

AUDIOMETRYCZNE BADANIE SŁUCHU ORAZ CECH WYPOWIADANYCH GŁOSEK

I. Zagadnienia

1. Wielkości Fizyczne opisujące falę dźwiękową.
2. Powstawanie dźwięków mowy.
3. Odbieranie dźwięków przez narząd słuchu. Próg słyszalności.
4. Analiza harmoniczna fali dźwiękowej. Transformata Fouriera.

II. Literatura

1. P. Hewitt, Fizyka wokół nas.
2. J. W. Kane, M. M. Sternheim, Fizyka dla przyrodników, tom 3.
3. R. Resnick, D. Holliday, Fizyka, tom 1.
4. J. Terlecki (redakcja), Ćwiczenia laboratoryjne z biofizyki i fizyki.
5. P. H. Lindsay, D. A. Norman, Procesy przetwarzania informacji u człowieka – wprowadzenie do psychologii.
6. A. Januszajtis, Fale, tom III.

III. Wykonanie ćwiczenia

Ćwiczenie jest złożone z dwóch części. W pierwszej ćwiczący bada metodami audiometrycznymi swój słuch, w drugiej analizuje swój głos stosując analizę Fourierską.

1. Wyznaczanie progu słyszalności dla czystych tonów

Procedura wyznaczania progu słyszalności czystych tonów w warunkach pracowni „zaszumionej” akustycznie sprowadza się do ustalenia momentu w którym ćwiczący jest w stanie wyłowić czysty ton w dźwięku złożonym ze stacjonarnego szumu i tonu (fali sinusoidalnie zmiennej o ustalonej częstotliwości). Amplituda fali sinusoidalnej (natężenie tonu) zwiększa się z upływem czasu. Dźwięki testowe odtwarza się używając programu **WinDAT** (patrz rys. 1) i słuchawek. Dla zapewnienia porównywalnych warunków wszystkim ćwiczącym, należy ustalić poziom natężenia dźwięku emitowanego ze słuchawek na poziomie 60 dB dla szumu stacjonarnego generowanego poprzez odtwarzanie pliku **szumtes.wav**. Dokonujemy tego używając miernika poziomu natężenia dźwięku Lutron (rys. 2). Ustawienie przełączników na mierniku powinno być następujące: przełącznik korekcji częstotliwościowej – pozycja A, przełącznik charakterystyki czasowej – pozycja fast. W czasie ustalania poziomu wyjściowego (standaryzacji) natężenia dźwięku, mikrofonem miernika dotykamy powierzchnię słuchawki. Ewentualną korektę poziomu natężenia dźwięku emitowanego ze słuchawek dokonujemy za pomocą potencjometru zamontowanego na kablu łączącym słuchawki z komputerem. Dla poznania brzmienia testowych tonów prostych odtwarzamy dźwięki zapisane w pliku **tony.wav**.

