

LABORATORIUM nr 2

DIAGNOSTYKA UKŁADÓW MECHANICZNYCH

OBWIEDNIA SYGNAŁU

Spis treści

1.	Wprowadzenie	3
2.	Cel laboratorium	3
3.	Teoria	3
4.	Przebieg ćwiczenia	4

1. Wprowadzenie

Analiza obwiedni sygnału drgań, zwłaszcza w trybach „peak” i „rms”, pozwala na wyodrębnienie informacji o chwilowych skokach amplitudy oraz o ogólnym poziomie energii drgań, co znacząco ułatwia identyfikację usterek takich jak niewyważenie, zużycie łożysk czy niewłaściwe posadowienie zespołów napędowych. Pozwala znacznie skrócić czas poszukiwania i eliminacji przyczyn awarii.

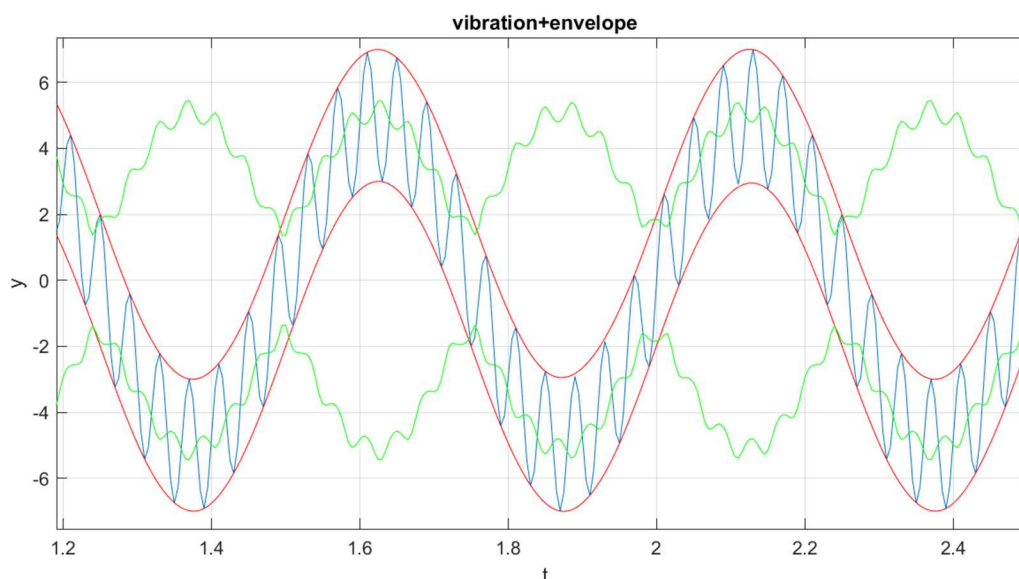
2. Cel laboratorium

Celem niniejszej instrukcji jest praktyczne zapoznanie się z metodą obwiedni sygnału, zarówno w warunkach symulowanych (aplikacja 1), jak i podczas rzeczywistych pomiarów (aplikacja 2). Użytkownik nauczy się generować sygnały testowe, mierzyć drgania maszyny, a następnie dobierać kluczowe parametry obwiedni (np. „NP”, „WL”) tak, by uzyskać czytelną prezentację istotnych pasm częstotliwości – w szczególności częstotliwości obrotów oraz drgań własnych.

3. Teoria

Analiza obwiedni sygnału (ang. **envelope analysis**) polega na ekstrakcji „powłoki” opisującej zmiany amplitudy przebiegu w czasie. W praktyce przemysłowej jest to jedna z najpowszechniej stosowanych metod do wykrywania uszkodzeń łożysk czy zębów w przekładniach zębatych, ponieważ wiele usterek generuje krótkotrwałe (impulsowe) zaburzenia drgań, które mogą być słabo widoczne w klasycznym widmie FFT. Obwiednia, czy to w trybie „peak” (podkreślającym maksymalne wartości w wybranych segmentach sygnału) czy „rms” (wyznaczającym średniokwadratową wartość w oknie analizy), pozwala lepiej uwypuklić te zdarzenia i następnie przełożyć je na czytelne pasma częstotliwości charakterystycznych.

