaniki Stosowanej i Robotyki

Wydział Budowy Maszyn i Lotnictwa, Politechnika Rzeszowska

$$h = \frac{1}{T_t} \ln \left(\frac{A_n}{A_{n+1}} \right) \quad (3)$$

Oblicz, dla danych uzyskanych z wykresu, współczynnik tłumienia jednostkowego h .

3. Częstotści drgań własnych i tłumionych są związane zależnością

$$\omega_t = \sqrt{\omega_0^2 - h^2} \quad (4)$$

Częstotść drgań tłumionych i okres drgań tłumionych są związane zależnością

$$T_t = \frac{2\pi}{\omega_t} \quad (5)$$

Wyznaczając z równania (4) $\omega_0 = \sqrt{\omega_t^2 + h^2}$, a z równania (5) $\omega_t = \frac{2\pi}{T_t}$, otrzymasz

$$\omega_0 = \sqrt{\left(\frac{2\pi}{T_t}\right)^2 + h^2} \quad (6)$$

Oblicz, dla danych uzyskanych z wykresu, częstotść własną układu ω_0 .

Część 3: Symulacja drgań urządzenia

Narzędzia:

- Oprogramowanie **MATLAB Simulink**.
- Zidentyfikowane parametry układu: ω_0 i h .

Instrukcja:

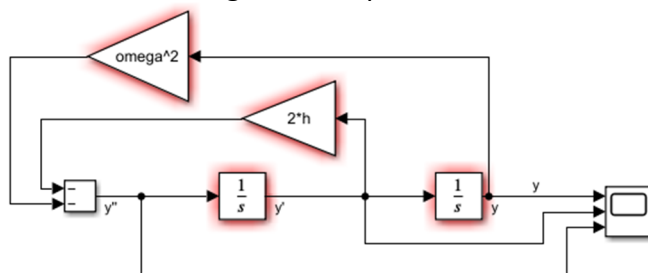
1. Zamodeluj w programie Matlab/Simulink układ rzeczywisty bazując na równaniu opisującym drgania swobodne tłumione

$$\ddot{y} + 2h\dot{y} + \omega_0^2 y = 0 \quad (7)$$

Symulacja drgań układu polega na rozwiązaniu równania (7), czyli jego scałkowaniu. W tym celu przekształca się równanie (7) do następującej postaci

$$\dot{y} = -2h\dot{y} - \omega_0^2 y \quad (8)$$

2. W programie Matlab/Simulink zbuduj układ, którego struktura odpowiada całkowaniu równania (8). Skorzystaj z poniższego schematu. Użyte w schemacie bloki to: Gain, Sum, Integrator, Scope.



3. Wprowadź zidentyfikowane wartości ω_0 i h .
4. Zasymuluj drgania układu uruchamiając symulację z warunkami początkowymi dobranymi tak, aby wyniki symulacji były zbieżne z wynikami pomiaru.

Najważniejsze do zapamiętania

- Analiza drgań swobodnych tłumionych pozwala określić właściwości dynamiczne układu drgającego.
- Eksperyment i symulacja powinny dawać zbieżne wyniki, co potwierdza poprawność modelu.

Dynamika układów mechanicznych

Tłumienie drgań swobodnych – badania eksperymentalne i symulacyjne