

Ćwiczenie nr 2

Badanie drgań tłumionych i wymuszonych

I. Przyrządy:

- Przyrząd Pohla
- Zasilacz silniczka
- Zasilacz cewek hamujących
- Stoper elektroniczny

II. Zadania pomiarowe

UWAGA: Przez pełne drganie rozumiemy dalej fragment ruchu trwający czas T równy okresowi drgania, bez względu na to, od jakiego momentu ruchu ten czas jest mierzony.

1. Wyznaczanie częstości własnej drgań tarczy

Wychylić ręcznie tarczę przyrządu Pohla o określonej ilości działek α_0 i zmierzyć stoperem czas t_n określonej ilości pełnych drgań. Pomiar powtórzyć dla kilku różnych wychyleń początkowych. Dzieląc te czasy przez odpowiadającą im liczbę drgań otrzymujemy okres drgań, a stąd wyliczamy częstość własną układu. Wyznaczamy także niepewność całkowitą częstości własnej.

2. Wyznaczanie logarytmicznego dekrementu tłumienia drgań „swobodnych”

Wybrać amplitudę początkową (wychylenie początkowe, nie mniejsze od 8 jednostek). Określić ilość wychyleń tarczy aż do jej całkowitego zatrzymania i zaplanować, co ile pełnych drgań warto wykonać pomiary. Im więcej zmierzonych punktów tym dokładniej uda się wykreślić przebieg badanej zależności. Zmierzyć zależność amplitudy drgań od czasu ich trwania po określonej liczbie drgań.

3. Pomiar logarytmicznego dekrementu tłumienia drgań tłumionych

Wykonać pomiary tak jak w punkcie 2, ale przy płynącym przez cewki prądzie hamującym I_h . Pomiary powtórzyć dla kilku różnych wartości prądów hamowania.

UWAGA!!! Nie wolno przekroczyć $I_h > 0,5$ A gdyż może to doprowadzić do uszkodzenia przyrządu.

4. Cechowanie obrotów silniczka.

Obroty silniczka należy wycechować tak by znać jego prędkość kątową dla dowolnych nastawień napięcia. Zmieniając napięcie zasilania silniczka w zakresie od 2 do 20 V należy zmierzyć czas określonej liczby obrotów tarczy silniczka. Należy powtórzyć cechowanie dla różnych prądów hamowania.

5. Pomiar krzywych rezonansowych drgań wymuszonych.

Ustalić określoną wartość prądu hamowania (nie mniejszą od 0,2 A). Włączyć potencjometrem „GROß” zasilanie silniczka. Obserwować kolejne amplitudy drgań i oszacować dla jakiego napięcia występuje rezonans. Zanotować amplitudę. Zwiększając (i/lub zmniejszając) obroty silniczka powtarzać procedurę pomiarową aż do uzyskania całej krzywej rezonansowej. Tam gdzie amplituda drgań zmienia się szybko, punkty pomiarowe należy zmierzyć gęściej tj. z mniejszą zmianą napięcia. Do precyzyjnej regulacji obrotów silniczka służy potencjometr oznaczony jako „FEIN”. Pomiary wykonać przynajmniej dla trzech różnych wartości prądu hamowania.

III. Opracowanie wyników

Opracowanie wyników omówiono w kolejności stawianych zadań pomiarowych:

1. Należy obliczyć częstotliwości własne dla różnych wychyleń początkowych. Obliczyć niepewności. Czy należy uwzględnić także czas reakcji osoby obsługującej stoper? We wnioskach należy dać odpowiedź na pytanie, czy częstotliwość własna badanego układu zależy od amplitudy początkowej drgań.
2. Wyniki otrzymane w pkt. II.2 i II.3 należy przedstawić jako zależności amplitud od czasu $\alpha = f(t)$ (lub $\ln \alpha = f(t)$) dla różnych tłumień. Wyznaczyć wartość logarytmicznego dekrementu tłumienia i jego niepewność.
3. Sporządzić wykres cechowania silniczka $\omega = f(U)$ i nanieść pola niepewności. Wyznaczyć zależność $\omega(U)$. Odpowiedzieć na pytanie, czy częstotliwość silniczka zależy od prądu hamowania I_h .
4. Sporządzić w jednym układzie współrzędnych wykresy $\alpha = f(\omega)$ dla różnych wartości tłumienia. Wyznaczyć z wykresów częstotności rezonansowe oraz dobroć układu, Q :

$$Q = \omega_{rez} / \Delta\omega = \omega_{rez} / \beta,$$

Gdzie $\Delta\omega$ – szerokość rezonansu w połowie wysokości, β – współczynnik tłumienia, ω_{rez} – częstotliwość rezonansowa; dla wszystkich otrzymanych krzywych. Na wykresach nanieść odpowiednie pola niepewności.

Literatura

- [1] Sz. Szcczeniowski, Fizyka doświadczalna, cz. I, § 47, PWN, Warszawa 1980;
- [2] Sz. Szcczeniowski, Fizyka doświadczalna, cz.3, § 78, PWN, Warszawa 1980;
- [3] C. Kittel, W.D. Knight, M.A. Ruderman, Mechanika, PWN, Warszawa 1969;
- [4] Z. Osiński, Teoria drgań, PWN, Warszawa 1980;
- [5] I.W. Sawieliew, Kurs fizyki, t. I, PWN, Warszawa 1987