



URZĄD
PATENTOWY
PRL

Patent dodatkowy
do patentu nr _____

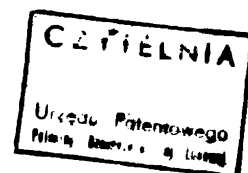
Zgłoszono: 84 05 23 (P. 247801)

Pierwszeństwo _____

Zgłoszenie ogłoszono: 85 12 03

Opis patentowy opublikowano: 89 04 29

Int. Cl.⁴ A61B 5/02
G01P 5/00



Twórcy wynalazku: Paweł Karłowicz, Andrzej Nowicki, Maciej Piechocki,
Wojciech Secomski

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

Ultradźwiękowy przepływomierz dopplerowski do rejestracji maksymalnej prędkości cieczy

Przedmiotem wynalazku jest ultradźwiękowy przepływomierz dopplerowski do rejestracji maksymalnej prędkości cieczy w przewodzie, zwłaszcza krwi w naczyniu krwionośnym.

W diagnostyce medycznej interesująca jest znajomość zmienności czasowej maksymalnej prędkości krwi, natomiast powszechnie stosowane przepływomierze dopplerowskie dostarczają sygnału o widmie częstotliwości odzwierciedlającym cały profil prędkości krwi wewnątrz naczynia krwionośnego. Znane są również urządzenia do wyznaczania prędkości maksymalnej po uprzednim określeniu całego rozkładu prędkości za pomocą analizy widmowej, dokonanej bądź w sposób analogowy, czyli z użyciem zespołu filtrów pasmowych, bądź w sposób cyfrowy, czyli z zastosowaniem szybkiej analizy Fouriera. Pierwsza grupa metod wymaga przystawek śledzących maksymalną częstotliwość uzyskanego widma.

Rozwiązania techniczne urządzeń do wyznaczania prędkości maksymalnej krwi w naczyniu są opisane w raporcie: "B.A.J. Angelsen, Analog estimation of the maximum frequency of Doppler spectra in ultrasonic blood velocity measurements, Dep. Eng. Cybern. Norwegian Inst. Technol., Trondheim, Norway, Rep. 76-21-w 1976" oraz w opisie patentowym PRL nr 95 112. Druga grupa metod wymaga szybkiej i skomplikowanej elektroniki, jest więc nadmiernie kosztowna.

Konkurencyjnym urządzeniem wobec analizatorów widma jest t.zw. histogram interwałów czasowych, opisany w artykule: "D.W. Baker at al., Prospectus for quantification of transcutaneous pulse Doppler techniques in cardiology and peripheral disease, Cardiovascular Appl. Ultrasound ed. R. Reneman, North-Holland Elsevier, 108-124, 1974", który przetwarza sygnał dopplerowski na ciąg impulsów prostokątnych, pojawiających się w momentach przejścia tegoż sygnału przez zero, i których wartości są odwrotnie proporcjonalne do interwałów czasowych między kolejnymi przejściami przez zero, a więc proporcjonalne do częstotliwości chwilowej. Histogram interwałów

czasowych przedstawiony na ekranie monitora ekranowego pokazuje całe widmo częstotliwości chwilowej sygnału dopplerowskiego w postaci kropek, których zagęszczenie pionowe odzwierciedla gęstość mocy analizowanego widma. "Obwiednia" histogramu odpowiadająca maksymalnej częstotliwości chwilowej, czyli maksymalnej prędkości przepływu cieczy, nie była dotychczas możliwa do wyznaczenia ze względu na stochastyczny charakter rozkładu interwałów czasowych kolejnych przejść przez zero sygnału dopplerowskiego. Uniemożliwiało to wyznaczenie maksymalnej prędkości cieczy ultradźwiękowym przepływomierzem dopplerowskim, wyposażonym w histograf interwałów czasowych.

