

Dźwięk - cechy dźwięku

Program: **Coach 6**
Projekt: na ZMN060F
CMA Coach Projects\PTSN Coach 6\Dźwięk\
Ćwiczenia: Dźwięk



Cel ćwiczenia:

1. Wprowadzenie pojęć: dźwięk, ton, oktawa.
2. Omówienie rozróżnialnych przez ucho ludzkie cech dźwięku: natężenie, wysokość, **barwa**.

Układ pomiarowy

Mikrofon podłączony do wejścia konsoli pomiarowej i źródła dźwięku (kamerton, instrumenty muzyczne).



Przygotowanie programu COACH5

- Wczytać do magazynu czujników odpowiedni sterownik czujnika dźwięku (np. sound sensor 015&bt CMA)
- Przenieść ikonę sterownika na odpowiednie wejście na rysunku konsoli CoachLabII
- Ustawić parametry pomiaru

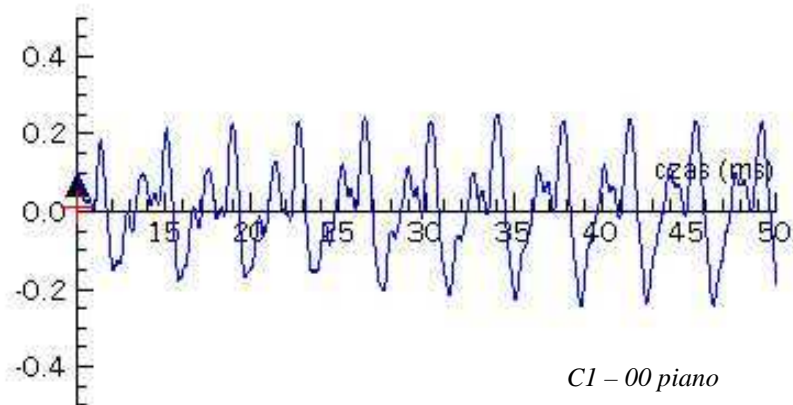


Proponowane ustawienia:

czas pomiaru 50 ms
częstotliwość próbkowania 10/ms
trygerowanie Up, poziom 0.1

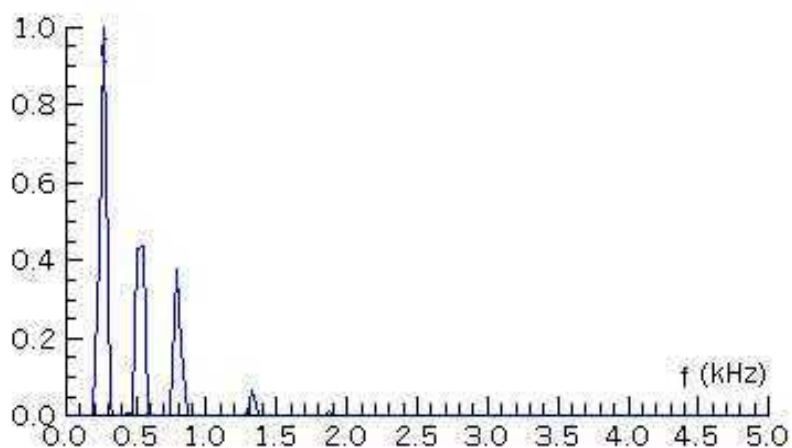
Pomiar

Nacisnąć zielony przycisk "start". Dźwięk zostanie zarejestrowany automatycznie - rejestracja rozpoczyna się po przekroczeniu przez sygnał ustalonej wartości.



Opracowanie

Dokonanie analizy fourierowskiej zarejestrowanego dźwięku pozwala określić częstotliwości i udziały tworzących go drgań harmoniczných. Można tego dokonać korzystając z narzędzi programu Coach6: narzędzia /Process Analyze/Signal Analysis/Function type/ Fourier transform. Zaakceptowane wyniki analizy (OK) mogą być przeniesione do wybranego okna.

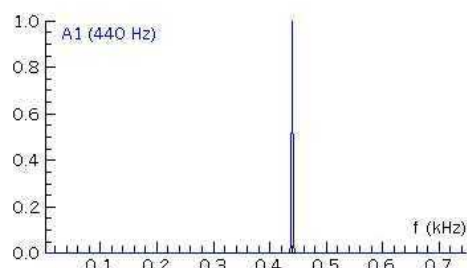
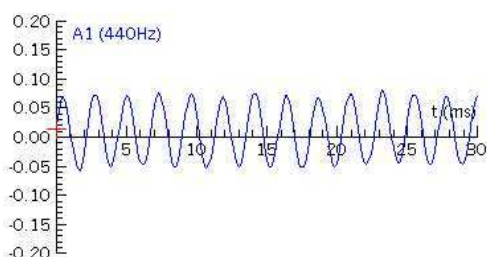


Przykładowe wyniki i komentarze

Wszelkie drgania mechaniczne zachodzące w powietrzu wywołują powstanie fali mechanicznej podłużnej. Jest to fala ciśnieniowa – zmianom ulega ciśnienie powietrza.

