

(19)



**Евразийское  
патентное  
ведомство**

(11) **037984**

(13) **B1**

**(12) ОПИСАНИЕ ИЗОБРЕТЕНИЯ К ЕВРАЗИЙСКОМУ ПАТЕНТУ**

**(45)** Дата публикации и выдачи патента  
**2021.06.18**

**(21)** Номер заявки  
**201892274**

**(22)** Дата подачи заявки  
**2018.11.07**

**(51)** Int. Cl. **H03F 3/00** (2006.01)  
**H03G 3/22** (2006.01)  
**H01Q 21/00** (2006.01)

---

**(54) УСИЛИТЕЛЬ МОЩНОСТИ**

---

**(43)** **2020.05.31**

**(96)** **2018000133 (RU) 2018.11.07**

**(71)(73)** Заявитель и патентовладелец:  
**ОТКРЫТОЕ АКЦИОНЕРНОЕ  
ОБЩЕСТВО  
"МЕЖГОСУДАРСТВЕННАЯ  
КОРПОРАЦИЯ РАЗВИТИЯ" (RU)**

**(56)** RU-U1-172828  
WO-A1-2003038995  
RU-C1-2480906  
EP-B1-1936804

**(72)** Изобретатель:  
**Храповский Сергей Анатольевич (RU)**

**(74)** Представитель:  
**Левчук Д.В., Ловцов С.В., Вилесов  
А.С., Коптева Т.В., Ясинский С.Я.  
(RU)**

---

**(57)** Изобретение относится к радиотехнике и может быть использовано в системах радиосвязи, в частности в радиопередающих устройствах, позволяет строить радиопередатчики с повышенной линейностью. Усилитель мощности состоит из аттенюатора 1, предварительного усилителя 2, оконечного усилителя 3, ферритового циркулятора 4, датчика падающей мощности 5, датчика отраженной мощности 6, балластной нагрузки 7, блока охлаждения 8, автоматического регулятора усиления 9. Первый вход аттенюатора 1 является входом усилителя, выход аттенюатора 1 соединен с входом предварительного усилителя 2, выход которого соединен с входом оконечного усилителя 3. Выход оконечного усилителя 3 соединен с входом ферритового циркулятора 4, выход которого соединен с входом балластной нагрузки 7. Вход-выход ферритового циркулятора 4 соединен с первым входом-выходом датчика падающей мощности 5, выход которого соединен с первым входом автоматического регулятора усиления 9. Второй вход-выход датчика падающей мощности 5 соединен с входом датчика отраженной мощности 6, первый выход которого соединен с вторым входом автоматического регулятора усиления 9. Второй выход датчика отраженной мощности 6 является выходом усилителя мощности. Первый выход автоматического регулятора усиления 9 соединен с вторым входом аттенюатора 1, второй выход автоматического регулятора усиления 9 соединен с входом блока охлаждения 8. Техническим результатом изобретения является повышение устойчивости и стабильности работы усилителя путем снижения влияния антенны и антенно-фидерного тракта на усилитель, а также обеспечение возможности охлаждения устройства при его перегреве.

---

**037984 B1**

**037984 B1**

Изобретение относится к радиотехнике и может быть использовано в системах радиосвязи, в частности в радиопередающих устройствах, позволяет строить радиопередатчики с повышенной линейностью, одновременно обеспечивая защиту выходных каскадов от превышения отраженной пиковой мощности и защиту их при работе на рассогласованную нагрузку.

Известен усилитель мощности СВЧ (патент № 2625019, опубл. 11.07.2017), включающий модуль основного усилителя, детекторы и кольцо авторегулирования мощности. Модуль основного усилителя содержит СВЧ вход, управляемый аттенуатор, выход которого соединен с входом усилителя мощности СВЧ. Детекторы выполнены в виде детектора первой огибающей, детектора второй огибающей, пикового детектора отраженной от выхода мощности, пикового детектора поданной на выход мощности. В усилителе включены вычитающее устройство, линейный сумматор и нелинейный сумматор, первый и второй операционные усилители, датчик отраженной мощности, фильтр гармоник, датчик падающей мощности, датчик отраженной мощности и датчик падающей мощности.

Данный усилитель мощности не подавляет отраженную волну основного сигнала, полученную от рассогласованной нагрузки, что ухудшает работу усилителя, т.к. отраженная волна может существенно расстроить работу его выходного каскада и ухудшить линейность. Не предусмотрена система охлаждения при перегреве усилителя, что может привести к снижению его работоспособности.

