

POLSKA  
RZECZPOSPOLITA  
LUDOWA



URZĄD  
PATENTOWY  
PRL

# OPIS PATENTOWY

# 149 954

CZYTELNIA

Urzędu Patentowego  
Państwa Republiki Ludowej

Patent dodatkowy  
do patentu nr \_\_\_\_\_

Zgłoszono: 85 10 08 /P. 255 681/

Pierwszeństwo \_\_\_\_\_

Int. Cl.<sup>4</sup> G01P 5/00  
A61B 5/02

Zgłoszenie ogłoszono: 87 05 18

Opis patentowy opublikowano: 90 07 31

Twórcy wynalazku: Paweł Karłowicz, Jacek Liwski, Andrzej Nowicki

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

## SPOSÓB OKREŚLANIA KIERUNKU PRZEPŁYWU W CYFROWYM POMIARZE PRĘDKOŚCI PRZEPŁYWU Z ZASTOSOWANIEM IMPULSOWEGO PRZEPŁYWOMIERZA DOPPLEROWSKIEGO

Przedmiotem wynalazku jest sposób określania kierunku przepływu w cyfrowym pomiarze prędkości przepływu z zastosowaniem impulsowego przepływomierza dopplerowskiego. Dopplerowskie metody pomiarów przepływów krwi należą obecnie do najczęściej stosowanych w praktyce lekarskiej. Aparatura jest względnie tania i łatwa w obsłudze. Badania są nieobciążające dla pacjenta i mogą być wielokrotnie powtarzane. Do wyznaczania prędkości przepływu stosuje się ultradźwiękową dopplerowską metodę impulsową. W kierunku naczynia krwionośnego wysyła się za pomocą przetwornika ultradźwiękowego impulsy wielkiej częstotliwości o czasie trwania  $t_1$  oraz częstotliwości powtarzania  $F_p$ . Fala ultradźwiękowa ulega częściowemu odbiciu i rozproszeniu na ściankach naczynia i krwinkach. W rezultacie w czasie trwania przerwy  $T_p$  między dwoma kolejnymi impulsami nadawczymi do przetwornika powracają echa odbite od ścianek naczynia krwionośnego oraz rozproszone na krwinkach. Częstotliwość tych ostatnich jest, zgodnie ze zjawiskiem Dopplera, różna od częstotliwości impulsów nadawczych w.c.z. i zależna od prędkości przepływu krwinek. Pomiar prędkości przepływu realizowany jest w krótkich odcinkach czasu odpowiadających czasowi trwania elektronicznej bramki analizującej. Ustalona wartość opóźnienia bramki analizującej względem impulsów powtarzania powoduje, że w torze odbiornika przepuszczane są sygnały odpowiadające rozproszeniu fali ultradźwiękowej na wybranej głębokości.

Dokonując pomiaru prędkości w bramkach analizujących na różnych głębokościach można wyznaczyć profil prędkości przepływu. Stosowanie cyfrowego pomiaru prędkości przepływu umożliwia wykorzystanie komputerowej techniki obliczeniowej. W szczególności, w połączeniu z wizualizacją falą ciągłą, umożliwia to przestrzenną obserwację dynamiki przepływów wewnętrznych. Mierząc różnicę częstotliwości między częstotliwością sygnału nadawanego oraz częstotliwością sygnału odbieranego, tzw. częstotliwość dopplerowska, w czasie trwania bramki analizującej można wyznaczyć prędkość przepływu wybranej warstwy krwi. Powszechnie do określania częstotliwości stosuje się metodę zliczania przejść przez zero sygnału dopplerowskiego.

tw. zero-crossing. Do rozpoznawania kierunku przepływu wykorzystuje się szeroko sygnał dopplerowski oraz tenże sygnał przesunięty w fazie o  $90^\circ$ . Jeżeli sygnał oryginalny wyprzedza sygnał przesunięty, różnica faz w granicach  $90^\circ$ , to przepływ mierzony jest w kierunku do głowicy ultradźwiękowej. Jeżeli sygnał przesunięty wyprzedza oryginalny to mierzony jest przepływ od głowicy.

W technice impulsowej jednoznacznie interpretowane są prędkości dla których częstotliwość dopplerowska nie przekracza połowy częstotliwości powtarzania  $F_p$ . W dotychczasowym sposobie postępowania sygnały bieżące i z poprzedniego cyklu powtarzania uzyskane z impulsowego przepływomierza dopplerowskiego porównuje się w detektorze przejść przez zero i w zależności od wartości sygnału przesuniętego w fazie o  $90^\circ$  zlicza się przejścia przez zero w dwóch kanałach, oddzielnie dla każdego z dwóch kierunków przepływu. Zliczanie odbywa się przez określoną ilość powtarzań stanowiących cykl pracy urządzenia.

