

Настоящее изобретение в целом относится к усилителям мощности, и, более конкретно, к улучшению характеристик диапазона регулирования мощности и амплитудно-модулированного (АМ) выходного сигнала усилителя мощности.

Использование усилителей мощности для передачи радиочастотных сигналов находит широкую сферу, охватывающую, но не ограничивающуюся, их применение в радиотелефонных системах связи. При использовании усилителя мощности в радиотелефоне ряд характеристик усилителя мощности приобретает особую значимость. К таким характеристикам относятся: 1) большой диапазон регулирования мощности; 2) температурная устойчивость; 3) эффективность использования электрического тока и 4) минимальный выходной АМ-сигнал.

Общий диапазон регулирования мощности ограничивается со стороны максимума коэффициентом усиления самого усилителя при максимальном токе смещения, а со стороны минимума - изоляцией усилителя от входного радиочастотного (РЧ) сигнала в случае, когда ток смещения имеет нулевое значение. В пределах этого диапазона выходная мощность приблизительно пропорциональна квадрату величины тока смещения.

Обычно для достижения максимального коэффициента усиления и эффективности при заданном значении тока смещения используются усилители класса С, изоляция от входного РЧ-сигнала, в отсутствие тока смещения, ограничивалась паразитной емкостью между коллектором и базой транзистора.

Для достижения нужной температурной устойчивости (стабильности) в усилителях с низким показателем эффективности между эмиттером содержащегося в усилителе транзистора и землей подключается резистор. Этот резистор обеспечивает стабилизацию усилителя по отношению к температуре, однако его использование нежелательно, поскольку он снижает эффективность усилителя. Для достижения высокой эффективности усилителя коллекторная и эмиттерная цепи транзистора должны быть свободны от любых приводящих к потерям резисторных элементов. Исключение этих приводящих к потерям элементов увеличивает потенциальный коэффициент усиления и эффективность усилителя, однако такое решение делает схему усилителя чрезвычайно температурочувствительной, если не используются иные меры стабилизации смещения.

На фиг. 3 показана топология традиционно используемой схемы усилителей мощности РЧ-сигнала. Центральным элементом схемы является биполярный транзистор 309, выполняемый в схеме с общим эмиттером. В этой схеме предпринята попытка достижения управления смещением и температурой стабильности за счет использования фиксирующего напряжение диода стремится следовать за напряжением база-эмиттер транзистора 309, приводя к температуроустойчивому току смещения, который имеет величину, приблизительно пропорциональную напряжению управления 301. Фиксирующий диод 305 также служит в качестве элемента защиты схемы от избыточного напряжения 301.

Показанный на фиг. 3 усилитель имеет типичную характеристику управления и АМ-характеристику, как показано на рис. 5. Кривая характеристики управления представляет собой график функциональной зависимости между мощностью выходного РЧ-сигнала 501 и напряжением управления 301. Кривая АМ-характеристики представляет собой график функциональной зависимости между выходом АМ-сигналом 503 (в процентах), при однопроцентном входном АМ-сигнале на выходе РЧ-сигнала, и напряжением управления 301. Пик АМ-характеристики 503 имеет тенденцию к совпадению с крупной частью характеристики управления 501.

Если два усилителя, показанных на рис. 3, собраны в каскадную схему и их входы напряжения управления связаны вместе напрямую, то их общая характеристика управления будет иметь приблизительно удвоенную крупную по сравнению с индивидуальной характеристикой управления 501. Величина М-характеристики в этом случае будет приблизительно удвоенной величиной индивидуальной АМ-характеристики 503. Увеличенная величина АМ-характеристики нежелательна, поскольку АМ-модуляция приведет к колебаниям мощности в выходном РЧ-сигнале 313.

В этой схеме отсутствовали элементы, приводящие к потерям, что позволило добиться максимума потенциального коэффициента усиления и эффективности усилителя. Однако изоляция РЧ-сигнала от усилителя в отсутствие тока смещения зависит от паразитной емкости транзистора 309. Таким образом, диапазон регулирования мощности не удастся довести до максимума.

Таким образом, существует потребность в разработке температуроустойчивого усилителя мощности РЧ-сигнала, обладающего высокой эффективностью и имеющего большой диапазон регулирования мощности и минимальный АМ-выход.

