



**ФЕДЕРАЛЬНАЯ СЛУЖБА
ПО ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНОЙ СОБСТВЕННОСТИ**

(12) ОПИСАНИЕ ИЗОБРЕТЕНИЯ К ПАТЕНТУ(21)(22) Заявка: **2011138702/07**, **21.09.2011**(24) Дата начала отсчета срока действия патента:
21.09.2011

Приоритет(ы):

(22) Дата подачи заявки: **21.09.2011**(43) Дата публикации заявки: **27.03.2013** Бюл. № 9(45) Опубликовано: **10.09.2013** Бюл. № 25

(56) Список документов, цитированных в отчете о поиске: **US 7274978 B1**, **25.09.2007**. **RU 2010102947 A**, **10.08.2011**. **US 7750496 B2**, **06.07.2010**. **US 6384491 A**, **07.05.2002**. **WO 2010049053 A1**, **06.05.2010**. **DE 102008062038 A1**, **17.06.2010**. **EP 1878478 A1**, **16.11.2008**. **НИКИТИН М. Особенности проектирования систем электропитания авиационного электронного оборудования// Компоненты и технологии. - 2011, №4.**

Адрес для переписки:

**105005, Москва, ул. 2-я Бауманская, 5, стр.1,
МГТУ им. Н.Э. Баумана, Центр защиты
интеллектуальной собственности (для Е.С.
Халатовой)**

(72) Автор(ы):

**Семенов Александр Николаевич (RU),
Крючков Игорь Викторович (RU),
Нефедов Сергей Игоревич (RU),
Шумов Андрей Валерьевич (RU),
Гончарук Иван Михайлович (RU),
Восторгов Алексей Борисович (RU),
Голубцов Максим Евгеньевич (RU)**

(73) Патентообладатель(и):

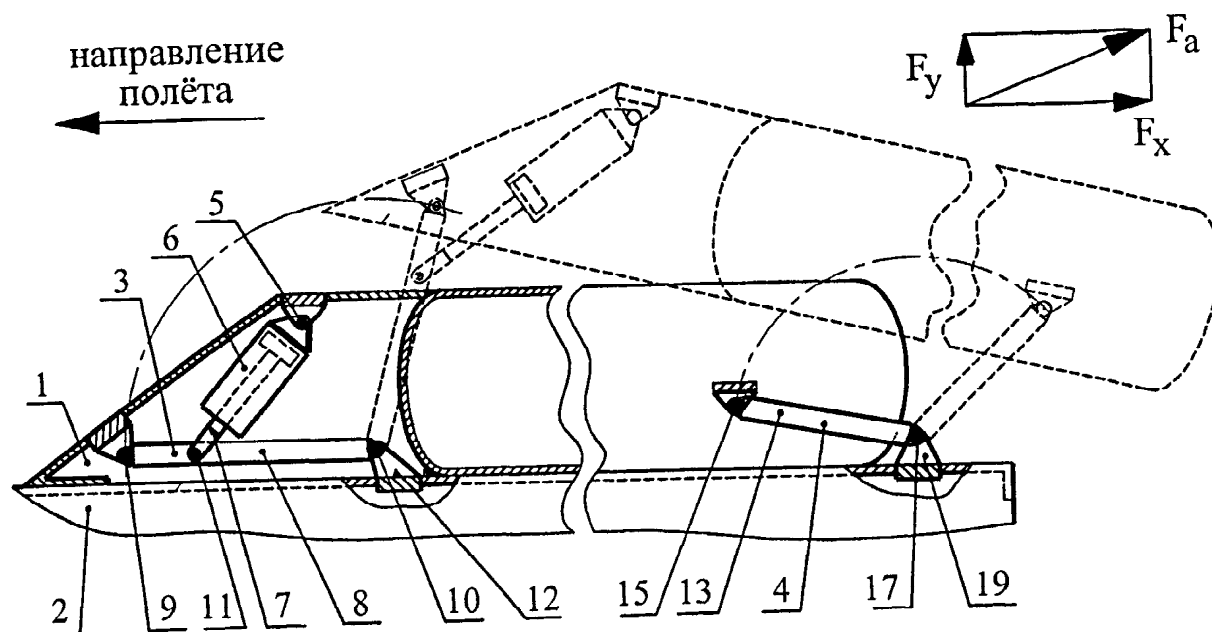
**Федеральное государственное бюджетное
образовательное учреждение высшего
профессионального образования
"Московский государственный технический
университет имени Н.Э. Баумана" (МГТУ
им. Н.Э. Баумана) (RU)**

