



Fundusze Europejskie
dla Rozwoju Społecznego



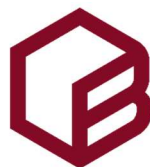
Rzeczpospolita
Polska

Dofinansowane przez
Unię Europejską



Ćwiczenie nr 1

Określenie częstotliwości zlewania się i górnego progu słyszenia



**POLITECHNIKA
BYDGOSKA**
im. Jana i Jędrzeja Śniadeckich



**POLITECHNIKA
BYDGOSKA**
Wydział Technologii
i Inżynierii Chemicznej



**POLITECHNIKA
BYDGOSKA**
Wydział Medyczny

PRACOWNIA BIOFIZYKI



Fundusze Europejskie
dla Rozwoju Społecznego



Rzeczpospolita
Polska

Dofinansowane przez
Unię Europejską



Wstęp

Wraz z wiekiem zdolność słyszenia się pogarsza. Jednak słuch nie tylko pogarsza się pod względem głośności, ludzie również odbierają mniej częstotliwości, szczególnie wysokich, co staje się mniej oczywiste.

Ludzkie ucho odbiera dźwięki tylko w bardzo specyficznym zakresie częstotliwości. Zwierzęta również mają typowy zakres słuchu, który może się różnić od tego ludzkiego. Powszechnie wiadomo, że psy mają lepszy słuch i słyszą nie tylko cichsze, ale i wyższe tony niż my. Nawet między ludźmi są duże różnice. Młodzi ludzie nadal słyszą wysokie tony, których ci sami ludzie po latach już nie odbierają. U ludzi górny próg akustyczny jest mocno zależny od wieku. Średnie wartości z wykonanych pomiarów powinny odpowiadać następującym wartościom:

- do 16 lat: 20 kHz,
- do 20 lat: 18 kHz,
- do 35 lat: 15 kHz,
- do 50 lat: 12 kHz,
- do 70 lat: 9 kHz,
- do 90 lat: 5 kHz.

Eksperyment pokazuje, że zakres słuchowy ludzkiego ucha zależy od wieku: im starsza osoba, tym niższy jest jej zakres słuchowy. Dźwięki powyżej górnego progu słuchowego wraz z wiekiem przestają być słyszalne, a indywidualne tony poniżej progu słuchowego (tzw. częstotliwość łączenia) są odbierane jako ciągły niski ton.

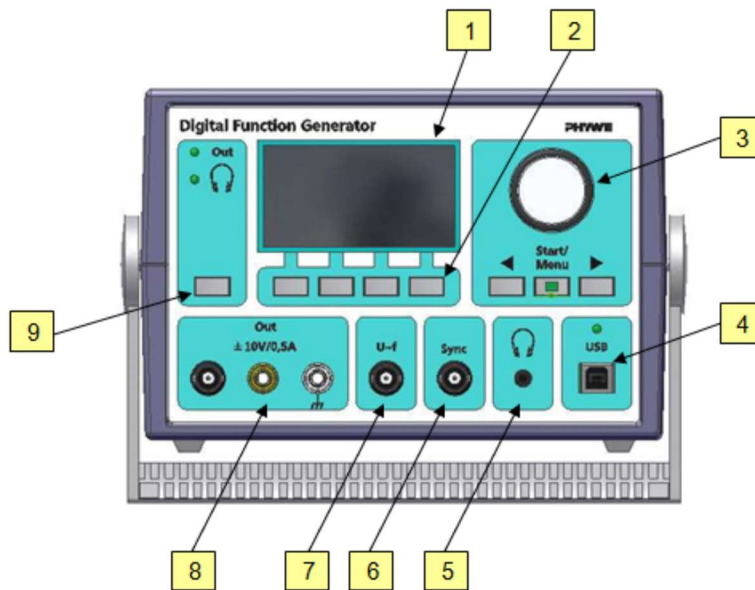
Fakt, że nasz słuch zawodzi przy wysokich częstotliwościach i pogarsza się z biegiem czasu, zostanie zbadany w tym eksperymencie.

Zadania

- Określenie częstotliwości zlewania się i górnego progu słuchu osób w różnym wieku.
- Stymulacja systemu słuchowego częstotliwościami w zakresie dolnego i górnego progu słuchu za pomocą generatora fal sinusoidalnych i słuchawek.

Sprzęt

1. Cyfrowy generator funkcji PHYWE
2. Słuchawki stereo



Rysunek 1. Cyfrowy generator funkcji PHYWE.

