

PTU – ĆWICZENIE 2

KOMENTARZE

1. Przygotowanie do zajęć.

- a. Głównym zadaniem jest zmierzenie prędkości rozchodzenia się fal ultradźwiękowych w wcześniej wspomnianych próbkach. W razie zaobserwowania nieoczekiwanych lub ciekawych pomiarów czy efektów proszę ich nie ignorować, tylko (najlepiej) udokumentować je (np. zrobić zdjęcie wyświetlacza) i skonsultować z prowadzącym. W wielu wypadkach pomiary takie są doskonałym źródłem wniosków dotyczących natury fal ultradźwiękowych.
- b. Na zajęcia należy przygotować się ze skryptu Golanowki, Gudra „*Podstawy techniki ultradźwięków*”, rozdział 5, str. 41 - 50.
- c. Proponuję zabrać własny laptop (jeden na grupę wystarczy), żeby na bieżąco zapisywać wyniki – oszczędzi to Państwu ich przepisywania oraz ułatwi obliczenia i edycję.
- d. Na ćwiczenie należy **przynieść jedno lub dwa ugotowane na twardo jaja kurze**.

2. Zadania laboratoryjne:

- a. W pierwszej kolejności należy zmierzyć wymiary (długość, średnica) 12 próbek znajdujących się na stanowisku. Do tego celu należy użyć suwmiarki. Próbki wykonane są z czterech materiałów: aluminium, stal, mosiądz, pleksi. Należy zrobić tabelkę zawierającą pomiary.
- b. Głównym zadaniem jest zmierzenie prędkości rozchodzenia się fal ultradźwiękowych w wcześniej wspomnianych próbkach. W razie zaobserwowania nieoczekiwanych lub ciekawych pomiarów czy efektów proszę ich nie ignorować, tylko (najlepiej) udokumentować je (np. zrobić zdjęcie wyświetlacza) i skonsultować z prowadzącym. W wielu wypadkach pomiary takie są doskonałym źródłem wniosków dotyczących natury fal ultradźwiękowych.
- c. Przed przystąpieniem do pomiarów należy zapoznać się z instrukcją obsługi defektoskopu analogowego i cyfrowego w DODATKU A i B.
- d. Najpierw proszę zmierzyć wartość prędkości rozchodzenia się fal ultradźwiękowych w cylindrycznych próbkach.
 - i. Proszę zbadać wszystkie 12 próbek trzema głowicami ultradźwiękowymi (2MHz, 4MHz i 10MHz) dwoma defektoskopami (cyfrowym i analogowym).
 - ii. Nazwy głowic mówią o ich parametrach. Np. **2LN13** oznacza głowicę 2-megahercową (**2**), wysyłającą fale podłużne (**L**) pod kątem prostym (normalnym) do próbki (**N**), średnica przetwornika to 13 mm (**13**).
 - iii. Proszę pamiętać o zapewnieniu dobrego przejścia fal z głowicy do materiału – aby je zapewnić, należy nałożyć trochę wazeliny pomiędzy próbkę i głowicę.

