



(19) **RU** ⁽¹¹⁾ **2 170 493** ⁽¹³⁾ **C1**
(51) МПК⁷ **H 04 K 3/00**

РОССИЙСКОЕ АГЕНТСТВО
ПО ПАТЕНТАМ И ТОВАРНЫМ ЗНАКАМ

(12) ОПИСАНИЕ ИЗОБРЕТЕНИЯ К ПАТЕНТУ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

(21), (22) Заявка: 2000112294/09, 15.05.2000

(24) Дата начала действия патента: 15.05.2000

(46) Дата публикации: 10.07.2001

(56) Ссылки: SU 292209, 25.02.1971. RU 2120179 C1, 10.10.1998. SU 1123088 A, 07.11.1981. US 3944945, 16.03.1976. FR 2206624, 07.03.1973. DE 2025335, 22.03.1973. RU 94007674 A1, 27.10.1995. RU 2120179 C1, 10.10.1998. SU 1663744 A1, 15.07.1991.

(98) Адрес для переписки:
141120, Московская обл., г. Фрязино, пл.
акад. Введенского, д.1, СКБ ИРЭ РАН

(71) Заявитель:
Специальное конструкторское бюро института
радиотехники и электроники

(72) Изобретатель: Безруков В.А.,
Иванов В.П., Калашников В.С., Лебедев М.Н.

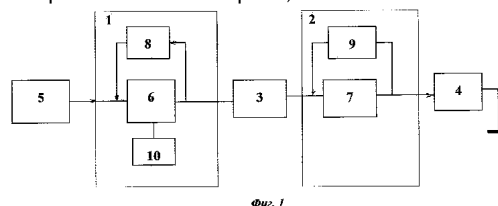
(73) Патентообладатель:
Специальное конструкторское бюро института
радиотехники и электроники

(54) УСТРОЙСТВО РАДИОМАСКИРОВКИ

(57) Реферат:

Изобретение относится к радиотехнике и конкретно к области радиотехнической защиты (маскировки) информации от несанкционированного доступа к ней посредством приема побочных электромагнитных излучений и наводок (ПЭМИН). Техническим результатом, достигаемым при реализации заявленного изобретения, является повышение стабильности работы устройства радиотехнической маскировки (ПЭМИН) средств автоматизированных систем управления и электронной вычислительной техники путем формирования шумового сигнала и эффективного излучения этого сигнала во всей полосе маскируемых частот. Это достигается тем, что устройство маскировки, содержащее генератор шума, активный антенный контур, выполнено в виде двух связанных генераторов, первый из них

является генератором с запаздывающей обратной связью и инерционным автосмещением, а второй генератор с регулируемой запаздывающей обратной связью, входом генератора шума является вход первого генератора, который соединен с выходом низкочастотного источника шума, выходом генератора шума является выход второго генератора, нагрузкой которого является передающая антенна типа магнитного диполя, один конец которого соединен с выходом генератора, а другой - с общей шиной. 1 з.п. ф-лы, 4 ил.



RU 2 170 493 C1

RU 2 170 493 C1



(19) **RU** ⁽¹¹⁾ **2 170 493** ⁽¹³⁾ **C1**
 (51) Int. Cl.⁷ **H 04 K 3/00**

RUSSIAN AGENCY
 FOR PATENTS AND TRADEMARKS

(12) **ABSTRACT OF INVENTION**

(21), (22) Application: 2000112294/09, 15.05.2000
 (24) Effective date for property rights: 15.05.2000
 (46) Date of publication: 10.07.2001
 (98) Mail address:
 141120, Moskovskaja obl., g. Frjazino, pl.
 akad. Vvedenskogo, d.1, SKB IREh RAN

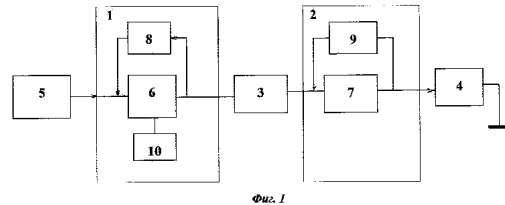
(71) Applicant:
 Spetsial'noe konstruktorskoe bjuro instituta
 radiotekhniki i ehlektroniki
 (72) Inventor: Bezrukov V.A.,
 Ivanov V.P., Kalashnikov V.S., Lebedev M.N.
 (73) Proprietor:
 Spetsial'noe konstruktorskoe bjuro instituta
 radiotekhniki i ehlektroniki