Известен усилитель мощности (патент № 126235, опубл. 20.03.2013 г.), включающий предварительный усилитель, оконечный усилитель, аттенуатор, вход которого является входом усилителя мощности, выход подключен к входу предварительного усилителя, выход которого подключен к входу оконечного усилителя.

В данном усилителе не предусмотрена возможность регулировки усиления для поддержки амплитуды полезного сигнала в определенных заранее заданных пределах, которая может меняться из-за условий распространения, климатических изменений, передвижения радиопередающего устройства и т.д. Не обеспечена возможность подавления отраженной волны основного сигнала, полученной от рассогласованной нагрузки, что ухудшает работу усилителя, т.к. отраженная волна может существенно расстроить работу его выходного каскада и ухудшить линейность. Не предусмотрена система охлаждения при перегреве усилителя, что может привести к снижению его работоспособности.

Наиболее близким к заявленному устройству по совокупности признаков является блок усилителя мощности (блок 17 усилителя мощности, входящий в состав приемопередатчика по патенту № 2496232, опубл. 20.10.2013 г.), принятый за прототип, включающий управляемый аттенуатор, предварительный усилитель, оконечный усилитель, датчик падающей мощности, датчик отраженной мощности, устройства автоматической регулировки мощности и защиты.

В прототипе не обеспечена возможность подавления отраженной волны основного сигнала, полученной от рассогласованной нагрузки, что ухудшает работу усилителя, т.к. отраженная волна может существенно расстроить работу его выходного каскада и ухудшить линейность. Не предусмотрена система охлаждения при перегреве усилителя, что может привести к снижению его работоспособности.

Техническим результатом изобретения является повышение устойчивости и стабильности работы усилителя путем снижения влияния антенны и антенно-фидерного тракта на усилитель, а также обеспечение возможности охлаждения устройства при его перегреве.

Указанный технический результат достигается тем, что в усилитель мощности, содержащий аттенуатор, предварительный усилитель, оконечный усилитель, датчик падающей мощности, датчик отраженной мощности, введены ферритовый циркулятор, балластная нагрузка, автоматический регулятор усиления, блок охлаждения. При этом первый вход аттенуатора является входом усилителя мощности, выход аттенуатора соединен с входом предварительного усилителя, выход которого соединен с входом оконечного усилителя, выход оконечного усилителя соединен с входом ферритового циркулятора, выход которого соединен с входом балластной нагрузки, вход-выход ферритового циркулятора соединен с первым входом-выходом датчика падающей мощности, выход которого соединен с первым входом автоматического регулятора усиления, второй вход-выход датчика падающей мощности соединен с входом-выходом датчика отраженной мощности, первый выход которого соединен с вторым входом автоматического регулятора усиления, второй выход датчика отраженной мощности является выходом усилителя мощности, первый выход автоматического регулятора усиления соединен с вторым входом аттенуатора, второй выход автоматического регулятора усиления соединен с входом блока охлаждения.

Изобретение иллюстрируется чертежом, где показана структурная схема усилителя мощности.

Усилитель мощности состоит из аттенуатора 1, предварительного усилителя 2, оконечного усилителя 3, ферритового циркулятора 4, датчика падающей мощности 5, датчика отраженной мощности 6, балластной нагрузки 7, блока охлаждения 8, автоматического регулятора усиления 9.

Первый вход аттенуатора 1 является входом усилителя, выход аттенуатора 1 соединен с входом предварительного усилителя 2, выход которого соединен с входом оконечного усилителя 3. Выход оконечного усилителя 3 соединен с входом ферритового циркулятора 4, выход которого соединен с входом балластной нагрузки 7. Вход-выход ферритового циркулятора 4 соединен с первым входом-выходом датчика падающей мощности 5, выход которого соединен с первым входом автоматического регулятора усиления 9. Второй вход-выход датчика падающей мощности 5 соединен с входом датчика отраженной

мощности 6, первый выход которого соединен с вторым входом автоматического регулятора усиления 9. Второй выход датчика отраженной мощности 6 является выходом усилителя мощности. Первый выход автоматического регулятора усиления 9 соединен с вторым входом аттенуатора 1, второй выход автоматического регулятора усиления 9 соединен с входом блока охлаждения 8.

Аттенуатор 1 обеспечивает необходимый коэффициент ослабления сигнала без существенного искажения его формы и служит для изменения уровня сигнала на входе предварительного усилителя 2.

Ферритовый циркулятор 4 обеспечивает развязку между усилителем мощности и нагрузкой (антенной), отвод отраженной мощности на балластную нагрузку 7, тем самым обеспечивая защиту оконечного усилителя 3 при повышенном уровне отраженной мощности на выходе усилителя мощности.

Датчик падающей мощности 5 измеряет выходную мощность и позволяет фиксировать падающую мощность с большей точностью.

