



(19) **RU** ⁽¹¹⁾ **2 166 735** ⁽¹³⁾ **C1**
(51) МПК⁷ **G 01 C 21/08, G 01 R 33/00**

РОССИЙСКОЕ АГЕНТСТВО
ПО ПАТЕНТАМ И ТОВАРНЫМ ЗНАКАМ

(12) **ОПИСАНИЕ ИЗОБРЕТЕНИЯ К ПАТЕНТУ РОССИЙСКОЙ
ФЕДЕРАЦИИ**

(21), (22) Заявка: 2000106982/09, 21.03.2000
(24) Дата начала действия патента: 21.03.2000
(43) Дата публикации заявки: 10.05.2001
(46) Дата публикации: 10.05.2001
(56) Ссылки: RU 21036664 C1, 27.01.1998. RU 2119171 C1, 20.09.1998. RU 2130619 C1, 20.05.1999. RU 2138019 C1, 20.09.1999. US 3983474 A, 28.09.1976.
(98) Адрес для переписки:
198328, Санкт-Петербург, Брестский б-р
19/17, кв.112, Смирнову Б.М.

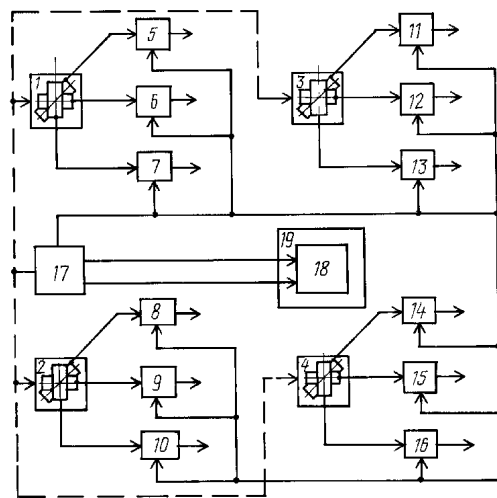
(71) Заявитель:
Смирнов Борис Михайлович
(72) Изобретатель: Смирнов Б.М.
(73) Патентообладатель:
Смирнов Борис Михайлович

(54) **УСТРОЙСТВО ДЛЯ ДИСТАНЦИОННОГО ОПРЕДЕЛЕНИЯ КООРДИНАТ И УГЛОВОГО ПОЛОЖЕНИЯ
ОБЪЕКТА (ВАРИАНТЫ)**

(57) Реферат:

Изобретение может быть использовано для создания средств измерения координат и угловых величин объекта в автоматических системах управления, в геомагнитной навигации, в прецизионном машиностроении и приборостроении и т. д. Устройство по первому варианту содержит источник переменного магнитного поля, расположенный на объекте, четыре трехкомпонентных магниточувствительных датчика, двенадцать усилительно-преобразовательных блоков, первые входы которых подключены соответствующим образом к выходам трехкомпонентных датчиков, и генератор переменных напряжений, первый выход которого подключен к вторым входам усилительно-преобразовательных блоков, а второй и третий выходы - к источнику переменного магнитного поля, при этом все трехкомпонентные магниточувствительные датчики размещены в вершинах тетраэдра. Устройство по второму варианту содержит источник магнитного поля, расположенный на объекте, четыре трехкомпонентных магниточувствительных датчика, двенадцать усилительно-преобразовательных блоков, первые входы которых подключены соответствующим образом к выходам трехкомпонентных датчиков, и генератор переменных напряжений, первый выход

которого подключен к вторым входам усилительно-преобразовательных блоков, а второй выход - к входам трехкомпонентных датчиков, при этом все трехкомпонентные магниточувствительные датчики размещены в вершинах тетраэдра. Технический результат заключается в создании более простой конструкции и отсутствии контактной связи между приемными и передающими составными частями устройства. 2 с.п.ф-лы, 2 ил.



Фиг.1



(19) **RU** ⁽¹¹⁾ **2 166 735** ⁽¹³⁾ **C1**
 (51) Int. Cl.⁷ **G 01 C 21/08, G 01 R 33/00**

RUSSIAN AGENCY
 FOR PATENTS AND TRADEMARKS

(12) **ABSTRACT OF INVENTION**

(21), (22) Application: 2000106982/09, 21.03.2000
 (24) Effective date for property rights: 21.03.2000
 (43) Application published: 10.05.2001
 (46) Date of publication: 10.05.2001
 (98) Mail address:
 198328, Sankt-Peterburg, Brestskij b-r
 19/17, kv.112, Smirnovu B.M.

