



Politechnika Łódzka
Instytut Elektroniki

Laboratorium Inżynierii akustycznej

Wprowadzenie do systemów pomiarowych audio (Speaker Workshop)

Autor:

Krzysztof Lusztak

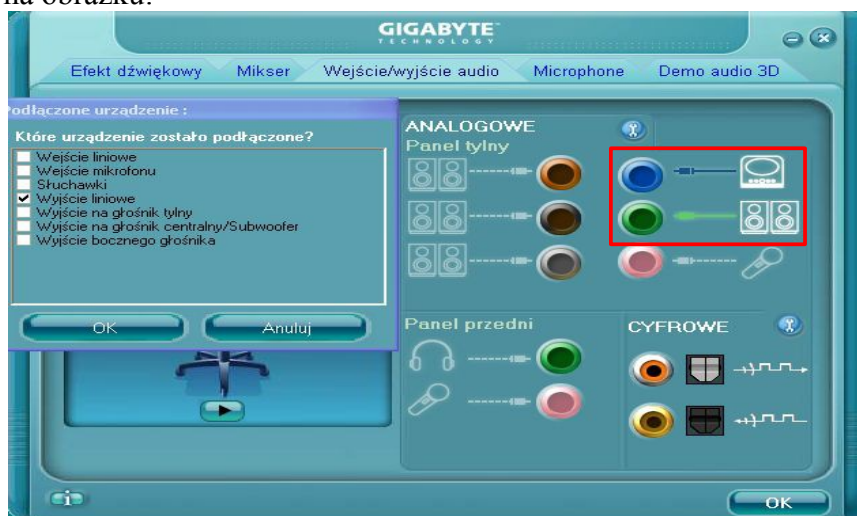
A. Podłączenie systemu pomiarowego do komputera

W celu podłączenia Systemu pomiarowego należy wykonać następujące połączenia:

- podłączyć zasilanie z zasilacza wtyczkowego do wejścia POWER na tylnej ścianie urządzenia, prawidłowe podłączenie zasilania będzie sygnalizowane poprzez zapalenie się diody POWER na froncie urządzenia,
- podłączyć przewodem „jack” wejście liniowe (LINE IN) w komputerze (gniazdo o kolorze niebieskim na tylnej ścianie komputera) z gniazdem OUTPUT na tylnej ścianie urządzenia,
- podłączyć przewodem „jack” wyjście liniowe (LINE OUT) w komputerze (gniazdo o kolorze zielonym) z gniazdem INPUT na tylnej ścianie urządzenia.

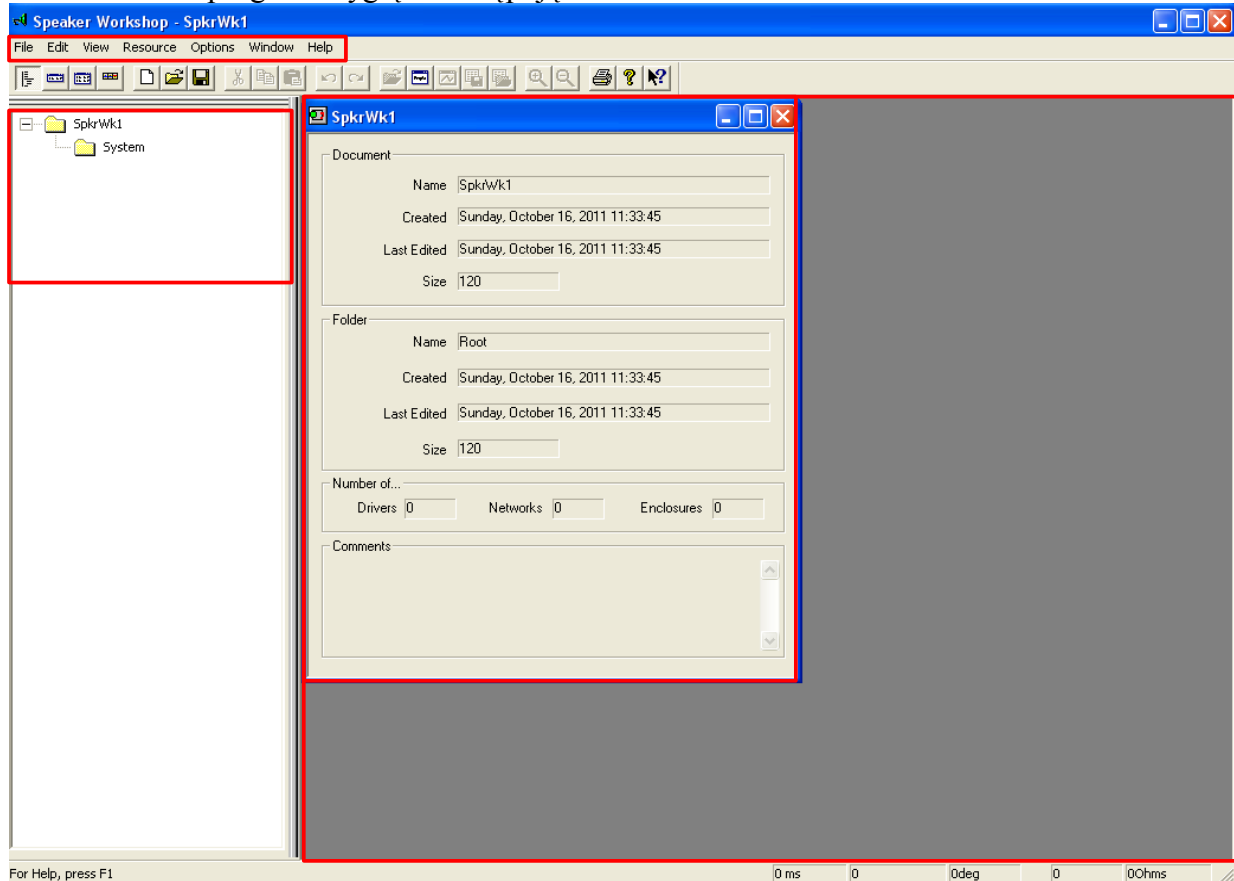


Podłączenie odpowiednich gniazd w komputerze będzie sygnalizowane poprzez wyświetlenie komunikatu jak na obrazku:



B. Kalibracja Systemu pomiarowego w programie Speaker Workshop.

Po uruchomieniu program wygląda następująco:



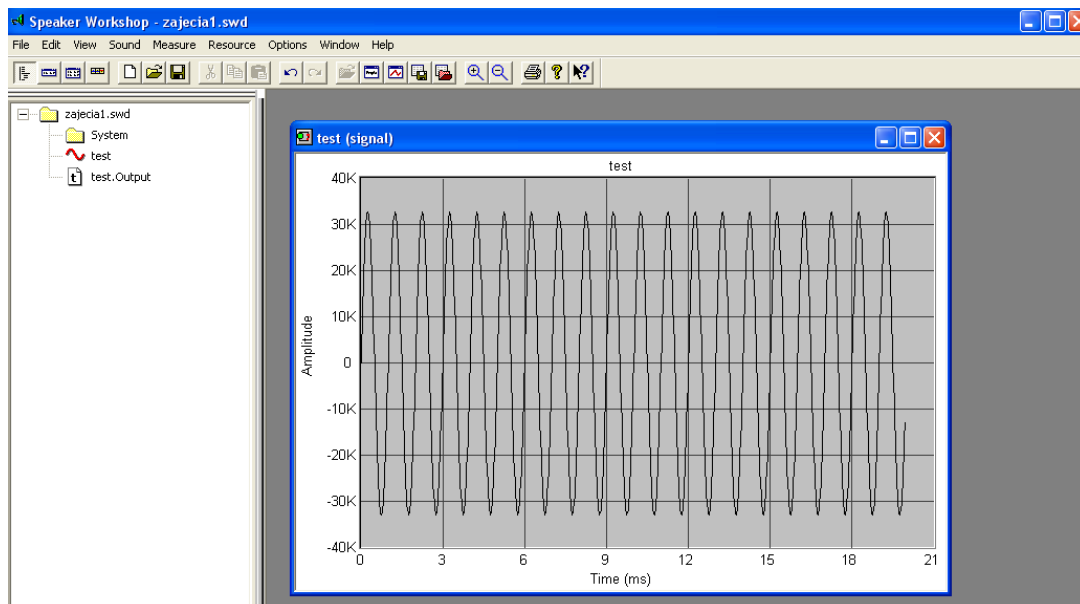
Wyróżnić można:

- pasek menu
- okno drzewa folderów
- okno wykresów

W oknie wykresów wyświetla się okno opisujące dany projekt . Okno to można zminimalizować aby nie przeszkadzało w pracach, zamknięcie okna spowoduje zamknięcie projektu a więc i brak możliwości pracy w programie.

W celu kalibracji należy wykonać następujące czynności:

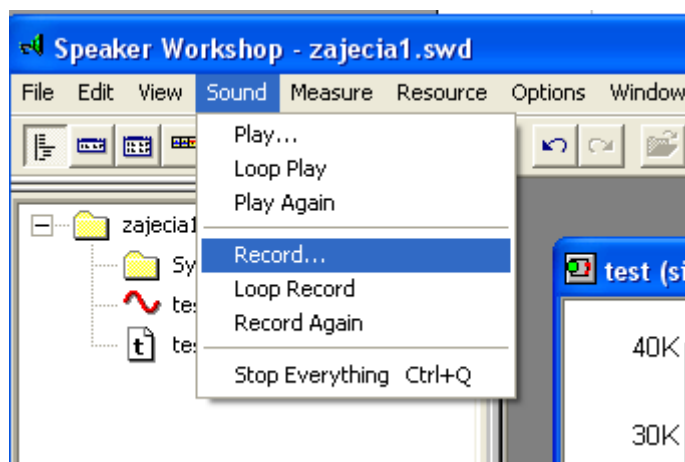
- Kliknąć PPM na oknie drzewa folderów i z rozwiniętego menu wybrać: New → Signal. Nazwać utworzony sygnał (np. „test”). Utworzony sygnał ma częstotliwość 1kHz i wartość 32K, co jest umownym poziomem maksymalnym.



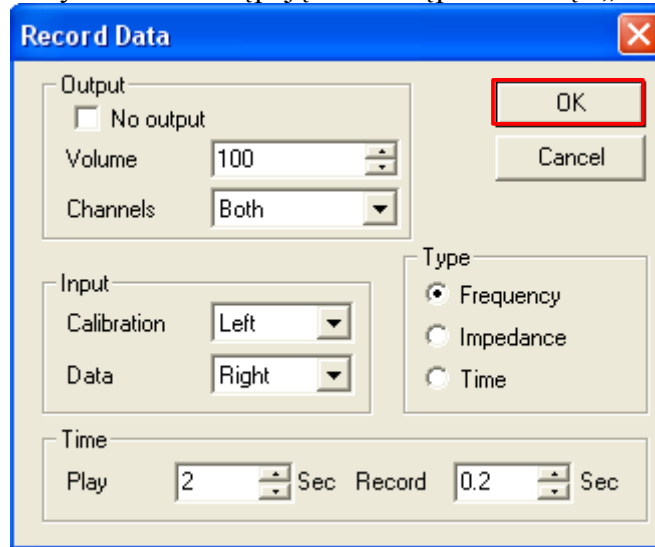
System pomiarowy należy ustawić w tryb pomiaru impedancji (wciśnięty przycisk). Potencjometry MIC GAIN i AMP GAIN należy skrócić do końca w lewo.