- iv. Dla **defektoskopu analogowego** wyliczenie prędkości przebiega następująco:
- Na defektoskopie mamy ustawioną prędkość fali równą 5000m/s (pokrętło drugie). Należy przeliczyć skalę odległości (trzecie pokrętło) na skalę czasu. Podstawowy wzór na prędkość to $v = \frac{s}{t} \Rightarrow t = \frac{s}{v}$.
- Należy jednak pamiętać, że dla wygody użytkownika defektoskop dzieli drogę przebytą przez falę ultradźwiękową przez 2. Dla przykłady przeliczmy zakres 0,1m. Odpowiadający zakres czasu będzie równy $t = \frac{2 \cdot 0,1m}{5000m/s} = 40\mu s$. Należy pamiętać, że jest to zakres na cały ekran defektoskopu. Na ekranie mamy 10 większych podziałek dlatego na jedną z nich mamy $4\mu s$. Następnie należy odczytać z ekranu defektoskopu ile mamy działek od początku sygnału nadawanego (początek układu współrzędnych – „0”) do początku pierwszego sygnału odbitego od dna próbki. W kolejnym kroku mnożymy ilość działek przez podziałkę czasową w tym przykładzie przez $4\mu s$ otrzymują całkowity czas przejścia fali ultradźwiękowej od głowicy do dna próbki i z powrotem. Znając czas przejścia fali i wysokość próbki należy wyznaczyć prędkość fali w danej próbce. Należy jednak pamiętać, że mamy czas przejścia od głowicy do dna próbki i z powrotem dlatego do wyliczenia prędkości trzeba podzielić ten czas przez 2 i wziąć pojedynczą wysokość próbki. Można również nie przeliczać czasu tylko pomnożyć wysokość próbki razy 2. Na koniec należy skontrolować wynik prędkości z wartościami dla poszczególnych materiałów (aluminium, stal, mosiądz, pleksi) znajdującymi się w tabeli na stanowisku.
- v. Dla **defektoskopu cyfrowego** wyliczenie prędkości przebiega następująco:
- W tym przypadku należy zmierzyć trzy krotnie czas przejścia fali ultradźwiękowej od początku sygnału nadawanego do początku pierwszego sygnału odbitego. Będzie to czas przejścia fali od głowicy do dna próbki i z powrotem. Następnie wyliczamy średni czas i tak jak to było w przypadku defektoskopu analogowego wyliczamy prędkość fali ultradźwiękowej w danym materiale. W tym przypadku również trzeba pamiętać, że mamy czas przejścia od głowicy do dna próbki i z powrotem dlatego do wyliczenia prędkości trzeba podzielić ten czas przez 2 i wziąć pojedynczą wysokość próbki. Można również nie przeliczać czasu tylko pomnożyć wysokość próbki razy 2. Na koniec należy skontrolować wynik prędkości z wartościami dla poszczególnych materiałów (aluminium, stal, mosiądz, pleksi) znajdującymi się w tabeli na stanowisku.
- vi. Warto, abyście Państwo podzielili się na dwie grupy z której jedna będzie wykonywać pomiary na defektoskopie analogowym, a druga w tym samym czasie będzie przeprowadzać pomiary na defektoskopie cyfrowym.
- e. Następnie proszę zmierzyć prędkość rozchodzenia się fal ultradźwiękowych w białku i żółtku ugotowanego jaja kurzego.
- i. Najpierw należy obrać jajko ze skorupki.

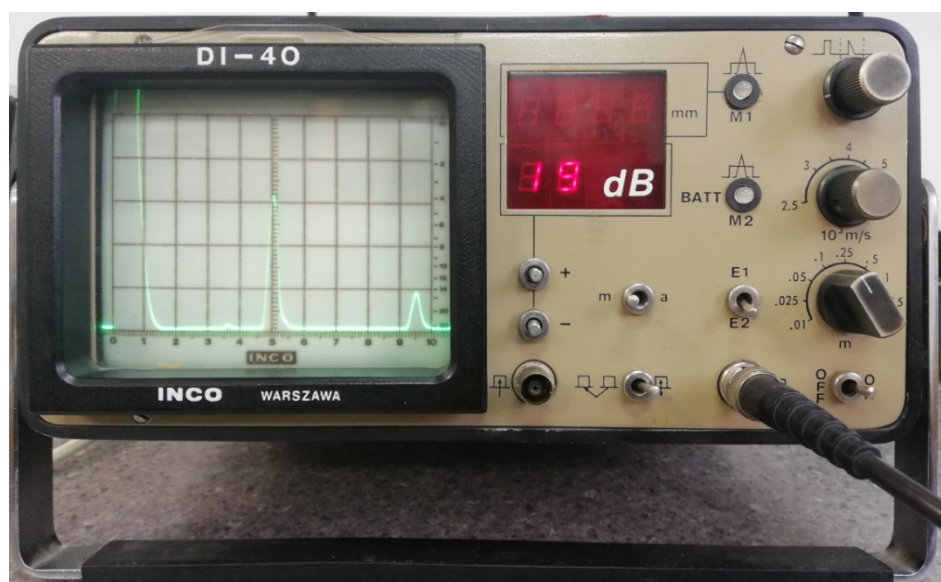
- ii. Należy zacząć od pomiarów w białku, a następnie przejść do żółtka.
- iii. Jest na to kilka metod, proszę opracować plan przeprowadzenia pomiarów i (najlepiej) skonsultować go z prowadzącym.
- f. Na końcu należy zmierzyć prędkość fali ultradźwiękowej w wodzie.
 - i. Do tego celu należy zmierzyć czas przejścia fali ultradźwiękowej od dna słoika wypełnionego wodą dostępnego na stanowisku laboratoryjnym za pomocą defektoskopu cyfrowego (głowica 2MHz).
 - ii. Tutaj też proszę opracować plan (i skonsultować go z prowadzącym) dokładnego pomiaru odległości pomiędzy głowicą, a dnem słoika które jest wypukłe.
 - iii. Dodatkowo należy wyliczyć prędkość fali w wodzie za pomocą wzoru Marczaka. Do tego celu należy zmierzyć temperaturę wody. Prędkość ta posłuży jako wartość odniesienia do wyliczenia błędu pomiaru.