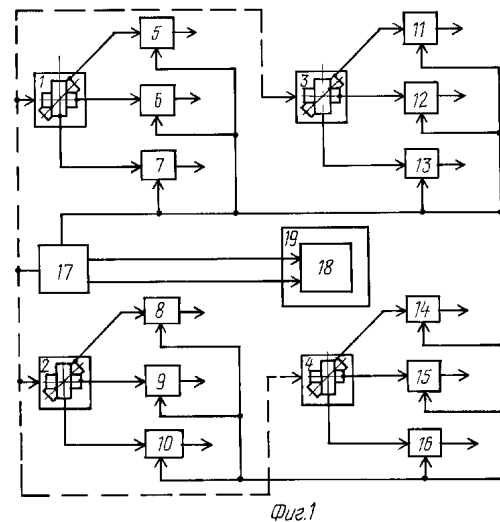
(71) Applicant:
 Smirnov Boris Mikhajlovich
 (72) Inventor: Smirnov B.M.
 (73) Proprietor:
 Smirnov Boris Mikhajlovich

(54) **DEVICE FOR REMOTE DETERMINATION OF COORDINATES AND ATTITUDE OF OBJECT (VERSIONS)**

(57) Abstract:

FIELD: units for measurement of coordinates and attitude of object in automatic control systems, geomagnetic navigation, precision mechanical engineering, instrumentation engineering, etc. SUBSTANCE: according to first version, device includes variable magnetic field source located on object, four three-component magnetosensitive sensors, twelve amplifier-converter units whose first inputs are connected to outputs of three-component sensors and AC generator whose first output is connected to second inputs of amplifier-converter unit and second and third outputs are connected to variable magnetic field source; all three-component sensors are located in vertices of tetrahedron. EFFECT: simplified construction; absence of contact coupling between receiving and transmitting parts of

device. 3 cl, 2 dwg



RU 2 166 735 C1

RU 2 166 735 C1

Изобретение относится к области измерительной техники и может быть использовано для создания средств измерения координат и угловых величин объекта в автоматических системах управления, в геомагнитной навигации, в прецизионном машиностроении и приборостроении и т.д.

Известно магнитометрическое устройство для определения координат и углового положения объекта, реализующее способ определения координат и магнитного момента дипольного источника поля по измеренным параметрам магнитного поля в каждой из трех выбранных точек пространства (а.с. N 1064251, БИ N 48, 1983). Известное устройство состоит из трех трехкомпонентных магниточувствительных датчиков, трех усилительно-преобразовательных блоков, первые входы которых подключены к выходам соответствующих датчиков, а первые выходы подключены к соответствующим первым входам этих датчиков, трех генераторов переменной ЭДС, первые выходы которых подключены к соответствующим вторым входам усилительно-преобразовательных блоков, вычислительного блока, вход которого подключен к вторым выходам усилительно-преобразовательных блоков, а выход подключен к третьим входам датчиков, и дипольного источника поля в виде намагниченного объекта. При этом каждый усилительно-преобразовательный блок, подключенный к соответствующему трехкомпонентному датчику, состоит из трех каналов, каждый из которых содержит избирательный усилитель и синхронный детектор. Электрически связанные между собой трехкомпонентный датчик, усилительно-преобразовательный блок и генератор переменной ЭДС образуют электронный блок, поэтому известное устройство содержит три электронных блока.

Известное устройство работает следующим образом. На вторые входы датчиков подаются с первых выходов соответствующих генераторов переменные ЭДС, возбуждающие эти датчики. В результате этого на выходе каждого из датчиков появляются три ЭДС второй гармоники, каждая из которых пропорциональна одной из трех компонент магнитного поля, созданного дипольным источником и внешним однородным магнитным полем, в частности, геомагнитным полем. Выходные сигналы с датчиков усиливаются и детектируются в соответствующих усилительно-преобразовательных блоках, поэтому выходные сигналы с каждого усилительно-преобразовательного блока пропорциональны трем компонентам вектора магнитной индукции. Для детектирования сигналов на вторые входы каждого усилительно-преобразовательного блока подается переменное напряжение с вторых выходов соответствующих генераторов переменной ЭДС. Выходные сигналы с первых выходов усилительно-преобразовательных блоков подаются на первые входы соответствующих трехкомпонентных датчиков, обеспечивая отрицательную обратную связь по измеренным составляющим векторов магнитной индукции. Выходные сигналы с усилительно-преобразовательных блоков

подаются на входы вычислительного блока. В вычислительном блоке осуществляется определение компонент однородного магнитного поля, координат и магнитного момента дипольного источника, а также определение направляющих косинусов вектора магнитного момента этого источника. Направление вектора магнитного момента дипольного источника поля жестко связано с намагниченностью объекта (Чернышев Е.Т., Чернышева Н. Г., Студенцов Н.В., Чечурина Е.Н. М.: Изд-во Комитета стандартов и измерительных приборов, 1969, с. 41-42), поэтому направляющие косинусы вектора магнитного момента дипольного источника поля определяют и угловое положение этого источника и жестко связанного с ним объекта. Сигналы, пропорциональные компонентам вектора однородного магнитного поля, поступают с выходов вычислительного блока на соответствующий датчик, осуществляя компенсацию однородного магнитного поля в объеме каждого датчика.