Istotą wynalazku jest przystawka do histografu interwałów czasowych przeznaczona do wyznaczania obwiedni histogramu. Przystawka zawiera tor ładowania składający się z obwodu całkowitego RC z przełączanymi rezystorami i ze wzmacniacza separującego, oraz tor sprężania zwrotnego zaczynający się od wzmacniacza separującego, do którego wyjścia podłączone są szeregowo komparator i układ logiczny sterujący przełączaniem rezystorów. Drugie wejście komparatora połączone jest z histografem. Przystawka zawiera również wyzwalany z histografu generator impulsów pojedynczych połączony z układem logicznym. Aby na kondensatorze uzyskać nie wartość średnią napięcia, co prowadziłoby do wyznaczania średniej prędkości przepływu, lecz wartość napięcia zbliżoną do maksymalnej, ładowanie i rozładowanie kondensatora odbywa się poprzez rezystancję R o różnych wartościach.

W urządzeniu według wynalazku ładowanie odbywa się szybko: $R = R_1$, stała czasu $\tau_1 = R_1 C$ jest mała, natomiast rozładowywanie - powoli: $R = R_2$, stała czasu $\tau_2 = R_2 C$ jest duża, większa o rząd wielkości.

Gdy wartość sygnału napięcia z histografu jest mniejsza od wartości napięcia na kondensatorze C, ($U_h(t) < U_c(t)$), wówczas układ logiczny włącza rezystor R_1 , natomiast gdy jest przeciwnie - włączany jest rezystor R_2 .

Zaletą wynalazku w porównaniu z przepływomierzami dopplerowskimi stosującymi analizę widmową do wyznaczania maksymalnej prędkości cieczy jest prostota konstrukcji, dokładność wyniku i ułatwiona obsługa urządzenia, a w porównaniu z przepływomierzem zaopatrzonym tylko w histograf - jednoznaczne określenie tejże prędkości i możliwość rejestrowania jej przebiegu na rejestratorze mechanicznym.

Przedmiot wynalazku w przykładzie wykonania jest odtworzony na rysunku na którym fig. 1 przedstawia schemat blokowy przepływomierza do pomiaru prędkości maksymalnej, natomiast fig. 2 - ilustruje rejestrowane przebiegi czasowe napięcia w dwu wybranych punktach fig. 1 w trakcie pomiaru szybkości krwi w naczyniu krwionośnym, a mianowicie - histogram interwałów czasowych (przebieg dolny) oraz prędkość maksymalną (przebieg górny).

Ultradźwiękowy przepływomierz dopplerowski do pomiaru maksymalnej prędkości cieczy składa się z trzech znanych członów połączonych szeregowo, a mianowicie ultradźwiękowego przepływomierza dopplerowskiego 1, histografu 2 i monitora ekranowego 3. Między monitor 3 a histograf 2 wstawiona jest przystawka 4 do histografu. Przystawka 4 zawiera uziemiony kondensator C połączony z pierwszym wyjściem histografu 2 za pośrednictwem jednego z dwu równoległych rezystorów R_1 i R_2 , z których każdy może być dołączony do kondensatora C kluczem analogowym K_1 bądź K_2 . Kondensator C jest również połączony z monitorem 3 za pośrednictwem wzmacniacza separującego 5, o wzmacnieniu równym jeden. Klucze analogowe K_1 i K_2 sterowane są układem logicznym 6, którego jedno wejście połączone jest z wyjściem komparatora 7, a drugie - z wyjściem generatora 8 impulsów pojedynczych. Wejście generatora 8 połączone jest z drugim wyjściem histografu. Drugie wejście komparatora 7 połączone jest z wyjściem wzmacniacza separującego 5.

