DYNAMICZNY ELIMINATOR DRGAŃ

Sprawozdanie z ćwiczenia wykonanego w dniu 13.05.2024 przez:

1. ………………………….
2. ………………………….
3. ………………………….
4. ………………………….
5. ………………………….
6. ………………………….
7. ………………………….
8. ………………………….
9. ………………………….
10. …………………………

## Wstęp

Obraz zawierający szkic, rysowanie, diagram, Grafika liniowa

Opis wygenerowany automatyczniePrzedmiotem badania było stanowisko przedstawione na rys. 1. Stanowisko pomiarowe składające się zasadniczo z głównej obudowy o masie M oraz zawieszonego w niej na sprężynach i tłumiku eliminatora drgań o masie m. Możliwe jest zblokowanie eliminatora z główną obudową dzięki czemu cały układ można rozpatrywać jako układ o nieskończonym tłumieniu albo układ o jednym stopniu swobody o masie m+M, lub układ o dwóch stopniach swobody gdy eliminator jest odblokowany.

Sterując napięciem zasilania wzbudnika możliwa jest kontrola częstotliwości siły wymuszającej. Dane są:

Rysunek 1 Schemat stanowiska pomiarowego gdzie: 1 Układ główny o masie M podwieszony na sprężynach płaskich (4), 2 Eliminator o masie m podwieszony na sprężynach (3), 5 Tłumik, 6 Wzbudnik drgań

Wykonano po 15 pomiarów dla obydwu pomiarów przy różnych napięciach zasilania odpowiadających częstotliwościom od 6,5Hz do 27,5Hz co 1,5Hz. Stanowisko pomiarowe pozwalało na zapis wyników w postaci plików csv, zawierających 4 kolumny odpowiadające czasowi pomiaru, przyspieszeniu eliminatora, przyspieszeniu obudowy oraz częstotliwości wibratora. Na podstawie tych danych sporządzono krzywe rezonansowe dla dwóch przypadków.

## Wyniki pomiarów

### Układ o nieskończonym tłumieniu

W przypadku zablokowanego eliminatora rozważamy układ o nieskończonym tłumieniu, który można sprowadzić do układu o jednym stopniu swobody i uprościć do przypadku masy drgającej na sprężynie.

Wtedy:

*(1)*

Sterując napięciem zasilania wzbudnika ustalono częstotliwość rezonansową układu:

Następnie wykonano 15 pomiarów i dla każdego obliczono średnią wartość przyspieszenia obudowy w celu wyeliminowania przyspieszenia grawitacyjnego oraz znaleziono maksymalne wartości bezwzględne przyspieszenia obudowy w okresie gdy częstotliwość wymuszenia Na podstawie tych danych sporządzono krzywą zależności przyspieszenia obudowy od stosunku stosując interpolację sześcienną.

### Układ o dwóch stopniach swobody

Rozważając stanowisko z odblokowanym eliminatorem sprowadzamy je do układu o dwóch stopniach swobody gdzie:

*(2)*

*(3)*

Dla tego układu wykonano 15 pomiarów w sposób opisany dla układu zblokowanego, a uzyskane krzywe nałożono na siebie i przedstawiono na rys. 2:

Obraz zawierający tekst, linia, Wykres, diagram

Opis wygenerowany automatycznie

Rysunek 2 Krzywe rezonansowe

### Analiza danych

Zgodnie z zależnością (5.15) z instrukcji wyznaczono teoretyczne krzywe rezonansowe dla podanych wartości :