Известное техническое решение обеспечивает порой определение координат и углового положения объекта в течение длительного времени, которое не соответствует требованиям для решения частных задач. Это обусловлено тем, что при отсутствии каких-либо сведений о местоположении объекта определение его координат осуществляется численным методом путем задания случайных значений координат объекта, которые могут существенно отличаться от действительных.

Известно устройство для дистанционного определения координат и углового положения объекта (пат. 2103664 РФ, 1998, БИ N 3), которое по совокупности существенных признаков наиболее близко предлагаемому и принято за прототип. Известное устройство состоит из трех источников магнитного поля, выполненных в виде трех катушек индуктивности, размещенных на объекте, трех трехкомпонентных датчиков, генератора переменных напряжений, двадцати семи усилительно-преобразовательных блоков, выходы которых являются выходами устройства, первые входы первого, десятого и девятнадцатого усилительно-преобразовательных блоков подключены к первому выходу первого датчика, первые входы второго, одиннадцатого и двадцатого усилительно-преобразовательных блоков подключены к второму выходу первого датчика, первые входы третьего, двенадцатого и двадцать первого усилительно-преобразовательных блоков подключены к третьему выходу первого датчика, первые входы четвертого, тринадцатого и двадцать второго усилительно-преобразовательных блоков подключены к первому выходу второго датчика, первые входы пятого, четырнадцатого и двадцать третьего усилительно-преобразовательных блоков подключены к второму выходу второго датчика, первые входы шестого, пятнадцатого и двадцать четвертого усилительно-преобразовательных блоков подключены к третьему выходу второго датчика, первые входы седьмого, шестнадцатого и двадцать пятого усилительно-преобразовательных блоков

подключены к первому выходу третьего датчика, первые входы восьмого, семнадцатого и двадцать шестого усилительно-преобразовательных блоков подключены к второму выходу третьего датчика, первые входы девятого, восемнадцатого и двадцать седьмого усилительно-преобразовательных блоков подключены к третьему выходу третьего датчика, вторые входы первого, второго, третьего, четвертого, пятого, шестого, седьмого, восьмого и девятого усилительно-преобразовательных блоков подключены к первому выходу генератора переменных напряжений, вторые входы десятого, одиннадцатого, двенадцатого, четырнадцатого, пятнадцатого, шестнадцатого, семнадцатого и восемнадцатого

усилительно-преобразовательных блоков подключены к второму выходу генератора переменных напряжений, вторые входы девятнадцатого, двадцатого, двадцать первого, двадцать второго, двадцать третьего, двадцать четвертого, двадцать пятого, двадцать шестого и двадцать седьмого усилительно-преобразовательных блоков подключены к третьему выходу генератора переменных напряжений, четвертый и пятый входы которого подключены к выводам первой катушки индуктивности, шестой и седьмой входы - к выводам второй катушки индуктивности, а восьмой и девятый входы - к выводам третьей катушки индуктивности.

Известное устройство (пат. 2103664 РФ, 1998, БИ N 3) работает следующим образом. В катушках индуктивности, подключенных к генератору переменных напряжений, протекают переменные токи разных частот. В результате этого катушки индуктивности воспроизводят переменные магнитные поля разных частот. В трехкомпонентных датчиках по каждой компоненте индуцируются переменные ЭДС, каждая из которых пропорциональна составляющей вектора магнитной индукции, созданной катушками индуктивности. Эти ЭДС усиливаются и детектируются

усилительно-преобразовательными блоками, каждый из которых состоит из избирательного усилителя и синхронного детектора. Для этого на вторые входы усилительно-преобразовательных блоков подаются опорные напряжения с соответствующими частотами с генератора переменных напряжений, а на первые входы этих блоков подаются с соответствующих выходов датчиков переменные ЭДС. В результате этого на выходах усилительно-преобразовательных блоков будут сигналы, пропорциональные составляющим векторов магнитной индукции, созданной катушками индуктивности. По выходным сигналам с усилительно-преобразовательных блоков и взаимному расположению датчиков определяют координаты и угловое положение объекта по алгоритму, изложенному в работах (Смирнов Б. М. Определение координат и углового положения объекта при наличии и отсутствии контакта с ним // Измерительная техника, 1998, N 2, с. 30); пат. 2103664 РФ, 1998, БИ N 3).

Известное устройство отличается сложностью конструкции. Действительно, в его

приемную часть входят двадцать семь усилительно-преобразовательных блоков, а в передающую часть - три катушки индуктивности (три источника магнитного поля). Кроме того, в известном устройстве осуществлена контактная (проводная) связь между источниками магнитного поля, являющимися передающей частью устройства, и генератором переменных напряжений, который входит в приемную часть устройства. Наличие проводной связи не обеспечивает определения координат и углового положения объекта на удаленных расстояниях, например, при посадке самолета или на небольших расстояниях, когда невозможно осуществить проводную связь между источниками магнитного поля, усилительно-преобразовательными блоками и генератором переменных напряжений, в частности, при стыковке летательных и подводных аппаратов.

