

**ОПИСАНИЕ
ПОЛЕЗНОЙ
МОДЕЛИ К
ПАТЕНТУ**
(12)

РЕСПУБЛИКА БЕЛАРУСЬ



НАЦИОНАЛЬНЫЙ ЦЕНТР
ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНОЙ
СОБСТВЕННОСТИ

(19) **ВУ** (11) **12425**

(13) **U**

(46) **2020.10.30**

(51) МПК

G 01S 13/00 (2006.01)

**(54) УСТРОЙСТВО ИНИЦИАЛИЗАЦИИ НЕКОНТАКТНОГО СЕНСОРА
ДЛЯ ИНЕРЦИОННОГО ЛЕТАТЕЛЬНОГО АППАРАТА
С ПИКИРУЮЩЕЙ ТРАЕКТОРИЕЙ ПОЛЕТА**

(21) Номер заявки: u 20190283

(22) 2019.11.15

(71) Заявитель: Учреждение образования
"Белорусский государственный уни-
верситет информатики и радиоэлек-
троники" (ВУ)

(72) Авторы: Забеньков Игорь Иванович;
Солонович Сергей Сергеевич (ВУ)

(73) Патентообладатель: Учреждение обра-
зования "Белорусский государственный
университет информатики и
радиоэлектроники" (ВУ)

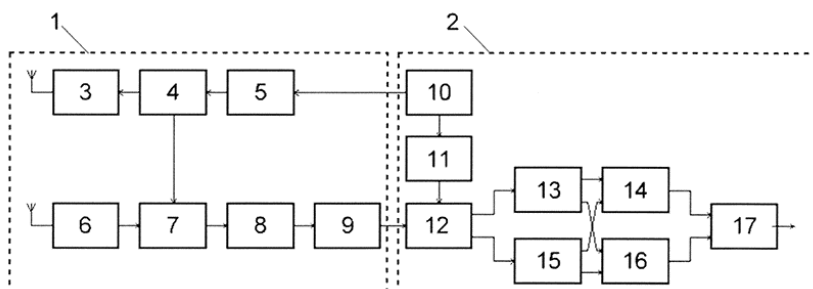
(57)

Устройство инициализации неконтактного сенсора для инерционного летательного аппарата с пикирующей траекторией полета, содержащее последовательно соединенные радиовысотомер и блок обработки, отличающееся тем, что в блоке обработки выход фильтра разностного сигнала соединен с входом преобразователя частота-напряжение, выход которого соединен со вторым входом переключателя, первый вход которого соединен с выходом удвоителя, вход которого соединен со вторым выходом генератора тактового сигнала; первый выход переключателя соединен с входом усилителя, первый выход которого соединен с первым входом сумматора, второй выход которого соединен с первым входом вычитателя, а выход сумматора соединен с первым входом компаратора; второй выход переключателя соединен с входом усилителя, первый выход которого соединен со вторым входом вычитателя, а второй выход соединен со вторым входом сумматора, выход вычитателя соединен со вторым входом компаратора, выход которого является выходом устройства инициализации.

(56)

1. Патент RU 68118U1.

2. Патент RU 2352955C1.



Фиг. 3

ВУ 12425 U 2020.10.30

Полезная модель относится к устройствам измерения расстояния от инерционных летательных аппаратов с пикирующей траекторией полета до подстилающей поверхности с возможностью инициализации на заданной высоте и может быть использована для повышения точности по высоте срабатывания при значительных разбросах исходных параметров пуска: угла пикирования, начальной скорости летательного аппарата, его носителя и высоты пуска.

Известен неконтактный сенсор [1], содержащий последовательно соединенные модулятор, СВЧ-приемопередатчик, каналы выделения сигналов доплеровской частоты n -й и k -й гармоник, выходы которых подключены к соответствующим входам первого и второго сравнивающих устройств, исполнительный каскад.

Недостатком неконтактного сенсора является высокая погрешность измерения высоты срабатывания устройства инициализации над подстилающей поверхностью, обусловленная значительными разбросами скорости полета летательного аппарата вследствие разных скорости первичного носителя, угла пуска и высоты инициализации над поверхностью.

Наиболее близким к предлагаемой полезной модели является неконтактный сенсор [2], содержащий приемопередающую антенну, вход антенны, работающей на передачу, подключен к высокомошному выходу передатчика непрерывного сигнала с частотной модуляцией, а выход антенны, работающей на прием, подключен к первому входу смесителя, второй вход которого подключен к маломощному выходу передатчика непрерывного сигнала с частотной модуляцией по одностороннему пилообразному закону и частотной обработкой результирующего сигнала, образованного биениями отраженного и гетеродинного сигналов.

