



**ФЕДЕРАЛЬНАЯ СЛУЖБА
ПО ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНОЙ СОБСТВЕННОСТИ**

(12) ОПИСАНИЕ ИЗОБРЕТЕНИЯ К ПАТЕНТУ

(21)(22) Заявка: 2011134144/08, 12.08.2011

(24) Дата начала отсчета срока действия патента:
12.08.2011

Приоритет(ы):

(22) Дата подачи заявки: 12.08.2011

(45) Опубликовано: 20.09.2012 Бюл. № 26

(56) Список документов, цитированных в отчете о
поиске: US 4277756 A, 07.07.1981. EP 0566990 B1,
14.01.2004. RU 2419196 C1, 20.05.2011. SU
1656667 A1, 15.06.1991.

Адрес для переписки:

346500, Ростовская обл., г. Шахты, ул.
Шевченко, 147, ЮРГУЭС, Патентная служба

(72) Автор(ы):

**Прокопенко Николай Николаевич (RU),
Серебряков Александр Игоревич (RU),
Бутырлагин Николай Владимирович (RU)**

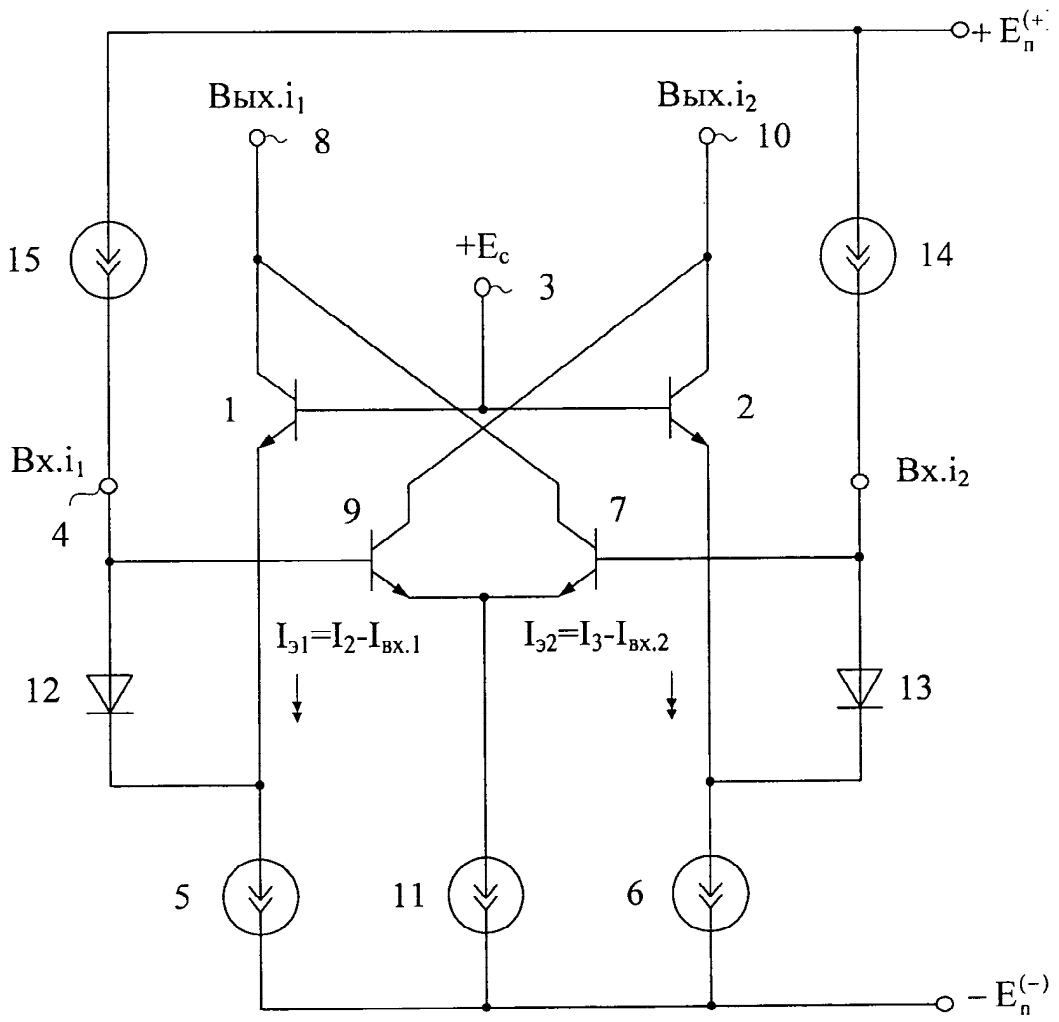
(73) Патентообладатель(и):

