



ФЕДЕРАЛЬНАЯ СЛУЖБА
ПО ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНОЙ СОБСТВЕННОСТИ

(12) ОПИСАНИЕ ИЗОБРЕТЕНИЯ К ПАТЕНТУ

(52) СПК
G01P 15/00 (2020.02)

(21)(22) Заявка: 2019138490, 27.11.2019

(24) Дата начала отсчета срока действия патента:
27.11.2019

Дата регистрации:
21.08.2020

Приоритет(ы):

(22) Дата подачи заявки: 27.11.2019

(45) Опубликовано: 21.08.2020 Бюл. № 24

Адрес для переписки:

197376, Санкт-Петербург, ул. Профессора
Попова, 5, СПбГЭТУ, ЦКТТ, Поженской А.А.

(72) Автор(ы):

Гупалов Валерий Иванович (RU),
Шалымов Егор Вадимович (RU),
Кукаев Александр Сергеевич (RU)

(73) Патентообладатель(и):

Федеральное государственное автономное
образовательное учреждение высшего
образования "Санкт-Петербургский
государственный электротехнический
университет "ЛЭТИ" им. В.И. Ульянова
(Ленина)" (СПбГЭТУ "ЛЭТИ") (RU)

(56) Список документов, цитированных в отчете
о поиске: RU 2566655 C1, 27.10.2015. RU
2690367 C1, 03.06.2019. RU 2626071 C1,
21.07.2017. CN 103134950 A, 05.06.2013.

(54) Акселерометр для измерения линейных ускорений

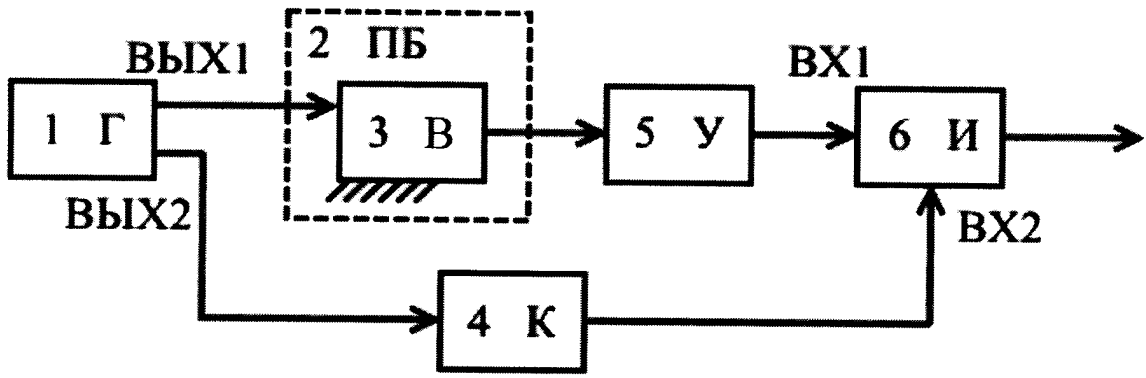
(57) Реферат:

Изобретение относится к области измерительной техники. Сущность изобретения заключается в том, что акселерометр для измерения линейных ускорений дополнительно содержит интегрирующее устройство и контроллер, выполняющий функцию формирования на своем выходе управляющий сигнал с периодом, кратным целому числу периодов знакопеременного сигнала опорной частоты, причем второй выход генератора

знакопеременного сигнала опорной частоты соединен с входом контроллера, один из входов интегрирующего устройства соединен с выходом усилителя заряда, а второй - с выходом контроллера, а выход интегрирующего устройства является информационным выходом акселерометра. Технический результат - повышение точности измерения линейных ускорений при измерении их с использованием пьезоэлектрического возбудителя. 1 ил.

RU
2 730 423
C1

RU
2 730 423
C1



Фиг. 1

RU 2730423 C1

RU 2730423 C1



FEDERAL SERVICE
FOR INTELLECTUAL PROPERTY

(12) **ABSTRACT OF INVENTION**

(52) CPC
G01P 15/00 (2020.02)

(21)(22) Application: **2019138490, 27.11.2019**

(24) Effective date for property rights:
27.11.2019

Registration date:
21.08.2020

Priority:

(22) Date of filing: **27.11.2019**

(45) Date of publication: **21.08.2020 Bull. № 24**

Mail address:

**197376, Sankt-Peterburg, ul. Professora Popova,
5, SPbGETU, TSKTT, Pozhenskoj A.A.**

(72) Inventor(s):

**Gupalov Valerij Ivanovich (RU),
Shalymov Egor Vadimovich (RU),
Kukaev Aleksandr Sergeevich (RU)**

(73) Proprietor(s):

**Federalnoe gosudarstvennoe avtonomnoe
obrazovatelnoe uchrezhdenie vysshego
obrazovaniya "Sankt-Peterburgskij
gosudarstvennyj elektrotekhnicheskij universitet
"LETI" im. V.I. Ulyanova (Lenina)" (SPbGETU
"LETI") (RU)**

(54) **ACCELEROMETER FOR MEASURING LINEAR ACCELERATIONS**

(57) Abstract:

FIELD: measuring equipment.