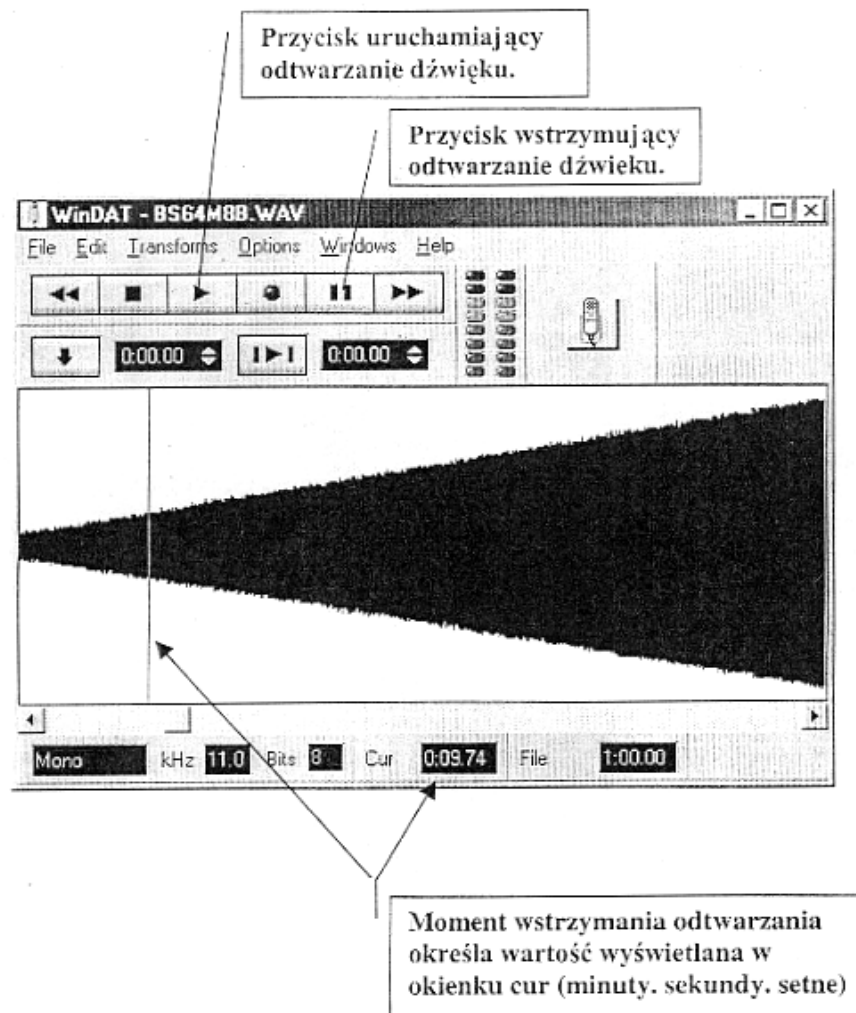
Przy pomocy programu **WinDAT** wyznaczamy czas po którym, licząc od momentu rozpoczęcia odtwarzania, zaczynamy słyszeć ton maskowany szumem dla tonów o częstotliwościach: **64, 128, 256, 512, 724, 1024, 1448, 2048, 4096, 5792, 8192, 11584** [Hz]. Pliki z odpowiednimi dźwiękami mają nazwy **t1.wav, t2.wav, ...**. Czas, który upłynął od uruchomienia odtwarzania dźwięku do usłyszenia zamaskowanego tonu i zatrzymania odtwarzania, odczytamy z okienka pulpitu programu WinDAT, zapisujemy w tabeli 1. Po wykonaniu pomiarów dla wszystkich częstotliwości otwieramy skoroszyt arkusza kalkulacyjnego Excel **tabton.xls** i odczytujemy wartości progowe poziomu natężenia dźwięku L dla wymienionych wyżej częstotliwości f. Odczytane wartości przedstawiamy na wykresie $L = f(t)$.