**Федеральное государственное бюджетное
образовательное учреждение высшего
профессионального образования "Южно-
Российский государственный университет
экономики и сервиса" (ФГБОУ ВПО
"ЮРГУЭС") (RU)****(54) ШИРОКОПОЛОСНЫЙ УСИЛИТЕЛЬ ТОКА**

(57) Реферат:

Изобретение относится к области радиотехники и связи и может быть использовано в качестве устройства усиления аналоговых сигналов в структуре аналоговых микросхем различного функционального назначения (например, СВЧ-усилителях, смесителях и перемножителях сигналов и т.п.). Технический результат: снижение допустимого напряжения питания до 1,5 В при сохранении всех основных качественных показателей

широкополосного усилителя тока. Широкополосный усилитель тока содержит первый и второй входные транзисторы, источник напряжения смещения, с первого по третий токостабилизирующие двухполюсники, первый и второй токостабилизирующие двухполюсники, первый и второй вспомогательные транзисторы, первый и второй прямосмещенные p-n переходы. 1 з.п. ф-лы, 5 ил.



Фиг. 2



FEDERAL SERVICE
FOR INTELLECTUAL PROPERTY

(51) Int. Cl.
H03F 3/34 (2006.01)

(12) **ABSTRACT OF INVENTION**

(21)(22) Application: 2011134144/08, 12.08.2011
 (24) Effective date for property rights:
12.08.2011
 Priority:
 (22) Date of filing: 12.08.2011
 (45) Date of publication: 20.09.2012 Bull. 26
 Mail address:
 346500, Rostovskaja obl., g. Shakhty, ul.
 Shevchenko, 147, JuRGUEhS, Patentnaja sluzhba

(72) Inventor(s):
**Prokopenko Nikolaj Nikolaevich (RU),
 Serebrjakov Aleksandr Igorevich (RU),
 Butyrlagin Nikolaj Vladimirovich (RU)**
 (73) Proprietor(s):
**Federal'noe gosudarstvennoe bjudzhetnoe
 obrazovatel'noe uchrezhdenie vysshego
 professional'nogo obrazovanija "Juzhno-
 Rossijskij gosudarstvennyj universitet
 ehkonomiki i servisa" (FGBOU VPO
 "JuRGUEhS") (RU)**

(54) **BROAD-BAND CURRENT AMPLIFIER**

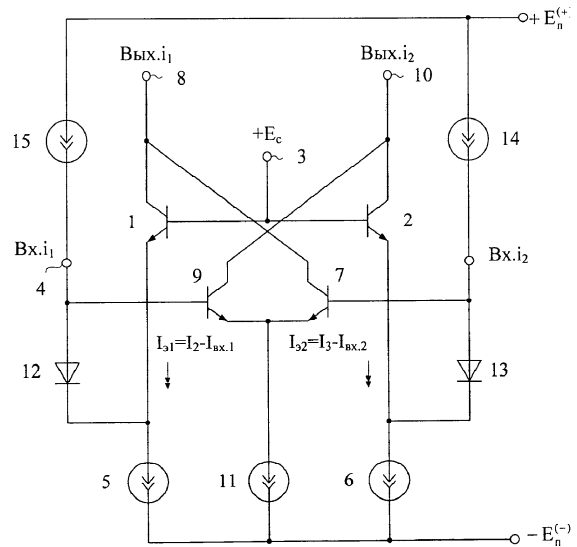
(57) Abstract:

FIELD: radio engineering.

SUBSTANCE: broad-band current amplifier contains first and second input transistors, bias supply, current stabilising two-pole devices from first to third, first and second current stabilising two-pole devices, first and second subsidiary transistors, first and second forward-biased p-n junctions.

EFFECT: reduction of possible voltage till 1,5 V at maintaining all main quality indices of broad-band current amplifier.

2 cl, 5 dwg



RU 2 461 956 C1

RU 2 461 956 C1

Изобретение относится к области радиотехники и связи и может быть использовано в качестве устройства усиления аналоговых сигналов в структуре аналоговых микросхем различного функционального назначения (например, СВЧ-усилителях, смесителях и перемножителях сигналов и т.п.).