Настоящее изобретение относится к усилителю, который включает в себя тракт первого входного сигнала, тракт первого выходного сигнала, ток смещения и напряжение управления. Тракт первого входного сигнала несет первый радиочастотный сигнал. Тракт первого выходного сигнала несет усиленный первый радиочастотный сигнал. Изменения тока смещения зависят от изменений напряжений управления. Усилитель включает в себя цепь усиления для осуществления усиления первого радиочастотного сигнала. Усилитель также содержит средство стабилизации для стабилизирования тока смещения в зависимости от изменений температуры, а также изменяющее средство, чувствительное к изменениям напряжения управления и последующим изменениям тока смещения, для изменения проводимости тракта первого входного сигнала таким образом, чтобы осуществлять ослабление первого радиочастотного сигнала. Средство стабилизации и изменяющее средство подсоединены к схеме усиления.

На фиг. 1 показана блок-схема радиотелефонной системы связи, в которой может использоваться настоящее изобретение.

На фиг. 2 показана блок-схема усилителя мощности и соответствующих схемных элементов управления усилителем мощности, в которой может использоваться настоящее изобретение.

На фиг. 3 показана схема управления усилителем мощности, известная в практике.

На фиг. 4 показана схема двухкаскадного усилителя мощности, в которой может использоваться настоящее изобретение.

На фиг. 5 представлены кривая характеристики управления и кривая АМ-характеристики усилителя мощности, известного в практике.

На фиг. 6 представлены кривая характеристики управления и кривая АМ-характеристики усилителя мощности, которые могут быть результатом использования настоящего изобретения.

На фиг. 7 показана временная эталонная таблица GSM, определенная в рекомендациях GSM 05.05 (4.2.2).

На фиг. 8 показана частотная эталонная таблица GSM, определенная в рекомендациях GSM 05.05 (4.5.2).

Описание предпочтительного варианта осуществления изобретения.

Описанное здесь изобретение может быть использовано в радиотелефонной системе связи TDMA, которая показана на рис.1. Радиотелефонная система связи содержит стационарную приемопередающую станцию 101, которая посылает ВЧ-сигналы на переносные и мобильные радиотелефоны, находящиеся в пределах географической зоны охвата. Одним из таких телефонов является переносной радиотелефон 103.

Радиотелефонной системе связи выделяется частотный диапазон, в пределах которого разрешается осуществлять радиосвязь. Указанный частотный диапазон разбивается на несколько каналов (полос) шириной 200 кГц. Каждый канал может обеспечивать связь между приемопередающей станцией 101 и (пределно) 8 радиотелефонами в пределах ее зоны охвата. Каждому радиотелефону выделяется временной интервал, в течение которого должны осуществляться передача и прием информации от приемопередающей станции 101. Каждый временной интервал имеет продолжительность приблизительно 577 микросекунд. Переносной радиотелефон 103, модель N F19UVD0960AA, выпускаемый фирмой "Моторола", содержит передатчик 107, приемник 109, и процессор цифрового сигнала (DSP)111, например, DSP 56000, выпускаемый фирмой "Моторола". Несколько сигналов передаются между DSP 111 и передатчиком 107 по линии множественного сигнала 113.

И передатчик 107, и приемопередающая станция 101 содержат усилитель мощности, отвечающий строгим требованиям, определенным в рекомендациях GSM ETSI/PT-12 05.05 (4.2.2 и 4.5.2), март 1991г. Технические условия требуют, чтобы любой передатчик соответствовал параметрам временной эталонной таблицы, показанной на рис. 7, и частотной эталонной таблицы, показанной на фиг. 8.

Антенна 105 используется для передачи и приема радиочастотных сигналов от приемопередающей станции 101. Принимаемые сигналы, антенна 105 преобразует эти сигналы в электрические радиочастотные сигналы и передает их на приемник 109. Приемник 109 демодулирует и преобразует электрические радиочастотные сигналы в сигналы данных (информативные сигналы), используемые остальными элементами переносного радиотелефона 103.