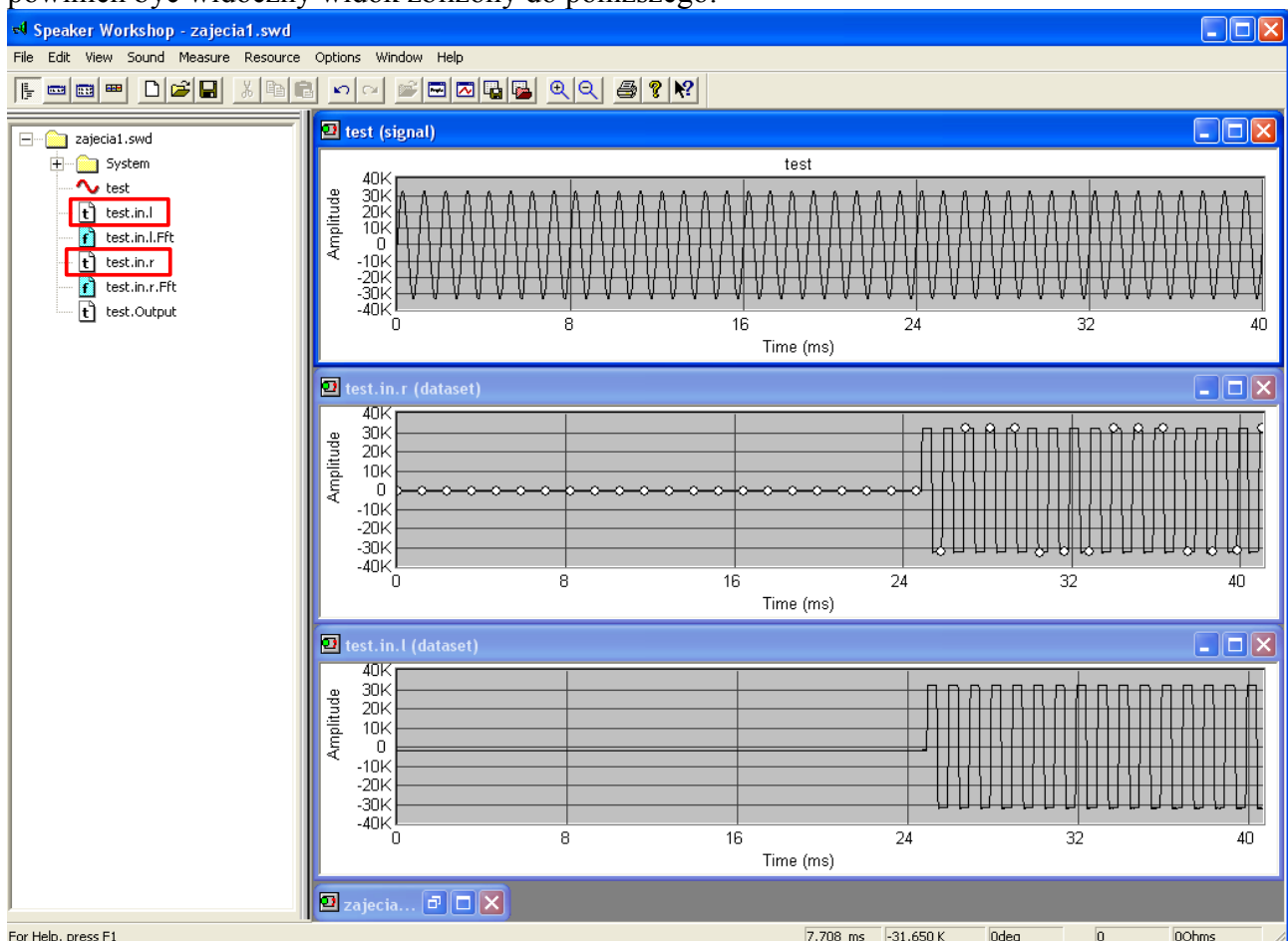
- Następnie należy zaznaczyć okno z sygnałem testowym i z paska menu wybrać: Sound → Record:



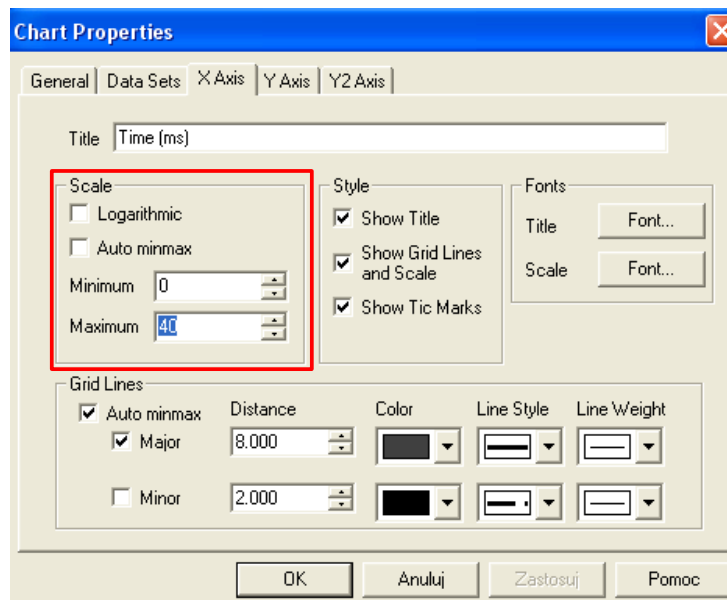
Parametry nagrywania należy ustawić następująco a następnie kliknąć „OK”:



W oknie drzewa folderów pojawiły się nowe wpisy oznaczone „test.in.x”. Należy dwukrotnie kliknąć LPM na plikach „test.in.l” oraz „test.in.r” w celu otworzenia ich. Następnie należy zaznaczyć okno sygnału testowego oraz z paska menu wybrać: Window → Tile. Po tych zabiegach powinien być widoczny widok zbliżony do poniższego:



W celu ustawienia odpowiedniego widoku zakresów wyświetlania należy kliknąć PPM na danym wykresie i z rozwiniętego menu wybrać „Chart properties”. W otwartym oknie należy wybrać zakładkę osi X (X Axis) oraz ustawić wartości minimalną i maksymalną w części „Scale”. Jeśli czubki sinusoidy dla wykresów test.in.l oraz test.in.r są ścięte jak na powyższym rysunku, chwilowo nie należy się tym przejmować.

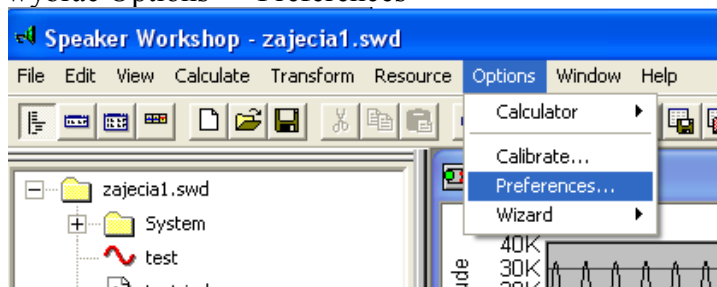


- Następnie na wykresach test.in.l oraz test.in.r należy odczytać opóźnienie (latencję) jakie występuje od startu odtwarzanego sygnału do początku jego rejestracji. Odczytaną wartość zanotować. Powtórzyć pięciokrotnie nagrywanie sygnału testowego, za każdym razem notując wartość latencji. **Czy latencja się zmienia? Czy latencja powinna się zmieniać? Na co ma wpływ zmienna latencja?**

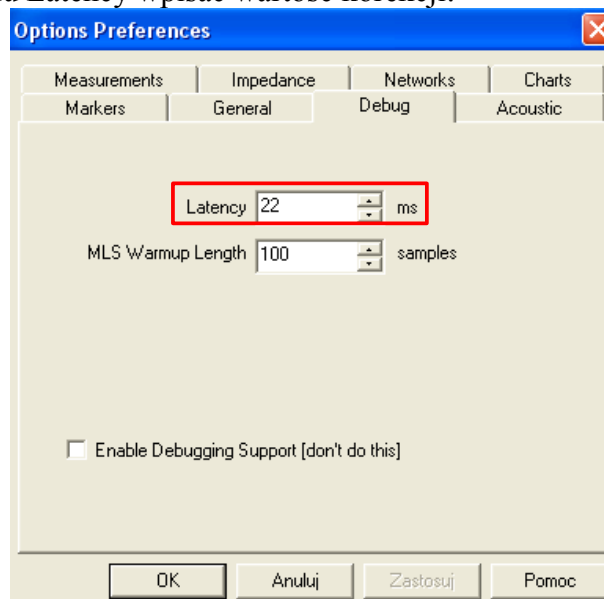
- Następnie należy skorygować wartość latencji w programie tak, aby w pomiarach opóźnienie wynosiło od 2 do 5ms. Można posłużyć się następującą nierównością:

$$2 < \text{zanotowana wartość latencji} - X < 5, \text{ gdzie } X - \text{wartość korekcji}$$

