



УКРАЇНА

(19) UA (11) 53900 (13) U
(51) МПК (2009)
G01L 9/08
G01L 9/12

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ
І НАУКИ УКРАЇНИ

ДЕРЖАВНИЙ ДЕПАРТАМЕНТ
ІНТЕЛЕКТУАЛЬНОЇ
ВЛАСНОСТІ

ОПИС ДО ПАТЕНТУ НА КОРИСНУ МОДЕЛЬ

видається під
відповідальність
власника
патенту

(54) ВИМІРЮВАЛЬНИЙ ПЕРЕТВОРЮВАЧ З ЧАСТОТНИМ ДАТЧИКОМ ТИСКУ ДЛЯ СФІГМОГРАФІЧНИХ ДОСЛІДЖЕНЬ

1

(21) u201003620

(22) 29.03.2010

(24) 25.10.2010

(46) 25.10.2010, Бюл.№ 20, 2010 р.

(72) ПІДЧЕНКО СЕРГІЙ КОНСТАНТИНОВИЧ, ТА-
РАНЧУК АЛЛА АНАТОЛІЇВНА, СТЕЦЮК ВІКТОР
ІВАНОВИЧ, ОПОЛЬСЬКА ГАННА ЄВГЕНІВНА

(73) ХМЕЛЬНИЦЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕР-
СИТЕТ

(57) Вимірювальний перетворювач з частотним датчиком тиску для сфінгографічних досліджень, що містить резонатор, електроди, підключені до параметричного входу генератора ВЧ, вихід якого через смуговий фільтр ВЧ з'єднаний із входом

2

частотного детектора (дискримінатора), який **від-
різняється** тим, що резонатор виконаний кварцо-
вим з модульованим міжелектродним зазором,
функція електродів зняття коливань якого суміще-
на з функцією збудження резонатора, а вихід час-
тотного детектора підключений до входу підсилю-
вача постійного струму, причому частотний
детектор має коло кварцової стабілізації та адап-
тивного налаштування частоти дискримінації, що
складається з послідовно з'єднаних кварцового
резонатора та варикапа, загальна точка з'єднання
яких через схему формування напруги керування
варикапом підключена до виходу підсилювача
постійного струму.

Корисна модель відноситься до контрольно-
вимірювальної техніки, зокрема до п'єзореzonанс-
них датчиків тиску з частотним виходом, і може
бути використана в медицині для виміру пульсово-
го (динамічного) тиску при проведенні сфінгогра-
фічних досліджень серцево-судинної системи лю-
дини.

Відомий датчик тиску (вимірювальний перет-
ворювач «тиск-частота») на основі кварцового
резонатора [1], який містить корпус, металеву кру-
глу мембрану, дисковий кварцовий п'єзоелемент,
що встановлений на поверхні кварцоутримувача,
металеву основу з донною частиною, металеве
опорне кільце, заклепку з циліндричною пласкою
голівкою, пружний плаский елемент, регульоваль-
ний гвинт. Резонатор включений до коливальної
системи автогенератора.

Недоліком даного пристрою є те, що для за-
безпечення прийнятних точності та роздільної
здатності при використанні його в цифрових (мік-
ропроцесорних) системах необхідно виконання
операції перетворення «частота-код» з часом ви-
мірювання частоти на рівні 0,1...10 с. Це значно
обмежує динамічні характеристики датчика тиску,
що робить його придатним лише для квазістатич-
них вимірів.

Також відомий вимірювальний перетворювач,
який складається з вимірювального генератора, в
коливальну систему якого включений п'єзореzona-

нний датчик сприймаючий вимірювальний вплив,
опорного кварцового генератора, формувача сиг-
налу різницевої частоти опорного і вимірювально-
го генераторів та підсилювача потужності сигналу
різницевої частоти [2].

Недоліком даного пристрою є обмежені дина-
мічні властивості, які пов'язані зі значною тривалі-
стю часу визначення різницевої частоти при пере-
творенні «частота-код». Використання опорного
генератора (гетеродину), який використовується
для формування сигналу різницевої частоти, та-
кож вносить додаткову похибку у вимірювання
через свою нестабільність, що знижує точності
характеристики даного перетворювача.

