

## Dźwięk - cechy dźwięku

Program: Coach 7

Projekt: [\PTSNDysk](#)

\Coach7\21 Dźwięk

Ćwiczenie: *Dźwięk.cma7*

Przykład wyników:

*Dźwięk440Hz.cmr7*



### Cel ćwiczenia

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

### Układ pomiarowy

Mikrofon (czujnik dźwięku 017i) podłączony do wejścia „I” konsoli pomiarowej i źródła dźwięku (kamerton, instrumenty muzyczne).



### Ustawienia parametrów pomiaru:

Rodzaj: *Pomiar w funkcji czasu*

Czas pomiaru: *50 ms*

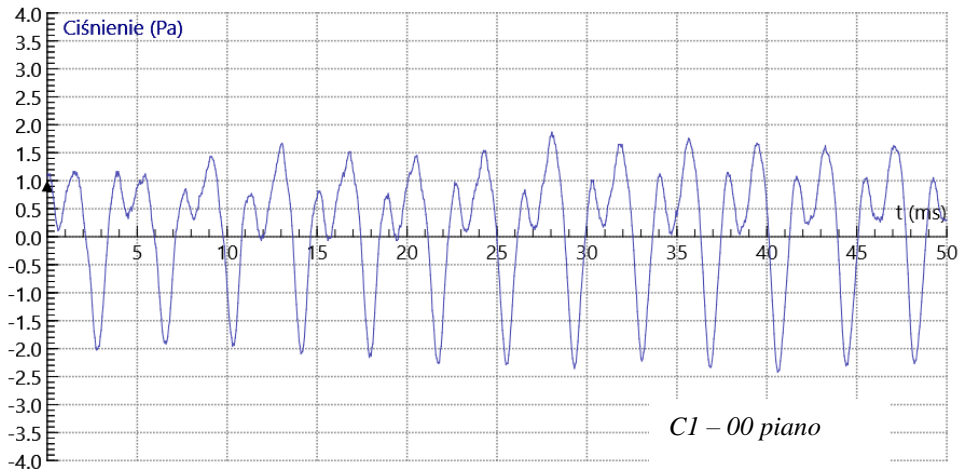
Częstotliwość: *10 na ms*

Wyzwalanie: *wejście 1*, Kierunek: *do góry*, Poziom: *0.IV*.



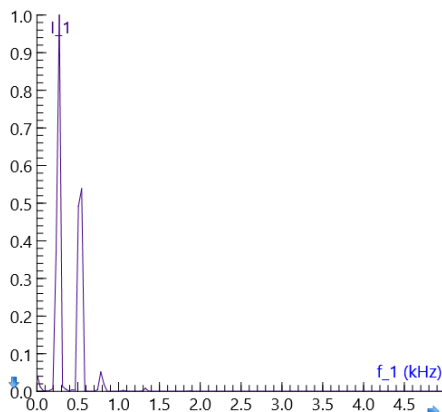
## Pomiar

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.



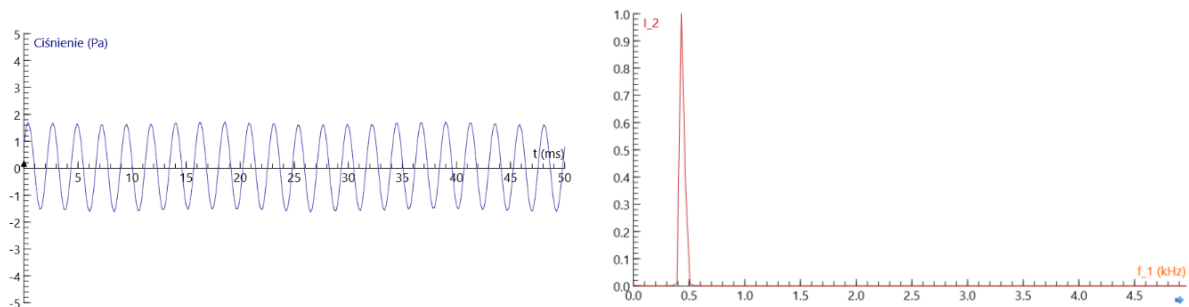
Można tego dokonać korzystając z narzędzi programu *Coach7*: narzędzia/ Analiza i Przetwarzanie/ Analiza sygnału/ Rodzaj funkcji/ Transformata Fouriera/ Widmo. Zaakceptowane wyniki analizy (OK) mogą być przeniesione do wybranego okna.

