



ФЕДЕРАЛЬНАЯ СЛУЖБА
ПО ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНОЙ СОБСТВЕННОСТИ

(12) ОПИСАНИЕ ИЗОБРЕТЕНИЯ К ПАТЕНТУ

(52) СПК

H04B 1/00 (2020.08); H04B 1/04 (2020.08); H04B 1/66 (2020.08)

(21)(22) Заявка: 2020114895, 27.04.2020

(24) Дата начала отсчета срока действия патента:
27.04.2020Дата регистрации:
12.10.2020

Приоритет(ы):

(22) Дата подачи заявки: 27.04.2020

(45) Опубликовано: 12.10.2020 Бюл. № 29

Адрес для переписки:

107045, Москва, Сретенский б-р, 5, а/я 97 (для
Мазур Н.З.), Мазур Наталья Зиновьевна

(72) Автор(ы):

Костиков Владимир Григорьевич (RU),
Патрин Геннадий Михайлович (RU),
Шахнов Вадим Анатольевич (RU),
Костиков Руслан Владимирович (RU),
Гаврилин Ярослав Сергеевич (RU),
Парфёнов Иван Александрович (RU)

(73) Патентообладатель(и):

Акционерное общество «Концерн
воздушно-космической обороны «Алмаз -
Антей» (АО «Концерн ВКО «Алмаз -
Антей») (RU)(56) Список документов, цитированных в отчете
о поиске: RU 2440672 C1, 20.01.2012. RU
2514932 C2, 10.05.2014. RU 2494539 C1,
27.09.2013. US 5150387 A1, 22.09.1992.

(54) Радиопередающее устройство на базе СВЧ-прибора РЛС

(57) Реферат:

Изобретение относится к области радиолокации. Технический результат - обеспечение заданного уровня и стабильности высоковольтного входного напряжения СВЧ-прибора при различных режимах работы последнего и на повышение качества функционирования радиопередающего устройства РЛС при одновременном уменьшении его объема и массы и повышении КПД. Он обеспечивается тем, что предложено радиопередающее устройство на базе СВЧ-прибора радиолокационной станции, содержащее

входной выпрямитель и входной модулятор, устройство управления, усилитель мощности и устройство СВЧ, при этом входной выпрямитель связан с входным модулятором и усилителем мощности, входной модулятор посредством двунаправленной связи соединен с устройством управления, входы-выходы которого соединены с усилителем мощности, связанным с входным модулятором и устройством СВЧ, при этом предложены конкретные схемы каждого элемента в составе указанного радиопередающего устройства. 5 з.п. ф-лы, 2 табл., 5 ил.

RU 2 734 073 C1

RU 2 734 073 C1

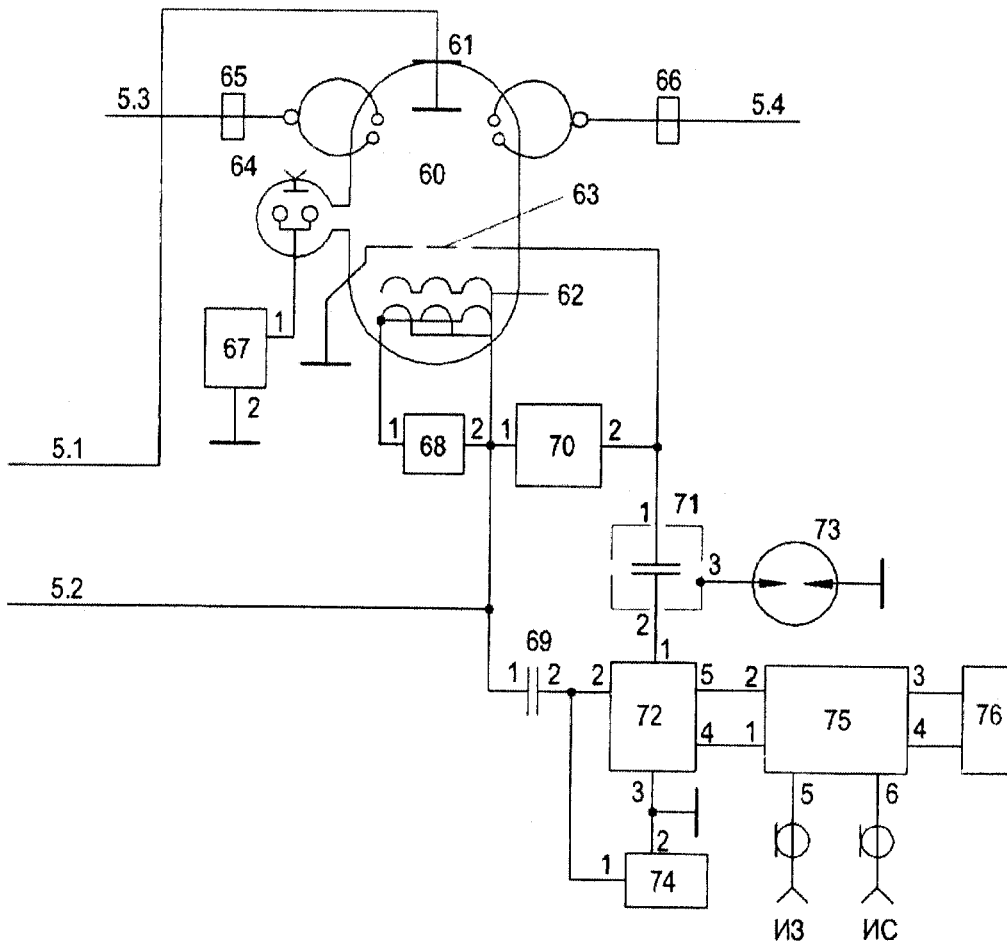


Схема устройства СВЧ 5

Фиг.4

RU 2734073 C1

RU 2734073 C1



FEDERAL SERVICE
FOR INTELLECTUAL PROPERTY

(12) **ABSTRACT OF INVENTION**

(52) CPC

H04B 1/00 (2020.08); H04B 1/04 (2020.08); H04B 1/66 (2020.08)