(54) **RADIO MASKING DEVICE**

(57) Abstract:

FIELD: radio engineering; information protection against unauthorized access. SUBSTANCE: device used for masking information of computer-aided control systems and electronic computers (receiving stray electromagnetic beams and pickups) by generating noise signal and effectively radiating this signal within entire band of frequencies being masked has noise generator and active antenna circuit in the form of two coupled oscillators one being inertial self-bias delayed-feedback oscillator and other, adjustable-delayed-feedback oscillator. Input of first oscillator connected to output of low-frequency noise

source functions as noise-generator input and output of second oscillator loaded into transmitting antenna of magnetic-dipole type, as noise-generator output. One end of magnetic dipole is connected to generator output and other one, to common bus. EFFECT: improved operating stability of device. 2 cl, 4 dwg



RU 2 170 493 C1

RU 2 170 493 C1

Предлагаемое изобретение относится к области радиотехники и вычислительной техники и предназначено для защиты информации средств вычислительной техники и автоматизированных систем управления (АСУ) путем маскировки их излучений.

Анализ спектра излучения компьютеров и периферийных устройств различных типов показывает, что наиболее сильным источником излучения является монитор, что связано с импульсно-яркостной модуляцией луча его электронно-лучевой трубки. Общий спектр излучения может занимать диапазон частот от единиц килогерц до 1000 МГц. Следует отметить, что часть этого излучения удается погасить с помощью экранировки корпуса монитора и установки дополнительных экранов в помещении.

Принтеры и другие электронно-механические устройства вычислительной техники создают излучения и наводки в диапазоне частот от десятков герц до единиц МГц. Излучения накопителей на магнитных и лазерных дисках образуются при записи и считывании информации, а электромагнитные поля излучения при этом занимают диапазон частот от единиц до сотен МГц.

Реально для каждого компьютера имеется частота или несколько частот, на которых побочные излучения достигают максимума, эти частоты могут отличаться от тактовой частоты процессора. Кроме того, наводки на различные предметы, конструкции и проводящие линии существенно обогащают спектр работающей аппаратуры за счет переизлучений. С помощью специальных селективных приемников возможен прием этих излучений и полное восстановление обрабатываемой компьютером информации на расстоянии до нескольких сотен метров.

Поэтому для защиты конфиденциальной информации от несанкционированного доступа необходимо применение средств, препятствующих приему побочных электромагнитных излучений и наводок (ПЭМИН).

Одним из таких средств защиты является экранировка помещений, где размещаются компьютеры. Однако использование экранов не обеспечивает полной защиты, а стоимость экранировки достаточно велика.

Известно устройство защиты комплекса территориально распределенных средств информатики, вычислительной техники и физической среды [1]. Устройство обеспечивает защиту информации от доступа к ней посредством приема ПЭМИН, создаваемых техническими средствами информатики, вычислительной техники, проводными и кабельными линиями передачи информации в территориально расположенных комплексах технических средств. Устройство защиты содержит генератор случайных сигналов и подключенную к его выходу антенну. Отличительным признаком предлагаемого устройства является то, что антенна выполнена в виде отрезка излучающей радиочастотной линии передачи, в качестве которой могут применяться радиочастотный излучающий кабель, двухпроводная линия или один провод. Это техническое решение позволяет решать задачу защиты информации в территориально распределенных комплексах

средств информации и вычислительной техники меньшим числом генераторов по сравнению с тем, как это делается с помощью известных устройств. Недостатком данного устройства является то, что оно рассчитано для маскировки побочных электромагнитных излучений территориально распределенных средств информатизации и использование его для единичных устройств является нецелесообразным.

