

## SONDA ULTRADŹWIĘKOWA

### Aparatura

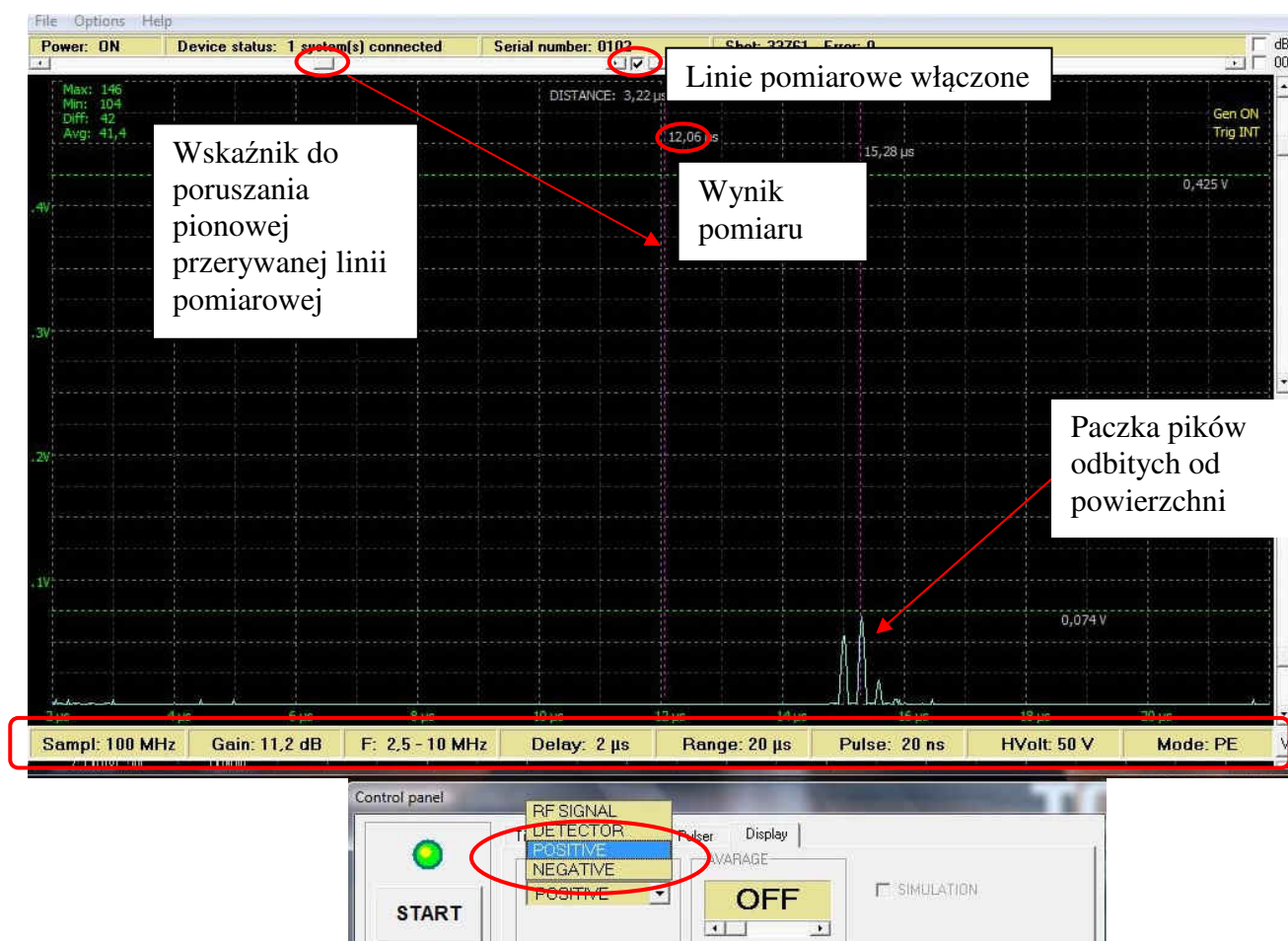
Układ skanujący z ultradźwiękową głowicą nadawczo-odbiorczą, komputer wraz z programem sterującym wcześniej wymienionym układem. Defektoskop, dwa pryzmaty, pleksi, sonda (2,6 MHz).

