



(51)4 Н 03 F 3/217

ГОСУДАРСТВЕННЫЙ КОМИТЕТ  
ПО ИЗОБРЕТЕНИЯМ И ОТКРЫТИЯМ  
ПРИ ГИИТ СССР

ВЕЩЕОБЩАЯ  
РАДИОТЕХНИЧЕСКАЯ  
СЛУЖБА

# ОПИСАНИЕ ИЗОБРЕТЕНИЯ

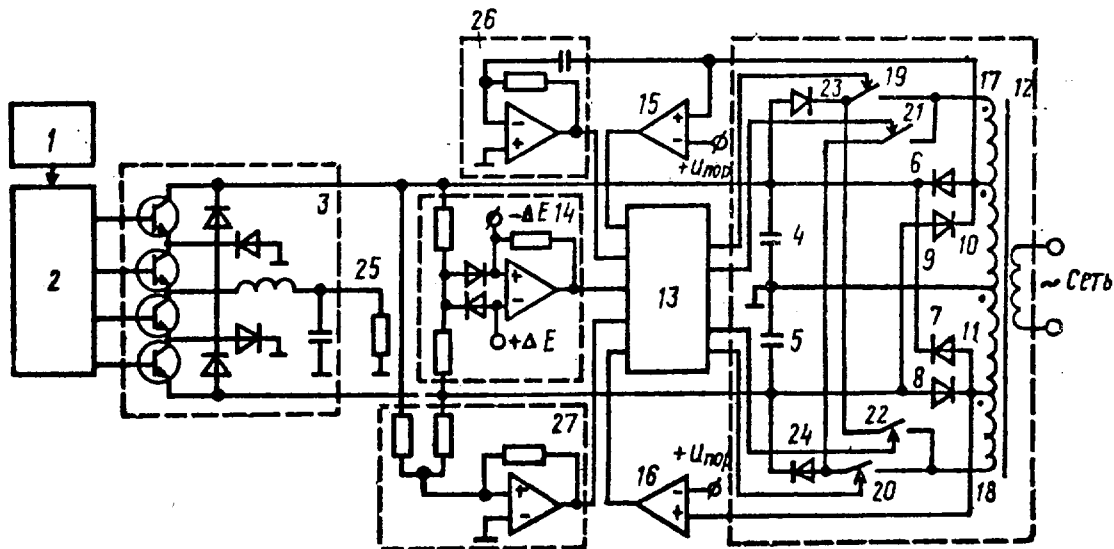
## И АВТОРСКОМУ СВИДЕТЕЛЬСТВУ

- (21) 4247215/24-09  
(22) 18.05.87  
(46) 30.06.89. Бюл. № 24  
(71) Минский радиотехнический инсти-  
тут  
(72) В.А. Попов и В.В. Попов  
(53) 621.375.026 (088.8)  
(56) Авторское свидетельство СССР  
№ 1358065, кл. Н 03 F 3/217,  
13.05.86.

### (54) УСИЛИТЕЛЬ МОЩНОСТИ КЛАССА Д

(57) Изобретение относится к радио-  
технике. Цель изобретения - повыше-  
ние КПД и надежности. Усилитель мощ-  
ности содержит источник 1 входного  
сигнала, широтно-импульсный модуля-  
тор 2, двухтактный выходной каскад 3,  
фильтры 4 и 5, выпрямители 6-9, об-  
мотки 10, 11, 17 и 18 трансформатора  
12 питания, блок 13 управления, поро-

говый эл-т 14, компараторы 15 и 16,  
управляемые ключи 19-22, вентили 23  
и 24, нагрузку 25, дифференцирующий  
усилитель 26 и детектор 27 нуля. С  
помощью введенного детектора 27 сигна-  
лы управления подаются только на тот  
ключ, через который протекает ток ре-  
куперации. Рекуперация начинается  
в момент прохождения напряжения се-  
ти через максимум и происходит на  
участке, где напряжение и ток уме-  
няются по величине. При этом резу-  
льтирующий импульс тока в первичной  
обмотке трансформатора 12, равный  
разности потребляемого и возвращае-  
мого токов, смещается так, что ток  
начинает опережать напряжение. Это  
эквивалентно емкостному характеру  
нагрузки 25. Цель достигается за счет  
снижения потерь энергии в первичной  
обмотке трансформатора 12 и подводя-  
щих проводах. 1 ил.



099 SU (11) 1490704 A1

Изобретение относится к радиотехнике и может быть использовано в усилителях мощности низкой частоты.

Цель изобретения - повышение КПД и надежности усилителя.

На чертеже представлена электрическая схема усилителя мощности класса Д.

Усилитель мощности класса Д содержит источник 1 входного сигнала, широтно-импульсный модулятор 2, двухтактный выходной каскад 3, фильтры 4 и 5, выпрямители 6, 7 и 8, 9, вторичные обмотки 10 и 11 трансформатора 12 питания, блок 13 управления, пороговый элемент 14, компараторы 15 и 16, дополнительные обмотки 17 и 18 трансформатора 12 питания, управляемые ключи 19, 20, дополнительные управляемые ключи 21 и 22, вентили 23 и 24, нагрузку 25, дифференцирующий усилитель 26 и детектор 27 нуля.