SUBSTANCE: invention relates to the measurement equipment. Essence of the invention consists in that the accelerometer for measuring linear accelerations further comprises an integrating device and a controller which performs the function of generating at its output a control signal with a period which is a multiple of the whole number of periods of the alternating sign signal of the reference frequency, wherein the second output of the alternating sign signal generator of the reference

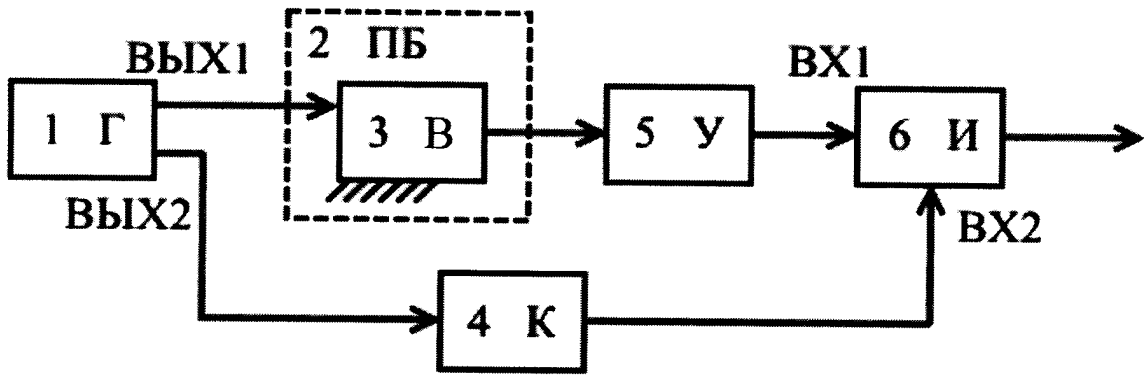
frequency is connected to the input of the controller, one of the inputs of the integrating device is connected to the output of the charge amplifier, and the second – to the output of the controller, and the output of the integrating device is the information output of the accelerometer.

EFFECT: high accuracy of measuring linear accelerations when measuring them using a piezoelectric exciter.

1 cl, 1 dwg

RU 2 730 423 C1

RU 2 730 423 C1



Фиг. 1

RU 2730423 C1

RU 2730423 C1

Изобретение относится к области измерительной техники и может быть использовано для измерения линейного ускорения в системах ориентации и навигации подвижных объектов, а также при сейсмических измерениях.

Известен пьезоэлектрический виброизмерительный преобразователь [А.с. №634493 СССР, МКИ G01P 15/08. Пьезоэлектрический виброизмерительный преобразователь / Цеханский К.Р., Макеев В.М., Б.И. №43, 1978.], содержащий дифференциальный пьезоэлемент, представляющий собой два идентичных пьезоэлектрических преобразователя и пробную массу, усилитель напряжения, вход которого соединен с выходом дифференциального пьезоэлемента, инвертирующий усилитель, вход которого соединен с вторым выходом дифференциального пьезоэлемента, сумматор, входы которого соединены с выходами усилителя напряжения и инвертирующего усилителя. Выход сумматора является выходом преобразователя.

Наиболее близким по совокупности существенных признаков к предлагаемому устройству является пьезоэлектронный акселерометр для измерения кажущегося ускорения, являющегося линейным, [Патент РФ №2566655, Способ измерения кажущегося ускорения и пьезоакселерометр для его реализации], содержащий пьезоблок, выходы которого соединены со входами одинаковых усилителей заряда, генератор знакопеременного сигнала опорной частоты, которая намного больше верхней частоты спектра кажущегося ускорения, а пьезоблок включает пьезоэлектрический возбудитель, входы которого соединены с выходами генератора знакопеременного сигнала, причем, возбудитель сочленен с идентичными пьезоэлектрическими преобразователями, которые закреплены на основании, а выходы идентичных преобразователей являются выходами пьезоблока, дифференциальный усилитель, входы которого соединены с выходами усилителей заряда, преобразователь амплитуды в сигнал постоянного тока, вход которого соединен с выходом дифференциального усилителя, а выход является выходом акселерометра.

Недостатком такого акселерометра является низкая точность определения измеряемой величины, из-за наличия погрешности преобразования линейного ускорения в электрический сигнал, обусловленной несимметричностью двух дифференциально включенных измерительных каналов, содержащих пьезоэлектрические преобразователи.