После прохождения радиочастотных сигналов DSP 111 подает на передатчик 107 информацию, которая должна быть передана, и сигнал управления для передатчика 107 через сигнальные линии 113. Передатчик 107 принимает информацию, преобразует ее в электрические радиочастотные импульсы (сигналы) и сообщает этим электрическим радиочастотным импульсам с помощью усилителя мощности соответствующую необходимую величину мощности. Затем антенна 105, получая электрические радиочастотные сигналы (импульсы), преобразует их в радиочастотные сигналы и передает их в эфир для использования их приемопередающей станцией 101.

Усилитель мощности 203 и связанные с ним устройства управления расположены в передатчике 107 и показаны на блок-схеме фиг. 2. Функционально усилитель мощности 203 предназначен для приема радиочастотного входного сигнала, содержащего голосовую и иную информацию, которая должна быть передана на стационарную приемопередающую станцию 101, и усиления входных РЧ-сигналов 209 до уровня мощности, необходимого для осуществления передачи. Задающий генератор 205 представляет собой регулируемый усилитель мощности, который осуществляет коррекцию входных РЧ-сигналов 209 до соответствующего входного уровня для усилителя мощности 203.

Блок-схема на фиг. 2 содержит несколько контуров (автоматического) управления, включая стандартный контур управления, контур управления режимом включения, и контур определения насыщения усилителей мощности. Более подробно контур управления режимом включения изложен в заявке на патент США No. 07/709.738 "Способ и устройство управления усилителем мощности", поданной от имени Nietala и др. 03.06.91 и принадлежащей заявителю настоящей заявки. Контур определения насыщения усилителя более подробно описан в заявке на патент США No. 07/709.737 "Способ и устройство для определения и регулирования насыщения усилителя мощности", поданной от имени Black и др. 03.06.91 и принадлежащей заявителю настоящей заявки.

Показанная на рис. 4 схема представляет собой двухкаскадный усилитель мощности с переменным коэффициентом усиления, используемый в качестве предусилителя 205. Первый каскад усиления 435 включает в себя: транзистор 411, диод 407, катушку индуктивности 413, резисторы 403, 405, 409. Второй каскад усиления включает в себя: транзистор 429, диод 419, катушку индуктивности 431, резисторы 415, 421, 422. Оба каскада усиления непосредственно соединены друг с другом линией связи 417.

Напряжение управления 425 используется для управления током смещения в обоих каскадах усиления 433, 435. Напряжение управления подается последовательно таким образом, чтобы осуществлять одновременное управление обоими каскадами усиления 433, 435. Транзистор 423 расположен в цепи напряжения управления 425 между двумя каскадами усиления. Задача транзистора 423 заключается в смещении напряже-

ния сигнала управляющего напряжения 425 для отделения характеристики управления первого каскада усиления по отношению к характеристике управления второго каскада усиления, с формированием характеристики управления 601, показанной на фиг. 6. Существуют другие в равной степени эффективные способы смещения напряжения, включая диоды и схемы деления напряжения. Разница в напряжении управления 425 для каскадов усиления 433, 435 используется также для отделения обоих каскадов усиления 433, 435 от той зоны АМ-характеристики, которая содержит максимальный АМ-выход. В предпочтительном варианте осуществления изобретения схема, показанная на рис. 4, имеет АМ-выход менее 2% к общему диапазону выходной мощности при 1%-ном АМ-выходе на входном РЧ-сигнале 401. В результате этого АМ-характеристика имеет форму, сходную с формой кривой 603 по фиг. 6. Без смещения сигнала управляющего напряжения 425 величина АМ-характеристики будет примерно вдвое больше представленного кривой пикового значения. Это может потенциально нарушить требования по максимальной выходной мощности, оговариваемые во временной эталонной таблице GSM, показанной на фиг.7.