3. Sprawozdanie. W sprawozdaniu muszą znaleźć się takie elementy jak:

- a. Cel ćwiczenia.
- b. Tabel z pomiarami wymiarów badanych próbek z aluminium, stali, mosiądzu i pleksi.
- c. Opis metody pomiaru prędkości fali ultradźwiękowej dla metody analogowej i cyfrowej z jednym przykładowym przeliczeniem wartości.
- d. Wyznaczenie dla każdego pomiaru dwóch błędów:
 - i. Pierwszy to błąd względny i bezwzględny liczony w klasyczny sposób (wartość pomiarowa minus wartość odniesienia – tabela z prędkościami w materiałach). Ten błąd zawiera błąd ludzki.
 - ii. Drugi błąd jest liczony z różniczki zupełnej. Ten błąd mówi o niepewności samej metody i to na podstawie tych wyliczeń należy wysnuwać wnioski. Do obliczenia tego błędu należy mieć niepewność pomiaru czasu i odległości. Jeżeli chodzi o niepewność pomiaru odległości (drogi jaką przebyła fala ultradźwiękowa) to jest równa 0.1mm (niepewność suwmiarki). Niepewność pomiaru czasu to dla metody analogowej 0,01 raza zakres pomiarowy. Dla metody cyfrowej to odchylenie standardowe w momencie kiedy trzy kolejne pomiary różnią się od siebie lub czas próbkowania karty defektoskopowej (1/72MHz). Ten błąd należy również przeliczyć na procenty.
- e. Wyznaczenie dla pomiarów próbek walcowych granicy pola bliskiego dla różnych głowic.
- f. Opis metody, wyniki i błędy pomiaru prędkości fali ultradźwiękowej w ugotowanym białku i żółtku.
- g. Opis metody, wyniki i błędy pomiaru prędkości fali ultradźwiękowej w wodzie.
- h. Wnioski. We wnioskach należy się skupić na porównaniu pomiarów i błędów pomiarowy pomiędzy:
 - i. metodą analogową i cyfrową,
 - ii. trzema głowicami wykorzystanymi do eksperymentu (2MHz, 4MHz i 10MHz),
 - iii. czterema materiałami – stal, aluminium, mosiądz, pleksi,

- iv. trzema wymiarami próbek walcowych: cienka niska, szeroka wyższa, cienka najwyższa.
- i. Pytania na które warto odpowiedzieć ze względu na wnioski.
 - i. Jakie są różnice w metodzie pomiaru defektoskopem analogowym i cyfrowym oraz jak wpływają one na dokładność pomiaru?
 - ii. Głowica o jakiej częstotliwości będzie dokładniejsza ze względu na metodę pomiaru początku sygnału w metodzie analogowej (stały poziom odczytu) czy metodzie cyfrowej (poziom wyznaczony procentowo do amplitudy sygnału)?
 - iii. Jaki parametr badanych materiałów ma znaczący wpływ na dokładność pomiarów.
 - iv. Skąd biorą się dodatkowe echa we wskazaniach defektoskopu? Jaki jest wpływ zasięgu pola bliskiego/dalekiego na uzyskane wyniki.

DODATEK A. Defektoskop analogowy.