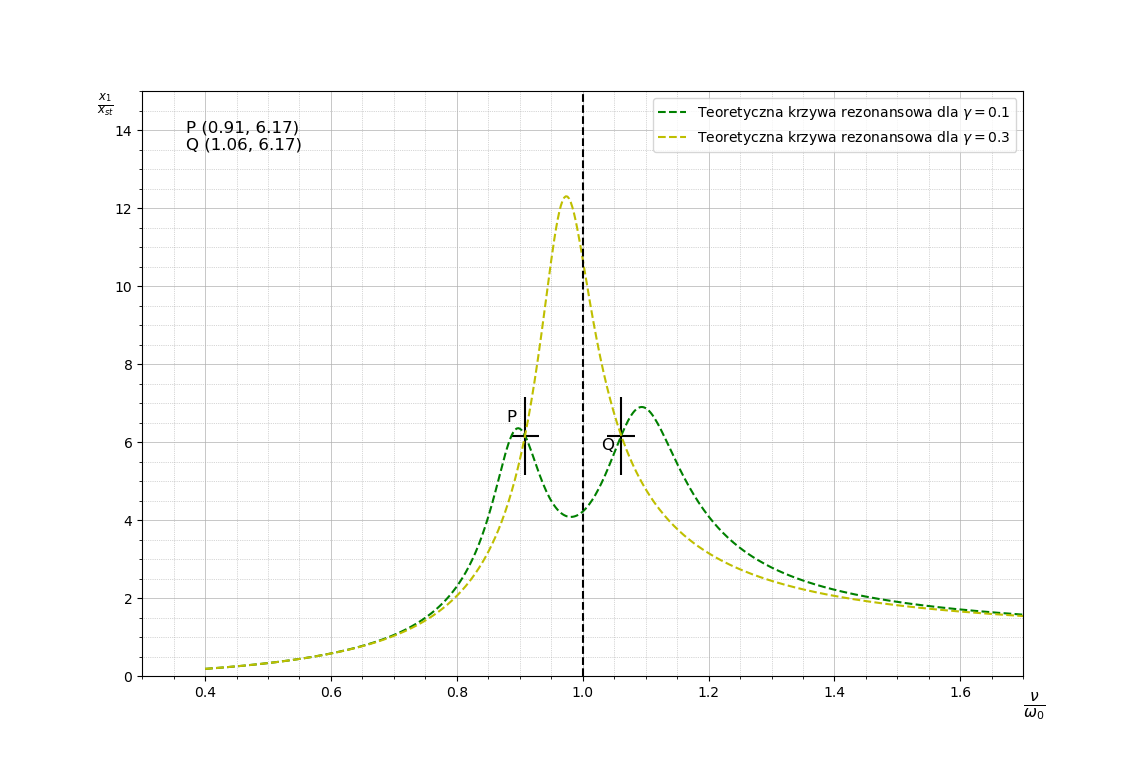
Obraz zawierający diagram, Wykres, linia, tekst

Opis wygenerowany automatycznie

Rysunek 3 Teoretyczne krzywe dla zadanych wartości

Na podstawie równań (5.19), (5.24) z instrukcji, wyznaczono teoretyczne wartości optymalnych współrzędnych i dla optymalnej wartości , które wyniosły:

Sporządzono wykres dla optymalnej wartości :



Rysunek 4 Teoretyczne krzywe rezonansowe dla optymalnej wartości f

Według równania z instrukcji (5.14) stwierdza się pewną zależność , na potrzeby analizy danych ustalono ją eksperymentalnie:

*(4)*

Tak przeskalowane krzywe teoretyczne dla danych parametrów nałożono na wykres z krzywymi sporządzonymi na podstawie wyników eksperymentu:

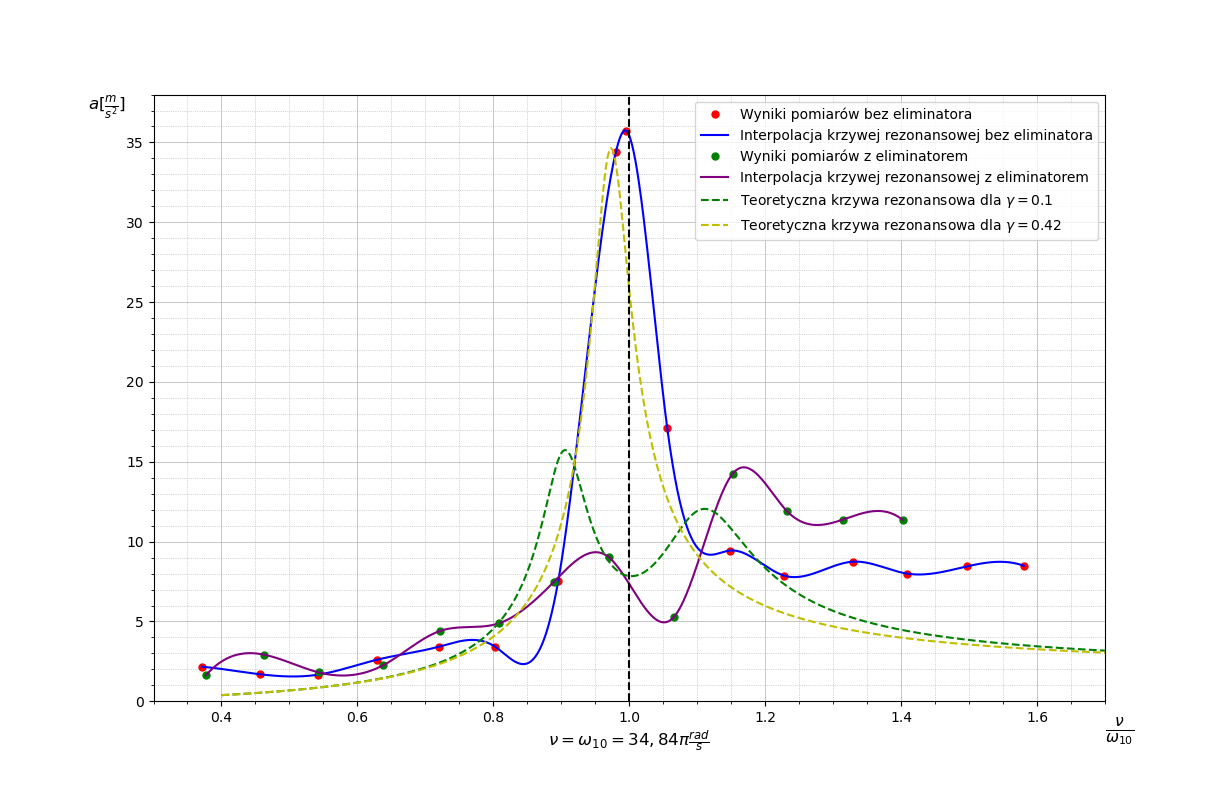
Obraz zawierający tekst, diagram, linia, Wykres