### Przebieg ćwiczenia

#### *Część B*

Celem tej części doświadczenia jest pomiar czasu powrotu impulsu fali ultradźwiękowej by na tej podstawie móc obliczyć prędkość fali ultradźwiękowej w danym materiale oraz określić umiejscowienie otworów w szkle organicznym.

1. Uruchomić program VSystem, a następnie włączyć rejestrację za pomocą przycisku „start”.
2. Sprawdzić czy są ustawione odpowiednie parametry takie jak zostały zaznaczone na poniższym zdjęciu w czerwonej poziomej ramce.

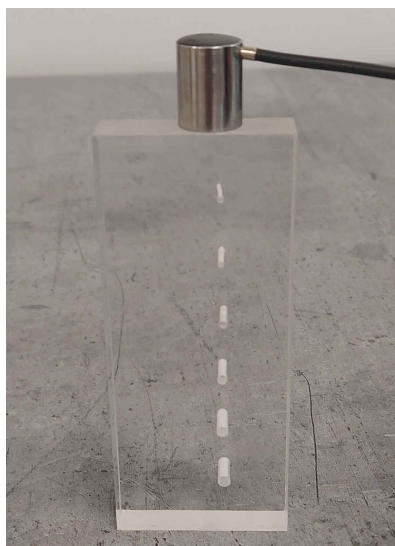


3. Za pomocą suwmiarki zmierzyć wysokości brył otrzymanych od prowadzącego:
  - BRYŁA OZNACZONA NUMEREM 1 wykonana jest ze szkła organicznego (pleksi),

- BRYŁA OZNACZONA NUMEREM 2 wykonana jest szkła ołowiowego typu flint,
- BRYŁA OZNACZONA NUMEREM 3 wykonana jest ze szkła potasowego typu crown.

Wyniki pomiaru należy wpisać do odpowiedniego miejsca w formularzu zaliczeniowym.

4. Nałożyć żel na jedną ścianę analizowanej bryły. Następnie przyłożyć głowicę ultradźwiękową i odczytać z ekranu czas powrotu wiązki, w jej maksimum (czas powrotu jest to czas w którym sygnał porusza się w obie strony).
5. Procedurę należy powtórzyć dla wszystkich otrzymanych brył.
6. Obliczyć prędkości rozchodzenia się fal dźwiękowych w analizowanych materiałach. W którym materiale dźwięk rozchodzi się najszybciej a w którym najwolniej?



7. W dalszej części doświadczenia, za pomocą tej samej sondy USG, należy zmierzyć odległości pomiędzy poszczególnymi otworami a powierzchnią fantomu (patrz zdjęcie obok). W celu łatwiejszego znalezienia sygnału echa, ustawić Delay na wartość 7  $\mu\text{s}$ , Gain na 40 dB oraz Range na 60  $\mu\text{s}$ . W obliczeniach uwzględnić prędkość dźwięku w pleksi otrzymaną we wcześniejszym pomiarze. Jeśli dla kolejnego otworu nie zaobserwowano powrotu echa, wpisać w odpowiednim miejscu tabeli kreskę.

8. Określić do ilu otworów od powierzchni fantomu można zmierzyć odległość stosując wykorzystywaną sondę 2.6 MHz. Wyjaśnij dlaczego amplituda echa maleje wraz ze wzrostem głębokości umiejscowienia otworu i dlaczego nie widzimy echa od dalszych otworów?