Задачей предлагаемого изобретения является создание устройства для дистанционного определения координат и углового положения объекта, отличающегося от прототипа более простой конструкцией и отсутствием контактной, в частности, проводной связи между приемными и передающими составными частями этого устройства. Поставленная задача создания устройства для дистанционного определения координат и углового положения объекта решается за счет измерения составляющих вектора магнитной индукции, созданной источником магнитного поля, размещенного на объекте, в четырех точках пространства, размещенных в вершинах тетраэдра.

Предлагаемое изобретение представляет два устройства для дистанционного определения координат и углового положения объекта, связанных между собой настолько, что они образуют единый изобретательский замысел.

Предлагаемое устройство для дистанционного определения координат и углового положения объекта (по первому варианту), содержащее источник переменного магнитного поля, расположенный на объекте, три трехкомпонентных магниточувствительных датчика, генератор переменных напряжений и двенадцать усилительно-преобразовательных блоков, выходы которых являются выходами устройства, первый вход первого усилительно-преобразовательного блока подключен к первому выходу первого датчика, первый вход второго усилительно-преобразовательного блока подключен к второму выходу первого датчика, первый вход третьего усилительно-преобразовательного блока подключен к третьему выходу первого датчика, первый вход четвертого усилительно-преобразовательного блока подключен к первому выходу второго датчика, первый вход пятого усилительно-преобразовательного блока подключен к второму выходу второго датчика, первый вход шестого усилительно-преобразовательного блока подключен к третьему выходу второго датчика, первый вход седьмого усилительно-преобразовательного блока подключен к первому выходу третьего датчика, первый вход восьмого усилительно-преобразовательного блока

подключен к второму выходу третьего датчика, первый вход девятого усилительно-преобразовательного блока подключен к третьему выходу третьего датчика, первый выход генератора переменных напряжений подключен к вторым входам первого, второго, третьего, четвертого, пятого, шестого, седьмого, восьмого и девятого усилительно-преобразовательных блоков, а второй и третий выходы - к источнику переменного магнитного поля, снабжено четвертым трехкомпонентным магниточувствительным датчиком, у которого первый выход подключен к первому входу десятого усилительно-преобразовательного блока, второй выход - к первому входу одиннадцатого усилительно-преобразовательного блока, а третий выход - к первому входу двенадцатого усилительно-преобразовательного блока, при этом вторые входы десятого, одиннадцатого и двенадцатого усилительно-преобразовательных блоков подключены к первому выходу генератора переменных напряжений, а все трехкомпонентные магниточувствительные датчики размещены в вершинах тетраэдра.

Предлагаемое устройство для дистанционного определения координат и углового положения объекта (по второму варианту), содержащее источник магнитного поля, расположенный на объекте, три трехкомпонентных магниточувствительных датчика, генератор переменных напряжений и двенадцать усилительно-преобразовательных блоков, выходы которых являются выходами устройства, первый вход первого усилительно-преобразовательного блока подключен к первому выходу первого датчика, первый вход второго усилительно-преобразовательного блока подключен к второму выходу первого датчика, первый вход третьего усилительно-преобразовательного блока подключен к третьему выходу первого датчика, первый вход четвертого усилительно-преобразовательного блока подключен к первому выходу второго датчика, первый вход пятого усилительно-преобразовательного блока подключен к второму выходу второго датчика, первый вход шестого усилительно-преобразовательного блока подключен к третьему выходу второго датчика, первый вход седьмого усилительно-преобразовательного блока подключен к первому выходу третьего датчика, первый вход восьмого усилительно-преобразовательного блока подключен к второму выходу третьего датчика, первый вход девятого усилительно-преобразовательного блока подключен к третьему выходу третьего датчика, а первый выход генератора переменных напряжений подключен к вторым входам первого, второго, третьего, четвертого, пятого, шестого, седьмого, восьмого и девятого усилительно-преобразовательных блоков, снабжено четвертым трехкомпонентным магниточувствительным датчиком, у которого первый выход подключен к первому входу десятого усилительно-преобразовательного блока, второй выход - к первому входу

одиннадцатого усилительно-преобразовательного блока, третий выход - к первому входу двенадцатого усилительно-преобразовательного блока, при этом вторые входы десятого, одиннадцатого и двенадцатого усилительно-преобразовательных блоков подключены к первому выходу генератора переменных напряжений, второй выход которого подключен к входам первого, второго, третьего и четвертого трехкомпонентных магниточувствительных датчиков, размещенных в вершинах тетраэдра.

Применение в предлагаемом техническом решении по первому и второму вариантам четырех трехкомпонентных магниточувствительных датчиков, размещенных в вершинах тетраэдра, двенадцати усилительно-преобразовательных блоков и генератора переменных напряжений, включенных между собой определенным образом, и измерение составляющих четырех векторов магнитной индукции, созданной источником магнитного поля, расположенных на объекте, обеспечивает, как и в прототипе, определение координат и углового положения источника магнитного поля, а значит, и объекта при отсутствии сведений, в каком октанте системы координат находится объект. При этом техническое решение по первому варианту обеспечивает определение координат и угловое положение объекта, когда на объекте размещен источник переменного магнитного поля, а техническое решение по второму варианту обеспечивает определение координат и угловое положение объекта, когда на объекте размещен источник переменного или постоянного магнитного поля.