Należy z paska menu wybrać Options → Preferences

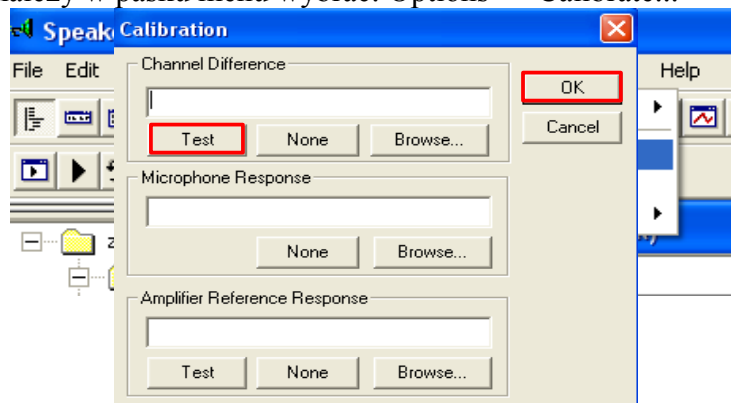


W zakładce Debug, w polu Latency wpisać wartość korekcji:



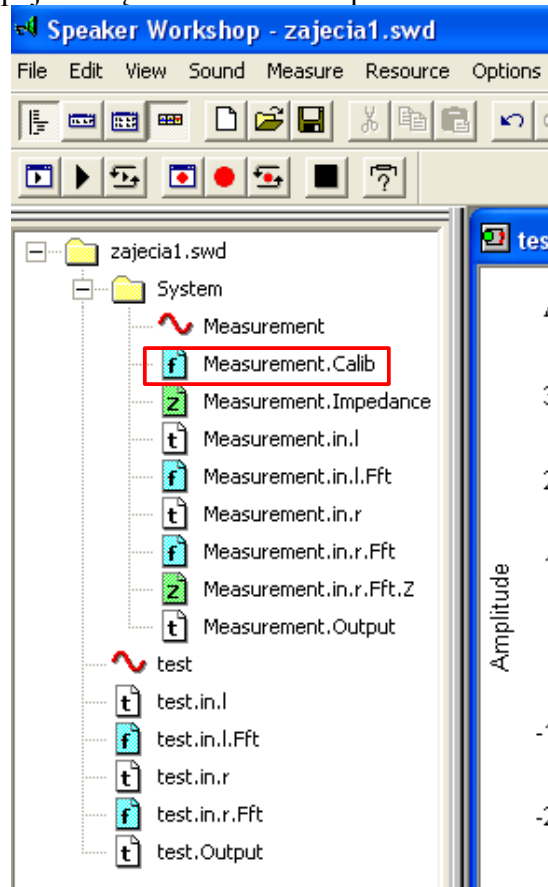
Powtórzyć rejestrację sygnału testowego. **Czy zmieniło się coś na wykresach test.in.l oraz test.in.r?**

- Następnie należy poprawnie ustawić poziomy nagrywania. W tym celu należy wykorzystać wykresy test.in.l, test.in.r oraz wykres Measurement.Calib. W celu uzyskanie wykresu Measurement.Calib należy w pasku menu wybrać: Options → Calibrate...