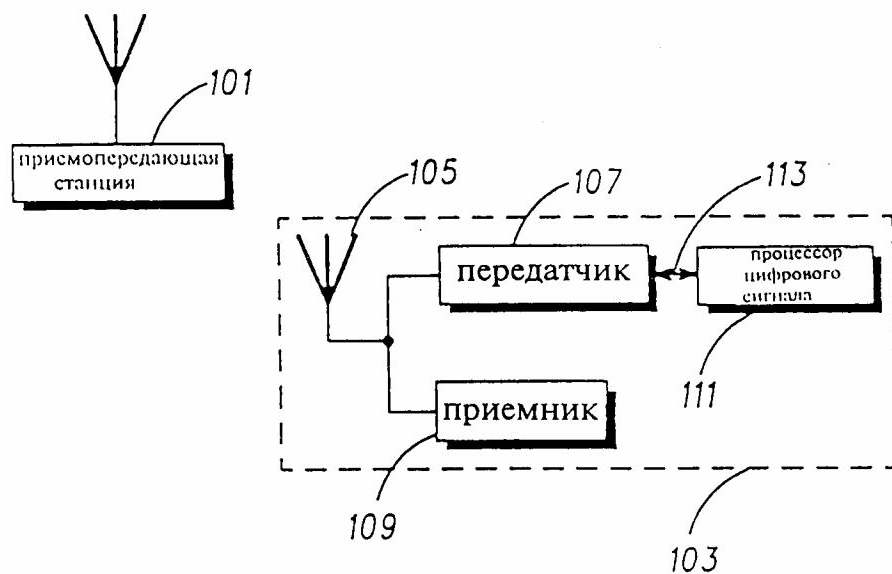
Транзисторы 411 и 429 рассчитаны на высокую эффективность по выходу мощности. Эмиттеры и коллекторы транзисторов свободны от любых приводящих к потерям элементов, что обеспечивает достижение максимума эффективности. Эмиттеры обоих транзисторов 411 и 429 непосредственно связаны с землей, а их коллекторы подключены к напряжению питания через катушку индуктивности 413 и катушку индуктивности 431 соответственно. Катушки индуктивности 413 и 431 служат в качестве РЧ-нарузки для усилителя. Подключение эмиттеров непосредственно на землю препятствует любым ненужным потерям усиления, однако оставляет усилитель температуроустойчивым.

Диоды 407, 419 стабилизируют ток смещения по температуре, изолируют усилитель от входного РЧ-сигнала 401 в отсутствие напряжения управления 425 и обеспечивают защиту электрической схемы от избыточного напряжения управления 425. Прежде всего, диод служит в качестве стабилизатора смещения. При согласовании диода 407 с характеристикой перехода база-эмиттер транзистора 411 ток смещения, идущий через транзистор, будет устойчив по температуре при заданном напряжении управления 425 до тех пор, пока резистор 405 имеет малое значение сопротивления. Во-вторых, диод 407 обеспечивает изолирование входного РЧ-сигнала 401 от транзистора 411 в отсутствие напряжения управления 425. По мере увеличения напряжения управления проводимость диода 407 увеличивается; таким образом, входной РЧ-сигнал не ослабляется, пока через диод 407 идет активное напряжение управления и ток. В отсутствие управляющего напряжения 425 проводимость диода 407 невысока, и входной РЧ-сигнал изолируется от остальной части схемы усилителя. Поэтому этот каскад усилителя имеет высокий показатель изолирования входа от выхода при отсутствии сигнала напряжения управления, что обеспечивает усилителю увеличенный диапазон регулирования мощности. В-третьих, диод 407 работает как защитный элемент от сигналов избыточного напряжения управления.