Предлагаемое техническое решение как по первому, так и по второму вариантам отличается от известного, которое принято за прототип, простотой конструктивного исполнения. Кроме того, в техническом решении по второму варианту между датчиками, усилительно-преобразовательными блоками и генератором переменных напряжений, образующими приемную часть предлагаемого устройства, и источником магнитного поля, образующим передающую часть упомянутого устройства, отсутствует контактная (проводная) связь. Это обеспечивает определение координат и углового положения объекта там, где контактную связь с объектом сложно или невозможно осуществить.

Таким образом, технический результат предлагаемого устройства для дистанционного определения координат и углового положения объекта выражается в упрощении конструкции по сравнению с прототипом, возможности определения координат и углового положения объекта при отсутствии и наличии контакта с объектом и при расположении на объекте источника переменного или постоянного магнитного поля.

Сущность предлагаемого технического решения поясняется следующими графическими материалами.

На фиг. 1 изображена структурная схема устройства для дистанционного определения координат и углового положения объекта по первому и второму вариантам.

На фиг. 2 изображено пространственное

расположение трехкомпонентных магниточувствительных датчиков в декартовой системе координат OXYZ.

Предлагаемое устройство для дистанционного определения координат и углового положения объекта по первому и второму вариантам (фиг. 1) состоит из четырех трехкомпонентных магниточувствительных датчиков 1-4, двенадцати усилительно-преобразовательных блоков 5-16, генератора переменных напряжений 17 и источника магнитного поля 18, размещенного на объекте 19. Первый вход блока 5 подключен к первому выходу датчика 1, первый вход блока 6 подключен к второму выходу датчика 1, первый вход блока 7 подключен к третьему выходу датчика 1, первый вход блока 8 подключен к первому выходу датчика 2, первый вход блока 9 подключен к второму выходу датчика 2, первый вход блока 10 подключен к третьему выходу датчика 2, первый вход блока 11 подключен к первому выходу датчика 3, первый вход блока 12 подключен к второму выходу датчика 3, первый вход блока 13 подключен к третьему выходу датчика 3, первый вход блока 14 подключен к первому выходу датчика 4, первый вход блока 15 подключен к второму выходу датчика 4, первый вход блока 16 подключен к третьему выходу датчика 4, а первый выход генератора 17 подключен к вторым входам блоков 5-16. В предлагаемом устройстве для дистанционного определения координат и углового положения объекта по второму варианту второй выход генератора 17 подключен к входам датчиков 1-4, а в устройстве для определения координат и углового положения объекта по первому варианту второй и третий выход генератора 17 подключен к источнику переменного магнитного поля 18. В предлагаемом устройстве по первому и второму вариантам источник магнитного поля 18 размещен на объекте 19, а трехкомпонентные магниточувствительные датчики 20-23 (фиг. 2) размещены в вершинах тетраэдра, например, датчики 20, 22 и 23 размещены на осях, а датчик 21 размещен в начале декартовой системы координат OXYZ.

Предлагаемое устройство для дистанционного определения координат и углового положения объекта по первому варианту работает следующим образом.

Источник 18 (фиг. 1), подключенный к генератору 17 создает переменное магнитное поле частотой f. В трехкомпонентных датчиках 1-4 (например, в пассивных индукционных датчиках) по каждой компоненте индуцируются переменные ЭДС, каждая из которых пропорциональна составляющей вектора магнитной индукции, созданной источником 18. Эти ЭДС усиливаются и детектируются блоками 5-16, каждый из которых состоит из избирательного усилителя и синхронного детектора. Для этого на вторые входы блока 5-16 подается опорное напряжение частотой f с первого выхода генератора 17, а на первые входы этих блоков подаются с соответствующих выходов датчиков 1-4 переменные ЭДС. В результате этого на выходах блоков 5-16 будут сигналы соответствующих полярностей, пропорциональные амплитудам составляющих векторов магнитной индукции, созданной источником 18. Поэтому выходные

сигналы с блоков 5-16 будут пропорциональны проекциям следующих векторов магнитной индукции: \vec{B}_1 с выходов

$$\vec{B}_1 \{B_{x1}, B_{y1}, B_{z1}\}$$

5 блоков 5, 6 и 7; \vec{B}_2 с

$$\vec{B}_2 \{B_{x2}, B_{y2}, B_{z2}\}$$

выходов блока 8, 9 и

10; \vec{B}_3 с выходов блоков

$$\vec{B}_3 \{B_{x3}, B_{y3}, B_{z3}\}$$

11, 12 и 13; \vec{B}_4 с выходов

$$\vec{B}_4 \{B_{x4}, B_{y4}, B_{z4}\}$$

15 блоков 14, 15 и 16. По измеренным проекциям векторов магнитной индукции, по координатам датчиков 1-4 относительно друг друга и векторам магнитной индукции $\vec{B}_1, \vec{B}_2, \vec{B}_3, \vec{B}_4$ определим приближенные