UWAGA: Proszę **nie podłączać i nie zmieniać** głowic, kiedy defektoskop jest **WŁĄCZONY!** (ryzyko porażenia – kilkaset V). Dodatkowo nie wolno w czasie zapoznawania się z defektoskopem przestawiać pokręteł od prędkości fali ultradźwiękowej (drugie pokrętko od góry po prawej stronie).

1. Przyciski +/- zmieniają wzmocnienie defektoskopu (którego wartość pokazywana jest na czerwonym wyświetlaczu). Należy je regulować tak, aby wyraźnie zobaczyć nieprzesterowane echa (dochodzące do ok. $\frac{3}{4}$ skali pionowej). Wartość wzmocnienia można zapisać – na jej podstawie można wyciągnąć wnioski dotyczące tłumienia sygnałów w materiale.



2. Po prawej górnej stronie płyty czołowej defektoskopu znajdują się trzy pokrętki. Są to (od góry):

a. Przesunięcie sygnału w osi poziomej na wyświetlaczu. Ważne, żeby początek pierwszego sygnału umieścić na zerze skali, bo inaczej nie można przeprowadzić miarodajnych pomiarów czasu przejścia. Uwaga: Przy zmianie



zakresu należy kontrolować czy początek sygnału nadawanego nadal znajduje się w zerze.

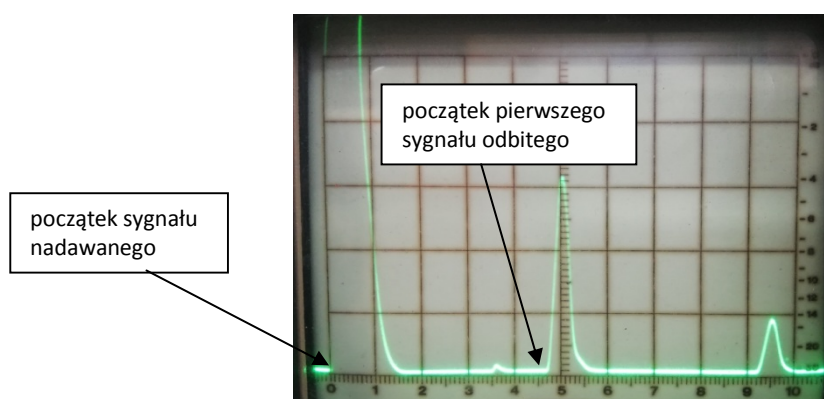


- b. Prędkość fali w materiale. Jej wartość umożliwia obliczenie czasu przejścia (defektoskop naturalnie mierzy właśnie ten czas, ale jego układy dzielą go przez dwa i skalują przez ustawioną prędkość, aby uzyskać odległość – w obliczeniach do tego ćwiczenia odwracają Państwo ten proces). Prędkość ustawiona jest na wartość 5000 m/s. **Uwaga: Proszę nie ruszać tego pokrętkła w czasie wykonywania ćwiczenia.** Gdyby jednak chcieli Państwo sprawdzić dokładność kalibracji, można to uczynić na zapewnionym wzorcu, którego czas przejścia wynosi $2\mu\text{s}$.



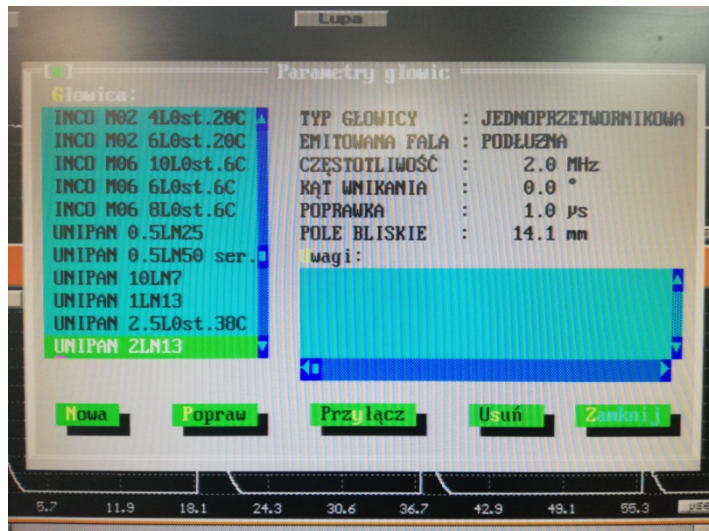
- c. Zasięg osi X (w metrach). Jest to odległość, która odpowiada całej skali X (całemu ekranowi defektoskopu). Np. zakres .1 oznacza 0,1m na cały ekran defektoskopu