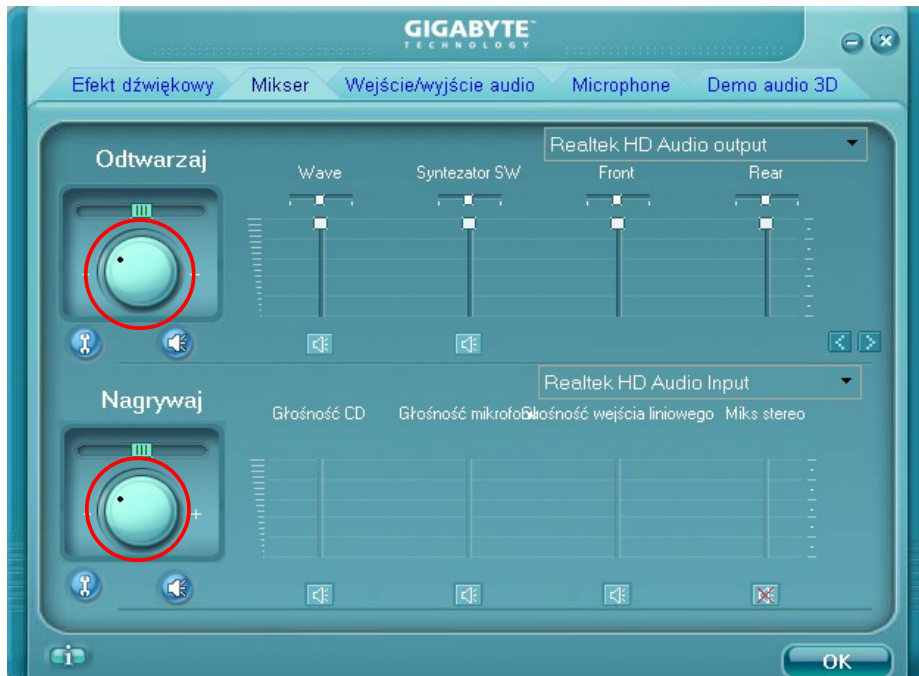
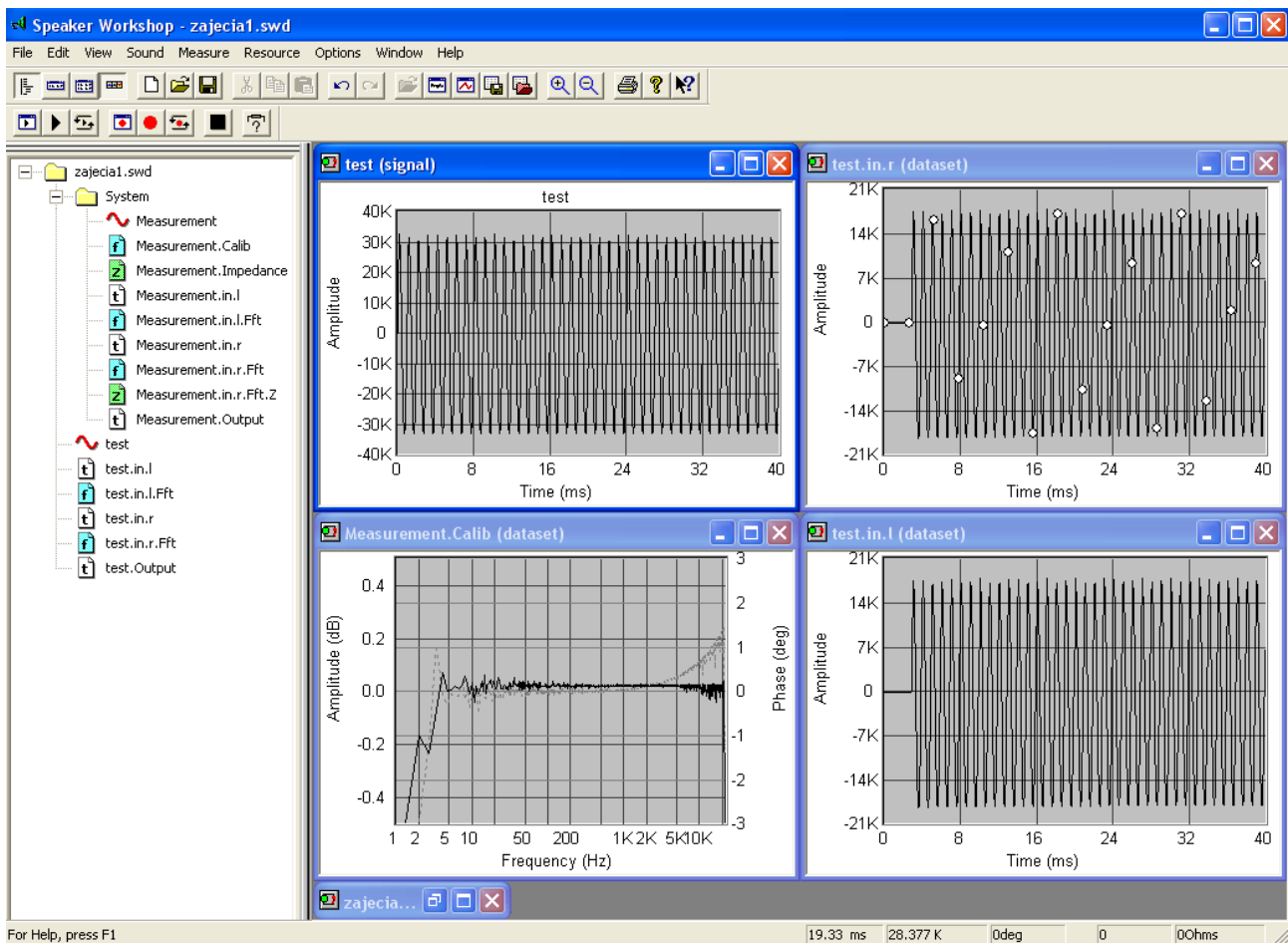


Następnie w otworzonym oknie, w części Channel Difference należy kliknąć na Test → Dalej → Dalej → Zakończ a następnie OK.

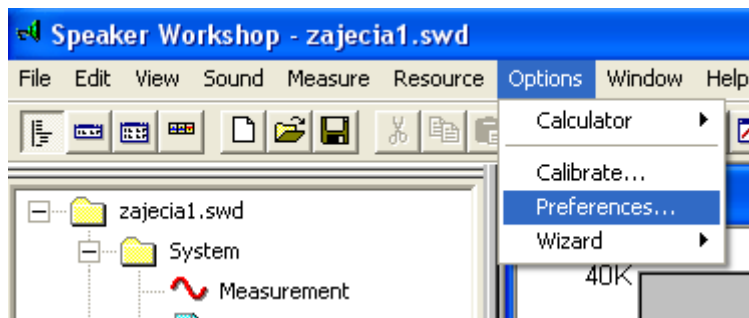
- Pomiar Measurement.Calib pojawi się w oknie drzewa plików w folderze System.



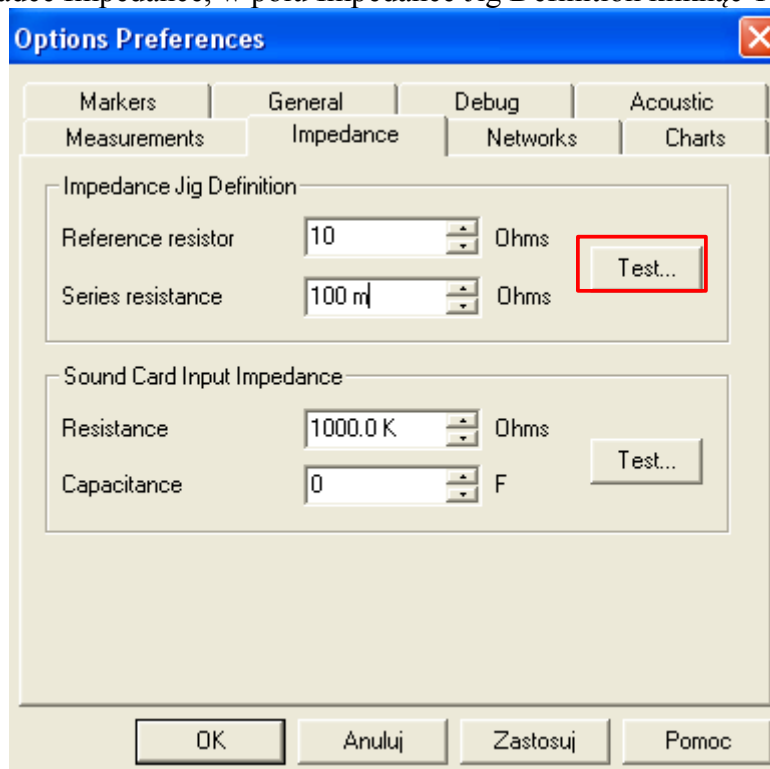
Należy dwukrotnie kliknąć na ten plik w celu otworzenia go a następnie skorzystać z funkcji Window → Tile w celu rozłożenia okien jak na rysunku:



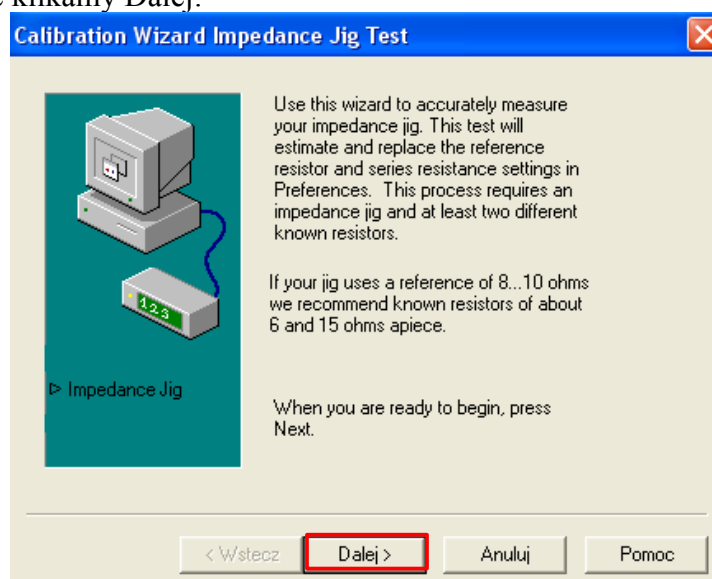
Następnie w mikserze audio tak regulować wartości poziomów nagrywania i odtwarzania aby uzyskać jak najmniejsze zniekształcenie na wykresie Measurement.Calib (maksymalnie $\pm 0.2\text{dB}$) oraz aby wierzchołki sinusoid na wykresach test.in.l oraz test.in.r miały wartość ok $\pm 16\text{K}$. Po każdym ustawieniu poziomów na mikserze audio należy ponownie zarejestrować sygnał testowy oraz wykonać test kalibrację Channel Difference aby uaktualnić wykresy. Ostatnim punktem kalibracji jest kalibracja pomiaru impedancji. W tym celu należy w pasku menu wybrać: Options \rightarrow Preferences:



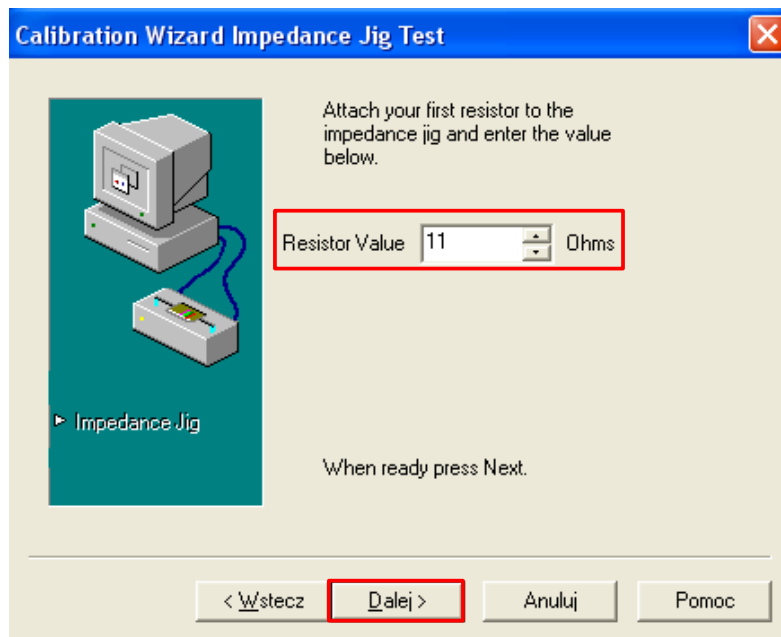
A następnie w zakładce Impedance, w polu Impedance Jig Definition kliknąć Test:



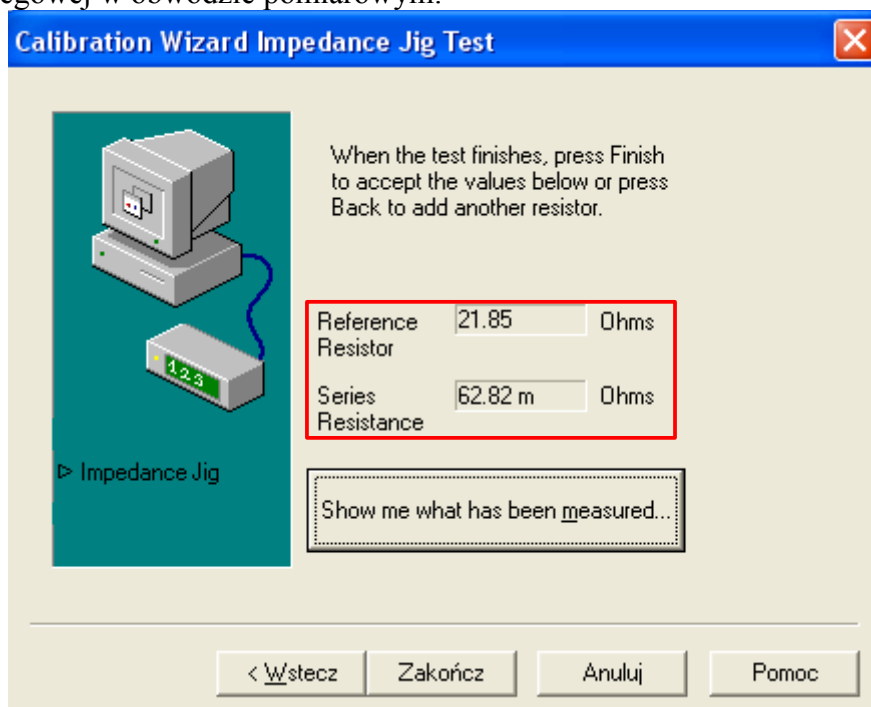
W otworzonym oknie klikamy Dalej:



Następnie podłączamy do wyjść POWER OUT rezystor o wartości 11 omów (połączone równolegle rezystory 22 omy), wpisujemy wartość 11 w pole Resistor Value i klikamy Dalej:



Następnie powtarzamy czynność dla wartości 44 omy (połączone szeregowo rezystory 22 omy). W rezultacie otrzymujemy wynik pomiaru rezystora referencyjnego oraz zmierzoną wartość rezystancji szeregowej w obwodzie pomiarowym:

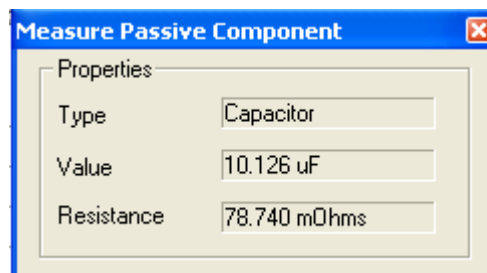


Wartość rezystora referencyjnego powinna się zawierać w zakresie 22 omów $\pm 1\%$ a wartość rezystancji szeregowej powinna być mniejsza niż 100 miliomów.