Tabela pomiarowa

f [Hz]	t [s]	L

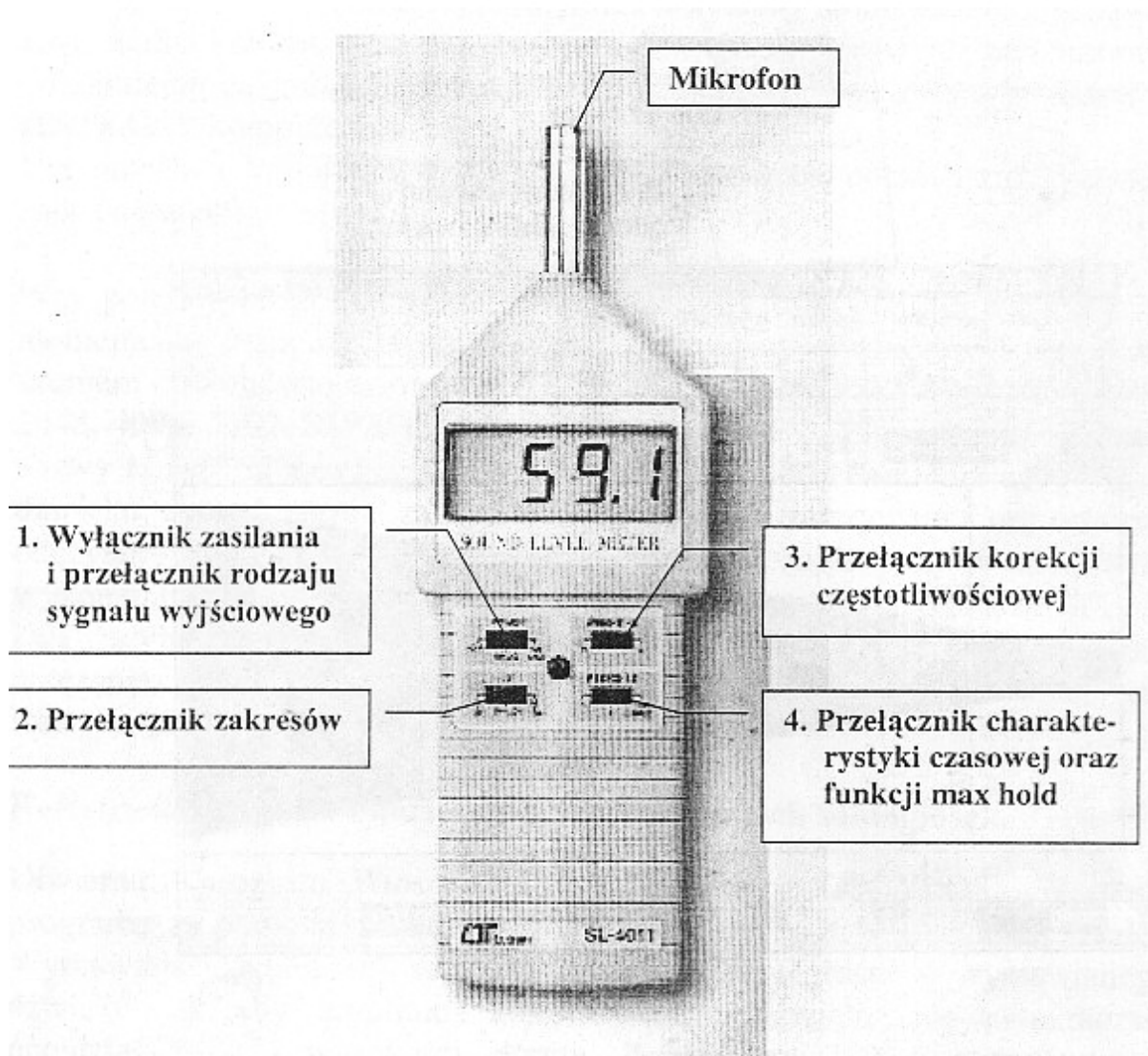
2. Rejestracja i analiza Fourierowska wymawianych samogłosek

Otwieramy program **Winscope** (dysk D, katalog OSCYLOS). W oknie programu za pomocą przycisku LINE uruchamiamy tryb rejestracji ciągłej. Wymawiając „śpiewnie” samogłoskę A ustalamy głośność wymawianego dźwięku tak, aby amplituda rejestrowanego dźwięku nie przekraczała przedział $\frac{1}{4} - \frac{3}{4}$ wysokości ekranu. Przyciskiem HOLD zatrzymujemy rejestrację nie przerywając wymawiania samogłoski jeszcze przez co najmniej $\frac{1}{2}$ s po naciśnięciu przycisku HOLD. Operując przyciskami okna programu **Winscope**, tak jak objaśniono na rys. 3, dokonać analizę Fourierowską zarejestrowanego dźwięku. W tabeli 2 zapisać częstotliwość składowej podstawowej oraz liczbę wyższych składowych harmonicznym. Rejestrację i analizę wykonać także dla pozostałych samogłosek.