## Przykładowe wyniki i komentarze

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

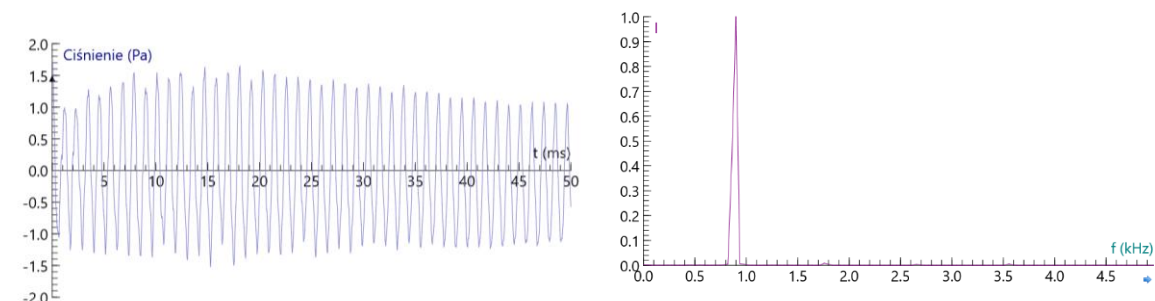
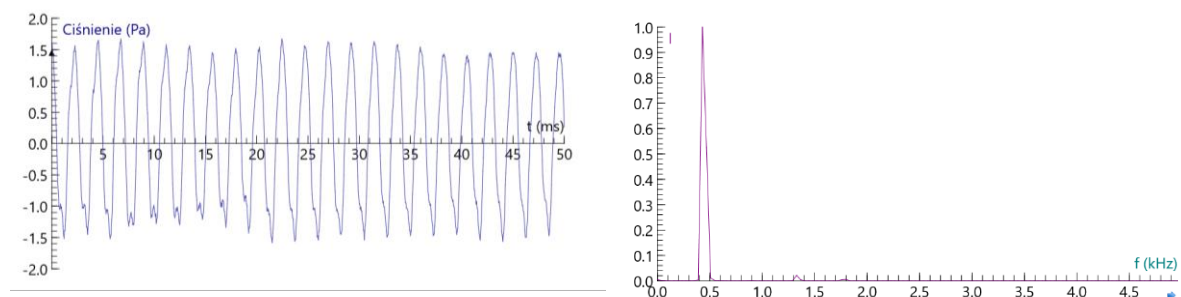
**Fala dźwiękowa** (akustyczna) w skrócie **dźwięk** to fala mechaniczna o częstotliwościach 16 Hz ÷ 20 kHz, czyli taka, która dochodząc do ucha człowieka wywołuje wrażenie dźwięku (jest słyszalna). Fale o wyższej częstotliwości ( $f > 20$  kHz) nazywamy ultradźwiękami, a o niższej ( $f < 16$  Hz) infradźwiękami).

**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.



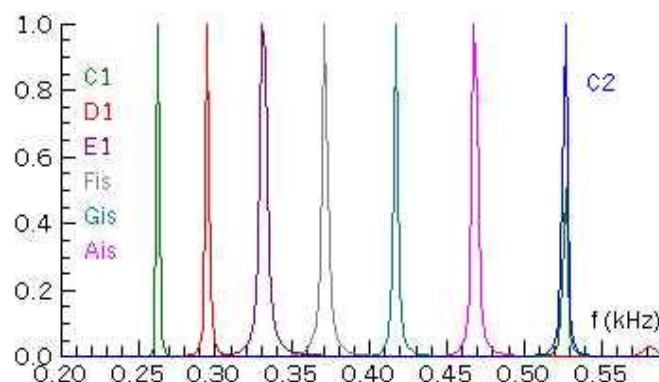
Ton  $A^1$  - fala dźwiękowa o częstotliwości 440 Hz

**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.  $A^1 - f_{A1} = 440\text{Hz}$ ,  $A^2 - f_{A2} = 880\text{ Hz}$ ,  $A^3 - f_{A3} = 1760\text{ Hz}$ .



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  $\sqrt[12]{2} = 1,0595$ .



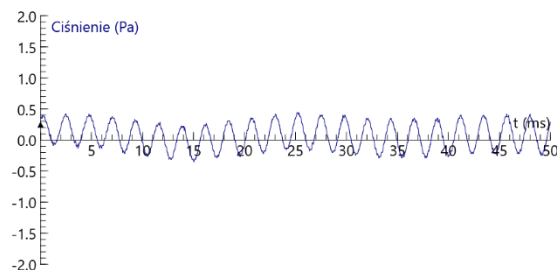
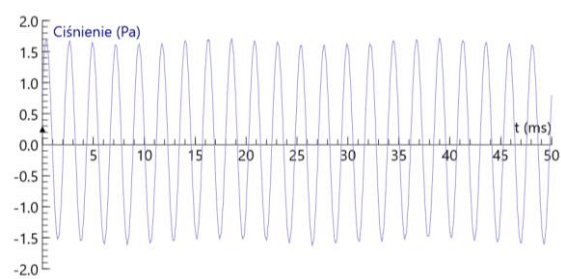
Na rysunku zaznaczony został co drugi półton pomiędzy dźwiękiem C<sup>1</sup> - 261 Hz, a dźwiękiem C<sup>2</sup> - 522 Hz.

Ucho ludzkie rozróżnia następujące cechy dźwięku:

**natężenie, 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  $1 \text{ W/m}^2$ ).



Fale dźwiękowe różniące się natężeniem.