Датчик отраженной мощности 6 фиксирует значение отраженной мощности и далее в совокупности с падающей мощностью коэффициент стоячей волны (нагрузки) антенны и антенно-фидерного тракта, изменение сопротивления нагрузки при климатических и других внешних воздействиях.

Автоматический регулятор усиления 9 осуществляет контроль уровней падающей и отраженной мощности на выходе. Обеспечивает ограничение уровня мощности при повышении коэффициента отражения на выходе и стабилизацию уровня сигнала на выходе усилителя. Формирует и подает команды на блок охлаждения 8 при температуре термодатчика (на фигуре не показан), превышающей заданное допустимое значение. Обеспечивает работу усилителя в режимах: дежурный режим, режим пониженной мощности, режим максимальной мощности, режим адаптации выходной мощности под требования трассы. Сигнализирует оператору о любых изменениях режима работы усилителя.

Усилитель мощности работает следующим образом.

Входной сигнал через аттенуатор 1 поступает на предварительный усилитель 2, где преобразуется в более мощный, откуда поступает на оконечный усилитель 3, где обеспечивается дальнейшее усиление входного сигнала до требуемой мощности. Сигнал с выхода оконечного усилителя 3 поступает на вход ферритового циркулятора 4. С выхода ферритового циркулятора 4 сигнал проходит датчик падающей мощности 5 и датчик отраженной мощности 6, далее поступает в приемопередающую антенну и излучается в пространство. Датчик падающей мощности 5 выдает постоянное напряжение, пропорциональное уровню выходной мощности на автоматический регулятор усиления 9. Отраженный сигнал от антенны и антенно-фидерного тракта проходит датчик отраженной мощности 6 и датчик падающей мощности 5, поступает на вход ферритового циркулятора 4 и попадает на балластную нагрузку 7, где он поглощается. Датчик отраженной мощности 6 выдает постоянное напряжение, пропорциональное мощности отраженного сигнала на автоматический регулятор усиления 9. В автоматическом регуляторе усиления 9 сигнал, поступивший от датчика падающей мощности 5, сравнивается с пороговым сигналом, заданным командой управления. При превышении порогового сигнала автоматический регулятор усиления 9 подает команду на закрытие аттенуатора 1 и мощность на выходе усилителя снижается, при необходимости повышения мощности команда с автоматического регулятора усиления 9 на аттенуатор 1 поступает команда на его открытие и мощность на выходе усилителя повышается. В процессе работы термодатчик автоматического регулятора усиления 9 преобразует измеренную температуру в электрический сигнал, который поступает на пороговое устройство автоматического регулятора усиления 9, и при нагреве элементов усилителя до максимально допустимой температуры автоматически подается команда блоку охлаждения 8 и включается вентиляция.

#### ФОРМУЛА ИЗОБРЕТЕНИЯ

Усилитель мощности радиопередающего устройства, содержащий аттенуатор, последовательно соединенные предварительный усилитель и оконечный усилитель, датчик падающей мощности для измерения значений выходной мощности и фиксации значений падающей мощности, датчик отраженной мощности для фиксации значений отраженной мощности, отличающийся тем, что снабжен ферритовым циркулятором для обеспечения развязки между усилителем мощности и антенной, балластной нагрузкой для поглощения мощности сигнала, отраженного от антенны, автоматическим регулятором усиления для контроля уровней падающей и отраженной мощности на выходе путем сравнения с пороговым сигналом, заданным командой управления, а также для обеспечения ограничения уровня мощности при повышении коэффициента отражения на выходе и стабилизации уровня сигнала на выходе усилителя, включающим термодатчик, преобразующий измеренную температуру в электрический сигнал, блоком охлаждения, который подсоединен к автоматическому регулятору усиления для получения команд на включение вентиляции при перегреве усилителя, при этом первый вход аттенуатора является входом усилителя мощности, выход аттенуатора со-

единен с входом предварительного усилителя, выход которого соединен с входом оконечного усилителя, выход оконечного усилителя соединен с входом ферритового циркулятора, выход которого соединен с входом балластной нагрузки, вход-выход ферритового циркулятора соединен с первым входом-выходом датчика падающей мощности, выход которого соединен с первым входом автоматического регулятора усиления, второй вход-выход датчика падающей мощности соединен с входом-выходом датчика отраженной мощности, первый выход которого соединен с вторым входом автоматического регулятора усиления, второй выход датчика отраженной мощности является выходом усилителя мощности, первый выход автоматического регулятора усиления соединен с вторым входом аттенюатора, второй выход автоматического регулятора усиления соединен с входом блока охлаждения.

