

POLSKA
RZECZPOSPOLITA
LUDOWA



URZĄD
PATENTOWY
PRL

OPIS PATENTOWY 142458

Patent dodatkowy
do patentu _____

Zgłoszono: 83 12 19 /P. 245206/

Pierwszeństwo: _____

Zgłoszenie ogłoszono: 85 07 16

Opis patentowy opublikowano: 88 11 30

CZYTELNIA

Urzędu Patentowego
ul.
... ..

Int. Cl.⁴ G01N 29/00
G01H 5/00

Twórcy wynalazku: Piotr Gutkiewicz, Zdzisław Pawłowski

Uprawniony z patentu: Polska Akademia Nauk, Instytut Podstawowych Problemów
Techniki, Warszawa /Polska/

SPOSÓB I UKŁAD DO AUTOMATYCZNEGO POMIARU CZASU PRZEJŚCIA FAL ULTRADŹWIĘKOWYCH

Wynalazek dotyczy sposobu i układu automatycznego pomiaru czasu przejścia fal ultradźwiękowych rozchodzących się w ośrodkach stałych lub ciekłych.

Dokładny pomiar czasu przejścia fal ultradźwiękowych służy do wyznaczenia prędkości fal w różnych ośrodkach. Prędkość ta zależy od bardzo wielu czynników, jak odkształcenie, naprężenie mechaniczne, koncentracja domieszek, anizotropia mechaniczna, oddziaływanie pól magnetycznych na niektóre materiały, własności sprężyste, elastoakustyczne, itp.

Znany jest sposób pomiaru czasu przejścia fali ultradźwiękowej wykorzystujący nałożenie impulsów /PEO, pulse-echo-envelope/, opisany przez E.P. Papadakis, "New compact instrument for pulse-echo-overlap measurements of ultrasonic transit times", Review of Scientific Instruments. Polega on na nałożeniu na siebie dwóch impulsów fal ultradźwiękowych przechodzących różnymi drogami w badanym materiale, uwidocznionych na ekranie oscyloskopu, na którego wejście X podawane jest sinusoidalne napięcie z generatora o regulowanej częstotliwości. Napięcie to wytwarza na ekranie oscyloskopu pewnego rodzaju nieliniową podstawę czasu, umożliwiającą zobrazowanie impulsów fali ultradźwiękowej uzyskanych z przetwornika ultradźwiękowego, sprzężonego akustycznie z badanym materiałem i doprowadzanych na wejście Y oscyloskopu. Nadajnik, generujący impuls ultradźwiękowy, wyzwala jest impulsem, który powstaje z podziału częstotliwości generatora sterującego przez 10^2 lub 10^3 . Ustalając częstotliwość tego generatora tak, aby była równa odwrotności odstępu czasowego między kolejnymi impulsami ultradźwiękowymi, odebranymi przez przetwornik, osiąga się na ekranie oscyloskopu nałożenie na siebie wielokrotnych ech wytworzonych w badanej próbce płasko-równoległej. Dla ustalenia uwagi przeprowadza się obserwację nałożenia tylko dwóch wybranych ech wielokrotnych, co wymaga podświetlania ekranu oscyloskopu impulsami opóźnionymi względem impulsu nadawczego o czasy odpowiadające opóźnieniom, na przykład pierwszego i drugiego impulsu ultradźwiękowego. Dokonując, poprzez zmianę częstotliwości generatora

sterującego, precyzyjnego nałożenia na siebie dwóch impulsów ultradźwiękowych, odczytuje się częstotliwość generatora sterującego za pomocą cyfrowego częstotliciemierza. Zmierzona wartość częstotliwości równa jest odwrotności odstępu czasowego pomiędzy impulsami ultradźwiękowymi.

Celem wynalazku jest opracowanie sposobu, umożliwiającego usunięcie wad opisanego powyżej sposobu rozwiązania oraz opracowanie układu pomiarowego do zrealizowania tego sposobu, zapewniającego automatyczne, dokładne wyznaczenie zmian czasu przejścia fal ultradźwiękowych w badanym materiale.