При этом из сигнала биений выделяются доплеровские сигналы гармоник частоты модуляции, которые поступают на анализатор. Обработывается пара гармоник, а решение о срабатывании принимается при превышении амплитуды сигнала рабочей над амплитудой блокирующей гармоники. Для обеспечения помехозащищенности и несрабатывания по собственным шумам используется пороговый уровень напряжения сравнения. При этом анализатор состоит из двух амплитудных детекторов доплеровских сигналов n -й и k -й гармоник (интеграторов), выходы которых подключены к вычитающему устройству. Сигнал разности амплитуд рабочей и блокирующей гармоник сравнивается с пороговым уровнем, и при его превышении формируется команда на исполнительный каскад, вызывающая срабатывание устройства инициализации.

Основными недостатками прототипа являются возможность отказа неконтактного сенсора при малых углах пуска летательного аппарата и жесткая установка величин критериев инициализации, определяемых одним расчетным значением, которые заранее устанавливаются в устройстве инициализации летательного аппарата.

Задача полезной модели заключается в устранении недостатков прототипа. Указанная задача решается тем, что величины критериев срабатывания переопределяются автоматически в зависимости от скорости и угла полета летательного аппарата.

Сущность полезной модели заключается в повышении точности инициализации на заданной высоте летательного аппарата за счет использования нового блока обработки, в котором осуществляется реализация нового критерия. В качестве нового критерия инициализации летательного аппарата предлагается использовать равенство доплеровского сдвига частот и сдвига частот между излучаемым и отраженными линейно-частотно-модулированными (ЛЧМ) радиосигналами. Для этого необходимо измерить радиовысотомером частоту доплеровского сдвига и разностную частоту ЛЧМ радиосигнала и сравнить их в компараторе.

Полезная модель содержит радиовысотомер и блок обработки. Основным отличительным признаком, характеризующим полезную модель, является устройство блока обработки, реализующего использование предлагаемого критерия инициализации, в котором выход фильтра разностного сигнала соединен с входом преобразователя частота-

напряжение, выход которого соединен со вторым входом переключателя, первый вход которого соединен с выходом удвоителя, вход которого соединен со вторым выходом генератора тактового сигнала; первый выход переключателя соединен с входом усилителя, первый выход которого соединен с первым входом сумматора, второй выход которого соединен с первым входом вычитателя, а выход сумматора соединен с первым входом компаратора; второй выход переключателя соединен с входом усилителя, первый выход которого соединен со вторым входом вычитателя, а второй выход соединен со вторым входом сумматора, выход вычитателя соединен со вторым входом компаратора, выход которого является выходом устройства инициализации.

На фиг. 1 показана форма ЛЧМ сигнала, где:

$f_{изл}$ - частота ЛЧМ сигнала, излучаемого передатчиком;

$f_{отр.сум}$ - частота отраженного ЛЧМ сигнала с учетом эффекта Доплера;

$f_{отр.лчм}$ - частота отраженного ЛЧМ сигнала без учета эффекта Доплера;

$F_{доп}$ - сдвиг частот, пропорциональный доплеровскому;

$F_{лчм}$ - сдвиг частот излучаемого и принимаемого сигналов без учета эффекта Доплера;

A - сдвиг частот излучаемого и принимаемого сигналов на восходящем участке ЛЧМ сигнала;

B - сдвиг частот излучаемого и принимаемого сигналов на нисходящем участке ЛЧМ сигнала.

$$A = F_{лчм} - F_{доп} \text{ и } B = F_{лчм} + F_{доп}.$$

Значения доплеровского сдвига частот $F_{доп}$ и разностная частота ЛЧМ сигнала $F_{лчм}$ в один момент времени рассчитываются как:

$$A + B = F_{лчм} - F_{доп} + F_{лчм} + F_{доп} = 2F_{лчм},$$

$$B - A = F_{лчм} + F_{доп} - F_{лчм} + F_{доп} = 2F_{доп}.$$

Откуда

$$F_{лчм} = \frac{B - A}{2} \text{ и } F_{доп} = \frac{A + B}{2}.$$

Основным преимуществом предлагаемой полезной модели является возможность автокоррекции высоты инициализации летательного аппарата при изменении в широких пределах скорости снижения, зависящей от высоты и угла пуска, изменениях скорости аппарата и его носителя больших, чем заранее заданных по инструкции пуска.