3. Pomiar przeprowadza się zawsze od początku sygnału wysłanego do początku pierwszego sygnału odbitego. Trzeba zapisać prędkość fali ustawioną na defektoskopie (5000 m/s) i skalę osi X (trzecie pokrętkło) – w przeciwnym razie obliczenie czasu przejścia fal przez materiał będzie niemożliwe.

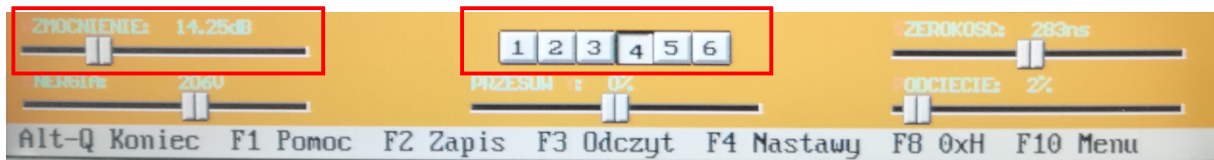


DODATEK B. Defektoskop cyfrowy

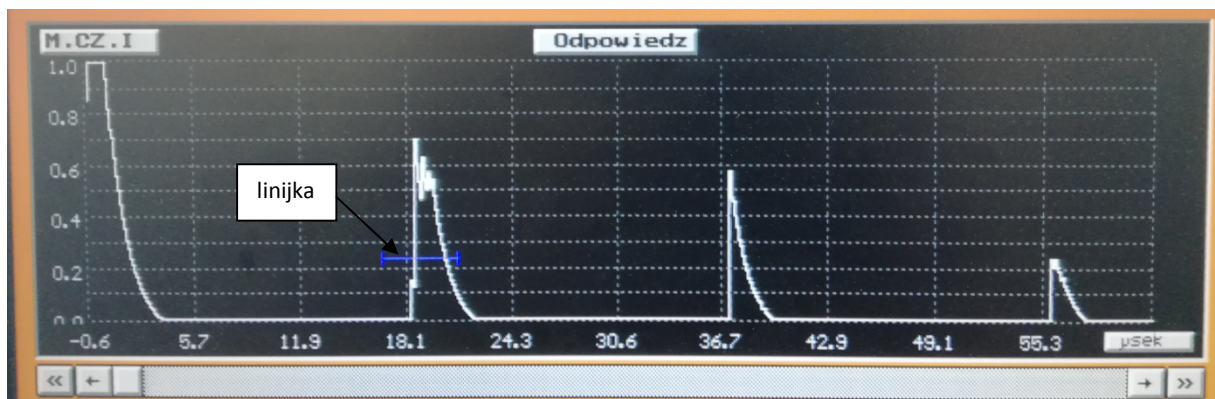
1. Przed przeprowadzeniem pomiaru należy wprowadzić rodzaj głowicy, za pomocą której pomiar będzie przeprowadzany – z górnej wstęgi wybrać Katalogi, a następnie Katalogi głowic i wybrać głowicę o odpowiednim oznaczeniu. Na końcu kliknąć Przyłącz. **Uwaga: Nie wolno przyciskać innych opcji.**