Известен генератор белого шума [2], используемый в качестве зашумляющего устройства в различных каналах связи. В данном устройстве используется m -генераторов опорной последовательности, которые в совокупности с формирователем сетки частот формируют на выходах элементов n разряды m -значного, в первом и втором вариантах - псевдослучайного числа (ПСЧ), а в третьем варианте - случайного числа (СЧ). Кроме того, с помощью блока управления, задавая требуемую значность ПСЧ и СЧ в формируемой последовательности, можно регулировать частотно-диапазонные параметры белого шума. Генератор белого шума содержит также постоянное запоминающее устройство, цифроаналоговый преобразователь и сглаживающий фильтр. Недостатком устройства [2] является высокая неравномерность спектральной плотности мощности шума (СПМШ) при зашумлении в каналах связи в широком диапазоне частот (от единиц кГц до сотен МГц).

Из известных устройств наиболее близким по техническим решениям является устройство защиты (радиомаскировки) излучений средств АСУ и ЭВТ путем формирования и излучения в пространство шумовых сигналов [3]. Устройство состоит из генератора шума, активного антенного контура и устройства контроля работы. Усилительный транзистор встроен в антенный контур, который является нагрузкой транзистора и в то же время служит петлей обратной связи между усилителем и генератором. Контроль работоспособности устройства осуществляет специальный различитель шума, который фиксирует наличие шума в полосе менее 2 кГц, в то время как для детерминированных составляющих, возникающих при срыве шумового режима межчастотное расстояние превышает 2 кГц.

Генератор шума содержит нелинейный усилитель, длинную линию с отводами, сумматор, разветвитель, детектор, интегратор и управляемый аттенуатор. Недостатком данного устройства является то, что генератор шума не обеспечивает стабильной работы, так как возможны срывы генерации шумовых колебаний с переходом на режим генерирования детерминированных колебаний. Это объясняется тем, что наряду с зонами хаотического поведения в генераторе шума существуют зоны с квазипериодическими и детерминированными движениями, обусловленные существенным влиянием на режим работы генератора шума разброса параметров элементов схемы, а также отражениями и переотражениями в антенне.

Техническая задача, на решение которой направлено данное изобретение состоит в повышении стабильности работы устройства радиомаскировки. Для этого в устройстве

радиомаскировки, содержащем генератор шума и активный антенный контур, генератор шума выполнен в виде системы двух генераторов, связанных между собой элементом связи, причем первый генератор содержит нелинейный усилитель с инерционным автосмещением и цепью запаздывающей обратной связи (между входом и выходом), второй генератор содержит нелинейный усилитель и цепь регулируемой обратной связи, выход первого генератора соединен со входом второго генератора с помощью емкостного элемента связи, а активный антенный контур выполнен в виде излучающей антенны типа магнитный диполь, один конец которой соединен с выходом второго генератора, а другой - с общей шиной.

Для наибольшего повышения стабильности устройства радиомаскировки в него может быть введен источник низкочастотного шума, выход которого соединен со входом первого генератора.

В качестве поясняющего материала представлены следующие чертежи:

Фиг. 1. Функциональная схема заявляемого устройства радиомаскировки.

Фиг. 2. Спектрограммы выходных колебаний.

Фиг. 3. Электрическая схема устройства конкретной реализации.

Фиг. 4. Спектральные уровни электромагнитных полей побочных электромагнитных излучений средств ЭВТ и устройства радиомаскировки:

- - принтер OKI-320
- Δ - плоттер ColorPro
- - монитор SVGA 800x600x256
- - монитор VGA 640x480x16
- - устройство радиомаскировки

Устройство радиомаскировки (фиг. 1) содержит генератор шума, который состоит из системы двух связанных генераторов 1, 2 и емкостного элемента связи 3 между ними, излучающей антенны 4 и источника низкочастотного шума 5. Генератор 1 содержит нелинейный усилитель 6, линию задержки 8 с запаздыванием T, инерционную цепь автосмещения 10, выход нелинейного усилителя 6 соединен со входом через линию задержки 8, инерционная цепь автосмещения 10 включена между общим электродом активного элемента нелинейного генератора 1 и общей шиной.