Zgodnie z wynalazkiem sposób pomiaru polega na nakładaniu impulsów z automatycznym utrzymywaniem uzyskanego efektu nałożenia impulsów przez dwie pętle elektronicznego sprzężenia zwrotnego. Warunkiem koniecznym i wystarczającym dla utrzymania nałożenia impulsów jest zachowanie w tym samym położeniu punktów przejścia przez poziom zerowy tych samych, narastających zboczy dwóch wybranych impulsów ultradźwiękowych. Konwerter próbkujący wyzwalany jest dla zobrazowania tych impulsów przemiennie, w różnych cyklach pobudzenia przetwornika ultradźwiękowego. Napięcie wyjściowe konwertera, uzyskane w wyniku próbkowania chwilowej wartości napięcia drugiego z impulsów, ustala położenie punktu próbkowania w punkcie przejścia przez poziom zerowy wybranego, narastającego zbocza. Napięcie wyjściowe konwertera powstające w wyniku próbkowania chwilowej wartości napięcia pierwszego z impulsów ultradźwiękowych, reguluje przestrajany napięciowo generator w ten sposób, aby w miejscu próbkowania znalazł się również punkt przejścia przez poziom zerowy narastającego zbocza pierwszego impulsu. Napięcia regulacyjne ze wspólnego wyjścia konwertera próbkującego rozdzielone są na poszczególne elementy regulowane przez próbkowanie tego napięcia synchronicznie i przemiennie w różnych cyklach pobudzenia przetwornika ultradźwiękowego.

Układ do pomiaru czasu przejścia fali ultradźwiękowej, objęty wynalazkiem, zawiera konwerter próbkujący, połączony wejściem Y z wyjściem odbiornika ultradźwiękowego i jest wyzwalany z sumatora impulsów. Wyjście Y konwertera połączone jest poprzez klucze z integratorami, których napięcie wyjściowe podawane jest na drugie wejście X konwertera oraz na wejście przestrajanego napięciowo generatora sterującego. Działanie kluczy synchronizowane jest przez układy opóźniające z sumatora impulsów.

Zaletą układu jest automatyczne śledzenie zmian czasu przejścia impulsów ultradźwiękowych w dużym zakresie, a ustalenie ich nałożenia następuje w układzie elektronicznym przy określonej dokładności, a nie w sposób obiektywny, zależny od indywidualnych cech obserwatora.

Przedmiot wynalazku został uwidoczniiony w przykładzie wykonania na rysunku, na którym fig. 1 pokazuje schemat blokowy układu połączeń, fig. 2a wykres przebiegu impulsów z generatora, fig. 2b wykres przebiegu impulsów wyzwalających nadajnik, fig. 2c wykres przebiegu impulsów na przetworniku, fig. 2d wykres przebiegu impulsów na wyjściu sumatora synchronizującego konwerter, fig. 2e wykres przebiegu impulsów szybkiej podstawy czasu konwertera, fig. 2f wykres przebiegu impulsów na wyjściu sumatora, wyzwalających układ opóźniający, fig. 2h oraz 2i wykresy przebiegów impulsów wyłączających klucze.

Regulowany napięciem generator 1 steruje dzielnik częstotliwości 2, dokonując podziału przez 10^2 lub 10^3 . Impulsy wyjściowe dzielnika 2 synchronizują pracę nadajnika impulsów ultradźwiękowych 3, pobudzających przetwornik 4 sprzężony akustycznie z próbką 5. Impulsy odebrane przez przetwornik 4 wzmacniane są w odbiorniku 6 i podawane na wejście toru Y konwertera próbkującego 10. Konwerter 10 wyzwalany jest impulsami z sumatora 8 w taki sposób, że w nieparzystych cyklach pobudzenia nadajnika 3 dodawany jest następny impuls z ciągu generowanego przez generator 1, a w parzystych drugi z kolei po impulsie nadawczym, impuls z generatora 1. W ten sposób szybka podstawa czasu konwertera 10 wyzwalają się w nieparzystych cyklach dla zobrazowania pierwszego impulsu ultradźwiękowego, odebranego przez przetwornik 4, a w parzystych cyklach dla drugiego impulsu. Przyłączony odpowiednio do wyjść X i Y konwertera 10 oscyloskop 7 pokazuje na ekranie efekt próbkowania naprzemian pierwszego i drugiego impulsu ultradźwiękowego.