(21)(22) Application: **2020114895, 27.04.2020**

(24) Effective date for property rights:
27.04.2020

Registration date:
12.10.2020

Priority:

(22) Date of filing: **27.04.2020**

(45) Date of publication: **12.10.2020 Bull. № 29**

Mail address:

107045, Moskva, Sretenskij b-r,5,a/ya 97 (dlya Mazur N.Z.), Mazur Natalya Zinovevna

(72) Inventor(s):

**Kostikov Vladimir Grigorevich (RU),
Patrin Gennadii Mikhailovich (RU),
Shakhnov Vadim Anatolevich (RU),
Kostikov Ruslan Vladimirovich (RU),
Gavrilin Iaroslav Sergeevich (RU),
Parfenov Ivan Aleksandrovich (RU)**

(73) Proprietor(s):

**Aksionernoe obshchestvo «Kontsern
vozdushno-kosmicheskoi oborony «Almaz -
Antei» (AO «Kontsern VKO «Almaz - Antei»
(RU)**

(54) **RADIO TRANSMITTER BASED ON MICROWAVE DEVICE OF RADAR STATION**

(57) Abstract:

FIELD: radar ranging.

SUBSTANCE: disclosed is a radio transmitter based on a microwave device of a radar station, comprising an input rectifier and an input modulator, a control device, a power amplifier and a microwave device, wherein input rectifier is connected to input modulator and power amplifier, input modulator by means of bidirectional communication is connected to control device, inputs / outputs of which are connected to power amplifier, connected to input modulator and microwave

device, wherein specific circuits of each element in said radio transmitter are proposed.

EFFECT: providing preset level and stability of high-voltage input voltage of a microwave device under various operating conditions of the latter and improving quality of functioning of a radar transmitting device of a radar station with simultaneous reduction of its volume and weight and high efficiency.

6 cl, 2 tbl, 5 dwg

RU 2 734 073 C1

RU 2 734 073 C1

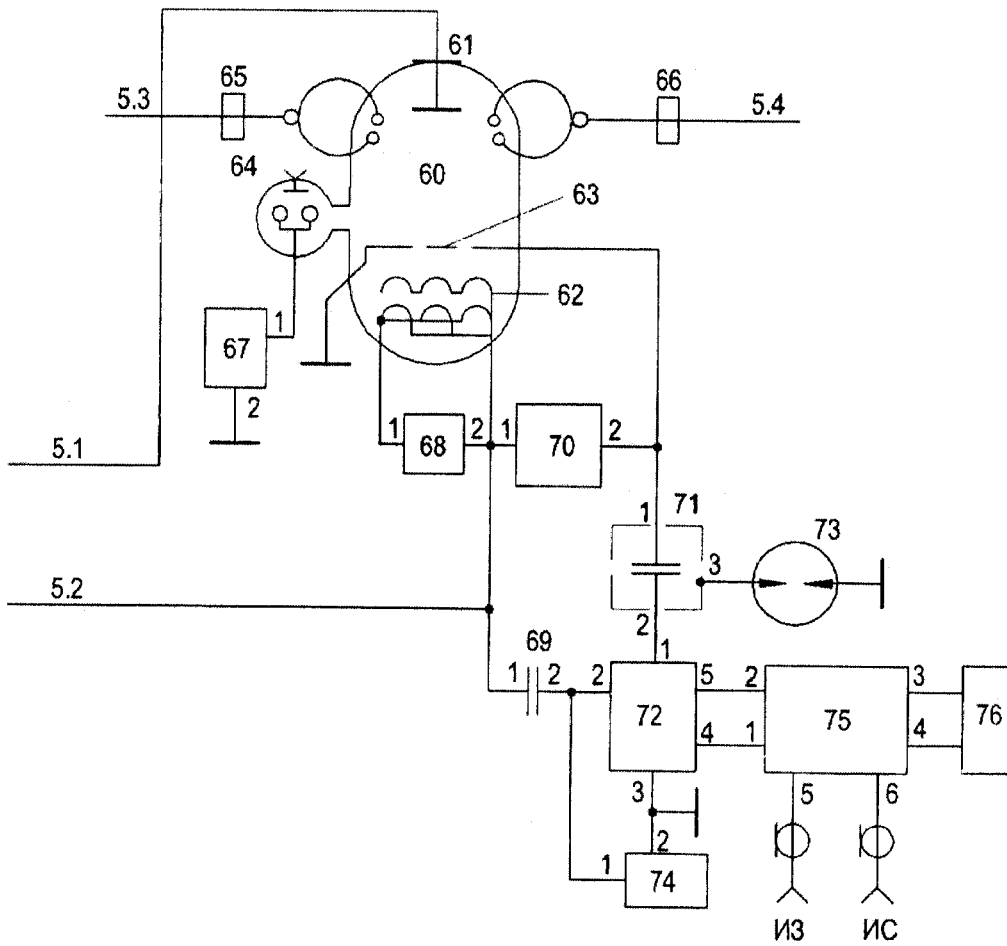


Схема устройства СВЧ 5

Фиг.4

RU 2734073 C1

RU 2734073 C1

Изобретение относится к области радиолокации и может быть использовано для создания радиопередатчиков на базе СВЧ-приборов, которые предъявляют жесткие требования к нестабильности, уровню гармонических составляющих и диапазону регулировки напряжения на входе СВЧ-прибора в доплеровском диапазоне частот при заданной полосе анализа в условиях механических и температурных воздействий.

