



Fundusze Europejskie
dla Rozwoju Społecznego



Rzeczpospolita
Polska

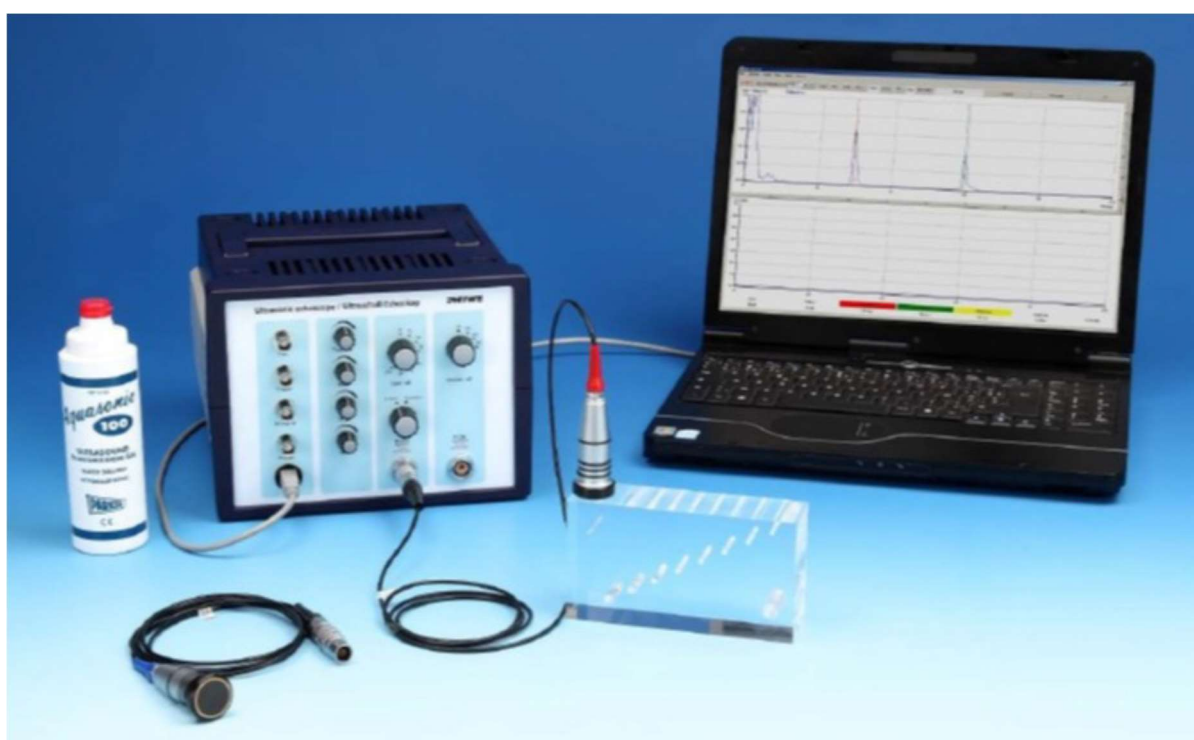
Dofinansowane przez
Unię Europejską



	Nr projektu	FERS.01.05-IP.08-0335/23
	Tytuł projektu	„STUDENCI HIPOKRATESA- kompleksowy program utworzenia i wdrożenia kierunku lekarskiego na Politechnice Bydgoskiej”
	Beneficjent:	Politechnika Bydgoska im. Jana i Jędrzeja Śniadeckich

Ćwiczenie nr 11

Echografia ultradźwiękowa (A-Scan)



**POLITECHNIKA
BYDGOSKA**
im. Jana i Jędrzeja Śniadeckich



**POLITECHNIKA
BYDGOSKA**
Wydział Technologii
i Inżynierii Chemicznej



**POLITECHNIKA
BYDGOSKA**
Wydział Medyczny

PRACOWNIA BIOFIZYKI



Fundusze Europejskie
dla Rozwoju Społecznego



Rzeczpospolita
Polska

Dofinansowane przez
Unię Europejską



Wstęp

A-skan (skrótowe od ang. Amplitude scan – skan amplitudowy) to rutynowy rodzaj testu diagnostycznego stosowanego w optometrii lub okulistyce. A-skan dostarcza danych o długości oka, która jest kluczowym czynnikiem w powszechnych zaburzeniach wzroku. Najczęstsze zastosowanie A-skana polega na określaniu długości oka w celu obliczenia mocy soczewek wewnątrzgałkowych.