Найбільш близьким до запропонованого при-
строю (пристрій-аналог) є вимірювальний перет-
ворювач на основі частотного датчика тиску, який
містить циліндричний резонатор з параметрични-
ми електродами та електродами збудження і по-
ляризації, LC - генератор високої частоти з пара-
метричним входом, фільтр високої частоти і
частотний детектор, вихід якого підключений до
підсилювача сигналу збудження резонатора [3].

Недоліком даного пристрою є низька точність
перетворення обумовлена використанням об'єм-
ного резонатора, низько стабільних високочастот-
ного LC-генератора та частотного детектора, які
вносять суттєві похибки перетворення тиску.

(13) U

(11) 53900

(19) UA

В основу корисної моделі поставлена задача підвищення точності вимірювання динамічного повітряного тиску.

Завдання вирішується за рахунок того, що у вимірювальному перетворювачі з частотним датчиком тиску для сфінгографічних досліджень, який містить резонатор (датчик тиску) сприймаючий вимірювальний вплив, і підключений до параметричного входу генератора високої частоти, вихід якого через смуговий фільтр високої частоти підключений до входу частотного детектора (дискримінатора) резонатор виконаний кварцовим з модульованим міжелектродним зазором, функція електродів зняття коливань якого суміщена з функцією збудження резонатора, вихід частотного детектора підключений до входу підсилювача постійного струму, частотний детектор має коло кварцової стабілізації та адаптивного налаштування частоти дискримінації, що складається з послідовно з'єднаних кварцового резонатора та варикапа, загальна точка з'єднання яких через схему формування напруги керування варикапом підключена до виходу підсилювача постійного струму.

На Фіг.1 представлений запропонований вимірювальний перетворювач з частотним датчиком тиску для сфінгографічних досліджень, який містить: кварцовий резонатор з модульованим міжелектродним зазором 1; вимірювальний генератор 2; смуговий фільтр 3; частотний детектор (дискримінатор) 4; підсилювач постійного струму 5; коло стабілізації і адаптивного налаштування частоти дискримінації 6; кварцовий резонатор контуру частотного детектора 7; варикап 8; схема формування напруги керування варикапом 9.

Схема працює наступним чином. Кварцовий резонатор з модульованим міжелектродним зазором 1 підключений до параметричного входу вимірювального генератора 2. Його власна резонансна частота $f(X)$ визначається як [1]:

$$f(X) = f_0 \sqrt{1 + m / (1 + h_{ne} / \epsilon_{ne} X)} = f_0 (1 + 0,5m / (1 + h_{ne} / \epsilon_{ne} X)); \quad X = X_0 - X_M, \quad (1)$$

де X , X_0 та X_M - поточний, початковий зазор між мембраною і кварцовим п'єзоелементом та хід мембрани під дією вимірювального тиску відповідно;

f_0 - номінальне значення частоти датчика для $X=0$;

h_{ne} і ϵ_{ne} - товщина кварцового п'єзоелемента і його діелектрична проникливість ($\epsilon_{ne}=4,5$).

Зміна надлишкового тиску P призводить до зміни власної резонансної частоти кварцового резонатора і, як наслідок, відбувається модуляція вихідної частоти генератора 2.

Відносна інформативна девіація частоти δ_F сигналу на виході генератора 2 складає

$$\delta_F = (f(X) - f_0) / f_0 = 0,5mX / (X + a), \quad (2)$$

а крутизна S_F характеристики $\delta_F(X)$ датчика

$$S_F = \frac{d\delta_F}{dX} = 0,5ma / (X + a)^2, \quad (3)$$

$$a = h_{ne} / \epsilon_{ne} = N / f_0 \epsilon_{ne} - \text{параметр кварцового}$$

п'єзоелемента; $N = 1661 \text{ КГц} / \text{мм}$ - частотний коефіцієнт.

Сигнал з генератора 2 надходить до смугового фільтру 3, який покращує спектральну чистоту інформаційного сигналу та придушує завади викликані зовнішніми чинниками, в тому числі індустриальні завади з частотою електричної мережі та її гармонічних складових. Після фільтрації сигнал подається на частотний детектор 4, який виконує функцію перетворення «частота-напруга». В якості опорного контуру використовується кварцовий резонатор 7, який працює в режимі мікробудження, що забезпечує високу крутизну перетворення частотного детектора та стабільність його частоти дискримінації. Сигнал з детектора 4 подається на підсилювач постійного струму 5, з виходу якого знімається інформаційний сигнал перетворювача $U_{\text{вих}}$. Частотний детектор охоплений колом зворотнього зв'язку, сигнал якого з виходу підсилювача 5 через схему формування напруги керування варикапом 9 подається на варикап 8, що забезпечує адаптивне налаштування частоти дискримінації частотного детектора в залежності від тиску P на вході перетворювача.

