

Z56 - PODSTAWY FIZYKI SZUMÓW

II Pracownia Fizyczna

Wydział Fizyki, Astronomii i Informatyki Stosowanej, Uniwersytet Jagielloński

W ramach ćwiczenia studenci zapoznają się ze zjawiskiem szumów termicznych (szumów Johnsona). Podczas ćwiczenia szumy powstające w przewodniku elektrycznym zostaną przeanalizowane w funkcji oporu, pasma częstotliwości szumu oraz temperatury. Otrzymane dane posłużą do doświadczalnego wyznaczenia stałej Boltzmana. Pomiary prowadzone są przy użyciu układu NF1-A firmy TeachSpin.

Zagadnienia do przestudiowania

1. Druga zasada termodynamiki
2. Prawo Ohma
3. Zasada ekwipartycji
4. Zjawisko szumu termicznego (szum Johnsona)
5. Zasada działania: wzmacniacza operacyjnego, filtra dolnoprzepustowego, filtra górnoprzepustowego

Jako niezbędne minimum należy:

- Opisać zjawisko powstawania szumu termicznego wychodząc z układu połączonych równolegle oporników, znajdujących się w równowadze termicznej w temperaturze.
- Wyjaśnić, jak pasmo przenoszenia układu pomiarowego, Δf , wpływa na mierzoną wartość średniego kwadratu wartości skutecznej napięcia szumu termicznego.
- Omówić zasadę działania elementów elektroniki służącej do obserwacji szumów termicznych w przewodnikach, w tym wzmacniacza operacyjnego oraz filtrów dolno- i górnoprzepustowych

Zadania obliczeniowe

Obliczyć amplitudę fluktuacji idealnego woltomierza, odpowiadającego na wszystkie częstotliwości z zakresu 0-200 kHz, podłączonego do opornika o oporze 500 k Ω znajdującego się w temperaturze $T=320$ K.

Aparatura i materiały

Program ćwiczenia

1. Kalibracja układu pomiarowego:
 - Kalibracja wzmocnienia wzmacniacza
 - Pomiar charakterystyki amplitudowej i fazowej filtrów.
 - Kalibracja elementu mnożącego
 - Kalibracja szumów

2. Pomiar szumów termicznych w funkcji oporu i pasma przenoszenia przy stałej temperaturze
3. Pomiar szumów termicznych w funkcji oporu i pasma przenoszenia w zmiennej temperaturze od 77 K do 400 K

Opracowanie wyników

- Narysować wykresy zależności uśrednionego kwadratu napięcia szumu termicznego od oporu, pasma przenoszenia i temperatury.
- Na podstawie regresji liniowej zebranych danych określić doświadczalną wartość stałej Boltzmana

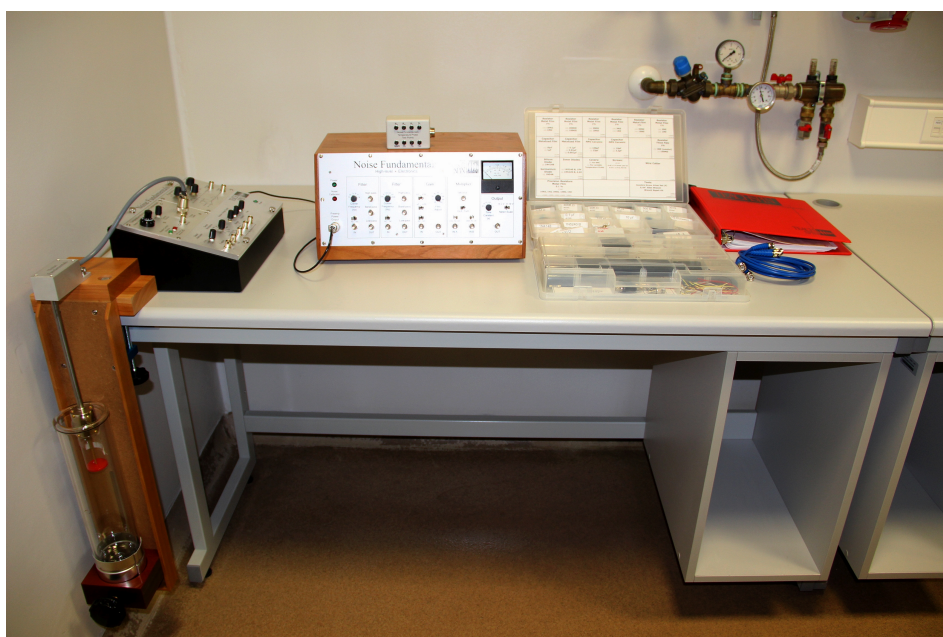
Zasady BHP

Literatura

- [1] Kerson Huang, Podstawy fizyki statystycznej, Wydawnictwo Naukowe PWN, 2020.
- [2] P. Horowitz and W. Hill, Sztuka elektroniki tom 1, Wydawnictwo Komunikacji i Łączności, Warszawa, 2003.
- [3] D. van Baak, Noise Fundamentals NF1-A instructor's manual, TeachSpin, Inc, 2010.
- [4] H. Nyquist, Thermal agitation of electric charge in conductors, Phys. Rev., 1928, 32, 110–113.
- [5] J. B. Johnson, Thermal agitation of electricity in conductors, Phys. Rev., 1928, 32, 97–109.

Uwaga:

D. van Baak, Noise Fundamentals NF1-A instructor's manual, TeachSpin, Inc, 2010 jest instrukcją która będzie wykorzystywana do pracy na zajęciach. Przeczytanie jej nie jest wymagane w ramach przygotowania do zajęć. "



Rysunek 1: Stanowisko pomiarowe