20 значения координат (x_0, y_0, z_0) источника 18 и расстояния до него r_0 с погрешностью в пределах $\pm 11,5\%$ из следующих уравнений:

$$25 \quad a_1 x_0 + b_1 y_0 + c_1 z_0 = \frac{1}{Z} [(N_1 - 1) r_0^2 - (a_1^2 + b_1^2 + c_1^2)] ;$$

$$a_2 x_0 + b_2 y_0 + c_2 z_0 = \frac{1}{Z} [(N_2 - 1) r_0^2 - (a_2^2 + b_2^2 + c_2^2)] ;$$

$$30 \quad a_3 x_0 + b_3 y_0 + c_3 z_0 = \frac{1}{Z} [(N_3 - 1) r_0^2 - (a_3^2 + b_3^2 + c_3^2)] ;$$

$$X^{20} + Y^{20} + Z^{20} = r_0^{20} ;$$

$$35 \quad \vec{B}_i = \frac{\mu_0}{4\pi} \left[\frac{3(\vec{M} r_i) \vec{r}_i - M r_i^2}{r_i^5} \right] ;$$

40 где $(a_1, b_1, c_1), (a_2, b_2, c_2)$ и (a_3, b_3, c_3) - координаты соответствующих датчиков 1, 3, 4 (фиг. 1) или 20, 23, 22 (фиг. 2) в системе координат OXYZ;

$$N_1 = \left(\frac{z}{B_2/B_1} \right)^3 ; N_2 = \left(\frac{z}{B_2/B_3} \right)^3 ; N_3 = \left(\frac{z}{B_2/B_4} \right)^3 ;$$

45 B_1, B_2, B_3, B_4 - модули векторов магнитной индукции $\vec{B}_1, \vec{B}_2, \vec{B}_3, \vec{B}_4$; $\mu_0 = 4\pi \cdot 10^{-7}$ Гн/м;

$i = 1, 2, 3, 4$; \vec{M} - вектор магнитного момента источника 18 (фиг. 1).

50 Принимая координаты (x_0, y_0, z_0) за начальное приближение местоположения источника 18, определим действительные значения координат и вектора магнитного момента \vec{M} источника 18 по

$$55 \quad \vec{M} \{M_x, M_y, M_z\}$$

алгоритму, изложенному в работе (Смирнов Б.М. Метод определения координат и магнитного момента дипольного источника поля // Измерительная техника, 1988, N 9, с. 40-42). Угловое положение источника 18, а следовательно, и объекта 19 определим по направляющим косинусам $\cos \alpha, \cos \beta, \cos \gamma$ вектора \vec{M} из следующих выражений:

$$\cos \alpha = M_x/M ; \cos \beta = M_y/M ; \cos \gamma = M_z/M ; \text{ где}$$

$$\vec{m} = |\vec{m}| \cdot \vec{e}_m$$

Векторы магнитной

индукции $\vec{B}_1 - \vec{B}_4$ измеренные датчиками 1-4

(фиг. 1) и датчиками 20-23 (фиг. 2), будут коллинеарны, а следовательно, зависимы лишь в одном случае, когда источник магнитного поля 18 (фиг. 1), размещенный на объекте 19, находится в основании перпендикуляра, опущенного из начала координат точки 0 (фиг. 2) на плоскость, проходящую через датчики 20, 22, 23, а вектор магнитного момента источника совпадает с этим перпендикуляром. Значит коллинеарность векторов магнитной индукции $\vec{B}_1 - \vec{B}_4$ является информацией о координатах

источника магнитного поля 18 (фиг. 1). Направление же вектора магнитной индукции \vec{B}_z в месте размещения датчика 21 (фиг. 2)

будет совпадать с направлением вектора магнитного момента \vec{m} .

Предлагаемое устройство по первому варианту обеспечивает определение координат и углового положения объекта, как и известное устройство, которое принято за прототип, при отсутствии каких-либо сведений о местоположении объекта, в любом октанте, в любой координатной плоскости и произвольной ориентации объекта, отличаясь от прототипа более простым конструктивным исполнением. Действительно, в состав предлагаемого устройства, в отличие от прототипа, входят не двадцать семь усилительно-преобразовательных блоков, а - двенадцать, не три источника магнитного поля, а - один. Кроме того, предлагаемое техническое решение по сравнению с аналогом обеспечивает определение координат и угловое положение объекта в существенно ограниченном пространстве (в окрестностях точки, расстояние от которой до действительного местоположения объекта отличается на $\pm 11,5\%$), что повышает быстродействие определения координат и углового положения объекта более чем на порядок.

Предлагаемое устройство для дистанционного определения координат и углового положения объекта по второму варианту работает следующим образом.