### **Część A - kontynuacja**

Po zakończeniu przeszukiwania, w pamięci komputera znajduje się lista wszystkich zastosowanych położeń głowicy (bezwymiarowe  $x$  i  $y$ ) wraz z odpowiadającym im czasem powrotu echa  $t$  (w mikrosekundach). Dowolna pozycja z tej listy,  $(x, y, t)$ , może być wyświetlona po prawej stronie wykresu, odpowiednio w okienkach „*Położenie x*”, „*Położenie y*” oraz „*Czas powrotu*”. W celu wyświetlenia czasu powrotu dla wybranego położenia głowicy, a więc dla wybranych współrzędnych  $x$  oraz  $y$ , nakierować czerwony kursor (punkt przecięcia dwóch czerwonych linii) na odpowiednie miejsce na wykresie. Położenie tego kursora zmieniamy za pomocą klawiszy ( $\leftarrow$ ), ( $\uparrow$ ), ( $\rightarrow$ ) oraz ( $\downarrow$ ) na klawiaturze.

#### **Sposób przedstawienia i kontrola wyników:**

1. Zmieniając współrzędne  $x$  i  $y$  zastosowanych położeń głowicy oraz obserwując wyświetlany jednocześnie na ekranie czas powrotu echa, znaleźć czas maksymalny (wiązka ultradźwiękowa odbija się od podłoża skrzyni z badanym obiektem). Wpisać znaleziony maksymalny czas powrotu do Tab. I. i następnie wyznaczyć z równania  $S = \frac{vt}{2}$  odległość głowica-podłoże. W obliczeniach przyjąć, że prędkość ultradźwięków w powietrzu wynosi 330 m/s.

**Uwaga: Drobne różnice (rzędu kilku procent) występujące w zbiorze obejmującym wyznaczone czasy powrotu wiązki odbitej od określonej powierzchni, są efektem błędu pomiarowego i nie świadczą o „nierówności” danej powierzchni odbijającej ultradźwięki.**

2. W celu znalezienia położenia i rozmiarów trzech znajdujących się w skrzyni prostopadłościanów zmieniać współrzędne  $x$  i  $y$  zarejestrowanych położeń głowicy, obserwując jednocześnie uważnie czas powrotu echa. Gdy czas ten zmienia się **istotnie** (tzn. o kilkadziesiąt lub więcej mikrosekund), przekroczona została granica podłoże-prostopadłościan, prostopadłościan-podłoże albo granica pomiędzy dwoma prostopadłościanami (należy przypomnieć, że mogą one być ustawione „jeden na drugim”). Jest

rzeczą oczywistą, że **zbiór punktów granicznych o bardzo zbliżonych (tj. różniących się o nie więcej niż kilka procent) czasach powrotu obrazuje krawędzie górnej powierzchni prostopadłościanu**. Rozmiary uzyskanego obrazu odpowiadają rzeczywistym rozmiarom górnej powierzchni prostopadłościanu, natomiast czas powrotu echa pozwala ustalić odległość tej powierzchni od głowicy. Punkty graniczne o bardzo zbliżonych czasach powrotu zaznaczamy na ekranie przy użyciu klawisza „**Enter**” aż do momentu zamknięcia konturu. Skasowania (wszystkich!) tak dokonanych zaznaczeń dokonujemy klawiszem „**Escape**”. Do Tab. II wpisujemy wymienione poniżej parametry:

- zmierzony czas powrotu echa (z dokładnością do 1 mikrosekundy)
- wyznaczoną z równania z punktu 1 odległość głowica-górna powierzchnia prostopadłościanu
- rzeczywistą długość ( $\Delta X_{rzecz}$ ) oraz rzeczywistą szerokość ( $\Delta Y_{rzecz}$ ) górnej ściany prostopadłościanu. Wyznaczamy je z równań  $\Delta X_{rzecz} = \Delta X \cdot d$  oraz  $\Delta Y_{rzecz} = \Delta Y \cdot d$ , gdzie  $\Delta X$  oraz  $\Delta Y$  są długościami odpowiednich boków w obrazie ultradźwiękowym, natomiast  $d$  jest długością kroku głowicy, wynoszącą 2 mm. Przypomnijmy, że oś X odpowiada dłuższemu bokowi skrzyni z badanym układem.