Известен радиопередатчик, содержащий усилитель СВЧ, источник электропитания, модулятор, задающий генератор, развязывающий прибор, р-і-п-аттенюатор, источник тока, дискриминатор, нагрузку и систему охлаждения (см. описание изобретения к патенту РФ №2208909 «Передатчик СВЧ», МПК: Н04 В 1/00, авторы Ляшенко А.В., Брук С.Г., Ильин В.И. и др., опубл. 20.07.2003 г.). Использование системы жидкостного охлаждения СВЧ-приборов является общепринятым в конструкциях радиопередатчиков (см. «Передающие устройства СВЧ: Учеб. пособие для радиотехнич. спец. вузов / Вамберский М.В. и др. - М.: Высшая шк., 1984. - С. 390-398»), позволяет интенсивно отвести теплоту от СВЧ-прибора, улучшить массогабаритные характеристики радиопередатчика. Но в известном радиопередатчике не обеспечивается заданная мощность на входе радиопередатчика, определяющая максимальную выходную мощность на несущих частотах и низкий уровень амплитудных и фазовых шумов на его выходе.

Наиболее близким по назначению и технической сущности решением, выбранным в качестве прототипа, является передающее устройство вертолетной радиолокационной станции (смотри описание изобретения к патенту №2440672, МПК: Н04В 1/04, опубл. 20.01.2012, авторы Копьев А.В., Суворинов М.И., Бряков В.В. и другие), содержащее СВЧ-прибор, высоковольтный выпрямитель, делитель напряжения, коллекторный источник электропитания, модулятор, источник электропитания накала, трансформатор, выпрямитель, устройства коммутации входной и выходной СВЧ-тракты, контакт разъема входного импульса запуска радиопередатчика, контакты разъема для подачи входного напряжения трехфазного тока. От вертолетной РЛС требуется высокая разрешающая способность, поэтому использован миллиметровый диапазон длин волн. Но в этом диапазоне время пролета электронов между электродами СВЧ - прибора сравнимо с периодом усиливаемых колебаний. Недостатком известного изобретения является существенное изменение напряжения на электродах в течение времени пролета электронов, что приводит к ослаблению плотности электронного потока, резкому падению полезной мощности, коэффициента усиления и КПД. Кроме того, делитель выпрямленного напряжения силовой цепи электропитания должен быть рассчитан на полную мощность нагрузок и, следовательно, увеличивает массу, объем и тепловыделение в составе радиопередатчика.

Технический результат при использовании предлагаемого изобретения направлен на обеспечение заданных уровня и стабильности высоковольтного входного напряжения СВЧ-прибора при различных режимах работы последнего и на повышение качества функционирования радиопередающего устройства РЛС при одновременном уменьшении его объема и массы и повышении КПД.

Указанный технический результат обеспечивается в радиопередающем устройстве на базе СВЧ-прибора радиолокационной станции, содержащее входной выпрямитель 1 и входной модулятор 2, устройство управления 3, усилитель мощности 4 и устройство СВЧ 5, при этом входной выпрямитель связан с входным модулятором и усилителем мощности, входной модулятор посредством двунаправленной связи соединен с устройством управления, входы-выходы которого соединены с усилителем мощности, связанным с входным модулятором и устройством СВЧ отличающееся тем, что

устройство СВЧ содержит СВЧ-прибор 60 с коллектором 61, катод-подогреватель 62, управляющий электродом (сеткой) 63, электроразрядный насос 64, входной 65 и выходной 66 СВЧ-тракты, первый источник электропитания 67, второй источник электропитания 68, кроме того, в схему устройства СВЧ дополнительно введены источник электропитания смещения 70, подмодулятор 75 с источником электропитания 76, контакт разъема входных импульсов срыва и разделительные емкости 69, 71 для обеспечения малых отклонений от заданных значений длительностей импульсов, их фронтов и срезов при режимах работы СВЧ-прибора, при этом коллектор 61 СВЧ-прибора 60 соединен со входом 5.1 устройства СВЧ 5; вход электроразрядного насоса 64 соединен с выходом первого источника электропитания 67; второй источник электропитания 68 выходом 1 присоединен к подогревателю, выходом 2 - к катоду-подогревателю СВЧ-прибора, входу 5.2 устройства СВЧ 5, выводу 1 первой разделительной емкости 69 и выходу 1 источника электропитания смещения 70, выход 2 которого соединен с сеткой 63 и через вторую разделительную емкость 71 соединен с выходом 1 модулятора 72, при этом корпус второй разделительной емкости 71 (контакт 3) соединен с общим выводом радиопередатчика через разрядник 73; выход 2 модулятора 72 соединен с выводом 2 первой разделительной емкости 69 и с выходом 1 источника электропитания модулятора 74, выход 2 которого соединен со входом 3 модулятора 72 и с общим выводом радиопередатчика; входы 4 и 5 модулятора 72 соединены с выходами 1 и 2 подмодулятора 75, входы 3 и 4 которого соединены с выходами источника электропитания подмодулятора 76, а входы 5 и 6 подмодулятора служат для приема импульсов запуска (ИЗ) и срыва (ИС) соответственно.

Предлагаемое изобретение поясняется чертежом, на котором представлены схемы составных частей радиопередающего устройства радиолокационной станции.

Фиг. 1 показаны схемы входного выпрямителя и входного модулятора,
 Фиг. 2 - схема устройства управления,
 Фиг. 3 - схема усилителя мощности,
 Фиг. 4 - схема устройства СВЧ,
 Фиг. 5- функциональная схема заявленного изобретения.

Радиопередающее устройство содержит входной выпрямитель 1, на входы А, В, С которого подается напряжение трехфазного тока, а его выходы 1.1, 1.2, 1.3 соединены со входами 2.1, 2.2, 2.3 входного модулятора 2, выходы 2.4, 2.5 входного модулятора 2 соединены со входами 3.1, 3.2 устройства управления 3, входы 2.6, 2.7 входного модулятора 2 соединены с выходами 3.3, 3.4 устройства управления 3. Вход 2.8 входного модулятора 2 соединен с выходом 4.1 усилителя мощности 4. Выходы 3.5, 3.6, 3.7, 3.8, 3.9, 3.10 устройства управления 3 соединены со входами 4.1, 4.2, 4.3, 4.4, 4.5, 4.6 усилителя мощности 4. Вход 3.11 устройства управления 3 соединен с выходом 4.7 усилителя мощности 4. Выходы 1.4 и 1.5 входного выпрямителя 1 соединены со входом 4.8 усилителя мощности 4 и общим выводом радиопередатчика соответственно. Выходы 4.9 и 4.10 усилителя мощности 4 соединены со входами 5.1 и 5.2 устройства СВЧ 5. Вход 5.3 служит входным СВЧ-трактом, выход 5.4 - выходным СВЧ-трактом.