Jeżeli częstotliwość generatora 1 równa jest odwrotności przedziału czasowego między tymi impulsami, to na ekranie obserwuje się ich nałożenie. Zmiana rodzaju pracy konwertera z automatycznego przesuwu punktu próbkowania na przesuw zewnętrzny, ustalony napięciem podawanym na wejście X, pozwala na próbkowanie w dowolnym punkcie podstawy czasu, widocznej na ekranie oscyloskopu 7. Próbki zachodzą w bardzo małym przedziale czasu, ok. 0,35 ns, wobec czego na wyjściu Y konwertera pojawia się z częstotliwością powtarzania naprzemian napięcie proporcjonalne do chwilowej wartości napięcia pierwszego i drugiego impulsu ultradźwiękowego. Punkt próbkowania przesuwać można po podstawie czasu zmieniając napięcie podawane na wejście X. Napięcie wyjściowe konwertera odpowiadające napięciu drugiego z impulsów w miejscu próbkowania wykorzystywane jest do automatycznego śledzenia położenia punktu przejścia przez zero wybranego, narastającego zbocza tego impulsu. Jeżeli wielkość pobranej próbki różni się od zera, to jej napięcie poprzez integrator 16 podawane jest na wyjście konwertera 10 i przesuwa punkt próbkowania aż do uzyskania zerowej wartości napięcia próbkowanego. Napięcie próbki przesyłane jest na integrator 16 poprzez klucz 14, sterowany impulsem opóźnionym w układzie 12 o około $1 \mu\text{s}$ względem impulsu wyzwalającego podstawę czasu konwertera 10 dla zobrazowania drugiego impulsu ultradźwiękowego. Analogicznie układ 11 daje impuls opóźniony o $1 \mu\text{s}$ względem pierwszego impulsu wyzwalającego, odpowiadającego pierwszemu impulsowi ultradźwiękowemu, sterujący klucz 13. Tak więc na wyjściu klucza 13 pojawi się napięcie proporcjonalne do chwilowej wartości napięcia drugiego impulsu ultradźwiękowego. Napięcie to poprzez integrator 15 regulować może częstotliwość generatora 1 tak, aby w punkcie próbkowania chwilowa wartość amplitudy pierwszego impulsu ultradźwiękowego wynosiła zero.

W układzie pomiarowym jedna z pętli sprzężenia zwrotnego utrzymuje punkt próbkowania obu impulsów ultradźwiękowych w punkcie przejścia przez poziom zero wybranego, narastającego zbocza drugiego z tych impulsów, a druga pętla reguluje częstotliwość generatora tak, aby w miejscu próbkowania znalazł się również punkt przejścia przez poziom zero narastającego zbocza pierwszego z impulsów.

Układy opóźnienia 11 i 12 dają impulsy próbkujące napięcie na wyjściu konwertera 10, opóźnione względem impulsów wyzwalających o czas większy od czasu trwania wybranej, szybkiej podstawy czasu konwertera. Układy integratorów 15 i 16 zawierają dwupozyjowy przełącznik, umożliwiający w jednej pozycji zewnętrzną regulację napięcia wyjściowego. Pozwala to na wstępne nałożenie na siebie impulsów ultradźwiękowych przez regulację integratora 15 oraz na wybranie punktu próbkowania na dowolnym, narastającym zboczu przez regulację integratora 16. W drugiej pozycji przełącznika działają one jako elementy pętli sprzężenia zwrotnego.

Wskazania cyfrowego miernika częstotliwości 9 odpowiadają odwrotności odstępu czasowego pomiędzy wybranymi, nałożonymi na siebie, impulsami fal ultradźwiękowych.

Z a s t r z e ż e n i a p a t e n t o w e

1. Sposób pomiaru czasu przejścia fal ultradźwiękowych polegający na nakładaniu impulsów, z n a m i e n n y t y m, że dokonuje się automatycznego nakładania dwóch impulsów fal ultradźwiękowych przy zastosowaniu dwóch pętli sprzężenia zwrotnego, z których pierwsza utrzymuje punkt próbkowania w punkcie przejścia przez poziom zerowy wybranego, narastającego zbocza drugiego z tych impulsów, a druga pętla reguluje częstotliwość przetwarzanego generatora tak, aby w punkcie próbkowania znalazł się również punkt przejścia przez poziom zerowy narastającego zbocza pierwszego z impulsów fali ultradźwiękowej.

2. Sposób według zastrz. 1, z n a m i e n n y t y m, że efekt nałożenia impulsów ultradźwiękowych uzyskany jest przez wyzwolenie szybkiej podstawy czasu konwertera próbkującego lub oscyloskopu w różnych cyklach pobudzenia nadajnika ultradźwiękowego.