1. **Wyświetlacz.** Urządzenie jest wyposażone w graficzny wyświetlacz o rozdzielczości 128 x 64 piksele z czytelną powierzchnią 67 x 33 mm i podświetleniem. Kontrast można regulować w szerokim zakresie za pomocą menu.
2. **Przyciski menu dla wyświetlacza.** Cztery przyciski poniżej wyświetlacza są przypisane do pozycji menu u góry ekranu. Umożliwia to szybkie i intuicyjne korzystanie z menu.
3. **Klawiatura nawigacyjna.** Klawisze strzałek \blacktriangleleft służą do wybierania elementów na wyświetlaczu. Pokrętko służy do zmiany wartości. Przycisk Menu z wbudowaną diodą LED ma dwie funkcje:
 - a. Wybór menu ustawień w celu zmiany ustawień urządzenia.
 - b. W przypadku rampy częstotliwości lub napięcia można za pomocą tego przycisku uruchomić lub zatrzymać rampę. Dioda LED w przycisku świeci się podczas przebiegu rampy.
4. **Port USB.** Interfejs szeregowy do komunikacji z komputerem PC. Po nawiązaniu połączenia z komputerem i gdy dioda LED nad portem USB się świeci, funkcje cyfrowego generatora funkcji są kontrolowane wyłącznie za pomocą komputera PC. Po uruchomieniu oprogramowania zostaną załadowane parametry ustawione w urządzeniu.
5. **Wyjście słuchawkowe.** Wyjście słuchawkowe do podłączenia słuchawek z wtykiem TRS 3,5 mm (jack audio). Wyjście można aktywować za pomocą przełącznika wyjścia (9). Na wyjściu pojawi się sygnał sinusoidalny o maksymalnej amplitudzie 2 V_{pp}. Jednocześnie wyjście wzmacniacza (8) zostanie wyłączone.
6. **Wyjście synchronizacyjne.** Gniazdo BNC z częstotliwościowo zależnym sygnałem wyjściowym TTL, np. do podłączenia oscyloskopu. Podczas przebiegu rampy



częstotliwości lub napięcia na wyjściu synchronizacyjnym zostanie podany impuls TTL na początku oraz na końcu rampy.

7. **Wyjście U \sim f.** Gniazdo BNC do pobierania napięcia proporcjonalnego do częstotliwości w zakresie 0...4 V (0...1 MHz, 0...100 kHz, 0...10 kHz, 0...1 kHz, 0...100 Hz lub dowolnie wybrane). Służy do podłączenia rejestratora/oscyloskopu lub interfejsu w celu przedstawienia pomiarów napięcia lub prądu w funkcji częstotliwości.
8. **Wyjście wzmacniacza.** Gniazdo 4 mm oraz gniazdo BNC do podłączenia odbiornika lub układu eksperymentalnego. Wyjście ma rezystancję wewnętrzną 4 Ω . Proszę odnieść się do danych technicznych w celu uzyskania informacji dotyczących danych prądowych i napięciowych.
9. **Przycisk trybu wyjścia.** Ten przełącznik przełącza między wyjściem słuchawkowym (5) a wyjściem wzmacniacza (8). Diody LED na górze wskazują aktywne wyjście.

Przebieg ćwiczenia

1. Aby uniknąć wpływu osoby prowadzącej, **badany nie powinien widzieć wyświetlacza cyfrowego podczas procesu pomiaru.**
2. Generator funkcji cyfrowych powinien być ustawiony w cichym pomieszczeniu.
3. Włączyć zasilanie.
4. Ustaw funkcję na „Sine”.
5. Ustaw częstotliwość na 20 kHz.
6. Zmień wyjście na słuchawki.
7. Podłącz przewód słuchawkowy.
8. Ustaw amplitudę sygnału na maksymalną.
9. Umieść słuchawki na głowie.
10. Prowadzący eksperyment stopniowo zmniejsza częstotliwość, aż badany usłyszy tylko dźwięk. Pomiaru są zapisywane.
11. Pomiar powinien być powtórzony 10 razy z tym samym badanym.
12. Częstotliwość ustawić na 10 Hz.
13. Prowadzący stopniowo zwiększa ją, aż poszczególne tony zleją się w jeden ciągły dźwięk. Ta częstotliwość łączenia jest zapisywana.
14. Pomiar powinien być powtórzony 10 razy z tym samym badanym.
15. Ćwiczenie powtórzyć z drugim badanym.

Jeśli górny próg akustyczny zostanie przekroczony, nawet przy maksymalnej intensywności dźwięku, nie dochodzi do stymulacji komórek czuciowych.

Jeśli dolny próg nie zostanie osiągnięty, poszczególne tony pozostają słyszalne. Niemniej jednak dolny próg akustyczny można łatwo określić, ponieważ w tym przypadku tony zlewają się w jeden ciągły niski dźwięk, najlepiej opisywany jako częstotliwość łączenia. Częstotliwość ta jest niezależna od wieku i wynosi od 16 do 20 Hz.



Fundusze Europejskie
dla Rozwoju Społecznego



Rzeczpospolita
Polska

Dofinansowane przez
Unię Europejską



Opracowanie wyników

1. Policzyc wartości średnie oraz ich odchylenia standardowe dla wyznaczonych częstotliwości.
2. Sporządzić wykres i nanieść na niego otrzymane wartości częstotliwości progowych.

Pytania kontrolne

1. Czym jest częstotliwość zlewania się dźwięków i jak można ją zmierzyć w kontekście fizjologii słuchu?
2. Jakie czynniki wpływają na indywidualne różnice w górnym progu słyszenia u różnych osób?
3. W jaki sposób możemy określić maksymalną częstotliwość dźwięków słyszalnych przez ludzkie ucho?
4. Jakie znaczenie dla diagnostyki audiologicznej ma określenie częstotliwości zlewania się dźwięków?
5. Od czego zależy wysokość dźwięku, a od czego zależy barwa dźwięku?