Источник 18 (фиг. 1) воспроизводит постоянное или переменное магнитное поле, например, в виде однополярных прямоугольных импульсов, изменяющихся от нулевого значения. На входы трехкомпонентных датчиков 1-4, например, феррозондов подается переменное напряжение частотой f с генератора 17, перемагничивающее магниточувствительные элементы датчиков 1-4. В результате этого на трех выходах каждого из датчиков 1-4 появляются ЭДС вторых гармоник, пропорциональных проекциям векторов магнитной индукции, созданной источником 18, на оси чувствительности упомянутых датчиков (Афанасьев Ю.В. Феррозондовые

приборы. Л.: Энергоатомиздат, 1986). Эти ЭДС усиливаются и детектируются блоками 5-16, каждый из которых состоит из избирательного усилителя и синхронного детектора. Для этого на вторые входы блоков 5-16 подается опорное напряжение частотой $2f$ с первого выхода генератора 17, а на первые входы этих блоков подаются с соответствующих выходов датчиков 1-4 переменные ЭДС частотой $2f$. В результате этого на выходах блоков 5-16 будут сигналы соответствующих полярностей, пропорциональные значениям составляющих векторов магнитной индукции, созданной источником 18. Далее осуществляется определение координат и углового положения объекта 19 по измеренным составляющим векторов магнитной индукции и координатам датчиков 1-4 относительно друг друга так же, как и для устройства по первому варианту.

В предлагаемом устройстве по второму варианту используются активные датчики 1-4 (фиг. 1), в частности феррозонды, поэтому данное устройство обеспечивает дистанционное определение координат и углового положения объекта на постоянном и переменном магнитных полях, воспроизводимых источником 18 в диапазоне частот от нуля до единиц килогерц, при этом частота прямоугольных импульсов магнитного поля, воспроизводимого источником 18, должна быть много меньше частоты f . Предлагаемое же устройство по первому варианту при габаритах трехкомпонентного датчика, соизмеримого с габаритами датчика по второму варианту, обеспечивает дистанционное определение координат и углового положения объекта в диапазоне частот от единиц килогерц и выше.

Предлагаемое устройство по второму варианту, как и устройство по первому варианту, обеспечивает определение координат и углового положения объекта при отсутствии каких-либо сведений о местоположении объекта, в любом октанте, в любой координатной плоскости и при произвольной ориентации объекта, отличаясь от прототипа более простым конструктивным исполнением и отсутствием контактной связи с объектом. Действительно, в состав предлагаемого устройства в отличие от прототипа входят не двадцать семь усилительно-преобразовательных блока, а - двенадцать, не три источника магнитного поля, а - один. Кроме того, предлагаемое техническое решение по сравнению с аналогом обеспечивает определение координат и углового положения объекта в существенно ограниченном пространстве (в окрестности точки, расстояние от которой до действительного местоположения объекта отличается на $\pm 11,5\%$), что повышает быстродействие определения координат и углового положения объекта.

Использование в предлагаемом техническом решении вычислительного блока позволит автоматизировать процесс дистанционного определения координат и углового положения объекта. Для этого выходы усилительно-преобразовательных блоков предлагаемого устройства (его вариантов) следует подключить, например, к преобразователю измерительному многоканальному (ПИМ-1, сертификат N 15660-96, Госстандарт России), разработанному АО "АТИС" (г. С.-Петербург).

В предлагаемом устройстве (его вариантах) усилительно-преобразовательные блоки, каждый из которых состоит из избирательного усилителя и синхронного детектора, активные трехкомпонентные датчики (феррозондовые датчики) и генератор переменных напряжений могут быть выполнены аналогично, как и в магнитометре (Афанасьев Ю.В. Феррозондовые приборы. Л.: Энергоатомиздат, 1986, с. 117, 132, 135, 137). Трехкомпонентные пассивные датчики для устройства по первому варианту могут быть реализованы из пассивных однокомпонентных датчиков (Чернышев Е.Т., Чечурина Е.Н., Чернышева Н.Г., Студенцов Н.В. Магнитные измерения. М.: Изд-во Комитета стандартов и измерительных приборов, 1969, с. 59-62). В устройстве по первому варианту источник магнитного поля может быть выполнен в виде меры магнитного момента, выводы которой подключены к выходам генератора переменных напряжений. В устройстве по второму варианту источник магнитного поля может быть выполнен в виде меры магнитного момента, подключенной к источнику постоянного тока, а источник переменного магнитного поля может быть выполнен в виде меры магнитного момента, подключенной к мультивибратору. При этом мера магнитного момента может быть аналогична известной мере (Чернышев Е.Т., Чечурина Е.Н., Чернышева Н.Г., Студенцов Н.В. Магнитные измерения. М.: Изд-во Комитета стандартов и измерительных приборов, 1969, с. 41-42).