(54) БЕСПИЛОТНЫЙ ЛЕТАТЕЛЬНЫЙ АППАРАТ

(57) Реферат:

Изобретение относится к системам, использующим беспилотные летательные аппараты для обзора земной поверхности и передачи сигналов, указывающих местоположение наземных объектов. Технический результат состоит в повышении выходного напряжения, необходимого для электропитания бортового передающего модуля радиолокационной аппаратуры БПЛА за счет развязки электропитания бортовой аппаратуры БПЛА от электропитания бортового передающего модуля РЛС БПЛА, позволяющей уменьшить электрические помехи в общей системе электропитания. При этом за счет такого решения повышается

дальность действия бортовой РЛС. Устройство содержит генератор с постоянными магнитами, управляемый синхронный выпрямитель, накопитель электроэнергии, стабилизатор напряжения и электронный блок управления системой. Количество N витков постоянных магнитов дополнительного миниатюрного синхронного генератора задают соотношением $N \geq 0.005 \lg B$, где l - длина ротора, r - внутренний радиус (м), B - магнитная индукция электромагнитного поля ротора. Применение электрогенератора. Система передатчика упрощается за счет исключения модуля повышающего преобразователя напряжения, что повышает надежность системы. Напряжение позволяет



Фиг. 1

RU 2 4 9 2 1 1 9 C 2

RU 2 4 9 2 1 1 9 C 2



FEDERAL SERVICE
FOR INTELLECTUAL PROPERTY

(19) **RU** (11) **2 492 119** (13) **C2**

(51) Int. Cl.

B64D 41/00 (2006.01)

H02K 47/14 (2006.01)

(12) ABSTRACT OF INVENTION

(21)(22) Application: **2011138702/07, 21.09.2011**

(24) Effective date for property rights:
21.09.2011

Priority:

(22) Date of filing: **21.09.2011**

(43) Application published: **27.03.2013 Bull. 9**

(45) Date of publication: **10.09.2013 Bull. 25**

Mail address:

**105005, Moskva, ul. 2-ja Baumanskaja, 5, str.1,
MG TU im. N.Eh. Baumana, Tsent r zashchity
intellektual'noj sobstvennosti (dlja E.S. Khalatovoj)**

(72) Inventor(s):

**Semenov Aleksandr Nikolaevich (RU),
Krjuchkov Igor' Viktorovich (RU),
Nefedov Sergej Igorevich (RU),
Shumov Andrej Valer'evich (RU),
Goncharuk Ivan Mikhajlovich (RU),
Vostorgov Aleksej Borisovich (RU),
Golubtsov Maksim Evgen'evich (RU)**

(73) Proprietor(s):

**Federal'noe gosudarstvennoe bjudzhetnoe
obrazovatel'noe uchrezhdenie vysshego
professional'nogo obrazovanija "Moskovskij
gosudarstvennyj tekhnicheskij universitet imeni
N.Eh. Baumana" (MG TU im. N.Eh. Baumana)
(RU)**

(54) **DRONE**

(57) Abstract:

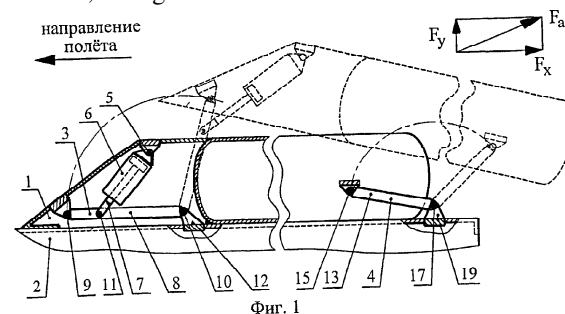
FIELD: transport.

SUBSTANCE: invention relates to systems exploiting drones for observation of earth surface and transmission of signals indicating location of ground structures. Invention aims at increasing output voltage required for drone onboard radar transmitter module power supply by isolating the drone onboard hardware power supply from drone onboard radar transmitter module power supply to decrease electric interferences in common power supply system. Note here that this design allows decreasing onboard radar operating range. Proposed device comprises generator with permanent magnets, controlled sync rectifier, electric power accumulator, voltage stabiliser and system control

electronic unit. Permanent magnet coils number N in extra miniature sync generator is set by the ratio $N \geq 0.005 l r B$, where l is rotor length, r is inner radius (m), B is rotor magnetic induction.