Входной модулятор 2 содержит входной эмиттерный повторитель на транзисторе 6, на выходе которого установлены первый 7 и второй 8 инверторы. Затворы транзисторов 6, 7 и 8 являются управляемыми входами 2.8, 2.7 и 2.6 входного модулятора 2. Выход первого инвертора 7 соединен с инвертирующим входом первого операционного усилителя 9, а выход второго инвертора 8 - с неинвертирующим входом второго операционного усилителя 10. Вторые входы операционных усилителей 9 и 10 соединены с общим выводом радиопередатчика. Выходы операционных усилителей 9

и 10 через комплементарные эмиттерные повторители 11, 12 соединены с парафазными выводами 2.4, 2.5 входного модулятора 2.

Устройство управления 3 содержит генератор тактовых импульсов (ГТИ) 13, подключенный ко входу формирователя парафазных импульсов (счетного триггера) 14, выходы которого являются парафазными выходами 3.3, 3.4 устройства управления 3 и соединены с первыми входами первого 15 и второго 16 логических элементов «И». Второй вход первого логического элемента «И» 15 соединен с выходом первого широтно-импульсного модулятора (ШИМ) 17.1, а второй вход второго логического элемента «И» 16 - с выходом второго ШИМ 17.2. Каждый из двух ШИМ 17.1 и 17.2 состоит из последовательно соединенных сумматора на резисторах 18, 19, интегратора на операционном усилителе 20, компаратора 21 и RS-триггера 22. R-вход триггера 22.1 подключен к выходу компаратора 21.1, R-вход триггера 22.2 - к выходу компаратора 21.2, а S-входы соединены с выходом ГТИ 13. Выходы логических элементов «И» 15, 16 образуют первые выходные выводы 3.10, 3.9 устройства управления 3, вторые выходы 3.8, 3.7 которого образованы выходами третьего 23 и четвертого 24 логических элементов «И», первые входы которых подключены к соответствующим выходам формирователя парафазных импульсов 14, а вторые входы через узлы задержки 25, 26 и логические инверторы 27, 28 подключены к выходу элемента «И» 15 или 16 противоположного плеча соответственно. Вход 3.11 устройства управления 3 подключен ко входу 1 двухполярного выпрямителя обратной связи 29, подключенного к диагонали переменного тока УМ. Выходы 2 и 3 выпрямителя 29 соединены с резисторами 18.1 и 18.2 соответственно.

Усилитель мощности 4 выполнен по двухтактной мостовой схеме на транзисторах 30, 31, 32, 33, в диагональ переменного тока которой включены последовательно соединенные первичная обмотка 34.1 трансформатора тока 34 и резонансный LC-контур, содержащий дроссель 35 и конденсатор 36. Параллельно конденсатору 36 подключена первичная обмотка выходного трансформатора 37, вторичная высоковольтная обмотка которого соединена со входом высоковольтного выпрямителя 38. К выходу выпрямителя 38 подключены последовательно делитель высокого напряжения 39, компонент 40 защиты устройства СВЧ 5 и емкостный накопитель 41.

Управляемые выводы транзисторов 30, 31, 32, 33 подключены к выходам первого, второго, третьего и четвертого усилителей 42, 43, 44, 45 соответственно. Входы усилителей 42 и 44 соединены соответственно со вторичными обмотками 46.2 и 46.3 первого управляющего трансформатора 46. Входы усилителей 43 и 45 соединены соответственно со вторичными обмотками 47.2 и 47.3 второго управляющего трансформатора 47. Первичные обмотки 46.1 и 47.1 управляющих трансформаторов 46 и 47 соединены с выходами первого 48 и второго 49 двухтактных усилителей мощности соответственно. Устройство управления 3 своими первыми выходными выводами 3.9 и 3.10 подключено ко входу первого усилителя мощности 48, а вторыми выходными выводами 3.8 и 3.7 - ко входу второго усилителя мощности 49. Парафазные выходы 3.5 и 3.6 устройства управления 3 подключены ко входам третьего двухтактного усилителя мощности 50, выход которого соединен с первичной обмоткой 51.1 трансформатора 51, имеющего четыре вторичных обмотки 51.2, 51.3, 51.4, 51.5, которые через двухполярные выпрямители 52, 53, 54, 55 подключены к шинам электропитания усилителей 42, 43, 44, 45 соответственно.

Вторичные обмотки 34.2, 34.3, 34.4, 34.5 трансформатора тока 34 через двухполярные выпрямители 56, 57, 58, 59 соединены со входными выводами электропитания усилителей 42, 43, 44, 45 соответственно.