Przystawka do histografu działa podobnie do układu próbkującego - pamiętającego: Impuls napięcia o wielkości proporcjonalnej do częstotliwości chwilowej sygnału dopplerowskiego podawany jest z histografu 2 na rezystory R_1 , R_2 . Ponadto z drugiego wyjścia histografu 2 znaczniki czasu kolejnych przejść przez zero sygnału dopplerowskiego są podawane na generator, który generuje pojedyncze impulsy o standardowej amplitudzie i standardowym czasie trwania (równym np. połowie okresu maksymalnej analizowanej częstotliwości sygnałów dopplerowskich, np. 0,03 ms). Impuls napięcia z histografu 2 oraz napięcie ze wzmacniacza separującego 5, równe napięciu na kondensatorze C, są podawane na komparator 7, który emituje dwa różne sygnały w zależności od tego, które z tych napięć jest większe od drugiego. Napięcie z generatora 8 impulsów pojedyn-

czych oraz napięcie z komparatora 7 podawane są na układ logiczny 6. W momentach pojawiania się sygnałów z generatora 8 układ logiczny 6 emituje sygnał na jednym lub na drugim ze swych wyjść, włączając klucz K_1 lub K_2 , zależnie od rodzaju sygnału otrzymanego z komparatora.

Stałe czasu ładowania i rozładowania kondensatora C w przystawce do histografu dobrano eksperymentalnie zu uwzględnieniem maksymalnej przewidywanej częstotliwości dopplerowskiej (ok. 15 kHz) stała czasu ładowania $\tau_1 = R_1 C$ jest na tyle duża, aby zakłócenia sygnału pochodzącego z ultradźwiękowego przepływomierza dopplerowskiego czyli nadmiernie "odstające" punkty histogramu nie zostały zarejestrowane. Stała czasu rozładowania $\tau_2 = R_2 C$ jest na tyle mała, aby układ nadążał za zmianami prędkości przepływu.

Zastrzeżenia patentowe

Ultradźwiękowy przepływomierz dopplerowski prędkości maksymalnej zawierający połączone szeregowo ultradźwiękowy przepływomierz dopplerowski histograf interwałów czasowych oraz monitor ekranowy, **znamienny tym**, że między monitor (3), a histograf (2) włączona jest przystawka (4) do histografu, zawierająca tor ładowania oraz tor sprzężenia zwrotnego, przy czym w torze ładowania uziemiony kondensator (C) jest połączony z monitorem (3) za pośrednictwem wzmacniacza separującego (5) oraz - z histografem (2) za pośrednictwem pierwszego rezystora (R_1) i pierwszego klucza analogowego (K_1) albo drugiego rezystora (R_2) i drugiego klucza analogowego (K_2), natomiast tor sprzężenia zwrotnego zaczyna się od wzmacniacza separującego (5), do którego wyjścia podłączone są szeregowo komparator (7) i układ logiczny (6) sterujący kluczami analogowymi (K_1 , K_2), przy czym drugie wejście komparatora (7) połączone jest z histografem (2), a drugie wejście układu logicznego (6) połączone jest z drugim wyjściem histografu (2) za pośrednictwem generatora (8) impulsów pojedynczych.