EFFECT: simplified transmitter, higher system reliability and radar power potential.

1 cl, 2 dwg



Изобретение относится к области создания источников электрического питания для радиоэлектронной аппаратуры, как общего назначения, так и для специальной техники, в частности в системах питания аппаратуры бортовых радиолокационных станций (РЛС) беспилотных летательных аппаратов (БПЛА).

Известны различные способы создания системы электропитания на борту (1). Для питания большинства бортовых электронных приборов используется сеть постоянного напряжения с номинальным уровнем 27 В. С целью получения необходимых уровней напряжений и обеспечения гальванической изоляции выходных цепей в системах электропитания применяются DC/DC-преобразователи. При этом массогабаритные показатели DC/DC-преобразователей позволяют их использовать в состав БПЛА и легких планеров.

В том случае, если для питания электронного оборудования не требуется гальваническая изоляция выходных цепей, используются импульсные регуляторы. Но, как правило, такие изделия не содержат встроенных фильтров, что в конечном итоге может привести к нарушению работы отдельных электронных приборов.

Чтобы свести к минимуму вероятность сбоев в работе электрооборудования, возникающих в связи с кратковременными перебоями питания, применяют специализированные устройства поддержания напряжения. Принцип работы этих устройств заключается в поддержании требуемого уровня напряжения в цепи питания за счет использования ранее накопленной энергии в конденсаторах большой емкости. К сожалению, несмотря на применение высоконадежных компонентов, в системе электропитания могут возникнуть ситуации внешнего отключения, например, отказ генератора. Именно поэтому для сохранения работоспособности наиболее важных узлов и агрегатов летательного аппарата должна обеспечиваться возможность подачи резервного питания. В реальных условиях на включение дополнительного генератора, находящегося в «теплом» резерве, требуется от единиц до десятков секунд. Поэтому предпочтительнее, если наряду с резервным генератором будут установлены аккумуляторные батареи (АКБ).

Для обеспечения питания энергоемкого бортового оборудования чаще всего применяются трехфазные авиационные генераторы переменного напряжения, которые значительно компактнее и легче своих наземных аналогов. Авиационные генераторы осуществляют питание бортового оборудования напряжением 115/200 В 400 Гц по однофазной либо трехфазной электрической сети.

Такое построение системы обладает существенным недостатком: для получения электропитания энергоемкого бортового оборудования, такого как бортовой передатчик радиолокационной аппаратуры, необходимо использовать дополнительный авиационный генератор переменного напряжения, обладающий большими габаритами и массой, либо разрабатывать отдельный модуль повышающего преобразователя напряжения для работы бортовой радиолокационной аппаратуры.

Наиболее близким техническим решением является БПЛА (2), включающий блок бортовой аппаратуры, блоки бортовой радиолокационной аппаратуры, микропроцессорную систему управления, и источник первичного электропитания, состоящий из тягового двигателя внутреннего сгорания и установленного на оси его коленчатого вала миниатюрного синхронного генератора с постоянными магнитами, который используется для обеспечения электропитания всей бортовой аппаратуры. Синхронный генератор конструктивно расположен перед винтом и имеет малые продольные размеры, поэтому для обеспечения требуемой мощности для питания

бортовой аппаратуры, они выполняются с большой постоянной наводимого обратного ЭДС от 1000 об./мин/В. Это обуславливает низкое напряжение на выходе такого синхронного генератора с постоянными магнитами, что требует дополнительных блоков повышения уровня напряжения для электропитания блока бортовой радиолокационной аппаратуры БПЛА (высоковольтной).

Такой электрогенератор обладает рядом недостатков:

1) В передней части такого электрогенератора нельзя разместить синхронный генератор, обладающий большими удельными энергетическими показателями из-за ограничения по габаритным размерам.

2) Наводимое в обмотках синхронного генератора с постоянными магнитами напряжение требует дополнительных электронных узлов для его повышения, чтобы обеспечить работу бортовой радиолокационной аппаратуры.