Устройство СВЧ 5 содержит СВЧ-прибор 60 с коллектором 61, катодом-подогревателем 62, управляющим электродом (сеткой) 63, электроразрядным насосом 64, входным 65 и выходным 66 СВЧ-трактами. Коллектор 61 СВЧ-прибора 60 соединен со входом 5.1 устройства СВЧ 5. Вход электроразрядного насоса 64 соединен с выходом источника электропитания 67. Источник электропитания 68 выходом 1 присоединен к подогревателю, выходом 2 - к катоду-подогревателю СВЧ-прибора, входу 5.2 устройства СВЧ 5, выводу 1 первой разделительной емкости 69 и выходу 1 источника электропитания смещения 70, выход 2 которого соединен с сеткой 63 и через вторую разделительную емкость 71 соединен с выходом 1 модулятора 72, при этом корпус второй разделительной емкости 71 (контакт 3) соединен с общим выводом радиопередатчика через разрядник 73. Выход 2 модулятора 72 соединен с выводом 2 первой разделительной емкости 69 и с выходом 1 источника электропитания модулятора 74, выход 2 которого соединен со входом 3 модулятора 72 и с общим выводом радиопередатчика. Входы 4 и 5 модулятора 72 соединены с выходами 1 и 2 подмодулятора 75, входы 3 и 4 которого соединены с выходами источника электропитания подмодулятора 76, а входы 5 и 6 подмодулятора служат для приема импульсов запуска (ИЗ) и срыва (ИС) соответственно.

Введение в устройство СВЧ источника электропитания электроразрядного насоса обеспечивает деионизацию внутреннего объема электровакуумного прибора для снижения вероятности внутренних пробоев, т.е. повышения надежности его работы. Введение защитного разрядника необходимо для аварийного отключения схемы в случае возникновения нештатной ситуации.

Для стабилизации выходных параметров усилителя (в первую очередь, выходной мощности) целесообразно использование автоматического регулирования усиления или параметрической стабилизации за счет изменения входного напряжения электропитания. Известно, что основные выходные параметры СВЧ-прибора - уровни и частота сигналов - зависят от качества напряжений электропитания. Так, долговременная нестабильность частоты $\gamma = \Delta f_0 / f_0$ определяется в нашем случае следующими влияющими величинами:

- относительной нестабильностью напряжения накала ($\Delta U_n / U_n \leq 5\%$);
- относительной нестабильностью катодного напряжения ($\Delta U_k / U_k \leq 1,5\%$);
- нестабильностью температуры резонаторов ($\Delta t \leq 15^\circ\text{C}$).

Таким образом, долговременная нестабильность частоты определяется, в основном, относительной нестабильностью катодного напряжения.

Амплитудную и частотную модуляцию выходного СВЧ-прибора вызывают пульсации входных напряжений. Ниже приведены допустимые относительные уровни пульсаций напряжений $\Delta U_k / U_k$, при которых обеспечиваются требуемые уровни относительной спектральной плотности мощности амплитудных и частотных шумов.

Амплитудные шумы

γ_a	(1...2) кГц (минус 80 дБ/Гц)	(2...4) кГц (минус 90 дБ/Гц)	Свыше 4 кГц (минус 100 дБ/Гц)
$\Delta U_k / U_k$	2×10^{-4}	$0,6 \times 10^{-4}$	$0,2 \times 10^{-4}$

Частотные шумы

γ_f	1 кГц (минус 70 дБ/Гц)	2 кГц (минус 80 дБ/Гц)	Свыше 4 кГц (минус 90 дБ/Гц)
$\Delta U_k / U_k$	10^{-7}	$0,7 \times 10^{-7}$	$\leq 0,5 \times 10^{-7}$

Из приведенного анализа следует, что частотные характеристики радиопередающего

устройства в значительной степени определяются нестабильностью входного напряжения катодных цепей.

С целью улучшения стабильности напряжения катодных цепей в схему входного модулятора радиопередатчика введены компоненты для формирования импульсов управления, максимальные значения которых определяются уровнем сигнала обратной связи с делителя выходного напряжения усилителя мощности. Указанные импульсы управления суммируются с сигналами обратной связи с выхода силового инвертора, благодаря чему компенсируются изменения максимальных значений переменных составляющих выходного напряжения входного выпрямителя. Таким образом, в заявляемой схеме осуществляется стабилизация и снижение уровня переменной составляющей выходного напряжения силового инвертора, благодаря чему снижаются масса и объем фильтров и повышается КПД радиопередатчика.

Радиопередающее устройство РЛС работает следующим образом.

Для СВЧ-прибора устанавливаются режимы работы и режим тренировки.

Режимы работы: режим I (длинных импульсов);
режим II (коротких импульсов);
режим III (смешанных импульсов);
режим IV (кодовых импульсов).

Длительность длинных импульсов принята равной $(9 \pm 0,6)$ мкс, длительность коротких импульсов - $(1,0 \pm 0,1)$ мкс, длительность кодовых импульсов - $1,4 \pm 0,2$ мкс с периодом импульсов в «тройке» не менее 5 мкс.

Импульсная мощность на выходе радиопередатчика в условиях климатических и механических воздействий и при непрерывной работе обеспечивается в пределах от 10,8 до 25 кВт изменением длительности импульсов, частоты следования их, скважности).

Напряжение трехфазного тока подается на входы А, В, С входного выпрямителя 1, с выходов которого напряжения выпрямленного тока подаются в схемы входного модулятора 2 и усилителя мощности 4. Генератор тактовых импульсов 13 узла управления 3 вырабатывает последовательность запускающих импульсов с длительностью $T/2$, где $T = 1/f_{\text{пр}}$, а $f_{\text{пр}}$ - частота преобразования, при этом импульсы на выходах 1 и 2 формирователя парафазных импульсов 14 сдвинуты один относительно другого на 180 электрических градусов. На выходах транзисторных инверторов 9 и 10 входного модулятора 2 формируются импульсы, модулированные по максимальному значению в зависимости от уровня напряжения на входе 2.8 управления транзистором 6, при этом на выходе 2.4 входного модулятора 2 формируются уровни напряжения отрицательной полярности, а на выходе 2.5 - уровни напряжения положительной полярности.