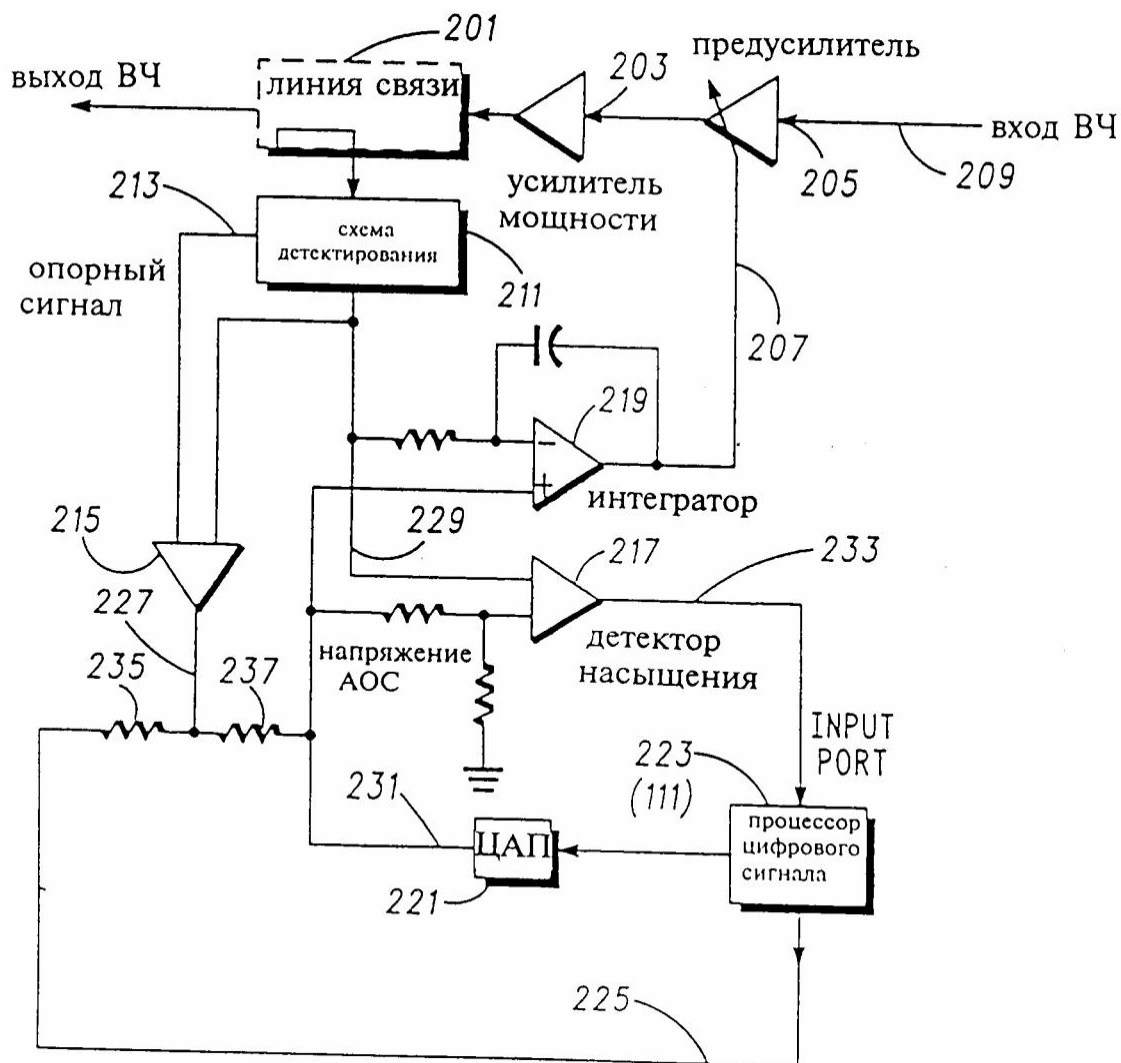
Резистор 405 служит в качестве элемента замыкания цепи постоянного тока для диода 407 и в качестве элемента блокировки РЧ-сигнала. Его величина должна быть подобрана так, чтобы он согласовывался с падением напряжения эмиттерной стабилизации внутри транзистора 411. Повышающий резистор 403 используется для обеспечения обратного тока смещения на диоде в отсутствие напряжения управления 425, дополнительно уменьшая таким образом проводимость диода 407 и увеличивая ослабления входного РЧ-сигнала 401. Этот резистор 403 не является необходимым элементом для создания эффективной схемы усилителя.

Два каскада усиления соединены вместе цепью постоянного тока, обеспечивая передачу максимального выходного сигнала мощности первого усилительного каскада на вход второго каскада усиления.