Ultradźwięki to fale dźwiękowe o częstotliwościach wyższych niż słyszalne dla ludzi (>20 000 Hz). Obraz ultradźwiękowy, znany również jako sonogram, powstaje poprzez wysyłanie impulsów ultradźwiękowych w tkanki za pomocą sondy. Impulsy ultradźwiękowe odbijają się od tkanek o różnych właściwościach refleksyjnych, a ich echo jest rejestrowane i wyświetlane jako obraz. Fala ultradźwiękowa wysłana w próbce odbija się od nieciągłości (defektów, pęknięć). Na podstawie relacji między czasem przelotu tych echa ultradźwiękowego a prędkością dźwięku można obliczyć odległość między przetwornikiem ultradźwiękowym a defektem (reflektorem). Pozycję i rozmiar tych defektów można określić, mierząc z różnych kierunków.

Ultrasonografia (znana także jako sonografia) stała się jedną z najważniejszych metod diagnostycznych w medycynie oraz w nieniszczących badaniach materiałów (NDT). Istnieje niezliczona ilość urządzeń ultradźwiękowych przeznaczonych do różnych zastosowań. Wszystkie działają na tych samych podstawowych zasadach, emitując falę mechaniczną, której odbicie jest rejestrowane w echogramie.

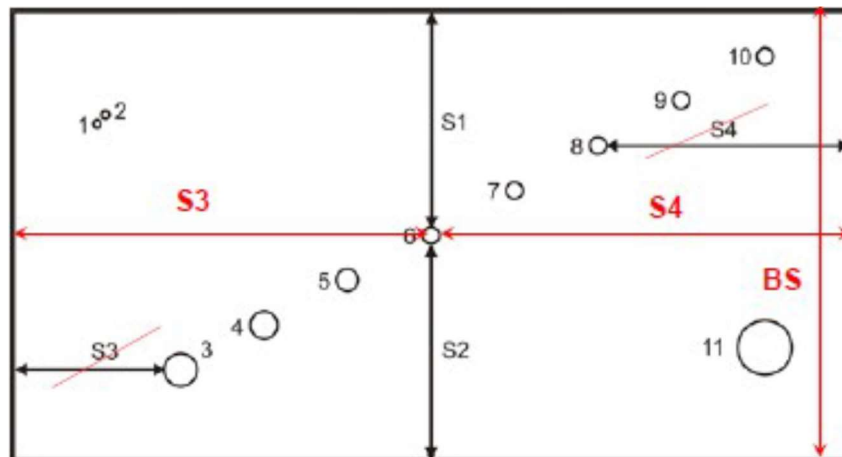
Korzystając z echoskopu ultradźwiękowego, sonda ultradźwiękowa sprzężona z medium poddawany badaniu jest wzbudzana krótkim impulsem. Emitowana fala ultradźwiękowa odbija się od niejednorodności impedancji akustycznej, a to odbicie jest wykrywane przez tę samą przetwornik. Czas przelotu (t) pomiędzy początkiem impulsu w nadajniku a pojawieniem się echa jest powiązany z prędkością dźwięku (c) w medium oraz odległością (s) defektu od sondy ultradźwiękowej w następujący sposób:

$$c = \frac{2s}{t}. \quad (1)$$

(To równanie uwzględnia fakt, że echo musi przebyć drogę w obie strony).

Uwaga: Zmierzony czas jest skorygowany o opóźnienie sondy.

Znając prędkość dźwięku w badanym materiale, odległość defektu można bezpośrednio określić na podstawie czasu przelotu. Amplituda echa ultradźwiękowego zależy od tłumienia materiału pomiędzy sondą a defektem, różnicy impedancji między materiałem a defektem, a także od kształtu i orientacji defektu.



Rysunek 1 Schemat bloku pomiarowego z otworami i zaznaczonymi odległościami do zmiernia

Z zmierzonych odległości (rys. 1) rozmiar otworu oblicza się według wzoru:

$$d_s = Echo = \frac{BS}{2} \quad (2)$$

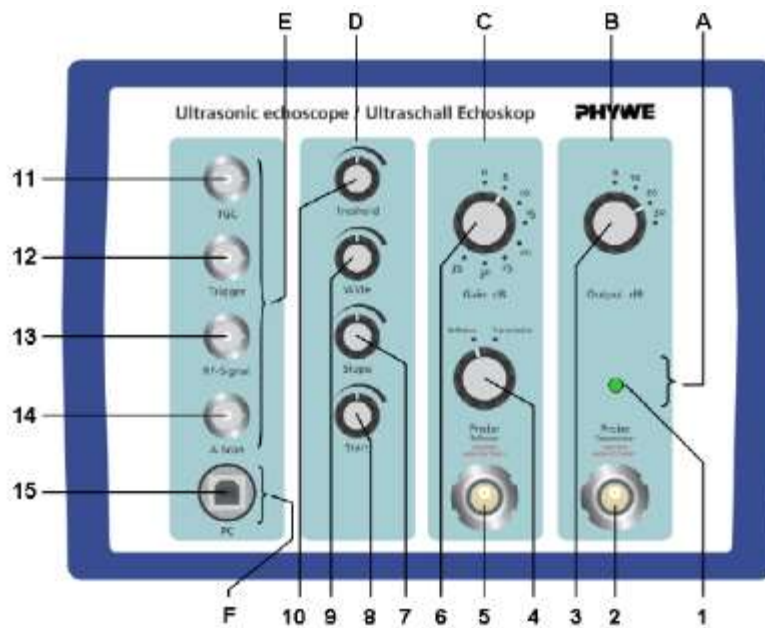
gdzie BS to rozmiar bloku przedstawiony na Rysunku 1.

Zadania

- Pomiar rozmiaru obiektu przy pomocy metody czasu przelotu.
- Pomiar prędkości dźwięku.
- Pomiar położenia i wielkości defektów przy pomocy oprogramowania Measure Ultraecho pod różnymi kątami oraz porównanie ich z mechanicznymi pomiarami.

Sprzęt

1. Echoskop ultradźwiękowy PHYWE
2. Sondy ultradźwiękowe: 1MHz i 2MHz
3. Sprzęt testowy:
 - a. Blok testowy
 - b. Zestaw cylindrów ultradźwiękowych
 - c. Płyty testowe ultradźwiękowe
4. Żel ultradźwiękowy
5. Suwmiarka



Rysunek 2. Echoskop ultradźwiękowy PHYWE

Aby lepiej zrozumieć zasady działania urządzenia, różne komponenty są optycznie oddzielone. (A: zasilanie, B: nadajnik, C: odbiornik, D: kontrola zysku czasu (TGC), E: wyjścia BNC do oscyloskopu, F: interfejs PC).

A. Zasilanie

1. Włącz/wyłącz LED

B. Nadajnik

2. Złącze sondy: tryb transmisji
3. Moc emitująca

C. Odbiornik

4. Włącznik odbicia/transmisji
5. Złącze sondy: tryb odbicia lub odbiornik w trybie transmisji
6. Wzmacniacz odbiornika

D. Kontrola Zysku Czasu (TGC)

7. Punkt początkowy
8. Nachylenie
9. Szerokość
10. Próg

E. Wyjścia oscyloskopowe

11. Sygnał TGC
12. Sygnał Trigger



Fundusze Europejskie
dla Rozwoju Społecznego



Rzeczpospolita
Polska

Dofinansowane przez
Unię Europejską



13. Sygnał A-Skan HF

14. Sygnał A-Skan LF

F. Interfejs PC

15. Wtyczka USB

1. Włączanie zasilania

Upewnij się, że napięcie sieciowe podane na tabliczce znamionowej odpowiada napięciu sieciowemu w Twoim zasilaniu. Podłącz echoskop do zasilania i włącz go. Przełącznik zasilania znajduje się z tyłu urządzenia.

2. Tryb transmisji/odbicia

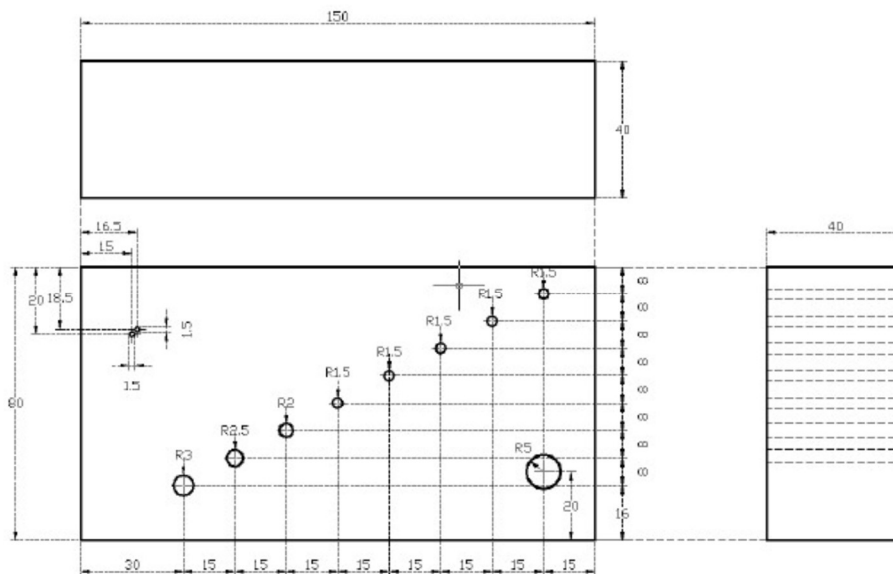
Wybierz między trybem transmisji a trybem odbicia.