Генератор 2 содержит нелинейный усилитель 7 и регулируемую линию задержки 9, выход нелинейного усилителя 7 соединен со входом через регулируемую линию задержки 9. Линия задержки 9 обеспечивает возможность регулировки положения собственных частот этого генератора.

Выход генератора 1 соединен со входом генератора 2 с помощью емкостного элемента связи 3. Элементом колебательной системы является излучающая антенна 4 типа магнитный диполь, один конец которой соединен с выходом генератора 2, другой - с общей шиной. Вход генератора 1 соединен с выходом низкочастотного источника шума 5, который содержит источник шумового напряжения и усилительно-ограничительное устройство.

Устройство работает следующим образом:

Генератор 1 является "ведущим", он обеспечивает формирование многих колебаний (мод) на собственных частотах, разнесенных на $\Delta f = 1/T$, при этом следует отметить, что режим работы нелинейного усилителя 6 обеспечивает преимущественное усиление слабого сигнала. Режим работы нелинейного усилителя определяется положением рабочей точки на вольт-амперной характеристике. В этом режиме коэффициент усиления "малого" сигнала превышает коэффициент усиления "большого" сигнала при одновременном их воздействии на вход нелинейного усилителя и малые возмущения в системе нарастают от обхода к обходу по цепи обратной связи генератора. Если число возбуждающихся мод в генераторе невелико, то в системе устанавливается синхронный режим, характеризующийся захватом колебаний отдельных мод соответствующими частотными компонентами взаимодействия других мод (фиг. 2а). Такой спектр колебаний имеет место при малом усилении (при пониженном напряжении питания). При номинальном режиме работы нелинейного усилителя в генераторе обеспечиваются амплитудные условия возбуждения на большом числе собственных частот, режим самосинхронизации оказывается невозможным, так как даже при небольшой дисперсии в цепи запаздывающей обратной связи генератора, с ростом числа мод увеличивается расстройка отдельно возбуждающихся колебаний относительно соответствующих синхронизирующих компонент взаимодействия других мод. В этом случае колебания неустойчивы и каждая из мод различным образом увлекается колебаниями других мод. Такой асинхронный режим характеризуется хаотически меняющимися соотношениями фаз между колебаниями на разных собственных частотах. При этом имеет место хаотическая пульсация амплитуд, так как коэффициент усиления на любой из собственных частот является сложной функцией амплитуд всех остальных асинхронно взаимодействующих колебаний.

Одновременно в генераторе 1 производится дополнительное нелинейное преобразование сигнала с помощью инерционного автосмещения 10. Условием реализации инерционного автосмещения является вполне определенное соотношение постоянных времен заряда и разряда реактивного элемента этой цепи, $\tau_{\text{заряда}} < \tau_{\text{разряда}}$. В этом случае управляющее напряжение, вырабатываемое цепью автосмещения, будет определяться амплитудой предшествующих колебаний, то есть положение рабочей точки и коэффициент усиления нелинейного усилителя 6 будет изменяться от обхода к обходу сигнала по цепи задержанной обратной связи 8. Так как в генераторе, в результате размножения комбинационных составляющих, устанавливаются хаотические колебания, то цепь автосмещения также вырабатывает хаотическое низкочастотное управляющее напряжение, которое поступает на вход генератора и меняет по случайному закону положение рабочей точки нелинейного усилителя, что приводит к дополнительной модуляции результирующего сигнала, а спектр колебаний расширяется в область низких частот.

В результате реализации рассмотренных процессов, спектр колебаний становится сплошным, но неравномерность спектральной плотности мощности шума генератора 1 велика (фиг. 2б).

Генератор 2 является "ведомым" так как работает в режиме внешнего запуска от генератора 1. Он обогащает спектр колебаний системы связанных генераторов дополнительными компонентами, то есть создает вторую "сетку" частот с неэквидистантной расстановкой гармонических составляющих. Взаимодействие генераторов 1 и 2 обеспечивает процесс генерации хаотических колебаний, который в радиофизике определяется понятием динамического хаоса [4, 5]. Регулируемая обратная связь 9 генератора 2 позволяет исключить возможность синхронных режимов, это определяется соотношением не кратности парциальных частот генераторов:

$$F_1:F_2:F_3:\dots:F_n \neq A:B:C:\dots:D,$$

где А, В, С, ... D - произвольные натуральные числа.