Предположим, что к моменту прихода первого тактового импульса на R-входе триггера 22.1 присутствует сигнал, разрешающий переключение триггера по S-входу, при этом конденсатор интегратора 20.1 заряжен до уровня напряжения положительной полярности, пропорционального напряжению на выходе делителя напряжения 39 усилителя мощности 4. При поступлении первого тактового импульса переключается RS-триггер 22.1, и на входах логического элемента «И» 15 формируются импульсы управления, которые через усилители мощности 48 и 49 и развязывающие трансформаторы 46 и 47 открывают импульсные усилители 44 и 43, на выходах которых и, следовательно, на входах силовых транзисторов 32 и 31 формируются открывающие импульсы, при этом импульсные усилители 42 и 45 закрыты и, следовательно, закрыты транзисторы 30 и 33. На выходе силового инвертора усилителя мощности 4 формируется импульс положительной полярности, который через диод 1 и выход 2 выпрямителя 29

обратной связи поступает на резистор 18.1 сумматора и далее на вход интегратора 20.1.

На выходе 2.4 входного модулятора 2 и на входе 3.1 первого ШИМ 17.1 формируется уровень напряжения, равный нулю. Под действием положительного импульса на инвертирующем входе интегратора 20.1 начинает разряжаться его конденсатор. В это же время на выводе 3 выпрямителя 29 появляется импульс положительной полярности, который поступает на инвертирующий вход интегратора 20.2, конденсатор которого заряжается до отрицательного уровня напряжения, пропорционального значению напряжения на выходе делителя 39. Как только напряжение на выходе интегратора 20.1 достигнет нулевого уровня, на его выходе формируется короткий импульс, переключающий RS-триггер 22.1, и на выходе устройства управления 3 формируется импульс, закрывающий импульсный усилитель 44 и, следовательно, транзистор 32. На выходе силового инвертора усилителя мощности 4 формируется нулевой уровень напряжения (пауза).

При поступлении следующего тактового импульса происходит переключение импульсов на выходе формирователя парафазных импульсов 14. Напряжение на входе 3.2 второго ШИМ 17.2 становится равным нулю, а на входе 3.1 первого ШИМ 17.1 появится отрицательное напряжение, пропорциональное напряжению на выходе делителя 39. Конденсатор интегратора 20.1 заряжается до положительного уровня напряжения, пропорционального отрицательному уровню напряжения на входе 3.1. Этим же тактовым импульсом переключается RS-триггер 22.2, и на выходе логического элемента И 16 появляется импульс, который через усилители мощности 48 и 49 и разделительные трансформаторы 46 и 47 включает импульсные усилители 42 и 45 и, следовательно, транзисторы 30 и 33. На выходе силового инвертора усилителя мощности УМ формируется импульс отрицательной полярности, который через диод 2 и вход 3 выпрямителя 29 обратной связи поступает на резистор 18.2 сумматора и далее на вход интегратора 20.2. Под действием этого импульса конденсатор интегратора 20.2 начинает разряжаться. При достижении напряжением нулевого уровня компаратор 21.2 вырабатывает импульс, переключающий RS-триггер 22.2. Импульсный усилитель 42 закрывается и транзистор 30 выключается. На выходе силового инвертора усилителя мощности УМ формируется нулевой уровень напряжения (пауза).

При поступлении следующих тактовых импульсов процессы в схеме повторяются.

При повышении напряжения на выходе делителя 39 максимальные значения напряжений на выходах 2.4 и 2.5 входного модулятора 2 повышаются и, следовательно, увеличивается напряжение заряда конденсаторов интеграторов 20.1 и 20.2, при этом увеличивается время их разряда при постоянном максимальном уровне на выходах 2 и 3 выпрямителя 29 обратной связи и, значит, увеличивается время включенного состояния транзисторов 32 и 31 и длительности выходных импульсов силового инвертора усилителя мощности УМ.

При использовании резонансного контура в усилителе мощности частота преобразования силового инвертора должна быть выше резонансной частоты контура, причем эти частоты должны быть выше частот доплеровского диапазона, в котором работает устройство СВЧ.

(57) Формула изобретения

1. Радиопередающее устройство на базе СВЧ-прибора радиолокационной станции, содержащее входной выпрямитель 1 и входной модулятор 2, устройство управления 3, усилитель мощности 4 и устройство СВЧ 5, при этом входной выпрямитель связан с входным модулятором и усилителем мощности, входной модулятор посредством

двунаправленной связи соединен с устройством управления, входы-выходы которого соединены с усилителем мощности, связанным с входным модулятором и устройством СВЧ, отличающееся тем, что устройство СВЧ содержит СВЧ-прибор 60 с коллектором 61, катод-подогреватель 62, управляющий электродом (сеткой) 63, электроразрядный насос 64, входной 65 и выходной 66 СВЧ-тракты, первый источник электропитания 67, второй источник электропитания 68, кроме того, в схему устройства СВЧ дополнительно введены источник электропитания смещения 70, подмодулятор 75 с источником электропитания 76, контакт разъёма входных импульсов срыва и разделительные ёмкости 69, 71 для обеспечения малых отклонений от заданных значений длительностей импульсов, их фронтов и срезов при режимах работы СВЧ-прибора, при этом коллектор 61 СВЧ-прибора 60 соединён со входом 5.1 устройства СВЧ 5; вход электроразрядного насоса 64 соединён с выходом первого источника электропитания 67; второй источник электропитания 68 выходом 1 присоединён к подогревателю, выходом 2 – к катоду-подогревателю СВЧ-прибора, входу 5.2 устройства СВЧ 5, выводу 1 первой разделительной ёмкости 69 и выходу 1 источника электропитания смещения 70, выход 2 которого соединён с сеткой 63 и через вторую разделительную ёмкость 71 соединён с выходом 1 модулятора 72, при этом корпус второй разделительной ёмкости 71 (контакт 3) соединён с общим выводом радиопередатчика через разрядник 73; выход 2 модулятора 72 соединён с выводом 2 первой разделительной ёмкости 69 и с выходом 1 источника электропитания модулятора 74, выход 2 которого соединён со входом 3 модулятора 72 и с общим выводом радиопередатчика; входы 4 и 5 модулятора 72 соединены с выходами 1 и 2 подмодулятора 75, входы 3 и 4 которого соединены с выходами источника электропитания подмодулятора 76, а входы 5 и 6 подмодулятора служат для приёма импульсов запуска (ИЗ) и срыва (ИС) соответственно.