Технической задачей при разработке настоящего изобретения является возможность увеличения выходного напряжения, необходимого для электропитания бортового передающего модуля радиолокационной аппаратуры за счет развязки электропитания бортовой аппаратуры БПЛА от электропитания бортового передающего модуля РЛС БПЛА, позволяющей уменьшить электрические помехи в общей системе электропитания. При этом за счет такого решения повышается дальность действия бортовой РЛС.

Для решения данной задачи в беспилотный летальный аппарат, содержащий блоки бортовой и радиолокационной аппаратуры БПЛА, источник питания, включающий синхронный генератор с постоянными магнитами, систему охлаждения, тяговый двигатель, соединенный через синхронный генератор к блокам бортовой аппаратуры БПЛА, и микропроцессорную систему управления, входы которой соединены с выходами блоков бортовой аппаратуры и выходу синхронного генератора (источника питания), в него введены, дополнительный синхронный генератор с постоянными магнитами, связанный через кинематическое звено с тяговым двигателем, управляемый синхронный выпрямитель, накопитель электроэнергии, стабилизатор напряжения, и блок контроля и управления выходного напряжения, подаваемого на блоки радиолокационной аппаратуры, при этом выход дополнительного синхронного генератора соединен через активный синхронный выпрямитель с накопителем энергии, выход которого соединен со входом стабилизатора напряжения, второй вход которого соединен с выходом активного синхронного выпрямителя, выход стабилизатора напряжения соединен со входами блоков радиолокационной аппаратуры, а входы и выходы блока контроля и управления выходным напряжением соединены соответственно со входами и выходами активного синхронного выпрямителя и стабилизатора напряжения, количество (число) N витков постоянных магнитов дополнительного синхронного генератора удовлетворяет условию

$$N \geq 0,005 \lg V$$

где l - l длина ротора,

r - внутренний радиус ротора,

B - индукция магнитного поля ротора.

Изобретение поясняется чертежом, где на фиг.1 показана структурная схема БПЛА, а на фиг.2 - схема питания БПЛА.

На чертеже обозначено: блоки 1 бортовой аппаратуры, питающиеся от основной системы электропитания БПЛА, микропроцессорная система 2 управления блоками бортовой аппаратуры, блоки 3 бортовой радиолокационной аппаратуры, синхронный генератор 4 основной системы электропитания, дополнительный миниатюрный

синхронный генератор 5 с постоянными магнитами системы электропитания для бортовой радиолокационной (высоковольтной) аппаратуры, тяговый двигатель 6 БПЛА, накопитель 7 электроэнергии, кинематическое звено 8, активный синхронный выпрямитель 9, стабилизатор 10 напряжения; блок 11 контроля и управления.

При этом система питания бортовой радиолокационной аппаратуры БПЛА (фиг.2) содержит дополнительный (миниатюрный) синхронный генератор 5 с постоянными магнитами соединенный с тяговым двигателем 6 БПЛА через кинематическое звено 8, активный синхронный выпрямитель 9, на вход которого поступает выпрямляемое напряжение до 200 В, а выход соединен со стабилизатором 10 напряжения и накопителем электроэнергии 7. Блок контроля 11 и управления обеспечивает требуемый уровень выходного напряжения для работы бортовой радиолокационной аппаратуры. В накопителе 7 электроэнергии сохраняется достаточный запас электроэнергии, обеспечивающий бесперебойную работу устройства в случае резкого изменения величины нагрузки. Выход стабилизатора 10 напряжения соединяется с бортовой радиолокационной аппаратурой БПЛА.

Тяговый электродвигатель вращает дополнительный синхронный генератор с постоянными магнитами. Наводимое в обмотках дополнительного синхронного генератора напряжение поступает на высоковольтный выпрямитель 9, а выпрямленное напряжение поступает на конденсаторный накопитель 7 электроэнергии и стабилизатор 10 напряжения. К выходу стабилизатора напряжения подключаются блоки бортовой радиолокационной аппаратуры. Блок контроля 11 и управления контролирует уровень выходного напряжения и управляет активным синхронным выпрямителем 9 и стабилизатором 10 напряжения.

Существенно то, что, что размеры миниатюрного синхронного генератора с постоянными магнитами, можно задать существенно большими, чем размеры синхронного генератора, размещаемого перед тяговым винтом, что позволяет увеличить наводимое ЭДС в обмотках и исключить дополнительные блоки преобразования напряжения для электропитания бортовой радиолокационной аппаратуры.