3. Sposób według zastrz. 1, z n a m i e n n y t y m, że dla utrzymania wzajemnego nałożenia dwóch impulsów ultradźwiękowych utrzymywane jest jednakowe położenie punktu przejścia przez poziom zerowy ich wybranych, narastających zboczy.

4. Sposób według zastrz. 1, z n a m i e n n y t y m, że rozdzielania napięć regulacyjnych pochodzących ze wspólnego wyjścia konwertera próbkującego, dokonuje się przez synchroniczne próbkowanie tego napięcia, przemiennie, w różnych cyklach pobudzenia przetwornika ultradźwiękowego.

5. Układ do pomiaru czasu przejścia metodą nakładania impulsów, zawierający generator impulsów, dzielnik częstotliwości, oraz nadajnik i odbiornik ultradźwiękowy, połączone z przetwornikiem i próbką, z n a m i e n n y t y m, że wyjście odbiornika /6/ połączone jest z wejściem /Y/ konwertera próbkującego /10/ wyzwalanego z sumatora impulsów /8/, a wyjście tego konwertera /10/, poprzez klucze /13/ i /14/, sterowane układami próbkującymi /11/ i /12/ z sumatora /8/, połączone jest z integratorem /16/, połączonym z drugim wejściem /X/ konwertera /10/ oraz z integratorem /15/ sterującym przestrajającym napięciowo generatorem.

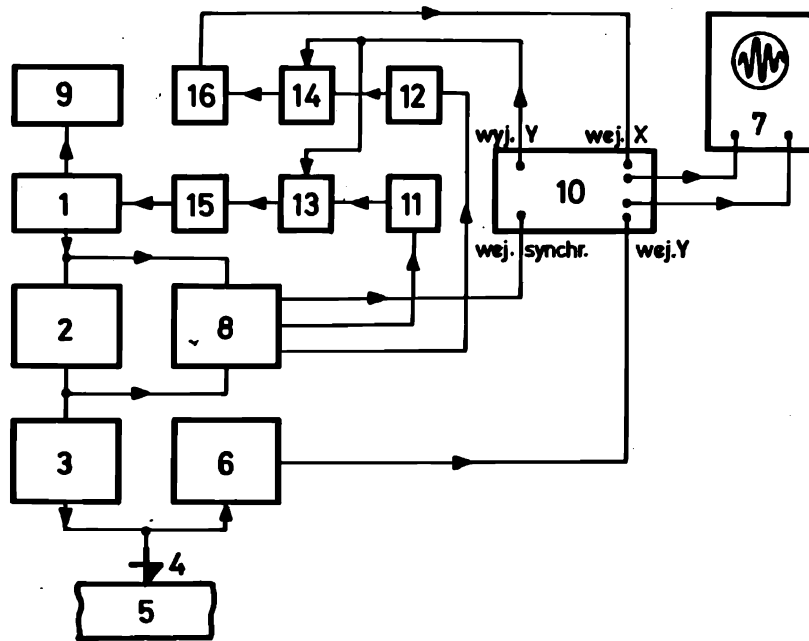


Fig. 1

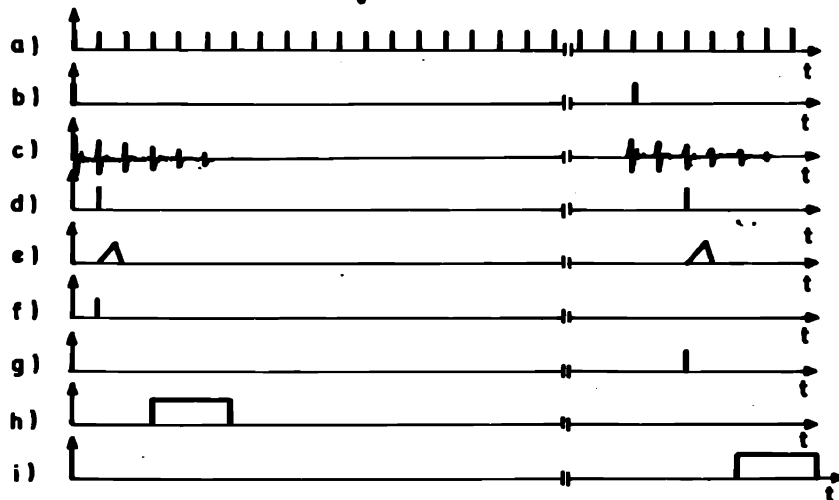


Fig. 2