Ponieważ wrażenie jest proporcjonalne do logarytmu podniety wprowadzono pojęcie

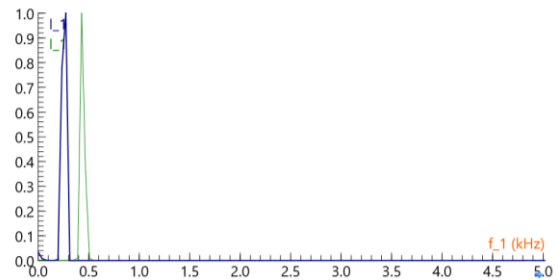
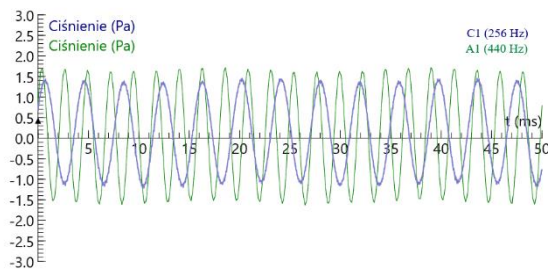
**poziom natężenia dźwięku L**

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

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

## 2. Wysokość dźwięku

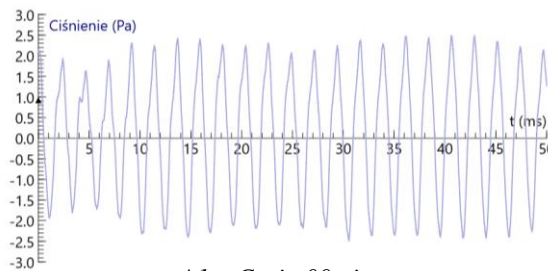
Fizyczną miarą wysokości dźwięku jest częstotliwość fali dźwiękowej. Im większa częstotliwość tym wyższy dźwięk.



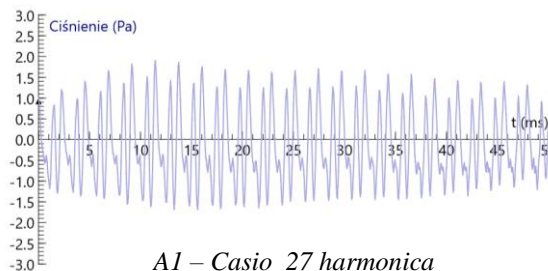
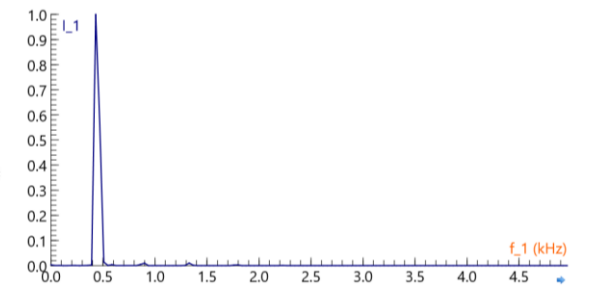
Fale dźwiękowe różniące się częstotliwością.

## 3. Barwa dźwięku

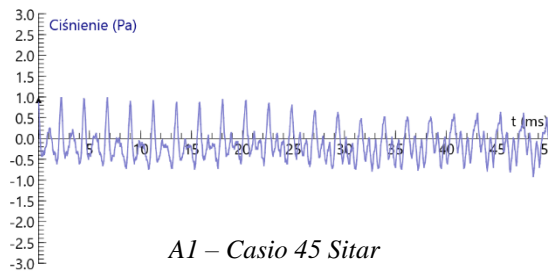
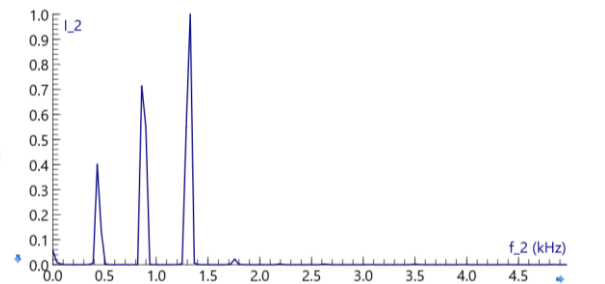
O barwie dźwięku decyduje udział w widmie wyższych harmonicznym tworzących falę dźwiękową czyli przyczynków o częstotliwości będącej całkowitą wielokrotnością częstotliwości podstawowej.



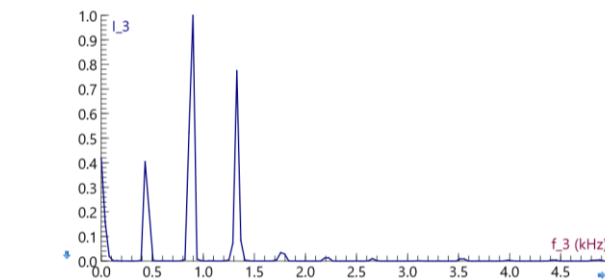
A1 – Casio 00 piano



A1 – Casio 27 harmonica



A1 – Casio 45 Sitar



Fale dźwiękowe (dźwięk A<sup>1</sup> - 440 Hz) różniące się barwą dźwięku, czyli udziałem wyższych harmonicznym.