W celu weryfikacji poprawności kalibracji należy zmierzyć wartości elementów pasywnych wybranych przez prowadzącego. W tym celu należy podpiąć mierzony element do gniazd POWER OUT oraz z paska menu wybrać: Measure \rightarrow Passive component:



Program sam rozpozna typ podłączonego elementu oraz poda jego wartość w odpowiednich jednostkach:



Jeśli wyniki są zgodne z wartościami podanymi przez producenta z zakładaną dokładnością co do wartości to należy uznać, że system został skalibrowany prawidłowo.

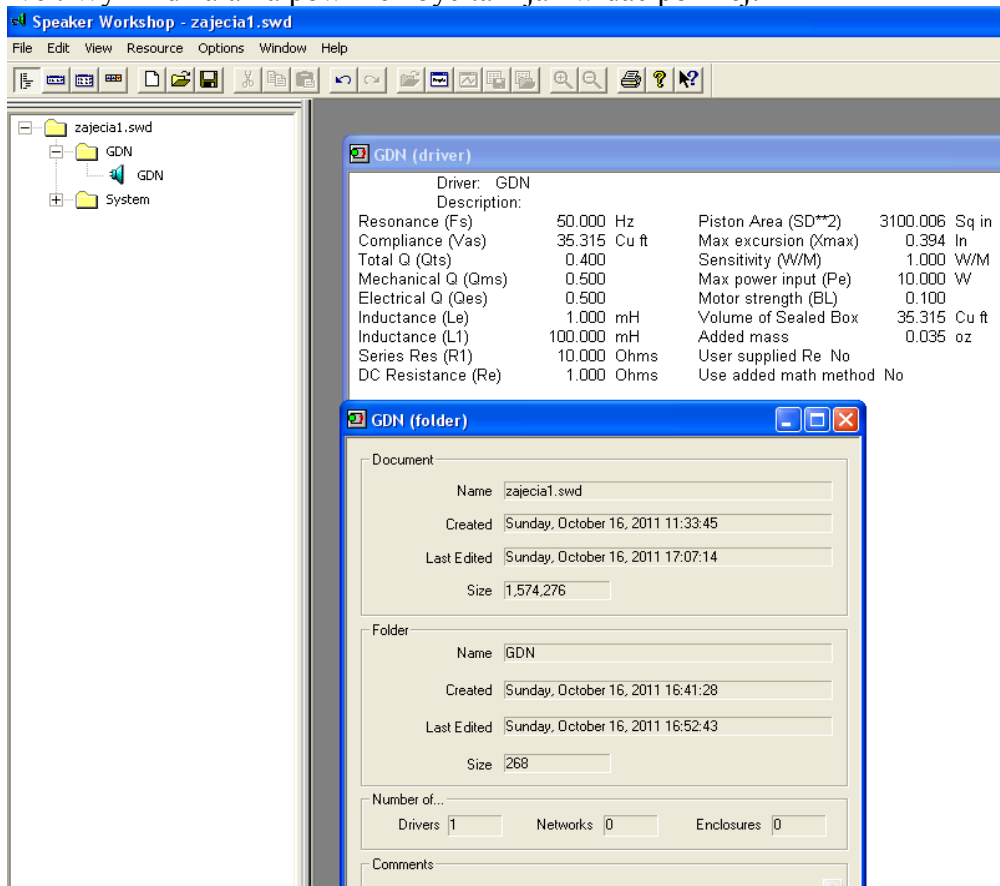
Wartości elementów podane przez producenta oraz zmierzone zanotować i porównać, zanotować typ elementu. Opisać wnioski.

C. Przykładowe pomiary

1. Pomiar impedancji głośnika free air

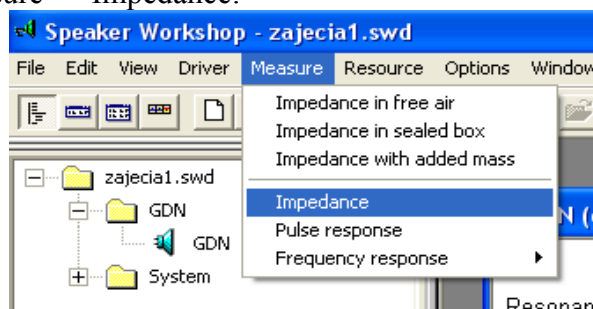
- Należy ustawić System pomiarowy w tryb pomiaru impedancji (wciśnięty przycisk). Następnie należy podłączyć głośnik niskotonowy do gniazd POWER OUT zgodnie z oznaczeniami (czerwony do czerwonego, czarny do czarnego).

- Następnie należy stworzyć katalog głośnika oraz plik głośnika w programie Speaker Workshop. W tym celu w oknie drzewa plików klikamy PPM i w rozwiniętym menu wybieramy New → Folder i nazywamy go. Następnie analogicznie tworzymy nowy głośnik wybierając w rozwijanym menu New → Driver. Wynik działania powinien być taki jak widać poniżej:



- Następnie przy otworzonych tylnych drzwiczkach w obudowie dokonujemy pomiaru impedancji w warunkach zbliżonych do pomiaru impedancji free air (bez obudowy).

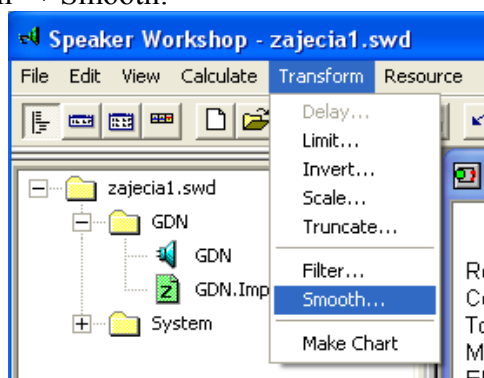
Aby wykonać pomiar impedancji należy uaktywnić okno z parametrami głośnika, a następnie w pasku menu wybrać: Measure → Impedance:



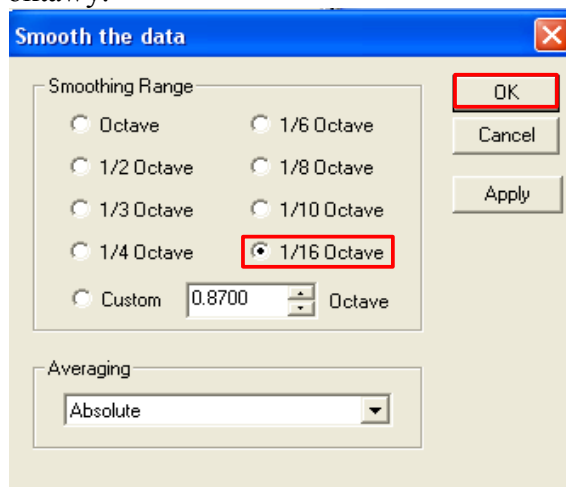
W oknie drzewa plików powstał plik nadana_nazwa.Impedance:



Po dwukrotnym kliknięciu na plik otworzy się wykres. Należy go odpowiednio wyskalować, oraz wykorzystując menu Transform → Smooth:



wygładzić pomiar, np. 1/16 oktawy:



Wykonać wygładzenie dla innych wartości wygładzania. **Jak zmienia się wykres? Jaki parametr ukazuje pik na wykresie?**

2. Pomiar impedancji głośnika obudowie typu bass reflex (założony jeden port bass reflex).

Pomiar impedancji należy powtórzyć przy zamkniętej obudowie, uprzednio zmieniając nazwę pliku poprzednio wykonanego pomiaru aby go nie nadpisać.