2. Устройство по п. 1, отличающееся тем, что входной модулятор 2 содержит входной эмиттерный повторитель на транзисторе 6, на выходе которого установлены первый 7 и второй 8 инверторы, затворы транзисторов 6, 7 и 8 являются управляемыми входами 2.8, 2.7 и 2.6 входного модулятора 2 при этом выход первого инвертора 7 соединён с инвертирующим входом первого операционного усилителя 9, а выход второго инвертора 8 – с неинвертирующим входом второго операционного усилителя 10; вторые входы операционных усилителей 9 и 10 соединены с общим выводом радиопередатчика; выходы операционных усилителей 9 и 10 через комплементарные эмиттерные повторители 11, 12 соединены с парафазными выводами 2.4, 2.5 входного модулятора 2.

3. Устройство по п.1, отличающееся тем, что устройство управления 3 содержит генератор тактовых импульсов (ГТИ) 13, подключённый ко входу формирователя парафазных импульсов 14, выходы которого являются парафазными выходами 3.3, 3.4 устройства управления 3 и соединены с первыми входами первого 15 и второго 16 логических элементов «И»; второй вход первого логического элемента «И» 15 соединён с выходом первого широтно-импульсного модулятора (ШИМ) 17.1, а второй вход второго логического элемента «И» 16 – с выходом второго ШИМ 17.2; при этом каждый из двух ШИМ 17.1 и 17.2 состоит из последовательно соединённых сумматора на резисторах 18, 19, интегратора на операционном усилителе 20, компаратора 21 и RS-триггера 22; R-вход триггера 22.1 подключён к выходу компаратора 21.1, R-вход триггера 22.2 – к выходу компаратора 21.2, а S-входы соединены с выходом ГТИ 13; выходы логических элементов «И» 15, 16 образуют первые выходные выводы 3.10, 3.9 устройства управления 3, вторые выходы 3.8, 3.7 которого образованы выходами третьего 23 и четвёртого 24 логических элементов «И», первые входы которых

подключены к соответствующим выходам формирователя парафазных импульсов 14, а вторые входы через узлы задержки 25, 26 и логические инверторы 27, 28 подключены к выходу элемента «И» 15 или 16 противоположного плеча соответственно; вход 3.11 устройства управления 3 подключён ко входу 1 двухполярного выпрямителя обратной связи 29, подключённого к диагонали переменного тока УМ; выходы 2 и 3 выпрямителя 29 соединены с резисторами 18.1 и 18.2 соответственно.

4. Устройство по п. 1, отличающееся тем, что усилитель мощности 4 выполнен по двухтактной мостовой схеме на транзисторах 30, 31, 32, 33, в диагональ переменного тока которой включены последовательно соединённые первичная обмотка 34.1 трансформатора тока 34 и резонансный LC-контур, содержащий дроссель 35 и конденсатор 36, параллельно конденсатору 36 подключена первичная обмотка выходного трансформатора 37, вторичная высоковольтная обмотка которого соединена со входом высоковольтного выпрямителя 38, к выходу выпрямителя 38 подключены последовательно делитель высокого напряжения 39, компонент 40 защиты устройства СВЧ 5 и ёмкостный накопитель 41.

5. Устройство по п. 4, отличающееся тем, что управляемые выводы транзисторов 30, 31, 32, 33 подключены к выходам первого, второго, третьего и четвёртого усилителей 42, 43, 44, 45 соответственно, входы усилителей 42 и 44 соединены соответственно со вторичными обмотками 46.2 и 46.3 первого управляющего трансформатора 46, входы усилителей 43 и 45 соединены соответственно со вторичными обмотками 47.2 и 47.3 второго управляющего трансформатора 47, первичные обмотки 46.1 и 47.1 управляющих трансформаторов 46 и 47 соединены с выходами первого 48 и второго 49 двухтактных усилителей мощности соответственно; устройство управления 3 своими первыми выходными выводами 3.9 и 3.10 подключено ко входу первого усилителя мощности 48, а вторыми выходными выводами 3.8 и 3.7 – ко входу второго усилителя мощности 49; парафазные выходы 3.5 и 3.6 устройства управления 3 подключены ко входам третьего двухтактного усилителя мощности 50, выход которого соединён с первичной обмоткой 51.1 трансформатора 51, имеющего четыре вторичных обмотки 51.2, 51.3, 51.4, 51.5, которые через двухполярные выпрямители 52, 53, 54, 55 подключены к шинам электропитания усилителей 42, 43, 44, 45 соответственно.

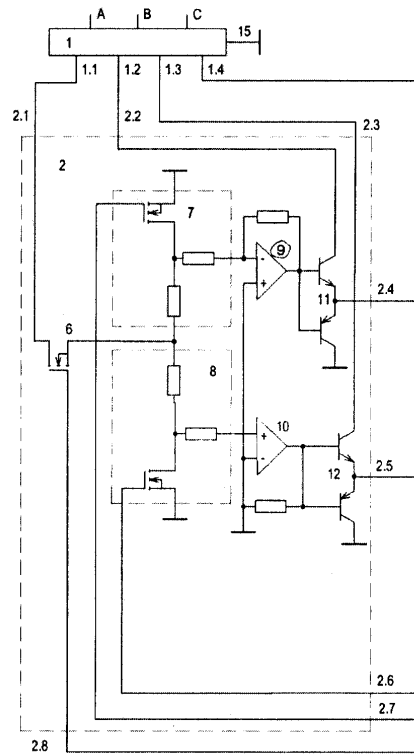
6. Устройство по п. 4, отличающееся тем, что вторичные обмотки 34.2, 34.3, 34.4, 34.5 трансформатора тока 34 через двухполярные выпрямители 56, 57, 58, 59 соединены со входными выводами электропитания усилителей 42, 43, 44, 45 соответственно.