**Uwaga:** Dla zwiększenia dokładności wyznaczania  $\Delta X_{rzecz}$  i  $\Delta Y_{rzecz}$  wykorzystać możemy znajomość natury opisanego w części teoretycznej artefaktu obrazu (*beam width artifact*).

- rzeczywiste położenie tego wierzchołka prostopadłościanu, który **leży najbliżej** punktu o współrzędnych  $X = 1$ ,  $Y = 1$ . Przeliczamy współrzędne obrazu na współrzędne rzeczywiste, tzn.  $X_{o,rzecz} = X_o \cdot d$  oraz  $Y_{o,rzecz} = \Delta Y_o \cdot d$ , gdzie punkt  $(X_o, Y_o)$  określa położenie wierzchołka w obrazie ultradźwiękowym.
- Dysponując odległościami górnych ścian wszystkich prostopadłościanów od głowicy, obliczyć wysokości tych prostopadłościanów (rozumiane jako długości ich krawędzi prostopadłych do podłoża) i wpisać je odpowiednio do Tab. II.

3. Na podstawie zebranych danych narysować badany obszar, w skali 1:1, na papierze milimetrowym: w rzucie xy (w płaszczyźnie skanowania), w rzucie xz (w płaszczyźnie przedniej ściany skanera) oraz w rzucie yz (w płaszczyźnie bocznej prawej ściany skanera).
4. Nacisnąć przycisk „zobacz”. Pojawi się okienko dialogowe informujące o potrzebie wpisania hasła. Po wpisaniu hasła przez prowadzącego zajęcia i zatwierdzeniu go odpowiednim przyciskiem, na wykresie pojawi się obraz badanego układu w płaszczyźnie xy. Porównać ten obraz z tym uzyskanym w ćwiczeniu. Następnie wykorzystać, jak w przypadku skanu demonstracyjnego, opcję „**Wykres 3D**”.
5. Poprosić prowadzącego o odsłonięcie skanowanego obszaru. Porównać otrzymany w skanowaniu obraz z układem rzeczywistym.
6. Wyłączyć układ skanujący i zasilacz. Zamknąć program pomiarowy, a następnie wyłączyć komputer.

### **Wymagane wiadomości teoretyczne**

1. Ultradźwięk jako fala mechaniczna. Długość, częstotliwość i prędkość rozchodzenia się fali ultradźwiękowej.
2. Współczynnik odbicia, opór akustyczny i równania Fresnela.
3. Echolokacja impulsowa jako metoda umożliwiająca lokalizację przestrzenną elementów anatomicznych w obrazowaniu ultrasonograficznym. Osiowa zdolność rozdzielcza i jej zależność od częstotliwości ultradźwięku.
4. Ultrasonograficzne prezentacje A i B.
5. Artefakty obrazu USG.

### **Literatura**

1. S. Mięgisz i A. Hendrich, „Zastosowanie ultradźwięków w medycynie, w: Wybrane zagadnienia z biofizyki”, Volumed, 1998.
2. E. Merz, „Diagnostyka ultrasonograficzna w ginekologii i położnictwie”, Urban&Partner, 1999, (roz. 2).

<b>Uniwersytet Medyczny we Wrocławiu Katedra i Zakład Biofizyki i Neurobiologii</b>	<b>Ćwiczenie 34</b> <b>Sonda ultradźwiękowa</b>	
	..... ..... ..... Imiona i nazwiska studentów	Wydział: ..... nr grupy: ..... Data: .....
Ocena:	Podpis prowadzącego ćwiczenia	

Nazwa przedmiotu	Wysokość [mm]	Czas powrotu [μs]	Prędkość [m/s]
(1) Szkło organiczne (pleksi)			
(2) Szkło ołowiowe typu flint			
(3) Szkło potasowe typu crown			

	Otwór I	Otwór II	Otwór III	Otwór IV	Otwór V
Czas powrotu echa [μs]					
Odległość danego otworu od powierzchni bryły [mm]					

Dlaczego amplituda echa maleje wraz ze wzrostem głębokości umiejscowienia otworu i dlaczego nie widzimy echa od dalszych otworów?

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....