При выполнении условий преимущественного усиления малых возмущений в нелинейном усилителе 6 и не кратности парциальных частот генератора 1 и генератора 2 в системе связанных генераторов происходит лавинное размножение частотных компонентов спектра сигнала, что и обуславливает хаотизацию колебаний. Следует отметить, что емкостной элемент связи 3 между генераторами должен обеспечивать достаточно полное, широкополосное взаимодействие, не нарушая при этом режимы работы нелинейных усилителей 6 и 7 по постоянному току. Спектрограмма выходных колебаний системы двух связанных генераторов (генератора шума) представлена на фиг. 2в.

Эффективная работа устройства радиомаскировки обеспечивается использованием в качестве излучающей антенны магнитного диполя или его аналога - электрической рамки (кольцевого проводника радиусом R с равномерно распределенным током I_p) [6]. Такая антенна создает достаточно равномерное распределение электромагнитного поля по всем направлениям пространства. Свойства антенны слабо зависят от частоты, что позволяет исключить частотную фильтрацию сигнала, а излучение в условиях замкнутого пространства с отражающими поверхностями формируется в виде сферической волны с максимумами в экваториальной плоскости. Антенна устройства радиомаскировки включена в выходную цепь нелинейного усилителя 7 и полный ток генератора 2 является током излучающей антенны с моментом $I_p l$. Включение антенны в выходную цепь (колебательный контур) генератора 2 обеспечивает компенсацию ее недостаточной эффективности на низких частотах за счет более высокого коэффициента усиления нелинейного усилителя 7 на этих частотах. При этом устраняется влияние антенны на "ведущий" генератор 1.

Дополнительно повысить стабильность работы устройства радиомаскировки, а также улучшить статистические характеристики шумового маскирующего сигнала позволяет низкочастотный источник шума 5. Внешний

низкочастотный шум, при воздействии на систему связанных генераторов сужает полосу синхронизации генераторов 1 и 2 или приводит к срыву синхронных колебаний. Следует отметить, что в данном случае, низкочастотный источник шума 5 наряду с модуляцией выходных колебаний генераторов 1 и 2 осуществляет параметрические преобразования в нелинейных усилителях 6 и 7. Синхронизация шумом дает обратный эффект по сравнению с синхронизацией колебаний гармоническим сигналом, то есть приводит не к сближению фазовых траекторий с выходом на предельный цикл, а наоборот, к их расхождению, математическим образом такого процесса является "странный аттрактор".

В целом, использование в качестве генератора шума системы двух связанных генераторов с внешним воздействием и включение антенны в выходную цепь генератора 2 позволяют повысить стабильность работы устройства радиомаскировки и улучшить его характеристики (уменьшить неравномерность спектральной плотности мощности шума, расширить частотный диапазон и улучшить качество маскирующего сигнала).

В результате рассмотренных процессов устройство радиомаскировки формирует широкополосное (фиг. 2г) шумовое изотропное электромагнитное поле с законом распределения мгновенных значений близким к нормальному.

Электрическая схема устройства конкретной реализации, разработанного в соответствии с данным изобретением представлена на фиг.3. Генератор 1 содержит нелинейный усилитель на транзисторе VT4, цепь запаздывающей обратной связи на элементах L1, C4, цепь инерционного автосмещения на элементах R11, C6 и делитель напряжения R10, R11.

Генератор 2 содержит нелинейный усилитель на транзисторе VT5, цепь регулируемой обратной связи на элементах C8, C7, цепь автосмещения R12, C9 и делитель напряжения R12, R13. В коллекторную цепь транзистора VT5 включена излучающая антенна WA. С помощью резистора R15 и конденсатора C10 в коллекторной цепи транзистора VT5 осуществляется регулировка тока через антенну, а следовательно регулируется интегральный уровень шумового электромагнитного поля и его высокочастотных составляющих.