35

40

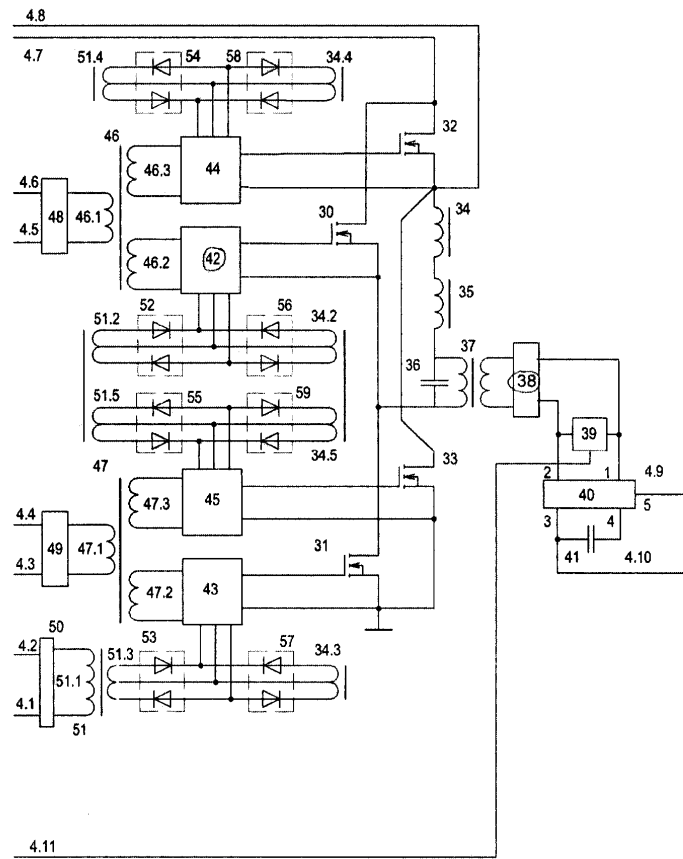
45

1

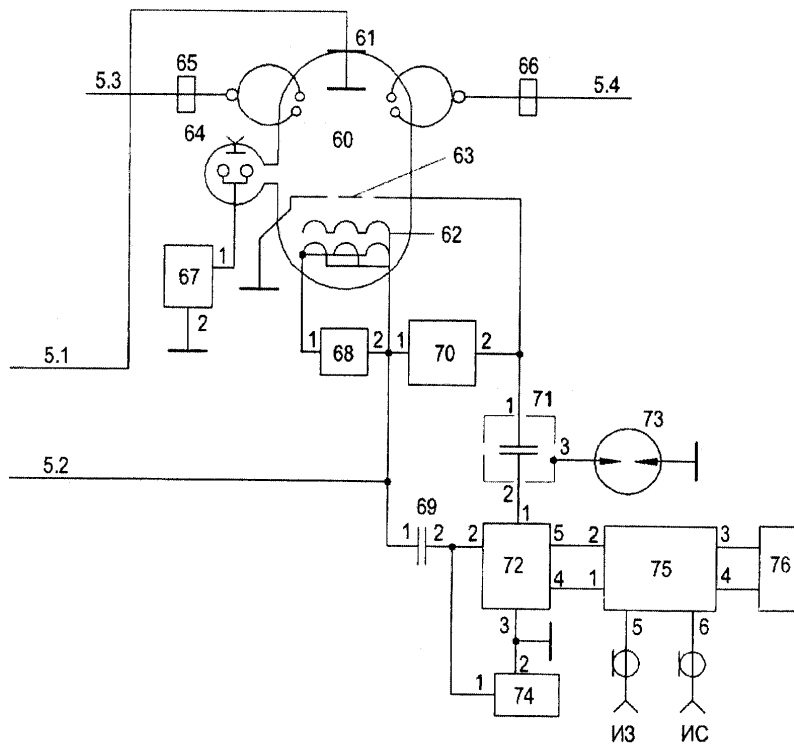


Фиг.1.Схема входных выпрямителя 1 и модулятора 2

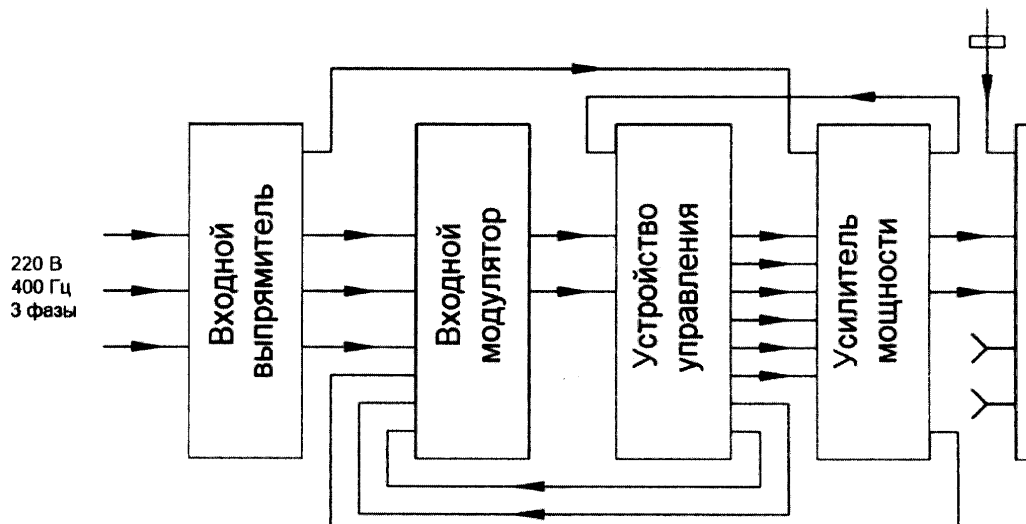
2



Фиг.3.Схема усилителя мощности 4



Фиг.4.Схема устройства СВЧ 5



Фиг.5