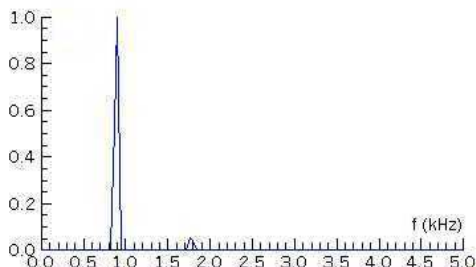
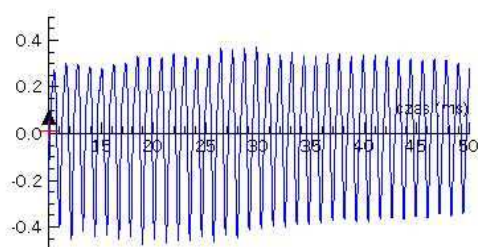
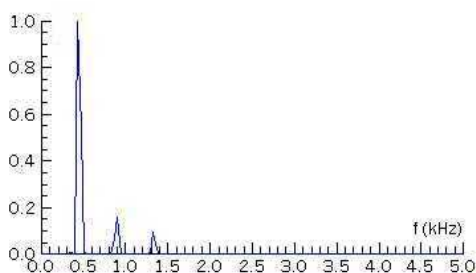
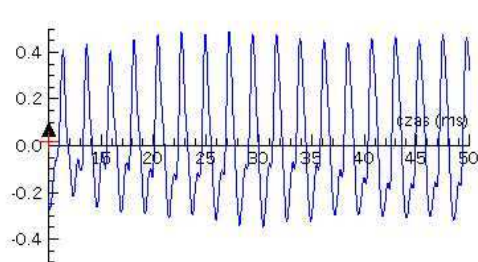
Fala dźwiękowa (akustyczna) w skrócie **dźwięk** to fala mechaniczna o częstotliwościach 16 Hz ÷ 20 kHz, czyli taka, która dochodząc do ucha człowieka wywołuje wrażenie dźwięku (jest słyszalna). Fale o wyższej częstotliwości ($f > 20$ kHz) nazywamy ultradźwiękami, a o niższej ($f < 16$ Hz) infradźwiękami).

Ton to dźwięk o ściśle określonej częstotliwości (zależność sinusoidalna zmian ciśnienia). Przykładem może być fala dźwiękowa wytwarzana przez kamerton. Wynikiem analizy fourierowskiej takiego przebiegu jest jedna linia.



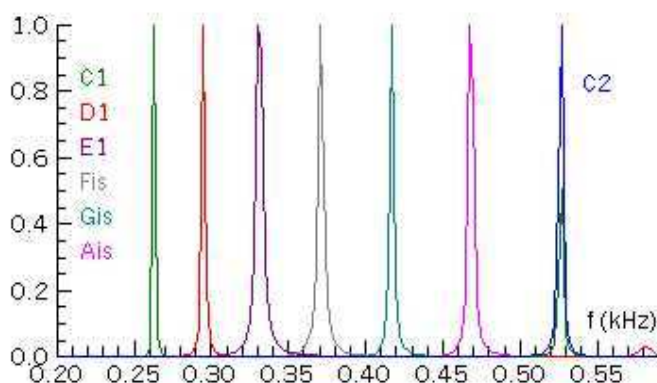
Ton A^1 - fala dźwiękowa o częstotliwości 440 Hz

Oktawa to zakres, w którym stosunek najwyższej do najniższej częstotliwości jest równy 2. A więc zmiana tonu o oktawę odpowiada zmianie częstotliwości o czynnik 2, np. $A^1 - f_{A1} = 440\text{Hz}$, $A^2 - f_{A2} = 880$ Hz, $A^3 - f_{A3} = 1760$ Hz.



Fala dźwiękowa o częstotliwości 440 Hz i o oktawę wyższa (częstotliwości dwa razy większej) 880 Hz.

Oktawę dzieli się na **12 półtonów**. Zmiana wysokości o 1 półton odpowiada zmianie częstotliwości o czynnik $\sqrt[12]{2} = 1.0595$



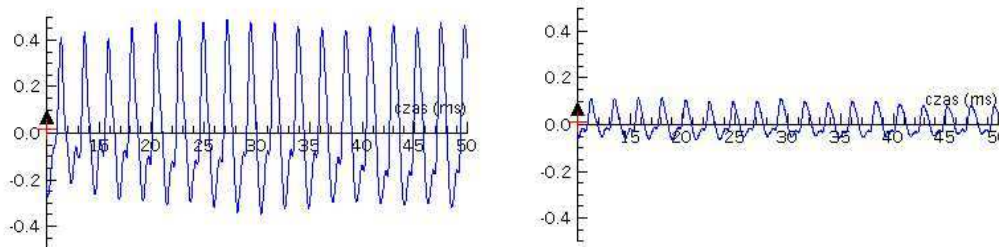
Na rysunku zaznaczony został co drugi półton pomiędzy dźwiękiem C¹ - 261 Hz, a dźwiękiem C² - 522 Hz.