Ponieważ próbkowany jest sygnał oryginalny i przesunięty w fazie o  $90^\circ$  prawidłowe rozpoznawanie kierunku przepływu w znanym sposobie postępowania było możliwe jedynie dla prędkości przy których częstotliwość dopplerowska nie przekraczała  $1/4$  częstotliwości powtarzania. Sposób określania kierunku przepływu w cyfrowym pomiarze prędkości przepływu według wynalazku ograniczenie to eliminuje.

Zgodnie z wynalazkiem sygnał bieżący i z poprzedniego cyklu powtarzania uzyskane z impulsowego przepływomierza dopplerowskiego porównuje się w detektorze przejść przez zero, a ilość wszystkich przejść zlicza się w liczniku przejść przez zero jako modułu prędkości przepływu. Jednocześnie w chwilach pojawienia się przejścia przez zero w układzie rozpoznawania kierunku przepływu zapamiętuje się wartości logiczne sygnału przesuniętego w fazie o  $90^\circ$ . Po ustalonej ilości powtarzań stanowiącej cykl pracy urządzenia, znak tej z dwóch wartości logicznych, która wystąpiła większą ilość razy, dołącza się do modułu prędkości uzyskanego z licznika przejść przez zero.

Przedmiot wynalazku zostanie bliżej objaśniony w przykładzie wykonania na rysunku przedstawiającym blokowy schemat układu ilustrującego sposób określania kierunku przepływu w cyfrowym pomiarze prędkości przepływu z zastosowaniem impulsowego przepływomierza dopplerowskiego. Z impulsowego przepływomierza dopplerowskiego 1 otrzymywane są sygnały dopplerowskie w postaci spróbkowanej - oryginalny bieżący i z poprzedniego cyklu powtarzania oraz bieżący przesunięty w fazie o  $90^\circ$  i sygnał powtarzania. Sygnał powtarzania podawany jest do układu sterującego 3. Sygnały dopplerowskie bieżący i z poprzedniego cyklu powtarzania podawane są do układu detekcji przejść przez zero 2. Układ 2 w przypadku pojawienia się przejścia przez zero sygnału dopplerowskiego, wystąpienie różnicy znaków sygnału dopplerowskiego bieżącego i z poprzedniego powtarzania, generuje impuls. Impuls ten jest podawany do licznika przejść przez zero 4 oraz do układu rozpoznawania kierunku przepływu 5. Do układu 5 dochodzi także bieżący sygnał dopplerowski przesunięty w fazie o  $90^\circ$ . Układ sterujący 3 zlicza ustaloną ilość cykli powtarzania stanowiącą czas uśredniania prędkości przepływu, po którym wysyłany jest impuls zerujący licznik przejść przez zero 4 i zerujący układ rozpoznawania kierunku 5. Od tego momentu rozpoczyna się kolejny cykl pracy urządzenia. W ramach tego cyklu zliczona ilość przejść przez zero w liczniku 4 podawana jest do układu wyjściowego 6. Równocześnie w trakcie cyklu pracy urządzenia układ rozpoznawania kierunku zlicza ilości przejść przez zero sygnału dopplerowskiego dla każdej z dwu wartości sygnału dopplerowskiego przesuniętego o  $90^\circ$  odpowiadających w dotychczasowych rozwiązaniach za określenie kierunku przepływu. Większa z tych dwóch wartości otrzymana w cyklu pracy urządzenia określa kierunek przepływu podawany do układu wyjściowego 6. Funkcja układu rozpoznawania kierunku jest zrealizowana ewentualnie przez licznik rewersyjny, gdzie sygnały przejścia przez zero podawane są na wejście taktujące a sygnał przesunięty w fazie podawany jest na wejście sterujące kierunkiem zliczania. Układ wyjściowy 6 jest układem prezentacji prędkości przepływu w wybranej bramce bądź układem tworzącym profil prędkości przepływu.

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

Sposób określania kierunku przepływu w cyfrowym pomiarze prędkości przepływu z zastosowaniem impulsowego przepływomierza dopplerowskiego, z którego uzyskane sygnały, bieżący i z poprzedniego cyklu powtarzania, porównuje się w detektorze przejść przez zero, z n a m i e n n y   t y m, że ilość wszystkich przejść przez zero zlicza się w liczniku /4/ przejść przez zero jako moduł prędkości przepływu, jednocześnie w chwilach pojawienia się przejścia przez zero w układzie /5/ rozpoznawania kierunku przepływu zapamiętuje się wartości logiczne sygnału przesuniętego w fazie o  $90^{\circ}$ , a po ustalonej ilości powtarzań stanowiącej cykl pracy urządzenia, znak tej z dwóch wartości logicznych, która wystąpiła większą ilość razy, dołącza się do modułu prędkości uzyskanego z licznika /4/ przejść przez zero.