Задачей, решаемой изобретением, является разработка устройства измерения линейных ускорений при помощи пьезоэлектрического возбудителя, позволяющего повысить точность определения линейных ускорений.

Поставленная задача решается за счет того, что в предлагаемом акселерометре, также как и в известном, в состав входят генератор знакопеременного сигнала опорной частоты, которая намного больше верхней частоты спектра линейного ускорения, и пьезоблок, закрепленный на основании и включающий в себя пьезоэлектрический возбудитель, выход которого соединен с входом усилителя заряда, а первый выход генератора соединен с входом пьезоэлектрического возбудителя. Но, в отличие от известного, устройство содержит интегрирующее устройство и контроллер, который формирует на своем выходе управляющий сигнал с периодом, кратным целому числу периодов знакопеременного сигнала опорной частоты, причем второй выход генератора знакопеременного сигнала опорной частоты соединен с входом контроллера, один из входов интегрирующего устройства соединен с выходом усилителя заряда, а второй - с выходом контроллера, а выход интегрирующего устройства является информационным выходом акселерометра.

Достижимым техническим результатом является повышение точности измерения линейных ускорений при измерении их с использованием пьезоэлектрического

возбудителя за счет исключения погрешности преобразования линейного ускорения в электрический сигнал, обусловленной несимметричностью двух дифференциально включенных измерительных каналов, содержащих пьезоэлектрические преобразователи.

Предложенное изобретение базируется на том факте, что интеграл от сигнала опорной частоты, при времени интегрирования кратном периоду этого сигнала, равен средней линии сигнала опорной частоты. Так как электрический сигнал на выходе пьезоэлектрического возбудителя состоит из суммы электрических сигналов, каждый из которых меняется с опорной частотой: сигнал с средней линией пропорциональной измеряемой величине и сигнал возбуждения (не преобразованная часть сигнала поступающего на пьезоэлектрический возбудитель с генератора знакопеременного сигнала опорной частоты), то при его интегрировании в течение времени интегрирования, кратном периоду сигнала возбуждения, результат интегрирования будет пропорционален измеряемой величине. Таким образом, выделение информации о величине линейного ускорения из электрического сигнала опорной частоты с средней линией пропорциональной измеряемому линейному ускорению производится с помощью интегрирующего устройства по единственному каналу, что позволяет исключить погрешность преобразования линейного ускорения в электрический сигнал, обусловленную несимметричностью двух дифференциально включенных измерительных каналов, содержащих пьезоэлектрические преобразователи.

Изобретение поясняется чертежом на фиг. 1. На фиг. 1 приведена структурная схема предложенного акселерометра. Она состоит из генератора знакопеременного сигнала опорной частоты 1, имеющего выходы Вых1 и Вых2, пьезоблока 2, содержащего пьезоэлектрический возбудитель 3, контроллера 4, усилителя заряда 5 и интегрирующего устройства 6, имеющего входы Вх1 и Вх2.

Предлагаемое устройство работает следующим образом.

Генератор знакопеременного сигнала опорной частоты 1 имеет два выхода Вых1 и Вых2, на которые подается электрический знакопеременный сигнал опорной частоты. Величина опорной частоты генератора сигнала выбирается по крайней мере на порядок большей, чем верхняя частота спектра линейного ускорения. При этом рекомендуется использовать генераторы с высоким выходным сопротивлением на низких частотах, например, имеющие на выходе проходные емкости. Это предотвращает утечку с пьезоэлектрического возбудителя 3 на генератор 1 электрических сигналов, имеющих частоты ниже, чем верхняя частота измеряемого линейного ускорения, и несущих информацию о ее величине.

Пьезоблок 2 закреплен на основании и включает в себя пьезоэлектрический возбудитель 3. Пьезоэлектрический возбудитель 3 позволяет преобразовывать электрический сигнал в механическое напряжение, а изменение механического напряжения - в электрический сигнал и может быть выполнен, например, в виде пьезокерамического элемента с двумя контактными площадками на противоположных его концах. При этом возбудитель, одновременно является пробной массой. Для увеличения величины пробной массы и, как следствие, увеличения чувствительности к линейному ускорению, пьезоблок может содержать дополнительную пробную массу, выполненную в виде отдельного элемента, сочлененного с одной стороны с возбудителем.