Opis wygenerowany automatycznie

Rysunek 5 Krzywe teoretyczne po przeskalowaniu i nałożeniu na krzywe eksperymentalne

Z zależności *(1)* oraz wyznaczonej eksperymentalnie wartości ustala się:

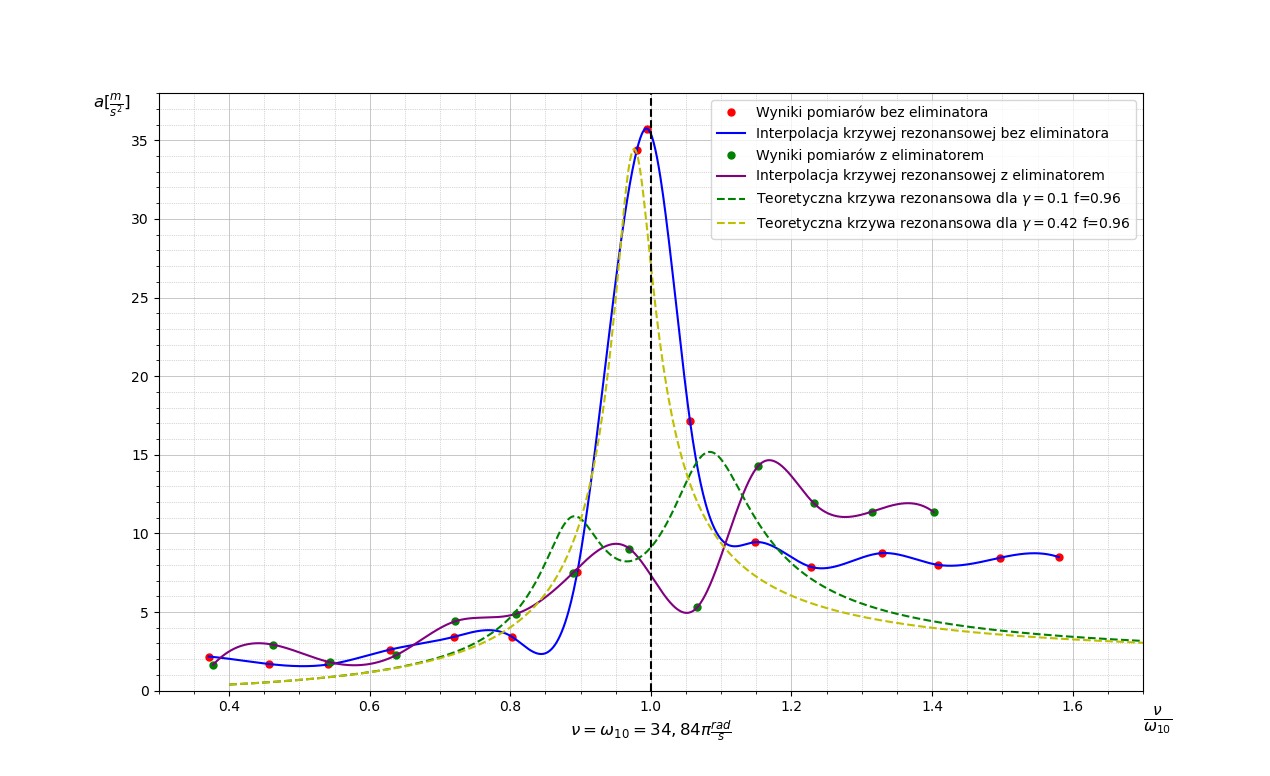
Biorąc pod uwagę otrzymaną wartość ponownie wykreśla się zależności :



Rysunek 6 Krzywe teoretyczne po przeskalowaniu i nałożeniu na krzywe eksperymentalne z uwzględnieniem