5 В современной микроэлектронике широко применяются так называемые усилители тока Гильберта [1]. Их основное достоинство - широкий диапазон рабочих частот и наиболее полное использование высокочастотных свойств применяемых транзисторов. Такие усилители стали базовым функциональным узлом многих СВЧ-
10 изделий [1-17].

Ближайшим прототипом заявляемого устройства является широкополосный усилитель, описанный в патенте фирмы Siemens US 4.277.756 (фиг.1). Кроме этого данная архитектура присутствует во многих других публикациях [1-17]. ШУ-прототип
15 содержит первый 1 и второй 2 входные транзисторы, базы которых объединены и подключены к источнику напряжения смещения 3, эмиттер первого 1 входного транзистора связан со входом 4 широкополосного усилителя тока и первым 5 токостабилизирующим двухполюсником, эмиттер второго 2 входного транзистора соединен со вторым 6 токостабилизирующим двухполюсником, первый 7
20 вспомогательный транзистор, коллектор которого подключен к коллектору первого 1 входного транзистора и первому 8 токовому выходу широкополосного усилителя тока, второй 9 вспомогательный транзистор, коллектор которого соединен с коллектором второго 2 входного транзистора и вторым 10 токовым выходом широкополосного усилителя тока, а база соединена со входом 4 широкополосного
25 усилителя тока, третий 11 токостабилизирующий двухполюсник, соединенный с объединенными эмиттерами первого 7 и второго 9 вспомогательных транзисторов.

Существенный недостаток известного ШУ состоит в том, что он не работоспособен при напряжениях питания $E_{п}^{(-)} \leq 2,1В$. Это не позволяет использовать данную
30 архитектуру в схеме с $E_{п}=1,5В$, а также при ее изготовлении по СВЧ SiGe-технологиям с малыми топологическими нормами, которые не допускают работу транзисторов при $E_{п}^{(+)} > 1,5В$.

Основная задача предлагаемого изобретения состоит в снижении допустимого
35 напряжения питания до 1,5 В при сохранении всех основных качественных показателей широкополосного усилителя тока.

Поставленная задача достигается тем, что в широкополосном усилителе тока фиг.1, содержащем первый 1 и второй 2 входные транзисторы, базы которых объединены и
40 подключены к источнику напряжения смещения 3, эмиттер первого 1 входного транзистора связан со входом 4 широкополосного усилителя тока и первым 5 токостабилизирующим двухполюсником, эмиттер второго 2 входного транзистора соединен со вторым 6 токостабилизирующим двухполюсником, первый 7 вспомогательный транзистор, коллектор которого подключен к коллектору первого 1
45 входного транзистора и первому 8 токовому выходу широкополосного усилителя тока, второй 9 вспомогательный транзистор, коллектор которого соединен с коллектором второго 2 входного транзистора и вторым 10 токовым выходом широкополосного усилителя тока, а база соединена со входом 4 широкополосного усилителя тока, третий 11 токостабилизирующий двухполюсник, соединенный с
50 объединенными эмиттерами первого 7 и второго 9 вспомогательных транзисторов, предусмотрены новые элементы и связи - эмиттер первого 1 входного транзистора связан со входом 4 широкополосного усилителя тока через первый 12 прямосмещенный p-n переход, между базой первого 7 вспомогательного транзистора

и эмиттером второго 2 входного транзистора включен второй 13 прямосмещенный p-n переход, причем к базе первого 7 вспомогательного транзистора подключен первый 14 дополнительный токостабилизирующий двухполюсник, а к базе второго 9 вспомогательного транзистора подключен второй 15 дополнительный токостабилизирующий двухполюсник.

Схема заявляемого устройства, соответствующего п.1 формулы изобретения, показана на чертеже фиг.2, а пункту 2 - на чертеже фиг.3.

На чертеже фиг.4 представлена схема заявляемого ШУ (фиг.2) в среде компьютерного моделирования Cadence на моделях SiGe интегральных транзисторов, а на чертеже фиг.5 - зависимость его коэффициента усиления по току от частоты.