Частотний детектор реалізований на інтегральній мікросхемі TBA120U (виробник Philips Semiconductors), типова схема якого представлена на Фіг.2 (допоміжні елементи не зображені) містить підсилювач - обмежувач вхідного сигналу, ЧМ демодулятор, регульований та нерегульований підсилювачі, джерело опорної напруги та стабілізатор напруги.

Вхідний сигнал через роздільний конденсатор C2 подається на підсилювач - обмежувач для запобігання впливу паразитної амплітудної модуляції на параметри перетворення «частота - напруга». Після підсилення і обмеження за амплітудою сигнал надходить на ЧМ демодулятор, в якості опорного контуру якого використовується кварцовий резонатор BQ1 з послідовно включеним варикапом VD1. Резонансна частота контуру демодулятора підлаштовується за допомогою зовнішнього сигналу зворотнього зв'язку $U_{\text{зз}}$, який подається на варикап VD1. З ЧМ демодулятора сигнал поступає на схему підсилення, коефіцієнт підсилення якої встановлюється за допомогою резистора R3. Вихідний сигнал детектора знімається з виходу регульованого підсилювача (Фіг.2). Внутрішній стабілізатор напруги забезпечує стабільність режимів роботи всіх каскадів схеми та знімає підвищені вимоги до напруги живлення детектора.

Типові дискримінаційні характеристики частотного детектора представлені на Фіг.3. Введення зворотнього зв'язку по частоті суттєво підвищує крутизну та лінійність перетворення (крива 2, ділянка B-B') в порівнянні з випадком, коли зворотній зв'язок відсутній (крива 1, ділянка A-A'). При цьому, крутизна перетворення «частота-напруга» у першому випадку (ділянка B-B') складає близько

$3,0 \text{ В/кГц}$, в той же час, у другому випадку (ділянка А-А') лише біля $0,5 \text{ В/кГц}$ (Фіг.3).

Даний вимірювальний перетворювач з частотним датчиком тиску для сфінгографічних досліджень добре узгоджується із сучасними однокристальними мікроконтролерами, до складу яких входять засоби для виконання операцій аналого - цифрового перетворення. При цьому, типовий час перетворення складає одиниці - десятки мікросекунд, що забезпечує значно кращі точнісні характеристики вимірювання динамічного тиску в порівнянні існуючими аналогами.

На Фіг.4 представлена типова сфінгограма сонної артерії людини, яка отримана за допомогою запропонованого вимірювального перетворювача тиску. Представлений сигнал дозволяє чітко виділити характерні ділянки (Фіг.4): АБ - проміжок часу підйому анакроти від початку пульсового коливання до його вершини; БВ - проміжок часу падіння катакроти від вершини пульсового коливання до початку дикротичного зубця; ВГ - проміжок часу від початку дикротичного зубця до його вершини; ГА' - проміжок часу від вершини дикротичного зубця до кінця пульсового коливання. Тривалість систоліч-

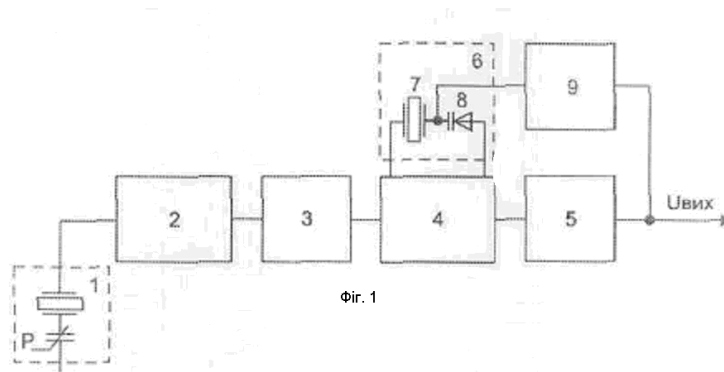
ного циклу визначається відрізком АВ, діастолічного - відрізком ВА'.