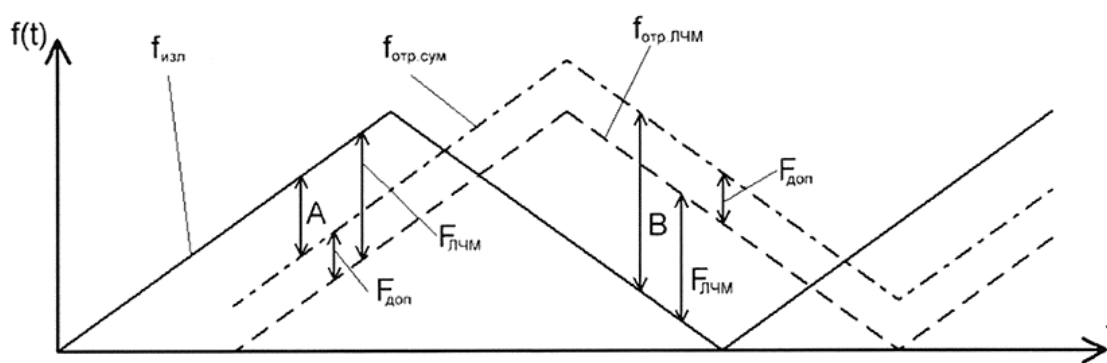
На фиг. 2 приведена расчетная зависимость частот доплеровского сдвига и разностной частоты ЛЧМ сигнала от времени при углах пикирования от 8,5 до 22° и высоте пуска 300 м. Точками отмечены моменты срабатывания устройства инициализации в зависимости от угла пуска, штриховой линией - разностная частота ЛЧМ сигнала, сплошной линией - частота доплеровского сдвига. При увеличении угла пуска, что эквивалентно увеличению скорости летательного аппарата, точки предложенного критерия срабатывания (равенство частот доплеровского сдвига и разностной частоты ЛЧМ сигнала) смещаются вверх по графику и инициализация происходит раньше. Это компенсирует увеличение скорости летательного аппарата на последующем участке траектории, т.е. уменьшение времени между временем срабатывания датчика и срабатыванием устройства инициализации летательного аппарата на заданной высоте.

На фиг. 3 приведена структурная схема устройства инициализации:

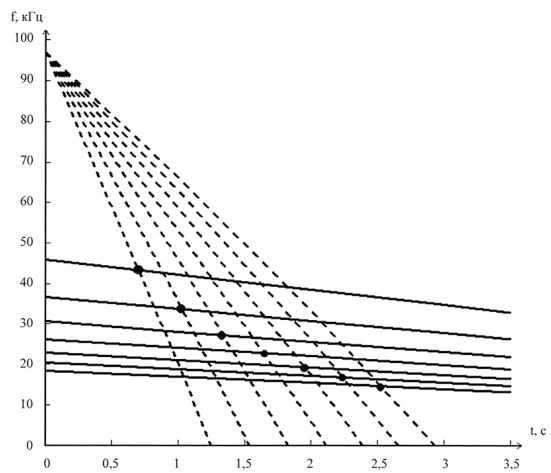
- 1 - радиовысотомер;
- 2 - блок обработки;
- 3 - усилитель мощности;
- 4 - генератор ЛЧМ сигнала;
- 5 - генератор модулирующего сигнала;
- 6 - усилитель радиосигнала;
- 7 - смеситель;
- 8 - фильтр разностного сигнала;

- 9 - преобразователь частота-напряжение;
- 10 - генератор тактового сигнала;
- 11 - удвоитель;
- 12 - ключ;
- 13 - усилитель;
- 14 - сумматор;
- 15 - усилитель;
- 16 - вычитатель;
- 17 - компаратор.

Тактовый генератор 10 задает частоту модулирующего сигнала, с которой генератор модулирующего сигнала 5 производит импульсы треугольной формы. Генератор ЛЧМ сигнала 4 производит модуляцию несущей частоты модулирующим сигналом треугольной формы. Далее усилитель мощности 3 усиливает сигнал и подает на передающую антенну. Отраженный от подстилающей поверхности сигнал поступает на приемную антенну. Далее сигнал усиливается и поступает на вход смесителя 7. Смесителем определяется сдвиг частот излучаемого и принимаемого сигналов. Сигнал на выходе из смесителя фильтруется, проходит преобразование частоты в напряжение и поступает на вход ключа 12, переключаемого тактовым генератором частоты 10 в зависимости от полупериода излучаемого сигнала. Ключ необходим для определения сдвигов частот излучаемого и принимаемого сигналов на восходящих и нисходящих участках сигнала. Полученные сигналы проходят через усилители 13 и 15 и поступают на сумматор 14 и вычитатель 16. Сумматор складывает полученные значения сдвигов частот излучаемого и принимаемого сигналов на восходящих и нисходящих участках сигнала, что дает удвоенное значение сдвига частот излучаемого и принимаемого сигналов без учета эффекта Доплера. Вычитатель отнимает одно от другого полученные значения сдвигов частот излучаемого и принимаемого сигналов на восходящих и нисходящих участках сигнала, что дает удвоенное значение сдвига частот, пропорционального доплеровскому. Далее сигналы из вычитателя и сумматора поступают в компаратор 17, где сравниваются, и в зависимости от их соотношения формируется сигнал срабатывания устройства инициализации.



Фиг. 1



Фиг. 2