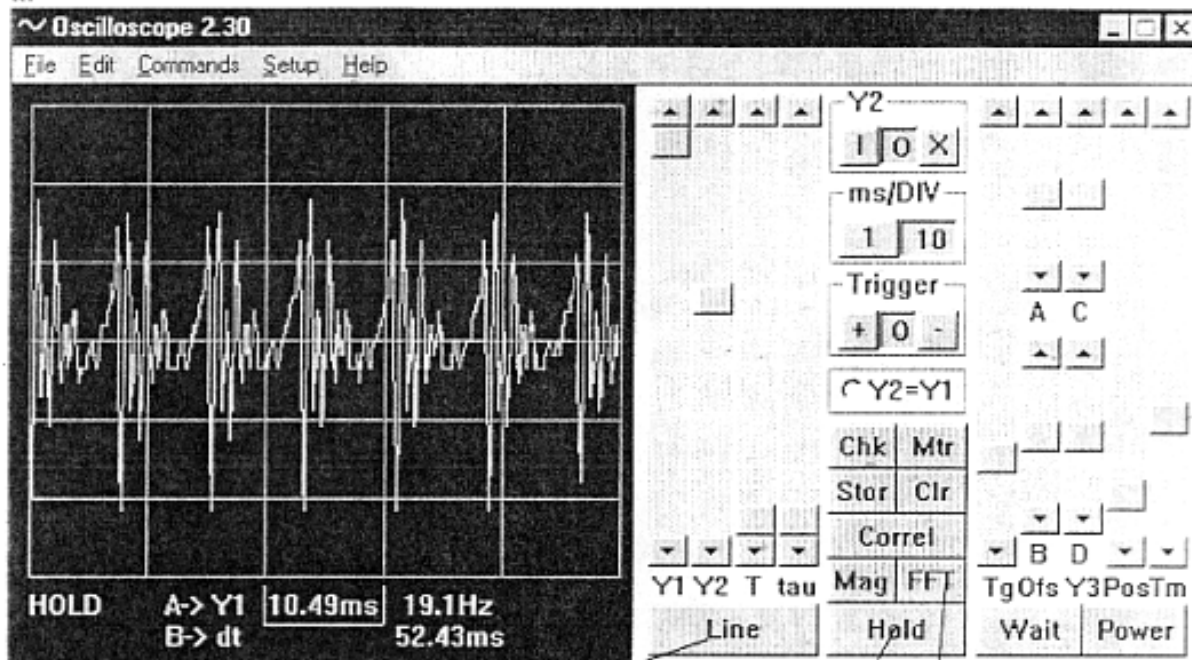
Rys. 1. Okno programu do odtwarzania plików dźwiękowych z dźwiękami testującymi poziom proggu czułości dla dźwięków o określonej częstotliwości. Do uruchomienia programu **WinDAT** wystarczy kliknąć na nazwie pliku z rozszerzeniem **wav** a następnie przycisk uruchamiający odtwarzanie dźwięku. Pliki użyteczne w tym ćwiczeniu znajdują się na dysku D w katalogu **progrcz**.

Pliki z częstotliwościami (do przebadania) można otwierać poprzez *File, Open* i dwukrotne kliknięcie danego pliku z częstotliwością.



Rys. 2. miernik poziomu dźwięku Lutron SL 4011

a.