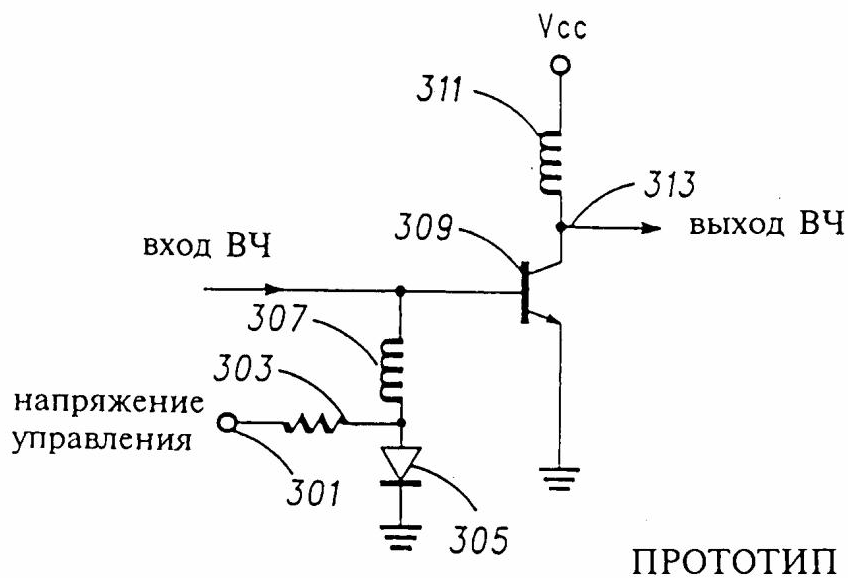
Таким образом, показанная на фиг. 4 схема представляет собой конструкцию температуроустойчивого высокоэффективного усилителя РЧ-сигнала с большим диапазоном регулирования мощности и улучшенной характеристикой по АМ-выходу.