3. Pomiar impedancji głośnika obudowie zamkniętej.

Pomiar impedancji należy powtórzyć przy zamkniętej obudowie i zasłoniętym porcie bas reflex, uprzednio zmieniając nazwę pliku poprzednio wykonanego pomiaru aby go nie nadpisać.

Wyświetlić trzy wykresy pomiaru impedancji głośnika w oknie wykresów, tak samo wyskalować.
Czym różnią się wykresy? Jakich można wysnuć zależności?

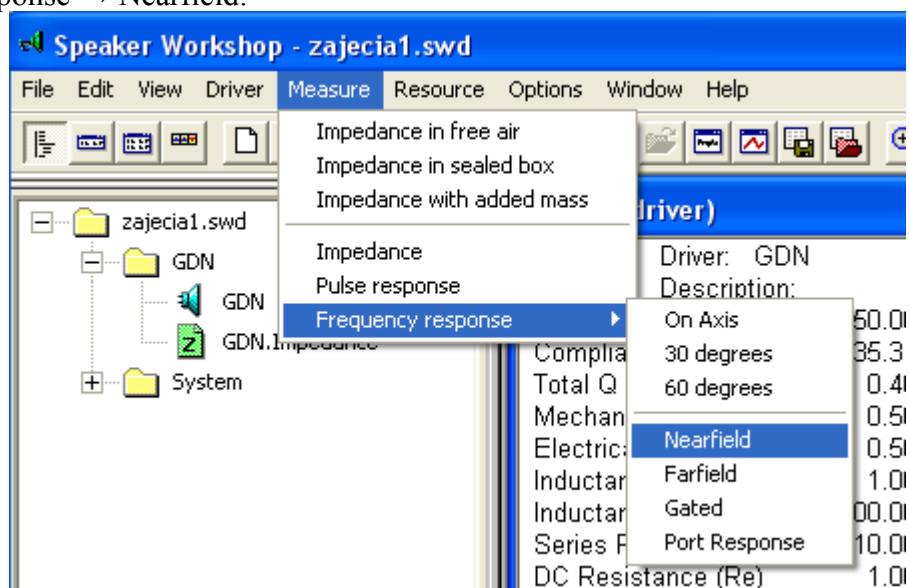
4. Pomiar bliskiego pola głośnika (nearfield).

W celu wykonania pomiarów w polu bliskim należy podłączyć mikrofon do gniazda MIC IN na froncie Systemu pomiarowego, który musi być ustawiony w tryb pomiaru odpowiedzi częstotliwościowej (SPL) – przycisk wciśnięty. Potencjometry skrócone maksymalnie w lewo. Następnie ustawić kolumnę głośnikową z zamkniętymi tylnymi drzwiczkami tak aby front kolumny znajdował się równo z krawędzią biurka.

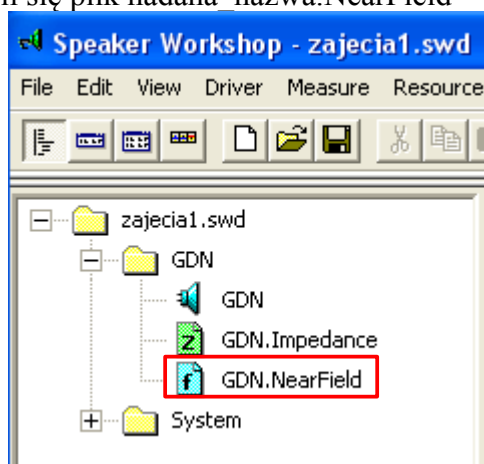
Mikrofon należy ustawić na wysokości środka membrany głośnika, w odległości ok 1 cm od membrany.



W programie zaznaczamy okno głośnika a następnie wybieramy w pasku menu Measure → Frequency response → Nearfield:



W oknie drzewa plików pojawił się plik nadana nazwa.NearField



Po dwukrotnym kliknięciu na plik otworzy się wykres. Należy go odpowiednio wyskalować, oraz wykorzystując menu Transform → Smooth wygładzić pomiar (np. 1/8 oktawy).

Następnie należy wykonać pomiar dalekiego pola (1m). W tym celu należy ustawić mikrofon w odległości ok 1 m od membrany oraz wykonać analogicznie pomiar, wybierając opcję pomiaru Farfield.



Oba wykresy umieścić w oknie wykresów. Wyskalować i wygładzić wg takich samych parametrów. **Czy wykresy się różnią? Jeśli tak to jakie mogą być tego przyczyny?**

Następnie wykonać pomiary farfield dla pięciu różnych ustawień wzmocnienia wzmacniacza mikrofonowego (wejściowego) oraz wzmacniacza głośnika (wyjściowego) w całym zakresie wzmocnienia. W czasie pomiarów obserwować diodę CLIP informującą o przesterowaniu. Wykresy umieścić w oknie wykresów. Wyskalować i wygładzić wg takich samych parametrów. Porównać pomiary farfield. Opisać wnioski.

W sprawozdaniu umieścić:

- wartość zastosowanej korekcji latencji wraz z odpowiednim zrzutem ekranu przed i po,
- zrzut ekranu z poprawnie ustawionymi poziomami z procesu kalibracji,
- zrzut ekranu z wartościami rezystora referencyjnego oraz rezystancji szeregowej w procesie kalibracji pomiaru impedancji,
- wyniki pomiarów elementów pasywnych, ich wartości podane przez producenta oraz wnioski dotyczące tego punktu,
- zrzut ekranu z trzema pomiarami impedancji wraz z wnioskami,
- zrzuty ekranu z pomiarów bliskiego i dalekiego pola wraz z wnioskami.

W sprawozdaniu, w odpowiednich miejscach powinny także znaleźć się odpowiedzi na pytania zawarte w instrukcji.