



ФЕДЕРАЛЬНАЯ СЛУЖБА
ПО ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНОЙ СОБСТВЕННОСТИ

(12) ОПИСАНИЕ ИЗОБРЕТЕНИЯ К ПАТЕНТУ

(52) СПК

H03C 1/00 (2006.01); *G01S 7/00* (2006.01); *G01S 19/09* (2006.01); *G01S 19/04* (2006.01); *G01S 19/41* (2006.01); *G01S 19/43* (2006.01)

(21)(22) Заявка: 2016144498, 14.11.2016

(24) Дата начала отсчета срока действия патента:
14.11.2016

Дата регистрации:
02.03.2018

Приоритет(ы):

(22) Дата подачи заявки: 14.11.2016

(45) Опубликовано: 02.03.2018 Бюл. № 7

Адрес для переписки:

111250, Москва, ул. Авиамоторная, 53,
Акционерное общество "Российская корпорация
ракетно-космического приборостроения и
информационных систем" (АО "Российские
космические системы")

(72) Автор(ы):

Астахов Дмитрий Анатольевич (RU),
Ткачев Александр Борисович (RU)

(73) Патентообладатель(и):

Акционерное общество "Российская
корпорация ракетно-космического
приборостроения и информационных систем"
(АО "Российские космические системы") (RU)

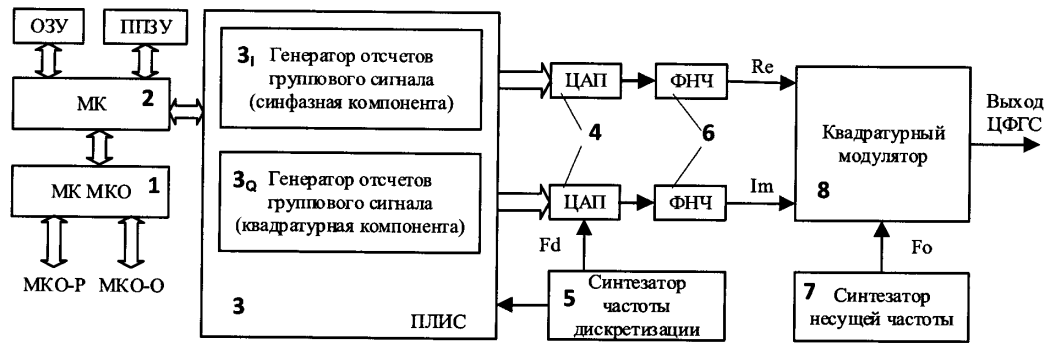
(56) Список документов, цитированных в отчете
о поиске: RU 123976 U1,10.01.2013. RU
2142201 C1, 27.11.1999. US 2014/240170 A1,
28.08.2014. US 2010/208775 A1,19.08. 2010. US
2010/194636 A1, 05.08.2010.

(54) Способ формирования сигнала спутниковой навигационной системы

(57) Реферат:

Изобретение относится к области радионавигации. Технический результат заключается в расширении арсенала средств для формирования сигналов спутниковой навигационной системы. Указанный сигнал спутниковой навигационной системы формируют в квадратурном модуляторе из синфазной и квадратурной составляющих сигнала. Синфазную и квадратурную составляющие формируют по

управляющим сигналам от микроконтроллера мультиплексного канала обмена и микроконтроллера управления и обработки информации в программируемой логической интегральной схеме путем цифрового синтеза частоты из сигналов стандартной и высокой точности с частотным и кодовым разделением. 1 ил.





FEDERAL SERVICE
FOR INTELLECTUAL PROPERTY

(51) Int. Cl.
H03C 1/00 (2006.01)
G01S 19/00 (2010.01)

(12) **ABSTRACT OF INVENTION**

(52) CPC

H03C 1/00 (2006.01); *G01S 7/00* (2006.01); *G01S 19/09* (2006.01); *G01S 19/04* (2006.01); *G01S 19/41* (2006.01); *G01S 19/43* (2006.01)

(21)(22) Application: **2016144498, 14.11.2016**(24) Effective date for property rights:
14.11.2016Registration date:
02.03.2018

Priority:

(22) Date of filing: **14.11.2016**(45) Date of publication: **02.03.2018** Bull. № 7

Mail address:

**111250, Moskva, ul. Aviamotornaya, 53,
Aksionernoe obshchestvo "Rossijskaya korporatsiya
raketno-kosmicheskogo priborostroeniya i
informatsionnykh sistem" (AO "Rossijskie
kosmicheskie sistemy")**

(72) Inventor(s):

**Astakhov Dmitrij Anatolevich (RU),
Tkachev Aleksandr Borisovich (RU)**

(73) Proprietor(s):

**Joint Stock Company "Russian Space Systems"
(JSC "RSS") (RU)**

(54) **METHOD FOR FORMING A SIGNAL OF A SATELLITE NAVIGATION SYSTEM**

(57) Abstract:

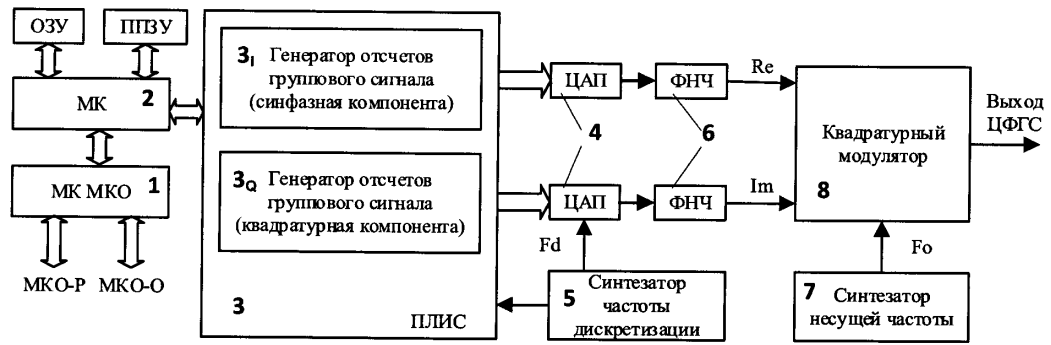
FIELD: radio navigation.

SUBSTANCE: invention relates to radio navigation. Signal of the satellite navigation system is formed in the quadrature modulator from the in-phase and quadrature components of the signal. In-phase and quadrature components are formed using the control signals from the microcontroller of the multiplex exchange channel and the microcontroller of control

and information processing in the programmable logic integrated circuit by digital frequency synthesis from the signals of standard and high accuracy with frequency and code division.

EFFECT: technical result consists in expanding the arsenal of means for generating signals of the satellite navigation system.

1 cl, 1 dwg



Изобретение относится к области радионавигации, а именно к формирователям навигационных радиосигналов спутниковых навигационных систем, и может быть использовано при создании навигационной аппаратуры системы ГЛОНАСС, предназначенной для излучения через единую антенну навигационных сигналов с частотным и кодовым разделением.

В качестве ближайшего аналога предлагаемого изобретения может быть выбран способ формирования сигнала в имитаторе навигационных радиосигналов из патента на полезную модель RU 122976, публикация 2013 г., ИСС им. Акад. М.Ф. Решетнева. В блоке цифрового формирования навигационного сигнала данного имитатора формируют несколько трактов модулированного сигнала, объединяемых в дальнейшем в сумматоре в единый навигационный сигнал. В каждом тракте по входящей информации цифровой синтезатор с аналоговым выходом формирует сигнал, поступающий через смеситель в модулятор псевдослучайной последовательности. Как и было указано выше, способ формирования сигнала из патента RU 122976 предназначен для использования в имитаторе навигационных сигналов, то есть в устройстве, моделирующем работу спутниковой навигационной системы в целом, но не ее отдельных элементов. То есть использование данного способа для формирования навигационного сигнала в реальной спутниковой навигационной системе может быть затруднено, в частности, из-за того, что использование отдельных трактов для передачи сигналов усложняет бортовую аппаратуру и снижает ее эксплуатационную надежность. В свою очередь, в предлагаемом изобретении становится возможным преодолеть данные недостатки, расширив область применения способов цифрового формирования навигационного сигнала, и повысить качество навигационного сигнала в целом.

Предложен способ формирования сигнала спутниковой навигационной системы в квадратурном модуляторе из синфазной и квадратурной составляющих, полученных путем цифрового синтеза частоты по управляющим сигналам. То есть предложен способ формирования сигнала, объединяющего в себе функции прецизионного синхросигнала и информационного сигнала. В отличие от аналога, синфазную и квадратурную составляющие (компоненты) навигационного сигнала генерируют путем цифрового синтеза частоты в программируемой логической интегральной схеме (ПЛИС) из сигналов стандартной и/или высокой точности с частотным и/или кодовым разделением по управляющим сигналам от микроконтроллера мультиплексного канала обмена и микроконтроллера управления и обработки информации. Структурная схема цифрового формирователя сигнала приведена на чертеже.

Управляющие сигналы и информация из микроконтроллера мультиплексного канала обмена 1 и микроконтроллера управления и обработки информации 2 поступают в ПЛИС 3, где методом цифрового синтеза частоты генерируются отсчеты синфазной Z_I и квадратурной Z_Q составляющих (компонент) группового навигационного сигнала. Использование цифрового синтеза частоты позволяет создать из опорной частоты требуемую частоту или набор частот, согласно управляющим сигналам и программной логике выбора цифровых отсчетов. Использование ПЛИС 3, по сравнению с использованием микросхем с жесткой логикой, позволяет производить оперативную и гибкую отладку алгоритмов работы и удаленно корректировать работу всей схемы формирования сигнала. Также ПЛИС 3 обеспечивает дополнительное цифровое выравнивание амплитуды группового сигнала, а также его дополнительную цифровую фильтрацию, благодаря чему становится возможным использовать усилители в энергетически выгодном режиме насыщения.