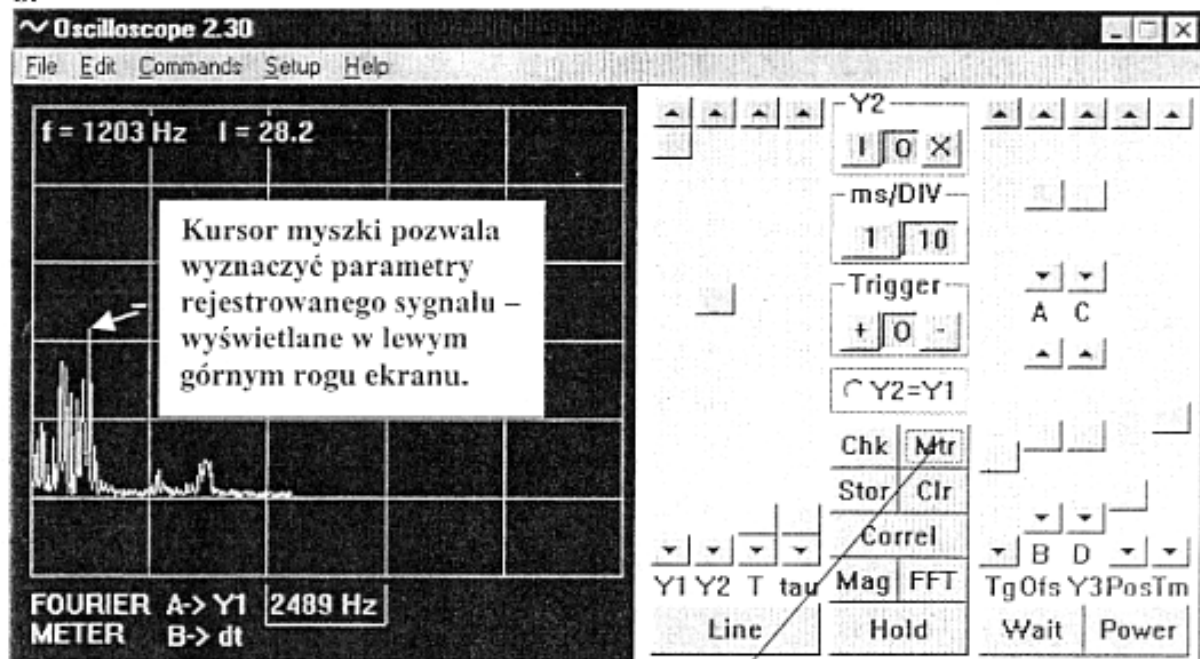


1. Przycisk włączający tryb rejestracji ciągłej.

2. Przycisk zatrzymujący rejestrację.

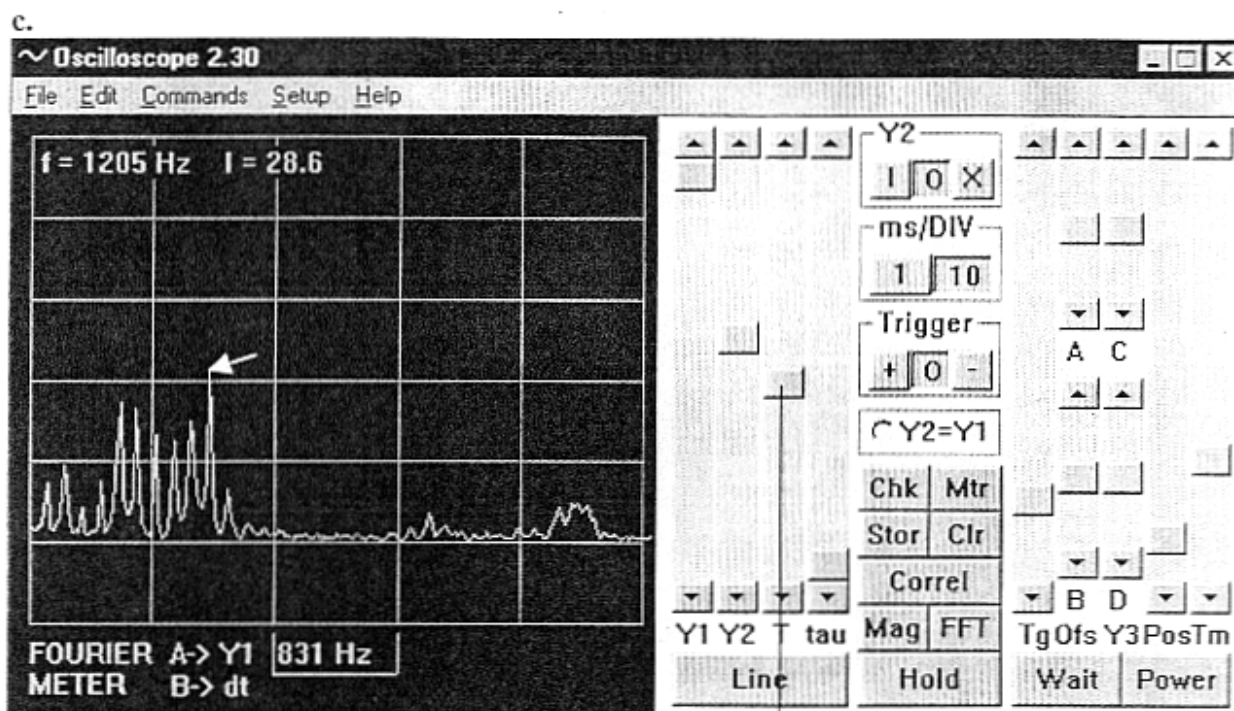
3. Przycisk uruchamiający tryb szybkiej analizy Fouriera.

b.



Kursor myszki pozwala wyznaczyć parametry rejestrowanego sygnału – wyświetlane w lewym górnym rogu ekranu.

4. Przycisk uaktywniający funkcję wyświetlania parametrów sygnału



5. Suwak pozwalający zmieniać rozciągnięcie” osi X (częstości w trybie FFT lub czasu w trybie YT).

Rys. 3. Główne funkcje okna programu **Wincscope**:

a – rejestracja sygnału (samogłoska A) z użyciem przycisków Line i Hold

b – uruchomienie trybu analizy Fouriera wcześniej zarejestrowanego sygnału z użyciem przycisków FFT i Mtr oraz kursora myszki

c – wyświetlenie szczegółów spektrogramu Fouriera poprzez użycie suwaka T

Po najechaniu myszką na maxima poszczególnych składowych odczytujemy wartość f i I .