Связь генераторов 1 и 2 между собой обеспечивается с помощью элемента связи, выполненного на конденсаторе C5. Низкочастотный источник шума включает в себя шумовой диод VD1, работающий в режиме лавинного пробоя p/n перехода, и трехкаскадный усилитель-ограничитель на транзисторах VT1, VT2 и VT3.

Электропитание устройства радиомаскировки осуществляется от стабилизированного источника постоянного тока напряжением $U=12$ В.

Измерения спектральных уровней электромагнитных полей, сформированных устройством маскировки в диапазоне частот 0,01 - 1000 МГц, выполненные с помощью селективных микровольтметров SMV-6,5 и SMV8,5 показали, что во всем частотном

диапазоне информативных излучений средств вычислительной техники (фиг. 4) интенсивность маскирующего сигнала превышает интенсивность побочных электромагнитных излучений основных средств вычислительной техники (принтер, монитор SVGA, VGA, плоттер) и обеспечивает надежную маскировку и защиту обрабатываемой информации.

Энтропийный коэффициент качества маскирующего сигнала, измеренный для трех образцов устройства радиомаскировки с помощью прибора X6-5 составил величину не менее 0,95, что удовлетворяет предъявляемым к таким устройствам требованиям. Одно устройство радиомаскировки обеспечивает защиту информации от утечки по каналам побочных электромагнитных излучений и наводкам от средств вычислительной техники, размещенных в помещении площадью ~ 40 м². Для защиты ПЭМИН средств вычислительной техники в больших вычислительных центрах, в терминальных залах, мощных вычислительных центрах необходимо использовать несколько устройств радиомаскировки, размещая их по периметру объекта. Максимальное расстояние между соседними устройствами радиомаскировки должно быть не более 20 метров.

В сравнении с прототипом, устройство радиомаскировки, разработанное в соответствии с данным изобретением, обладает большей стабильностью в работе, не требует периодической проверки и подстройки режима работы генератора шума.

В настоящее время устройство радиомаскировки проходит сертификационные испытания на соответствие требованиям безопасности информации.

Литература

1. Александров Ю.С., Веревкин В.А. Заявка на изобретение 94007674/09 от 1994.03.01. Устройство защиты комплекса территориально распределенных средств информатики, вычислительной техники и физической среды. Дата публикации заявки

27.10.1995. <http://www/fips/ru>.

2. Колесников В.Б. Авторское свидетельство N 2120179, заявка 97109283/09 от 1997.06.02. Генератор белого шума. Дата публикации 10.10.1998. <http://www/fips/ru>.

3. Кислов В.Я. Динамический хаос и его использование для генерирования, приема и обработки колебаний и информации. Радиотехника и электроника. 1993, т. 38. вып.10, с. 1783-1815.

4. Дмитриев А.С., Кислов В.Я. Стохастические колебания в радиофизике и электронике. М.: Наука. 1989. с.278.

5. Т. С. Паркер, Л.О.Чжуа. Введение в теорию хаотических систем для инженеров. ТИИЭР, том 75. N 8. 1987. Тематический выпуск. Хаотические системы.

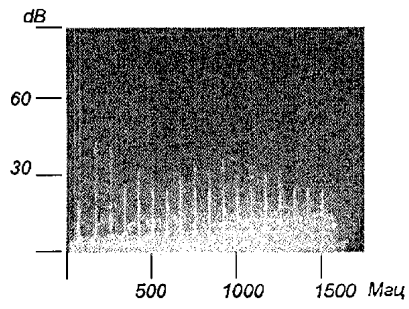
6. Г.Т.Марков, Д.М.Сазонов. Антенны. М.: Энергия, 1975 г., 528 с.