Ко входу пьезоэлектрического возбудителя 3 подсоединен первый выход (Вых1) генератора знакопеременного сигнала 1. Пьезоэлектрический возбудитель 3 преобразует часть энергии электрического знакопеременного сигнала опорной частоты, поступающего с генератора 1, в механическое напряжение, которое суммируется в

пьезоэлектрическом возбудителе 3 с механическим напряжением, создаваемым пробной массой, в результате воздействия на нее измеряемого линейного ускорения. Суммировать в пьезоэлектрическом возбудителе 3 знакопеременное механическое напряжение опорной частоты, создаваемое возбудителем 3, и медленно меняющееся (по сравнению с

5 знакопеременным) механическое напряжение, создаваемое пробной массой, позволяет свойство значочувствительности пьезоэффекта. Суммарное механическое напряжение имеет среднюю линию пропорциональную измеряемой физической величине и меняется с опорной частотой. Поэтому преобразование пьезоэлектрическим возбудителем 3 суммарного механического напряжения в электрический сигнал происходит в зоне

10 стабильной чувствительности пьезоэлектрического возбудителя и без искажений. Этот электрический сигнал со средней линией, пропорциональной измеряемому линейному ускорению, суммируется на выходе пьезоэлектрического возбудителя 3 с электрическим сигналом возбуждения. Таким образом, суммарный электрический сигнал на выходе возбудителя 3 состоит из сигнала возбуждения (не преобразованной части

15 электрического знакопеременного сигнала опорной частоты поступающего на возбудитель 3 с генератора 1) и из полученного в результате преобразования суммы механических напряжений в пьезоэлектрическом возбудителе 3 электрического сигнала опорной частоты, с средней линией, пропорциональной измеряемому линейному ускорению.

20 Второй выход (выход Вых2) генератора знакопеременного сигнала 1 соединен с входом контроллера 4, который формирует на своем выходе управляющий сигнал с периодом, кратным целому числу периодов знакопеременного сигнала опорной частоты.

Выход пьезоэлектрического возбудителя 3 соединен с входом усилителя заряда 5, который усиливает электрический сигнал.

25 Выход усилителя заряда 5 соединен с входом ВХ1 интегрирующего устройства 6. Второй вход (вход ВХ2) интегрирующего устройства 6 соединен с выходом контроллера 4. В составе предлагаемого акселерометра может использоваться интегрирующее устройство 6 как с аналоговым, так и с цифровым выходом. Выход интегрирующего устройства 6 является информационным выходом акселерометра.

30 Интегрирующее устройство 6 интегрирует по времени сигнал поступающий со входа ВХ1. Время интегрирования определяется управляющим сигналом со входа ВХ2. Так как электрический сигнал на входе В состоит из суммы сигналов, каждый из которых меняется с опорной частотой, то при его интегрировании в течение времени интегрирования кратным целому числу периодов знакопеременного сигнала опорной

35 частоты результат интегрирования, передаваемый на выход интегрирующего устройства 6, будет пропорционален измеряемому линейному ускорению.

Описание предложенного устройства доказывает возможность достижения технического результата - увеличение точности измерения линейных ускорений при измерении их с использованием пьезоэлектрического возбудителя.

40

(57) Формула изобретения

Акселерометр для измерения линейных ускорений, содержащий генератор знакопеременного сигнала опорной частоты, которая намного больше верхней частоты спектра линейного ускорения, и пьезоблок, закрепленный на основании и включающий

45 в себя пьезоэлектрический возбудитель, выход которого соединен с входом усилителя заряда, а первый выход генератора соединен с входом пьезоэлектрического возбудителя, отличающийся тем, что устройство содержит интегрирующее устройство и контроллер, выполняющий функцию формирования на своем выходе управляющий сигнал с

периодом, кратным целому числу периодов знакопеременного сигнала опорной частоты, причем второй выход генератора знакопеременного сигнала опорной частоты соединен с входом контроллера, один из входов интегрирующего устройства соединен с выходом усилителя заряда, а второй - с выходом контроллера, а выход интегрирующего
5 устройства является информационным выходом акселерометра.

10

15

20

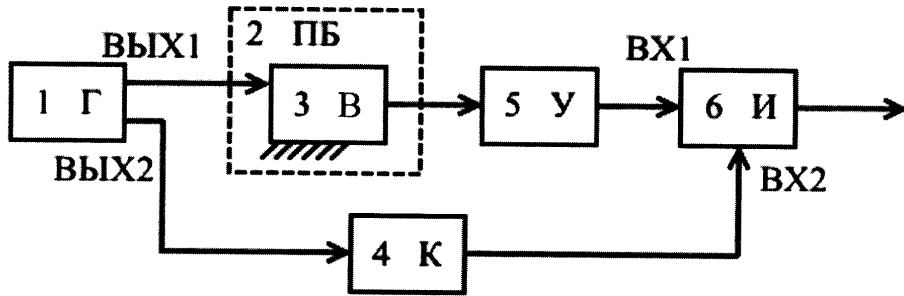
25

30

35

40

45



Фиг. 1