В процессе усиления сигналов низкой частоты при возвращении энергии из нагрузки 25 в источник питания (например, в фильтр 4), положительное напряжение на выходе фильтра 4 возрастает. Одновременно на неинвертирующем входе порогового элемента 14 напряжение повышается и достигает порога срабатывания +ДЕ. При этом напряжение на выходе порогового элемента 14 становится положительным и сохраняется до тех пор, пока напряжение на выходе фильтра 4 не уменьшится до номинального (пороговый элемент 14 выполнен с гистерезисом). Положительное напряжение с выхода порогового элемента 14 поступает на стробирующий вход блока 13 управления. С помощью компараторов 15 и 16 формируются положительные импульсы, которые поступают на управляющие входы блока 13 управления. Указанные импульсы формируются путем сравнения синусоидального напряжения с вторичной обмотки трансформатора 12 питания и порогового напряжения. Синусоидальное напряжение с частотой сети поступает также на вход дифференцирующего усилителя 26, на выходе которого формируется последовательность импульсов, соответствующих первой производной от входного напряжения (отрицательное напряжение на его выходе соответствует нулевому уровню).

Импульсы с выхода дифференцирующего усилителя 26 поступают на вход синхронизации блока 13 управления.

На установочный вход блока 13 управления поступает сигнал с выхода детектора 27 нуля. При возрастании напряжения на фильтре 4 напряжение на выходе детектора 27 нуля становится положительным, а в случае возрастания напряжения на фильтре 5 напряжение на выходе детектора 27 нуля становится равным нулю.

При превышении напряжения на фильтре 4 на выходах блока 13 управления формируются импульсы управления для управляемых ключей 19 и 22, а при превышении напряжения на фильтре 5 формируются импульсы управления для управляемых ключей 20 и 21.

Импульс управления с выхода блока 13 управления открывает управляемый ключ 19, включая при этом цепь рекуперации. Через фильтр 4, вентиль 23, управляемый ключ 19, дополнительную обмотку 17 и вторичную обмотку 10 трансформатора 12 питания протекает импульс тока, который не совпадает по фазе с напряжением в дополнительной и вторичной обмотках 17 и 10. При этом реактивная энергия, накопленная в фильтре 4, трансформируется в питающую сеть. К некоторому моменту времени напряжение на фильтре 4 снижается до допустимой величины. Если перекачка реактивной энергии из нагрузки 25 в фильтр 4 продолжается, то напряжение на фильтре 4 будет увеличиваться. В момент времени, когда на противофазном выходе блока 13 управления формируется импульс управления, открывается дополнительный управляемый ключ 22, включая при этом цепь рекуперации. Через фильтр 4, вентиль 23, дополнительный управляемый ключ 22, дополнительную обмотку 18 и вторичную обмотку 11 трансформатора 12 питания протекает импульс тока рекуперации. Далее напряжение на фильтре 4 восстанавливается до допустимой величины. Процесс повторяется до исчезновения причины, вызывающей возрастание напряжения на фильтре 4.

Таким образом, сигналы управления подаются только на тот управляемый ключ, через который протекает ток рекуперации, например 19, при этом

через управляемый ключ 20 токи не протекают.

Рекуперация начинается в момент прохождения напряжения сети через максимум и происходит на участке, где напряжение и ток уменьшаются по величине, при этом результирующий импульс тока в первичной обмотке трансформатора питания, равный разности потребляемого и возвращаемого токов, смещается так, что ток начинает опережать напряжение (при нулевом исходном фазовом сдвиге), что эквивалентно емкостному характеру нагрузки. Учитывая, что большинство нагрузок носит индуктивный характер, КПД питающей сети улучшается и снижаются потери энергии в первичной обмотке трансформатора и подводящих проводах, что повышает общий КПД усилителя и его надежность.

#### Ф о р м у л а и з о б р е т е н и я

Усилитель мощности класса Д, содержащий последовательно включенные широтно-импульсный модулятор и двухтактный выходной каскад, трансформатор питания, выводы вторичной обмотки которого подключены через соответствующие цепи из последовательно соединенных выпрямителя и фильтра к выводам питания каждого плеча двухтактного выходного каскада, пороговый элемент, входы которого подключены к выходам фильтров каждого плеча, а его выход - к стробирующему входу блока управления, а также в каждом плече компаратор, выход которого соединен с управляющим входом блока уп-

равления, последовательно соединяющие дополнительную обмотку трансформатора питания, управляемый ключ и вентиль, а также дополнительный управляемый ключ, вход компаратора подключен к точке соединения выпрямителя, дополнительной и вторичной обмоток трансформатора питания, а вентиль подключен к точке соединения соответствующего фильтра с выпрямителем, причем каждый дополнительный управляемый ключ подключен между точкой соединения вентиля с управляемым ключом одного плеча и точкой соединения дополнительной обмотки с управляемым ключом другого плеча, при этом выход блока управления соединен с управляющим входом управляемого ключа одного плеча, противофазный выход блока управления соединен с управляющим входом дополнительного управляемого ключа другого плеча, отличающийся тем, что, с целью повышения КПД и надежности, введен детектор нуля, выход которого соединен с установочным входом блока управления, вход - с выходами фильтров, а между точкой соединения выпрямителя с дополнительной обмоткой каждого плеча трансформатора питания и входом синхронизации блока управления введен дифференцирующий усилитель, причем первый дополнительный выход блока управления соединен с управляющим входом дополнительного управляемого ключа одного плеча, а второй дополнительный противофазный выход блока управления - с управляющим входом управляемого ключа другого плеча.

Составитель С. Миронов

Редактор А. Огар

Техред Л. Сердюкова

Корректор Т. Малец

Заказ 3759/56

Тираж 884

Подписное

РЧИИПИ Государственного комитета по изобретениям и открытиям при ГКНТ СССР  
113035, Москва, Ж-35, Раушская наб., д. 4/5

Производственно-издательский комбинат "Патент", г. Ужгород, ул. Гагарина, 101