Запропонований вимірювальний перетворювач з частотним датчиком тиску для сфінгографічних досліджень забезпечує суттєве підвищення точності та достовірності визначення параметрів пульсової хвилі артеріального кров'яного тиску при діагностуванні стану серцево - судинної системи людини за допомогою комп'ютерних методів.

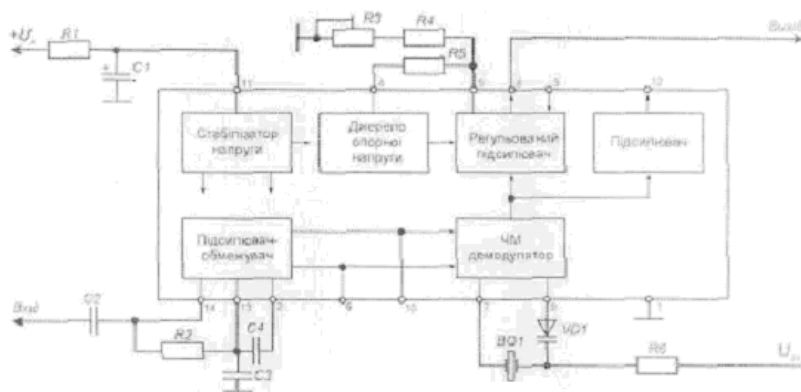
Джерела інформації:

1. Пат. 2098783 Российская Федерация, МПК G01L9/08, 9/12. Датчик давления/ Колпаков Ф.Ф., Хильченко Г.Л., Пидченко С.К. Заявители и патентообладатели Колпаков Ф.Ф., Хильченко Г.Л., Пидченко С.К. - №96101243 ; заявл. 18. 01. 96; опубл. 10. 12. 97, Бюл. №34. - 12с. : ил. 2. Малов В. В. Пьезорезонансные датчики / В. В. Малов // М.: Энергоатом издат, 1989. - 2-е издание, перераб. и доп. - 272 с.: ил.

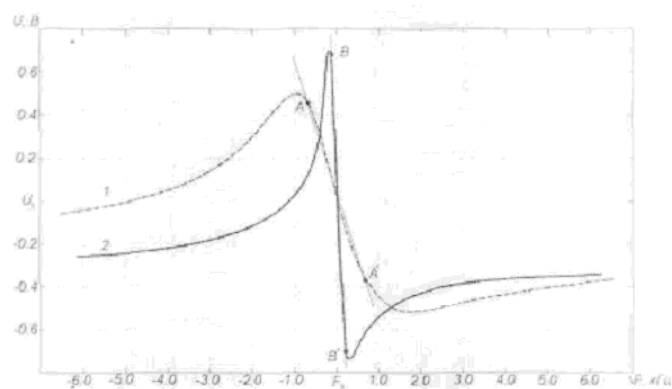
3. А.с. 1000806 СССР, МКИ G01L11/00. Частотный датчик давления / Корольков И.В., Иванов С.Ю.; Заявитель Московское ордена Ленина, ордена Октябрьской революции и ордена Трудового Красного Знамени высшее техническое училище им. В. Э. Баумана - № 3286836/18-10; Заявл. 07.05.81; опубл. 28.02.83, Бюл. №8. -2с. : ил.



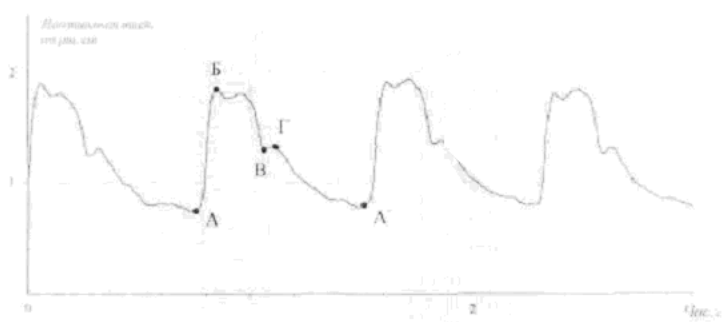
Фіг. 1



Фіг. 2



Фиг. 3



Фиг. 4