3. Ustawienia nadajnika i odbiornika

Moc nadawania można dostosować w zakresie od 0 do 30 dB w krokach po 10 dB. Zakres wzmocnienia odbiornika wynosi od 0 do 35 dB i można go zmieniać w krokach po 5 dB. Ustawienia nadajnika i odbiornika zależą od tłumienia dźwięku w badanym materiale. Ogólnie należy wybrać niską moc transmisji, a następnie zwiększyć wzmocnienie odbiornika, aż maksymalna amplituda echa osiągnie około 80% maksymalnej skali. Jeśli nie możesz osiągnąć wystarczająco wysokiej amplitudy szczytowej, zmniejsz wzmocnienie odbiornika, a następnie stopniowo zwiększ moc nadawania. Zaczynaj ponownie, zwiększając wzmocnienie.

4. Ustawienia TGC (Kontrola Zysku Czasu)

TGC zwiększa wzmocnienie sygnału w zależności od czasu przelotu (TOF), aby skompensować tłumienie ultradźwięków spowodowane materiałem. W idealnie skalibrowanym systemie wady materiałowe o tej samej wielkości są zawsze wyświetlane z tą samą amplitudą szczytową, niezależnie od ich głębokości w próbce. W praktyce TGC jest również używane do zwiększenia amplitudy małych szczytów, które leżą między większymi szczytami. Aby ograniczyć przedział TOF, użyj przycisku Start i kontroli Szerokości. Do regulacji wzmocnienia użyj kontroli nachylenia i kontroli progów.



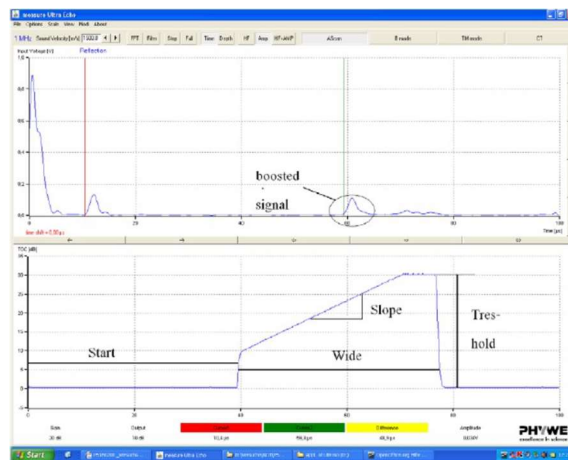
Rysunek 3. Blok pomiarowy z wymiarami.

Przebieg ćwiczenia

1. Wykonaj pomiar prędkości dźwięku:
 - 1.1. Zmierz rozmiar bloku pomiarowego suwmiarką. Nie używaj zbyt dużej siły aby uniknąć odkształcenia akrylowego bloku.
 - 1.2. Przygotuj echoskop i uruchom go.
 - 1.3. Podłącz echoskop do komputera.
 - 1.4. Podłącz sondę 2MHz do wtyku pomiaru odbicia "Probe (Reflexion)".
 - 1.5. W sekcji odbiornika przełącz w tryb pomiaru odbicia "Reflexion".
 - 1.6. W oprogramowaniu pomiarowym ustaw w menu "Options"- "Parameter"- "Time shift" opóźnienie sondy (probe delay) i przełącz opóźnienie czasowe na włączone (Time shift – enabled).
 - 1.7. Podłącz sondę do bloku testowego (na krótszej stronie, aby zmierzyć długość dłuższej strony) przy użyciu żelu lub cienkiej warstwy wody. Wyszukaj echo tylnej ściany. Kiedy używasz wody jako środka sprzęgającego, upewnij się, że nie spływa ona pod cylinder, ponieważ może to prowadzić do błędnych odczytów.
 - 1.8. Przełącz zakres pomiarowy (measuring range) z półkowe („Half”) na pełne („Full”), ponieważ czas przelotu echa jest dłuższy niż 100 mikrosekund.
 - 1.9. W oprogramowaniu odbita fala będzie zobrazowana jako pik. Dostosuj wzmocnienie nadajnika i odbiornika, aby wielkość pików odbicia zajmowała około 75% wysokości