# Wnioski

Analizując otrzymane krzywe widać, że największe tłumienie jest przesunięte względem i występuje w okolicach . Skutkiem tego punkty charakterystyczne przesunięte są znacznie względem lokalnych maksimów krzywej rezonansowej dla układu z eliminatorem. Wartości w tych maksimach różnią się od siebie znacznie i maksimum w okolicach punktu jest mniejsze od maksimum w punkcie , oznacza to, że . Taki wniosek zdaje się potwierdzać zasymulowany przebieg krzywej dla :



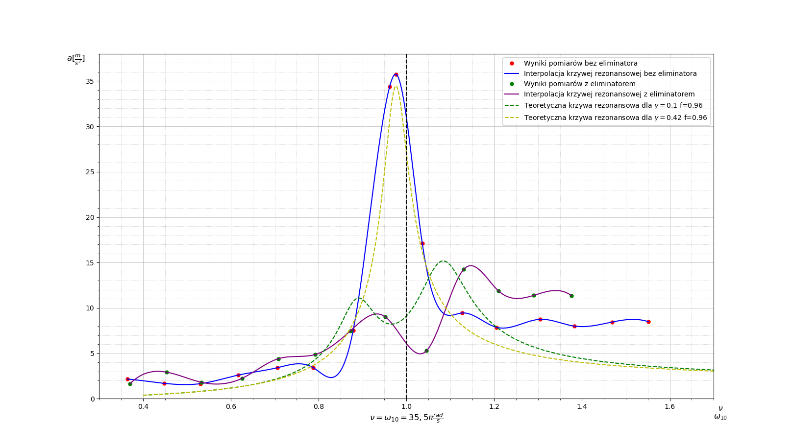
Rysunek 7 Przeskalowane krzywe teoretyczne dla f=0,96 nałożone na krzywe eksperymentalne

Pomimo uwzględnienia obserwuje się przesunięcie krzywej eksperymentalnej względem krzywej wzorcowej. Biorąc pod uwagę ograniczony zakres danych można założyć, że

.

Wtedy:

Przyjmując sporządzono krzywe na rys. 8. Przygotowano także wykres z przesuniętą krzywą dla układu z odblokowanym eliminatorem przedstawiony na rys 9.

Obraz zawierający tekst, linia, Wykres, diagram

Opis wygenerowany automatycznie

Rysunek 8 Krzywe teoretyczne złożone z krzywymi

eksperymentalnymi dla f=0,96;

Rysunek 9 Krzywe teoretyczne złożone z krzywymi eksperymentalnymi dla f=0,96; oraz z przesunięciem krzywej dla układu ze zwolnionym eliminatorem

Pomijając niedoskonałości aparatury pomiarowej, wady interpolacji oraz błędy pomiarowe, takie wyniki można wytłumaczyć w następujący sposób:

Zakładając stałość i poprawność zadanego stosunku mas oraz pomijając drobną różnicę po usunięciu śruby blokującej, zaobserwowana różnica w wartościach lokalnych maksimów przebiegu krzywej dla układu z odblokowanym eliminatorem wskazuje, że:

Ponadto:

Biorąc pod uwagę brak symetrii względem oraz znaczną różnicę w wartościach przyspieszeń dla względem krzywych wzorcowych można stwierdzić, że rzeczywista wartość może się zmieniać w zależności od prędkości wzbudnika. Przy założeniu, że oraz wnioskuje się, że maleje wraz ze wzrostem .

Przyczyną takiego zjawiska może być sytuacja, w której sprężyny eliminatora nie zdążają pozbyć się naprężeń przed zakończeniem okresu drgania, tzn. gdy masa eliminatora powoduje naprężenie w sprężynach z jednej strony, a następnie zmienia kierunek ruchu by zaraz powrócić, to naprężenie nie zostało jeszcze w pełni odpuszczone.

Podobne rozumowanie można zastosować dla wartości , która nie była ustalona i zależna jest od pracy tłumika, oraz .

W pracy układu kluczowa jest wartość , która zależy od masy obudowy oraz . Zakładając, że pozostaje stałe, przesunięcie eksperymentalnej krzywej dla układu z eliminatorem może wskazywać, że wartość wzrasta wraz z prędkością wibratora, na podstawie czego można wnioskować, że wartość rośnie wraz z .

Istotne jest także przeskalowanie wykresów teoretycznych, które może być błędne i kompletnie zaburzać faktyczne wartości przyspieszeń dla określonych częstości.

W celu ustalenia przyczyny rozbieżności konieczne jest ponowne wykonanie pomiarów, zwiększenie rozdzielczości wyników pomiarowych, a także inspekcja układu badawczego i jego elementów.

# Bibliografia

* <https://prumianek.pl/wp-content/uploads/2018/03/5-Dynamiczny-eliminator-drga%C5%84.pdf>
* <https://engineering.purdue.edu/~ce573/Documents/Intro%20to%20Structural%20Motion%20Control_Chapter4.pdf>