W trybie „peak” obwiedni zbiera się krótkotrwałe szczyty amplitudy, dzięki czemu skoki spowodowane np. pęknięciem elementu łożyska czy chwilowym uderzeniem są łatwiej dostrzegalne w sygnale przetworzonym. Z kolei w trybie „rms” zyskuje się bardziej „uśredniony” obraz zmian energii drgań, co bywa przydatne przy ocenie stanu ogólnego obciążenia maszyny lub przy analizie, w której szumy losowe odgrywają istotną rolę. Parametry takie jak „NP” (najczęściej określające liczbę próbek czy częstotliwość próbkowania w obwiedni) i „WL” (np. szerokość okna lub interwał czasowy służący do obliczania wartości szczytowej czy rms) decydują o skali wygładzenia sygnału i jego czułości na zmiany w wybranym pasmie częstotliwości. Dzięki optymalizacji tych parametrów możliwe jest uniknięcie zbytniego „rozmycia” impulsów (co utrudniałoby ich wykrycie) i jednocześnie zachowanie wystarczającej odporności na nieistotne składowe szumowe.



Rys. 1 Przebiegi sygnałów: niebieski - rzeczywisty, czerwony – obwiednia „peak”, zielony – obwiednia „rms”

W omawianej aplikacji parametry **NP** i **WL** są związane z dwoma różnymi trybami działania obwiedni:

1. NP (dla trybu „peak”)

- Odpowiada za to, ile próbek (lub jak duży fragment sygnału) jest branych pod uwagę przy wyszukiwaniu wartości szczytowej (peak).

2. WL (dla trybu „rms”)

- Definiuje długość okna (w próbkach lub w czasie), w którym obliczana jest wartość skuteczna (RMS) sygnału.

W skrócie:

- **NP** określa, jak „szczegółowo” lub „uśrednione” będą piki w trybie „peak”.
- **WL** ustala, jak szeroki jest przedział obliczania wartości skutecznej w trybie „rms”.

4. Przebieg ćwiczenia

Korzystając z aplikacji 1, wykonaj następujące czynności:

I. Wygenerowanie sygnału drgań jako sumy dwóch sygnałów harmoniczných

• **Polecenie:**

1. Uruchom aplikację 1.
2. Ustal w niej dwa sygnały sinusoidalne (podaj amplitudę, częstotliwość i fazę każdego z nich).
3. Zsumuj oba sygnały, aby otrzymać sygnał drgań zawierający dwie wyraźne składowe harmoniczne.

• **Cel:**

- Uzyskaj wzorcowy sygnał testowy, w którym łatwo można śledzić wpływ analizy obwiedni na poszczególne składowe częstotliwości.
- Sprawdź, jak różnice amplitud i faz wpływają na kształt sumarycznego przebiegu drgań.

II. Zapoznanie się z parametrami obwiedni w trybach „peak” oraz „rms”

• Polecenie:

1. Zwróć uwagę na parametry obwiedni, określone w aplikacji jako „NP” i „WL”.
2. Zmieniaj wartości „NP” i „WL” i obserwuj, w jaki sposób wpływają one na kształt obwiedni w trybie „peak” i „rms”. Porównaj wyniki (częstotliwości i ich amplitudy) z widmem sygnału surowego.

• Cel:

- Dowiedz się, jak parametry obwiedni „NP” i „WL” (np. liczba próbek, czas uśredniania, szerokość okna analizy) wpływają na wrażliwość obwiedni na szybkie zmiany amplitudy.
- Porównaj, czy tryb „peak” reaguje inaczej na chwilowe piki sygnału niż tryb „rms”.
- Zinterpretuj, z czego wynikają różnice w widmie sygnału surowego i w widmie obwiedni sygnału.
- Oceń, jak poszczególne ustawienia parametrów obwiedni mogą „przesunąć” lub osłabić pewne składowe częstotliwości, a wzmacniać inne.
- Wyjaśnij, dlaczego tryb „peak” może lepiej ujawnić krótkotrwałe piki, zaś „rms” silniej „uśrednia” energię sygnału w czasie.