Формула изобретения:

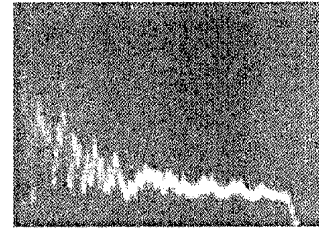
1. Устройство радиомаскировки, содержащее генератор шума и активный антенный контур, отличающееся тем, что генератор шума выполнен в виде системы двух генераторов, связанных между собой элементом связи, причем первый генератор содержит нелинейный усилитель с инерционным автосмещением, линию задержки, выход и вход нелинейного усилителя соединены между собой линией задержки, второй генератор содержит нелинейный усилитель, регулируемую линию задержки, вход и выход нелинейного усилителя соединены между собой регулируемой линией задержки, выход первого генератора соединен со входом второго генератора с помощью емкостного элемента связи, а активный антенный контур выполнен в виде излучающей антенны типа магнитный диполь, один конец которого соединен с выходом второго генератора, а другой - с общей шиной.

2. Устройство радиомаскировки по п.1, отличающееся тем, что в него дополнительно введен источник низкочастотного шума, выход которого соединен со входом первого генератора.

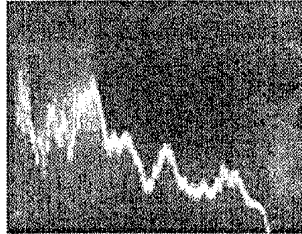
5
10
15
20
25
30
35
40
45
50
55
60



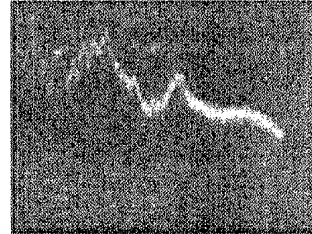
a)



б)

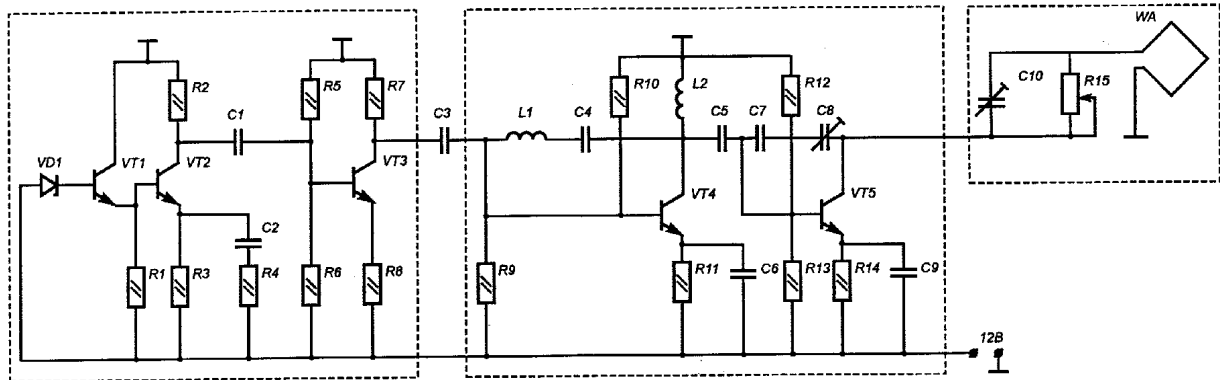


в)



г)