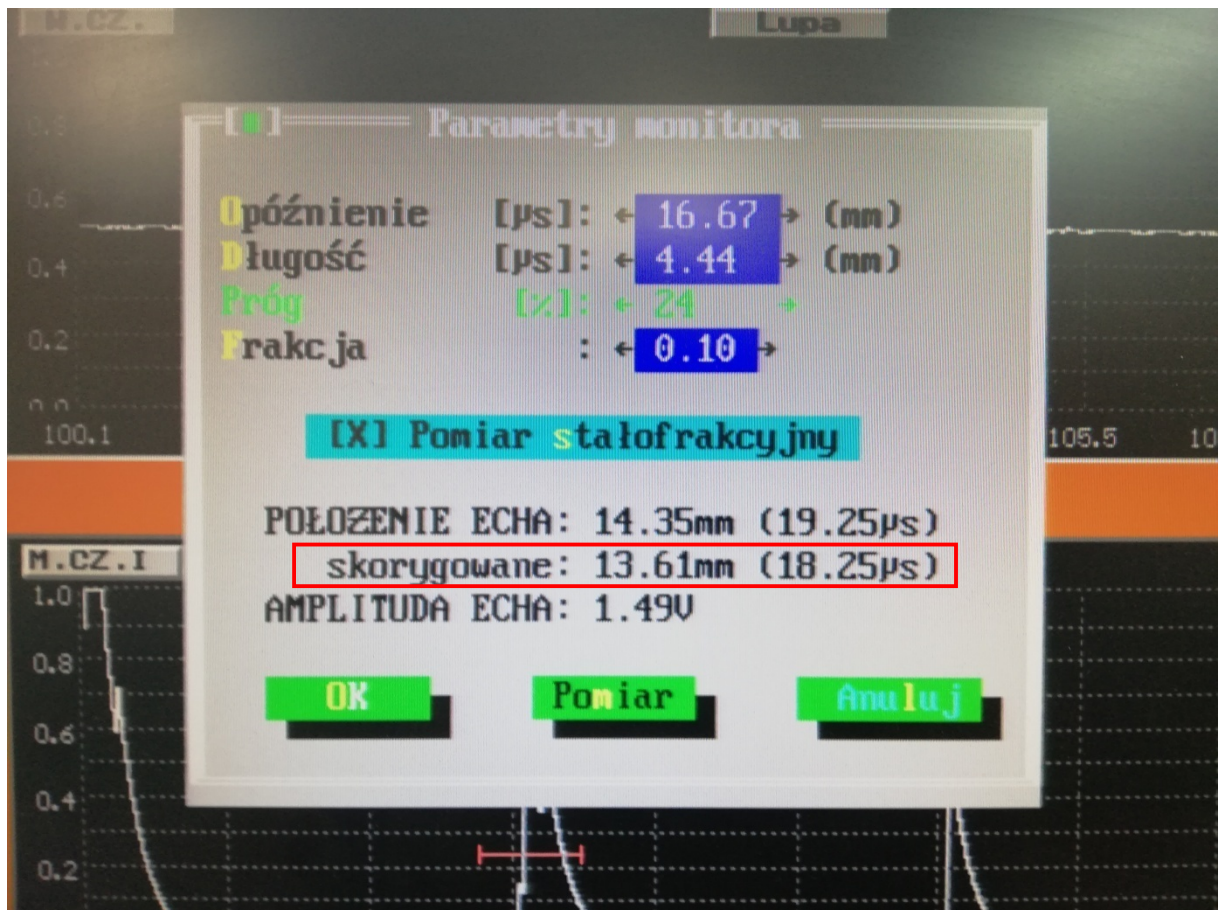


2. Analogicznie do defektoskopu analogowego, należy wyregulować wzmacnienie suwakiem pod wykresem oraz zakres odległości pokazywany na ekranie oznaczony jedną z liczb od 1 do 6.



3. Defektoskop cyfrowy mierzy bezpośrednio czas przejścia przez próbkę. Aby odczytać jego wartość, należy ustawić poziomy kursor (niebieska linijka) tak, aby mierzony sygnał przecinał jego początek, a następnie kliknąć na tę linijkę i nacisnąć przycisk pomiar. Zapisać proszę skorygowaną wartość czasu. Gdyby linijka nie była widoczna na ekranie należy przycisnąć `Ctrl + m`.





4. Niepewność pomiaru wyznaczyć można z częstotliwości próbkowania karty defektoskopowej (72 MHz). Niepewność to czas próbkowania karty.
5. W razie wystąpienia problemów proszę skonsultować się z prowadzącym. Można też wyłączyć (Alt-Q) i włączyć ponownie program. Proszę nie zapomnieć o konieczności ponownego wybrania głowicy z katalogu!