Korzystając ze stanowiska laboratoryjnego, wykonaj następujące czynności:

III. Pomiar drgań na stanowisku przy obrotach 15–20 Hz

• Polecenie:

1. Ustaw wirnik maszyny na stanowisku laboratoryjnym na prędkość 15–20 Hz (ok. 900–1200 obr/min).
2. Rozpocznij 20-sekundowy pomiar drgań.
3. Około 10. sekundy wywołaj gwałtownie niskoczęstotliwościowe drgania własne stanowiska (np. lekkim uderzeniem w konstrukcję).
4. Użyj pliku „test.m” do rejestracji danych (zgodnie z procedurą wskazaną przez prowadzącego).
5. W środowisku MATLAB zapisz zmienną „yt” (z workspace) do pliku Dane_lab3.mat poleceniem `save('Dane_lab3.mat','yt')`.
6. Upewnij się, że dane zostały prawidłowo zachowane i są gotowe do dalszej analizy.

• Cel:

- Otrzymaj rzeczywisty zapis sygnału drgań maszyny z widocznym „epizodem” dodatkowych drgań około 10. sekundy, co posłuży do oceny czułości analizowanej obwiedni w późniejszych krokach.

IV. Krok 6. Analiza obwiedni i widma w aplikacji 2 (ustawienia domyślne)

- **Polecenie:**

1. Uruchom aplikację 2 i wczytaj plik Dane_lab3.mat z zapisanym sygnałem „yt”.
2. Pozostaw parametry obwiedni w konfiguracji domyślnej (tryb np. „peak” lub „rms” – zgodnie z tym, co ustawił prowadzący).
3. Oblicz obwiednię sygnału oraz przeanalizuj jej widmo.
4. Porównaj wyniki z surowym widmem sygnału drgań, zwracając uwagę na obecność składowych związanych z prędkością obrotową (15–20 Hz) i z drganiami własnymi (epizod w okolicach 50. sekundy).

- **Cel:**

- Uzyskaj pierwsze odniesienie (baseline) do tego, jak obwiednia i jej widmo wyglądają przy domyślnej konfiguracji aplikacji.
- Sprawdź, które pasma częstotliwości dominują w obwiedni i czy epizod drgań własnych zostaje wyraźnie uwidoczniony.

V. Dobór parametrów obwiedni i minimalizacja składowych szumowych

- **Polecenie:**

1. W aplikacji 2 tak zmodyfikuj parametry obwiedni (np. „NP”, „WL”, tryb „peak” lub „rms”), aby uzyskać czytelne widma obwiedni z wyraźnymi składowymi w zakresie prędkości obrotowej (15–20 Hz) i częstotliwości drgań własnych.
2. Unikaj zbyt szerokiego pasma, które przepuszczałoby wysokoczęstotliwościowe zakłócenia (tzw. szum).
3. Po każdej zmianie parametrów obwiedni porównaj uzyskane widmo obwiedni z poprzednimi rezultatami, aby wybrać najlepszy kompromis między zachowaniem najważniejszych składowych a tłumieniem szumu.

- **Cel:**

- Skoncentruj się na rozdzieleniu istotnych pasm częstotliwości (drgania własne + obroty wirnika) od niepożądanych szumów.
- Poznaj praktyczne znaczenie parametrów obwiedni i określ, w jaki sposób można regulować szczegółowość jej odwzorowania w dziedzinie częstotliwości.

Oceny:

Za wykonanie ćwiczenia I i II student otrzymuje ocenę **dostateczną**.

Za wykonanie ćwiczenia I-V student otrzymuje ocenę **bardzo dobrą**.