Ucho ludzkie rozróżnia następujące cechy dźwięku:

nateżenie, wysokość i barwa.

1. Natężenie dźwięku I

moc fali dźwiękowej przypadająca na jednostkę powierzchni prostopadłej do kierunku rozchodzenia się fali (próg słyszalności $I_0 = 10^{-12} \text{ W/m}^2$, próg bólu 1 W/m^2).



Fale dźwiękowe różniące się natężeniem.

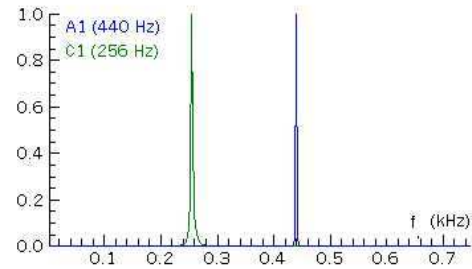
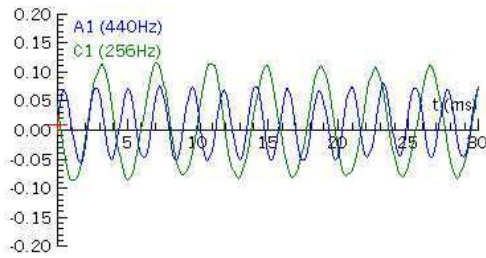
Ponieważ wrażenie jest proporcjonalne do logarytmu podniety wprowadzono pojęcie **poziom natężenia dźwięku L**

$$L = \lg \frac{I}{I_0}$$

Jednostką jest bel [B] ale najczęściej używa się jednostek 10 razy mniejszych decybeli [dB] (rozmowa $L = 40 \text{ dB}$).

2. Wysokość dźwięku

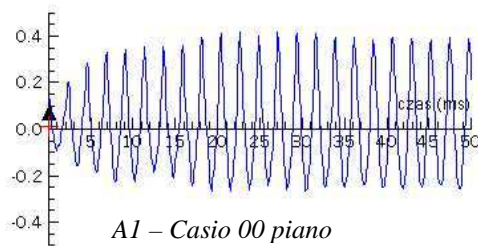
Fizyczną miarą wysokości dźwięku jest częstotliwość fali dźwiękowej. Im większa częstotliwość tym wyższy dźwięk.



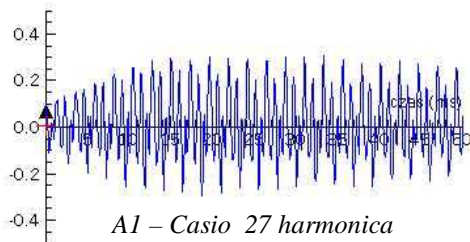
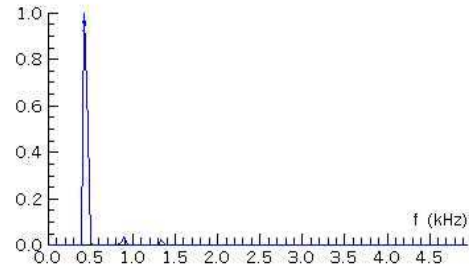
Fale dźwiękowe różniące się częstotliwością..

3. Barwa dźwięku

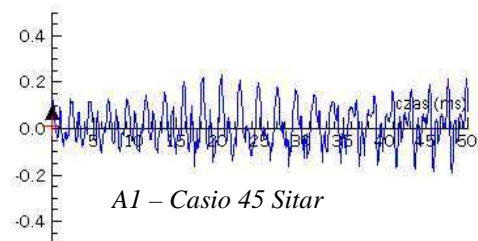
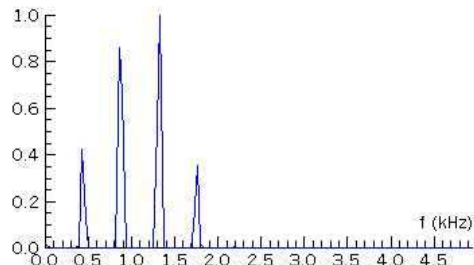
O barwie dźwięku decyduje udział w widmie wyższych harmonicznych tworzących falę dźwiękową czyli przyczynków o częstotliwości będącej całkowitą wielokrotnością częstotliwości podstawowej.



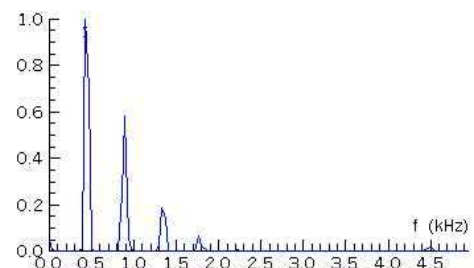
A1 – Casio 00 piano



A1 – Casio 27 harmonica



A1 – Casio 45 Sitar



Fale dźwiękowe (dźwięk A¹ - 440 Hz) różniące się barwą dźwięku, czyli udziałem wyższych harmonicznych.