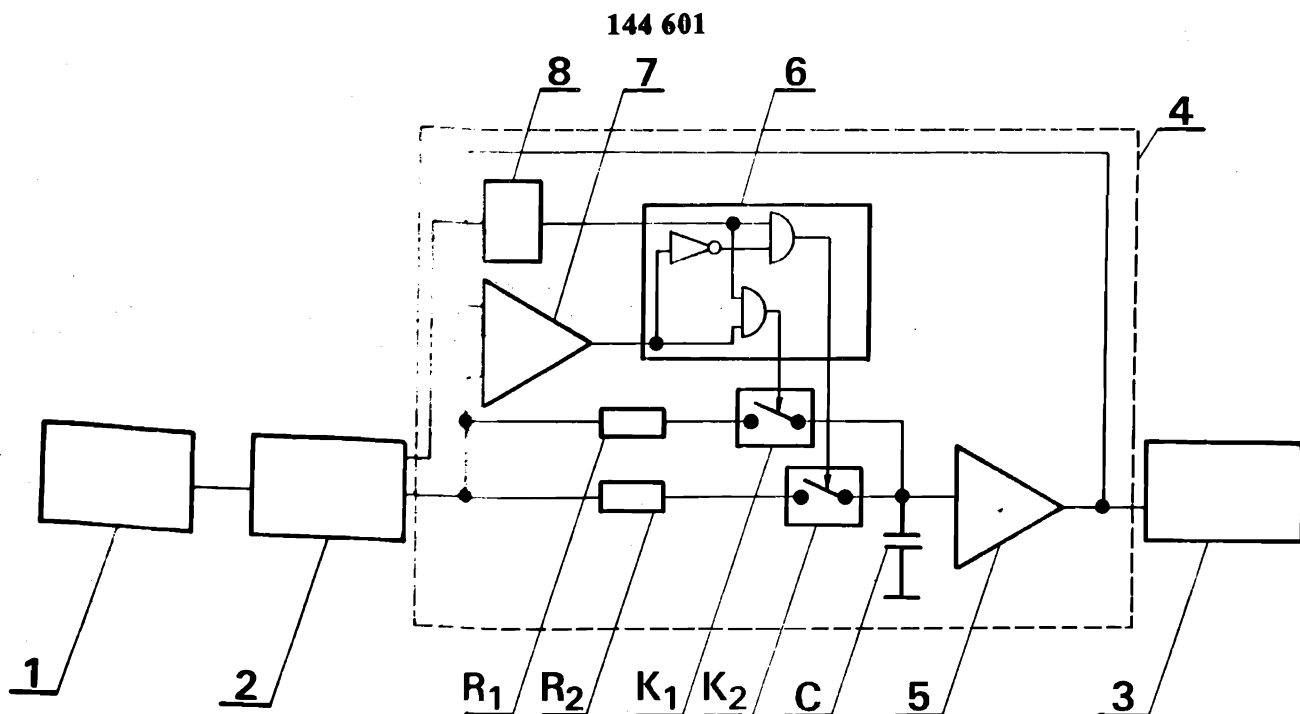


FIG.1

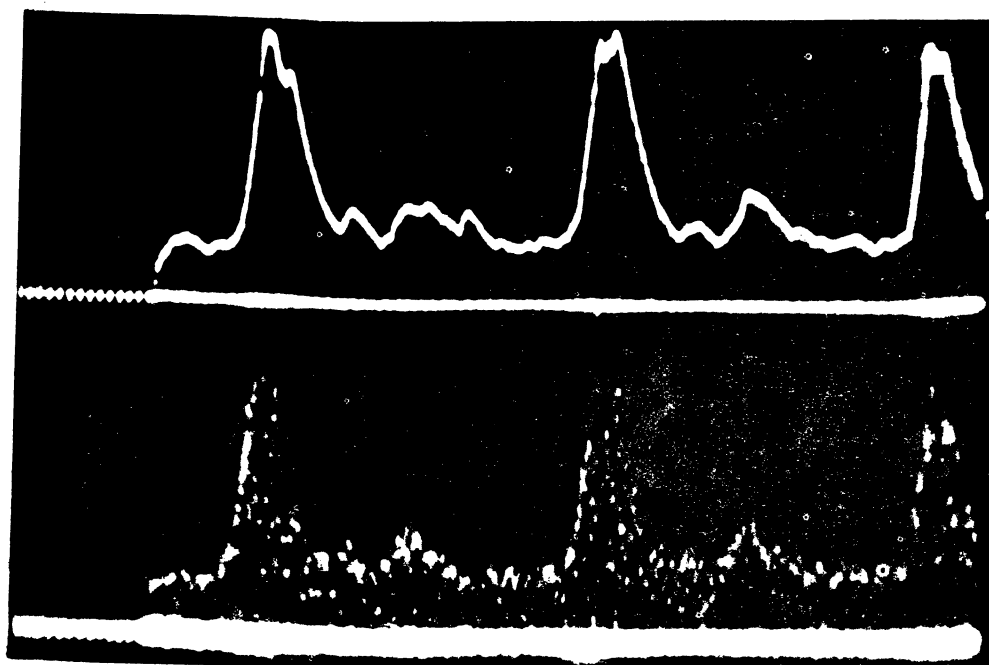


FIG. 2