Исходя из требований к напряжению на выходе устройства, необходимо подобрать соответствующее число витков, опираясь на номинальную скорость вращения тягового двигателя БПЛА. Известно, что наводимое в обмотках синхронного генератора с постоянными магнитами ЭДС описывается формулой:

$$\varepsilon = N l r B \omega$$

где N - число витков, приходящихся на одну фазу, l - длина ротора, (м), r - внутренний радиус ротора, (м), B - магнитная индукция поля ротора, (Тл), ω - угловая скорость вращения ротора, (рад/с).

Таким образом, произведение $N l r B$ должно быть не менее 1/200 В/об/мин. Т.е. число витков N статора синхронного двигателя следует подобрать из следующего соотношения: $N \geq 0,005 l r B$.

Такое решение обеспечивает высокое напряжение электропитания для работы бортовой радиолокационной аппаратуры без введения дополнительных блоков преобразования уровня напряжения.

Изобретение может применяться для электропитания бортовой аппаратуры в БПЛА, в частности для электропитания бортовой радиолокационной аппаратуры, позволяющей увеличить дальность действия радиолокатора и надежность всей системы.

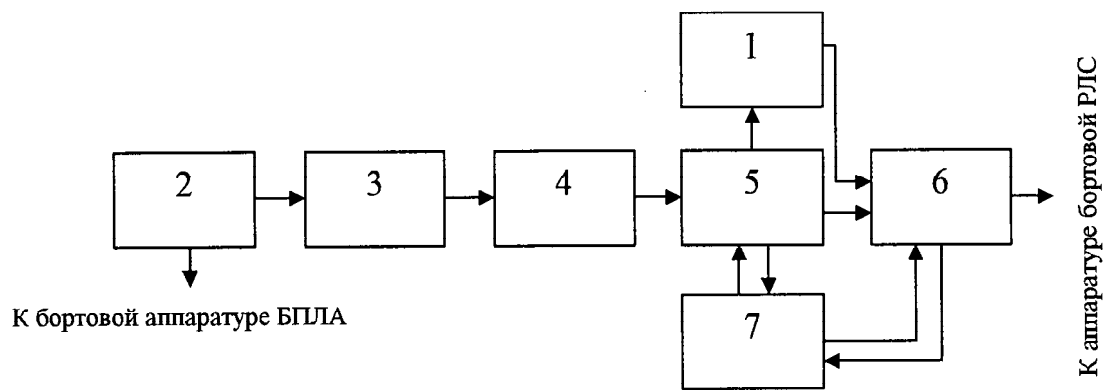
Источники информации

1. Особенности проектирования систем электропитания авиационного электронного оборудования / М. Никитин / КОМПОНЕНТЫ И ТЕХНОЛОГИИ №4, 2011.

2. Патент США №7274978, МПК В64D 41/00, опублик. 25.09.2007.

Формула изобретения

Беспилотный летальный аппарат, содержащий блоки бортовой и радиолокационной аппаратуры (БПЛА), источник питания, включающий синхронный генератор с постоянными магнитами, систему охлаждения, тяговый двигатель, соединенный через синхронный генератор с блоками бортовой аппаратуры БПЛА, и микропроцессорную систему управления, входы которой соединены с выходами блоков бортовой аппаратуры и с выходом синхронного генератора, отличающийся тем, что в него введены дополнительный синхронный генератор с постоянными магнитами, связанный через кинематическое звено с тяговым двигателем, управляемый синхронный выпрямитель, накопитель электроэнергии, стабилизатор напряжения и блок контроля и управления выходного напряжения, подаваемого на блоки радиолокационной аппаратуры, при этом выход дополнительного синхронного генератора соединен через активный синхронный выпрямитель с накопителем энергии, выход которого соединен со входом стабилизатора напряжения, второй вход которого соединен с выходом активного синхронного выпрямителя, выход стабилизатора напряжения соединен со входами блоков радиолокационной аппаратуры, а входы и выходы блока контроля и управления выходным напряжением соединены соответственно со входами и выходами активного синхронного выпрямителя и стабилизатора напряжения, при этом количество N витков постоянных магнитов дополнительного синхронного генератора удовлетворяет условию $N \geq 0,005lrB$, где l - длина ротора; r - внутренний радиус; B - индукция магнитного поля ротора.



Фиг.2