Для спутниковой навигационной системы ГЛОНАСС могут быть предложены

следующие формулы цифрового синтеза: для синфазной -

$s_I(t) = (S_{cd}^{CT}(t) + S_{fd}^{CT}(t) \cdot \exp(j2\pi dft)) \cos(2\pi f_{cd}t)$ и соответственно квадратурной -

$s_Q(t) = (S_{cd}^{BT}(t) + S_{fd}^{BT}(t) \cdot \exp(j2\pi dft)) \cos(2\pi f_{cd}t)$ составляющих, где $S_{cd}^{CT}(t)$ - сигнал

стандартной точности с кодовым разделением, $S_{fd}^{CT}(t)$ - сигнал стандартной точности

с частотным разделением, $S_{cd}^{BT}(t)$ - сигнал высокой точности с кодовым разделением,

$S_{fd}^{BT}(t)$ - сигнал высокой точности с частотным разделением, df - разность несущих

частот сигналов с частотным и кодовым разделением, Гц, f_{cd} - несущая частота сигнала

с кодовым разделением, Гц. Согласно интерфейсному контрольному документу системы

ГЛОНАСС сигнал стандартной точности предназначен для свободного использования

отечественными и зарубежными гражданскими потребителями, в свою очередь, сигнал

высокой точности используют по согласованию с уполномоченным государственным

органом. По аналогии, термины сигналы стандартной и высокой точности возможно

будет использовать при анализе работы и проектировании оборудования иных

спутниковых навигационных систем.

Цифровые отсчеты синфазной и квадратурной составляющих (компонент) группового

навигационного сигнала по единому тракту передачи сигнала поступают в

цифроаналоговые преобразователи 4_{IQ} , формирующие аналоговые сигналы, задаваемые

синтезатором частоты дискретизации системы 5. Необходимость формирования единого

тракта передачи сигнала обусловлена тем, что генерируемый навигационный сигнал,

кроме передачи информации, используется также для проведения навигационных

измерений, то есть объединяет в себе функции прецизионного синхросигнала и

информационного сигнала. Полученные аналоговые компоненты группового

навигационного сигнала, также по единому тракту передачи сигнала, пропускаются

через фильтры нижних частот 6_{IQ} и поступают в квадратурный модулятор 8, в котором

происходит модуляция несущего радиосигнала, задаваемого синтезатором несущей

частоты 7.

Предложенную обработку исходных сигналов и информации используют для

формирования навигационного сигнала с одновременным частотным и кодовым

разделением каналов передачи информации, характерного для спутниковой

навигационной системы ГЛОНАСС. Использование цифрового синтеза частоты на

базе ПЛИС 3 для исходных сигналов с частотным и кодовым разделением каналов

позволит решить проблему совмещения частотного и кодового разделения каналов в

одном сигнале без использования излишне сложных схемотехнических и

алгоритмических решений. Цифровой синтез сигнала в ПЛИС 3 обеспечивает передачу

сигналов с частотным и кодовым разделением на разных несущих частотах в едином

тракте. В свою очередь, наличие единого тракта позволит устранить расхождение

параметров между несколькими трактами - параметров задержки, компенсировать

возможные задержки от старения - изменения параметров тракта во время эксплуатации,

температурного влияния на изменение задержек, что в сумме дает большой диапазон

задержек. Также при предложенном цифровом синтезе сигнала станет возможна полная

компенсация ошибки формирования навигационного сигнала на этапе автономных и

комплексных испытаний элементов спутниковой навигационной системы за счет

дополнительной цифровой регулировки и становится возможным удаленное выполнение

независимой юстировки каналов формирования навигационного сигнала.

(57) Формула изобретения

1. Способ формирования сигнала спутниковой навигационной системы в квадратурном модуляторе из синфазной и квадратурной составляющих, полученных путем цифрового синтеза частоты по управляющим сигналам, отличающийся тем, что синфазную и квадратурную составляющие навигационного сигнала генерируют по управляющим сигналам от микроконтроллера мультиплексного канала обмена и микроконтроллера управления и обработки информации в программируемой логической интегральной схеме из сигналов стандартной и высокой точности с частотным и кодовым разделением, причем синфазную составляющую формируют как

$$s_I(t) = (S_{cd}^{CT}(t) + S_{fd}^{CT}(t) \cdot \exp(j2\pi df t)) \cos(2\pi f_{cd} t), \quad a$$

квадратурную составляющую как

$$s_Q(t) = (S_{cd}^{BT}(t) + S_{fd}^{BT}(t) \cdot \exp(j2\pi df t)) \cos(2\pi f_{cd} t), \quad \text{где}$$

$S_{cd}^{CT}(t)$ - сигнал стандартной точности с кодовым разделением,

$S_{fd}^{CT}(t)$ - сигнал стандартной точности с частотным разделением,

$S_{cd}^{BT}(t)$ - сигнал высокой точности с кодовым разделением,

$S_{fd}^{BT}(t)$ - сигнал высокой точности с частотным разделением,

df - разность несущих частот сигналов с частотным и кодовым разделением, Гц,

f_{cd} - несущая частота сигнала с кодовым разделением, Гц, и

передают цифровые отсчеты синфазной и квадратурной составляющих навигационного сигнала и полученные затем соответствующие аналоговые компоненты для модуляции несущего радиосигнала по единому тракту передачи сигнала.