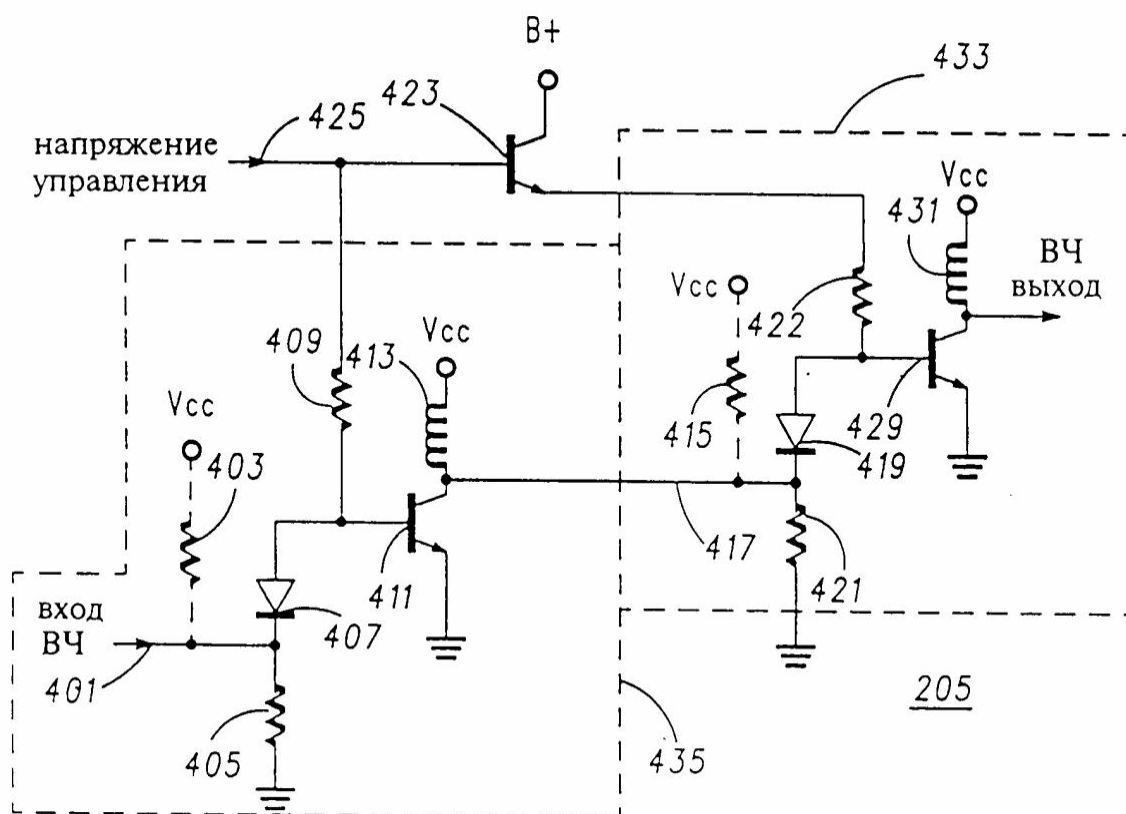
Фиг. 1



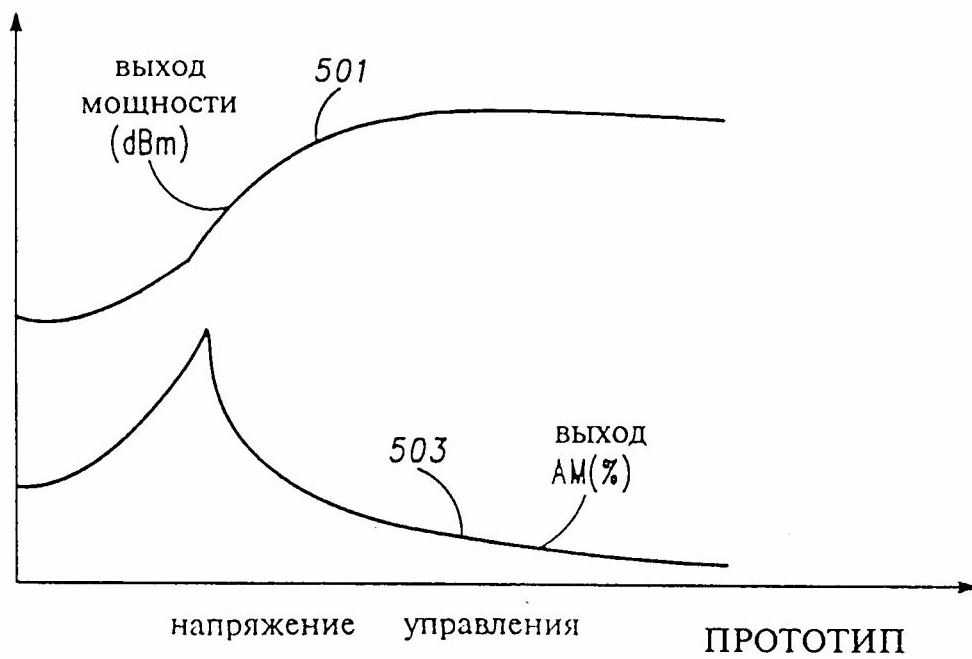
Фиг. 2



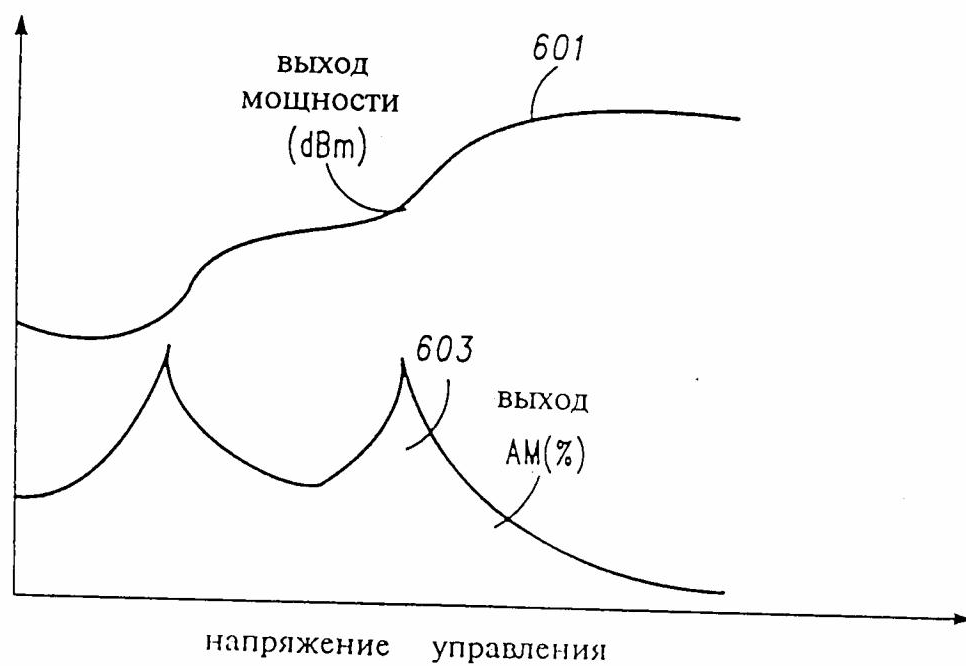
Фиг. 3



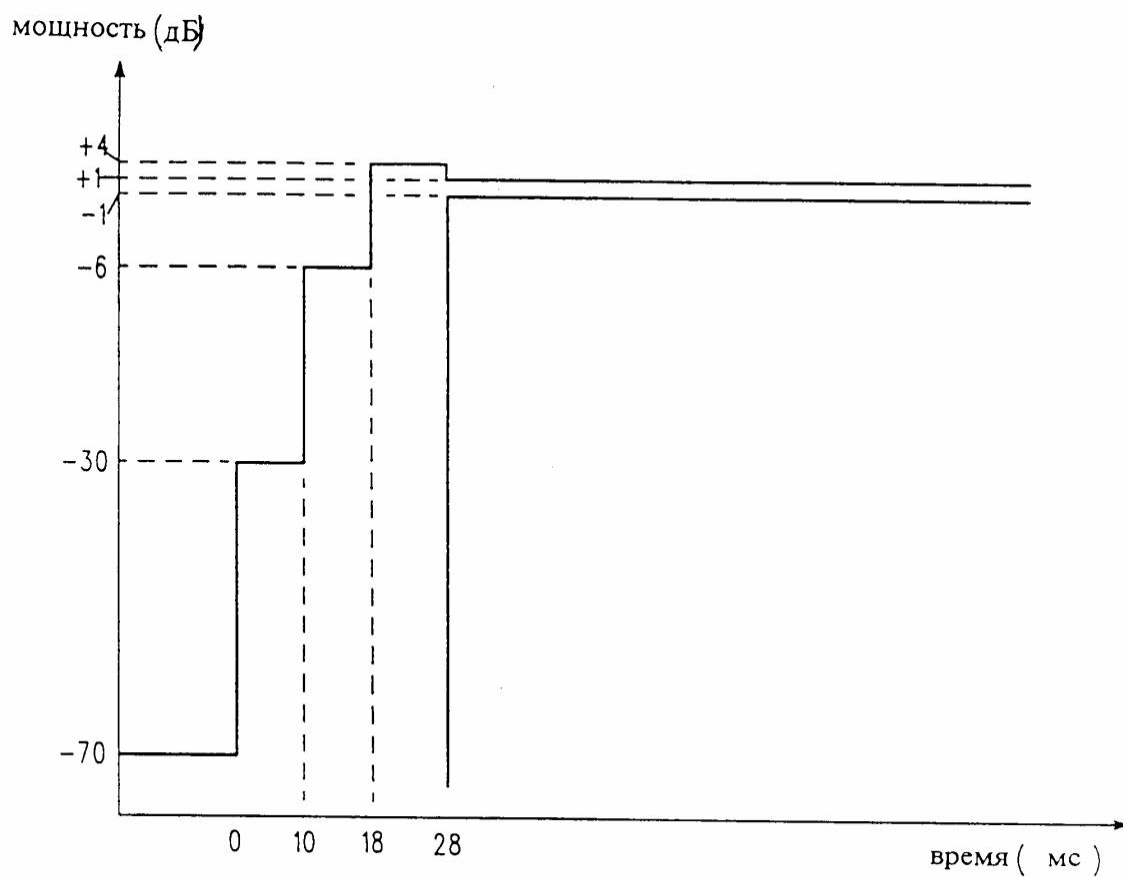
Фиг. 4



Фиг. 5



Фиг. 6



Фиг. 7

уровень мощности	максимальный измеряемый уровень			
	400кГц	600кГц	1200кГц	1800кГц
43 dbm	-17 dbm	-26 dbm	-32 dbm	-36 dbm
41 dbm	-19 dbm	-26 dbm	-32 dbm	-36 dbm
39 dbm	-21 dbm	-26 dbm	-32 dbm	-36 dbm
<37 dbm	-23 dbm	-26 dbm	-32 dbm	-36 dbm

Фиг. 8

Тираж 50 екз.

Відкрите акціонерне товариство «Патент»
Україна, 88000, м. Ужгород, вул. Гагаріна, 101
(03122) 3 – 72 – 89 (03122) 2 – 57 – 03