Формула изобретения:

1. Устройство для дистанционного определения координат и углового положения объекта, содержащее источник переменного магнитного поля, расположенный на объекте, три трехкомпонентных магниточувствительных датчика, генератор переменных напряжений и двенадцать усилительно-преобразовательных блоков, выходы которых являются выходами устройства, первый вход первого усилительно-преобразовательного блока подключен к первому выходу первого датчика, первый вход второго усилительно-преобразовательного блока подключен к второму выходу первого датчика, первый вход третьего усилительно-преобразовательного блока подключен к третьему выходу первого датчика, первый вход четвертого усилительно-преобразовательного блока подключен к первому выходу второго датчика, первый вход пятого усилительно-преобразовательного блока подключен к второму выходу второго датчика, первый вход шестого усилительно-преобразовательного блока подключен к третьему выходу второго датчика, первый вход седьмого усилительно-преобразовательного блока подключен к первому выходу третьего датчика, первый вход восьмого усилительно-преобразовательного блока подключен к второму выходу третьего датчика, первый вход девятого усилительно-преобразовательного блока подключен к третьему выходу третьего датчика, первый выход генератора переменных напряжений подключен к вторым входам первого, второго, третьего, четвертого, пятого, шестого, седьмого,

восьмого и девятого усилительно-преобразовательных блоков, а второй и третий выходы - к источнику переменного магнитного поля, отличающееся тем, что оно снабжено четвертым трехкомпонентным магниточувствительным датчиком, у которого первый выход подключен к первому входу десятого усилительно-преобразовательного блока, второй выход - к первому входу одиннадцатого усилительно-преобразовательного блока, а третий выход - к первому входу двенадцатого усилительно-преобразовательного блока, при этом вторые входы десятого, одиннадцатого и двенадцатого усилительно-преобразовательных блоков подключены к первому выходу генератора переменных напряжений, а все трехкомпонентные магниточувствительные датчики размещены в вершинах тетраэдра.

2. Устройство для дистанционного определения координат и углового положения объекта, содержащее источник магнитного поля, расположенный на объекте, три трехкомпонентных магниточувствительных датчика, генератор переменных напряжений и двенадцать усилительно-преобразовательных блоков, выходы которых являются выходами устройства, первый вход первого усилительно-преобразовательного блока подключен к первому выходу первого датчика, первый вход второго усилительно-преобразовательного блока подключен к второму выходу первого датчика, первый вход третьего усилительно-преобразовательного блока подключен к третьему выходу первого датчика, первый вход четвертого усилительно-преобразовательного блока подключен к первому выходу второго датчика, первый вход пятого усилительно-преобразовательного блока подключен к второму выходу второго датчика, первый вход шестого усилительно-преобразовательного блока подключен к третьему выходу второго датчика, первый вход седьмого усилительно-преобразовательного блока подключен к первому выходу третьего датчика, первый вход восьмого усилительно-преобразовательного блока подключен к второму выходу третьего датчика, первый вход девятого усилительно-преобразовательного блока подключен к третьему выходу третьего датчика, а первый выход генератора переменных напряжений подключен к вторым входам первого, второго, третьего, четвертого, пятого, шестого, седьмого, восьмого и девятого усилительно-преобразовательных блоков, отличающееся тем, что оно снабжено четвертым трехкомпонентным магниточувствительным датчиком, у которого первый выход подключен к первому входу десятого усилительно-преобразовательного блока, второй выход - к первому входу одиннадцатого усилительно-преобразовательного блока, при этом вторые входы десятого, одиннадцатого и двенадцатого усилительно-преобразовательных блоков подключены к первому выходу генератора

переменных напряжений, второй выход которого подключен к входам первого, второго, третьего и четвертого

трехкомпонентных магниточувствительных датчиков, размещенных в вершинах тетраэдра.

5

10

15

20

25

30

35

40

45

50

55

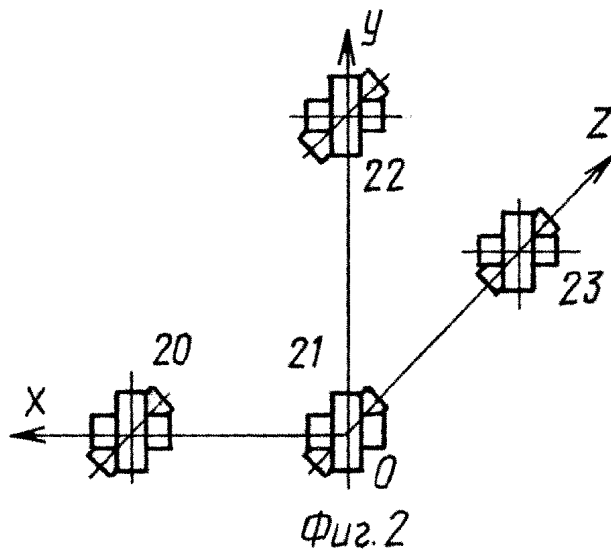
60

-9-

RU 2166735 C1

RU 2166735 C1

RU 2166735 C1



RU 2166735 C1