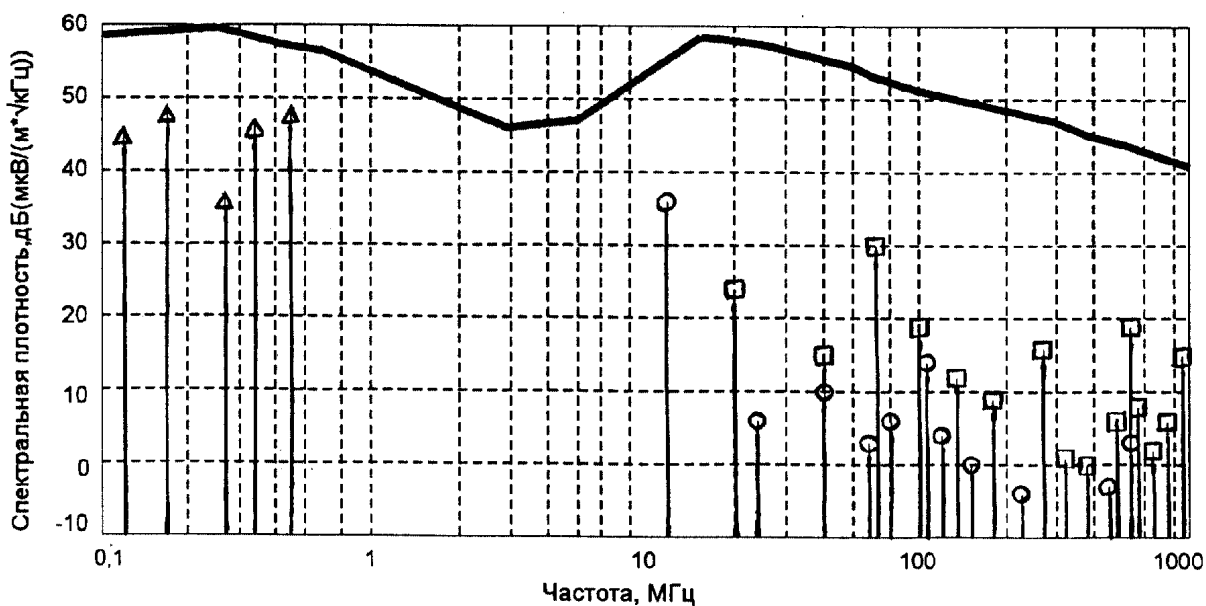
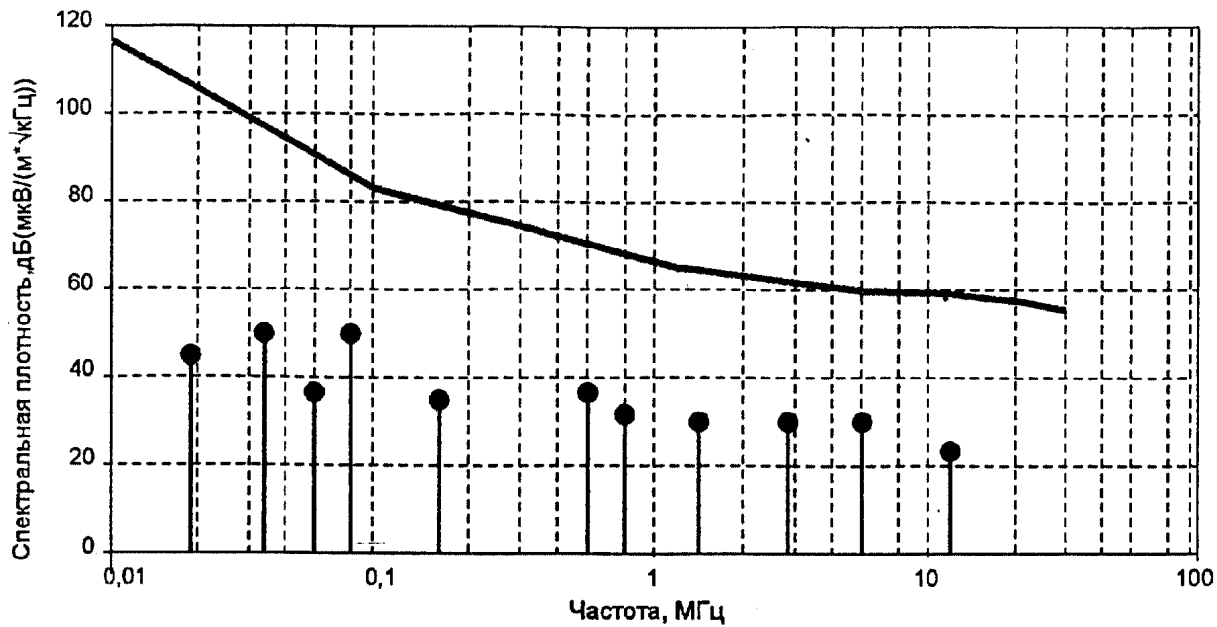
Фиг. 2



Фиг. 3

RU 2170493 C1

RU 2170493 C1



Фиг. 4