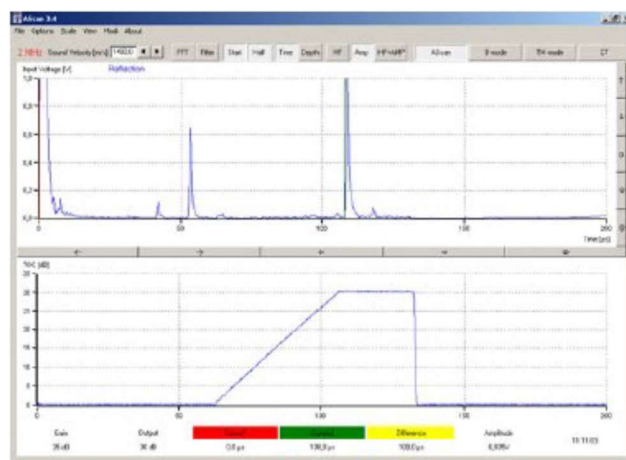


okna.



Rysunek 4. Ilustracja efektu wzmocnienia (amplifier lub booster) na wykresie

- 1.10. Zmierz czas przelotu na dolnej krawędzi rosnącego szczytu. Na wyświetlaczu znajdują się czerwony i zielony kursor, które to ilustrują. Ich wartości oraz różnica między nimi są pokazane pod czerwona i zieloną belką poniżej dolnego diagramu. Różnica między nimi jest wyświetlana pod żółtą belką. Czas przelotu można odczytać bezpośrednio za pomocą kursorów w oprogramowaniu.



Rysunek 5. Wyniki oprogramowania dla czas przelotu.

- 1.11. Wykonaj pomiar czasu przelotu łącznie 10-krotnie
1.12. Oblicz prędkość dźwięku korzystając ze wzoru (1).
2. Pomiar pozycji defektów: Zmierz defekty, kładąc blok na jego dłuższej stronie i określ rozmiar bloku (BS). Zmierz odległości S1, S2 oraz S3 lub S4 (Rysunek) dla każdego otworu
- 2.1. Zmień opcję wyświetlania na głębokość („Depth”)
2.2. Wykonaj pomiar czasu przelotu do dolnego podnóża piku pojawiającego się piku.
2.3. Wykonaj pomiar pozycji 10-krotnie.
2.4. Pomiary powtórz dla bocznej ścianki.
3. Wykonaj pomiary wielkości otworów.



Fundusze Europejskie
dla Rozwoju Społecznego



Rzeczpospolita
Polska

Dofinansowane przez
Unię Europejską



4. Cylindry ultradźwiękowe i sondy należy czyścić natychmiast po użyciu wodą lub zwykłym detergentem. Suche resztki żelu ultradźwiękowego są trudne do usunięcia. W razie potrzeby można użyć miękkiej szczotki. Nigdy nie używaj alkoholu ani płynów zawierających rozpuszczalniki do czyszczenia cylindrów lub sond. Głębokie zarysowania powierzchni wpływają na sprzężanie i mogą powodować błędy pomiarowe.

Defekty w głębszych obszarach bloku nie generują sygnału o tej samej sile. Dlatego echoskop jest wyposażony w wzmacniacz. Siłę sygnału można regulować za pomocą pokręteł: próg, szerokość, nachylenie i początek.

Parametry w echoskopie powinny być ustawione tak, aby szczyty były wystarczająco duże do pomiaru, ale wzmocnienie na tyle niskie, aby uniknąć wysokiego szumu tła. Wszystkie defekty próbki są mierzone albo w odniesieniu do obu dłuższych boków (aby określić rozmiar defektu), albo z dwóch wzajemnie prostopadłych stron, aby znaleźć dokładną pozycję defektu.

Określone rozmiary otworów można porównać z wartościami zmierzonymi suwmiarką. Powtórz tę samą procedurę z sondą 1 MHz

Opracowanie wyników

1. Porównanie wartości prędkości dźwięku w akrylu z wartością literaturową 2600-2800 m/s
2. Porównać otrzymane wielkości z wzorcem.

Pytania kontrolne

1. Jakie czynniki mogą wpływać na dokładność pomiaru w ultrasonografii A-skan, takie jak prędkość dźwięku w różnych tkankach?
2. Jakie jest znaczenie czasu przelotu (time of flight) w A-skanie i jak jest on wykorzystywany do pomiaru odległości wewnątrz ciała?
3. Jak działa ultrasonografia A-skan i jakie informacje można uzyskać z tego typu obrazowania?
4. Jakie zjawisko fizyczne umożliwia odbicie fali ultradźwiękowej na granicy między różnymi ośrodkami w ciele podczas echografii ultradźwiękowej?
5. W jaki sposób częstotliwość ultradźwięków wpływa na rozdzielczość obrazu w echografii ultradźwiękowej (A-Scan)?