Przykładowe wykresy ilustrujące składanie drgań harmonicznycch oraz widmo Fouriera fali powstałej ze złożenia przedstawionych drgań harmonicznycch.

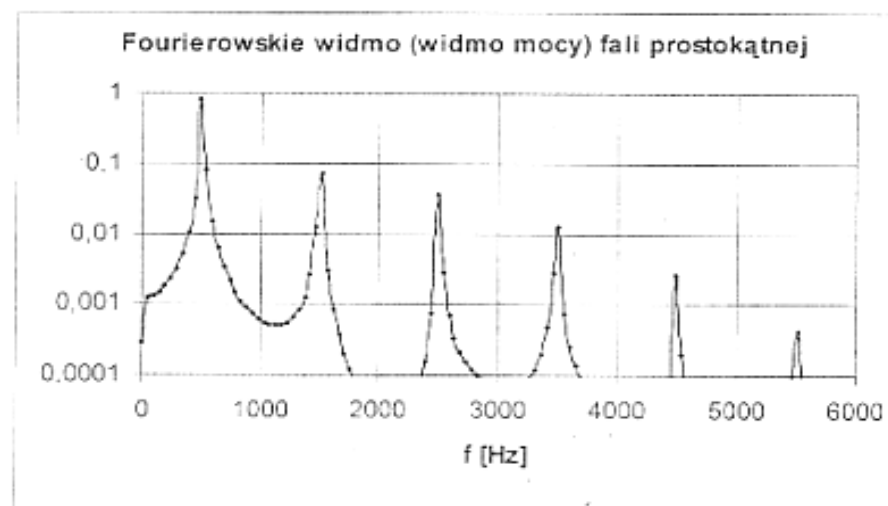
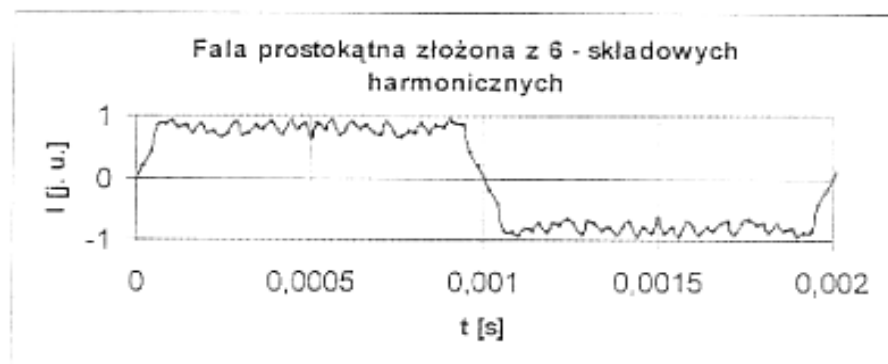
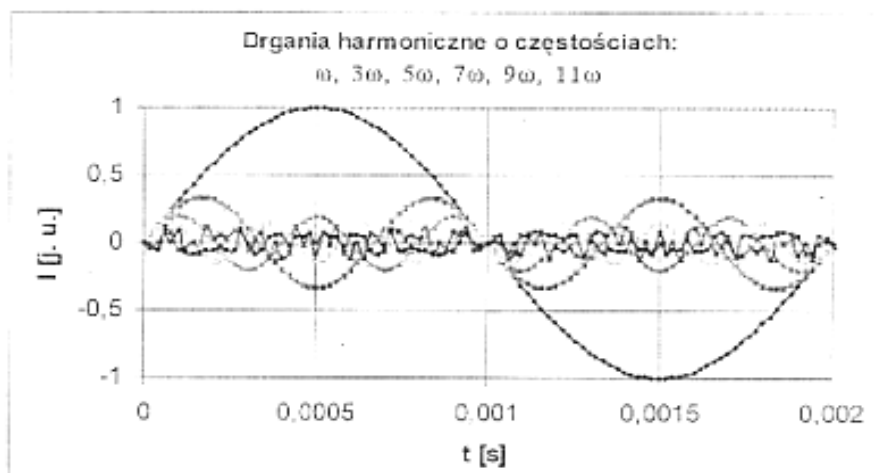


Tabela pomiarowa

Samogłoska	f [Hz]	I