Широкополосный усилитель тока фиг.2 содержит первый 1 и второй 2 входные транзисторы, базы которых объединены и подключены к источнику напряжения смещения 3, эмиттер первого 1 входного транзистора связан со входом 4 широкополосного усилителя тока и первым 5 токостабилизирующим двухполюсником, эмиттер второго 2 входного транзистора соединен со вторым 6 токостабилизирующим двухполюсником, первый 7 вспомогательный транзистор, коллектор которого подключен к коллектору первого 1 входного транзистора и первому 8 токовому выходу широкополосного усилителя тока, второй 9 вспомогательный транзистор, коллектор которого соединен с коллектором второго 2 входного транзистора и вторым 10 токовым выходом широкополосного усилителя тока, а база соединена со входом 4 широкополосного усилителя тока, третий 11 токостабилизирующий двухполюсник, соединенный с объединенными эмиттерами первого 7 и второго 9 вспомогательных транзисторов. Эмиттер первого 1 входного транзистора связан со входом 4 широкополосного усилителя тока через первый 12 прямосмещенный p-n переход, между базой первого 7 вспомогательного транзистора и эмиттером второго 2 входного транзистора включен второй 13 прямосмещенный p-n переход, причем к базе первого 7 вспомогательного транзистора подключен первый 14 дополнительный токостабилизирующий двухполюсник, а к базе второго 9 вспомогательного транзистора подключен второй 15 дополнительный токостабилизирующий двухполюсник.

В схеме фиг.3 в соответствии с п.2 формулы изобретения первый 14 дополнительный токостабилизирующий двухполюсник включен между базой первого 7 вспомогательного транзистора и источником напряжения смещения 3, а второй 15 дополнительный токостабилизирующий двухполюсник включен между базой второго 9 вспомогательного транзистора и источником напряжения смещения 3.

Рассмотрим работу ШУ фиг.1 и фиг.3 (фиг.2).

В ШУ-прототипе фиг.1 при его практической реализации минимальное напряжение питания $E_{п. min}^{(+)}$ определяется тремя p-n переходами, поэтому $E_{п. min}^{(+)} \geq 2,1В$.

Статический режим транзисторов схемы фиг.3 устанавливается двухполюсниками 5, 6, 11, 15, 14. За счет новых связей токостабилизирующие двухполюсники 5, 11, 6 реализуются по одинаковым (традиционным) схемам, например, на биполярных транзисторах и имеют одинаковое минимальное напряжение, при котором их транзисторы не входят в насыщение ($U_{кэ. min}=0,7 В$). В результате схема фиг.3 (фиг.2) может иметь малое напряжение питания $E_{п}^{(-)} = 1,5В$.

На переменном токе ШУ фиг.4 имеет такие же характеристики (фиг.5), что и известное устройство, - обеспечивает усиление сигналов до частоты 10-15 ГГц.

Таким образом, заявляемое устройство выполняет функции СВЧ-усилителя тока

при напряжении питания $E_{\text{п}}^{(-)} = 1,5\text{В}$.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Barrie Gilbert. A Precise Four-Quadrant Multiplier with Subnanosecond Response / IEEE Journal of Solid-State circuits, vol. sc-3, no.4, December 1968. - С.365-373.
2. Патент США №2.013.444 НЗТ.
3. Патент США №4.277.756.
4. Патент Японии JP 54-34308(9815) A21.
5. Патент США №4.048.577, фиг.1.
6. Патентная заявка США №2009/0219094.
7. Патент WO №03/044948, фиг.2.
8. Патент США №3.760.194, фиг.2.
9. Патент США №3.931.583, фиг.7.
10. Патент США №4.528.517.
11. Патент США №3.843.934, фиг.1.
12. Патент США №6.529.075, фиг.1.
13. Патент 1454411.
14. Патент США №4.322.688.
15. Патент США №6.529.075, фиг.1.
16. Патентная заявка Японии JP 2004/88498, фиг.2.
17. Ю.С.Ежков. Справочник по схемотехнике усилителей. Изд. 2-е. М.: РадиоСофт, 2002. - С.240, рис.8.53.

Формула изобретения

1. Широкополосный усилитель тока, содержащий первый (1) и второй (2) входные транзисторы, базы которых объединены и подключены к источнику напряжения смещения (3), эмиттер первого (1) входного транзистора связан со входом (4) широкополосного усилителя тока и первым (5) токостабилизирующим двухполюсником, эмиттер второго (2) входного транзистора соединен со вторым (6) токостабилизирующим двухполюсником, первый (7) вспомогательный транзистор, коллектор которого подключен к коллектору первого (1) входного транзистора и первому (8) токовому выходу широкополосного усилителя тока, второй (9) вспомогательный транзистор, коллектор которого соединен с коллектором второго (2) входного транзистора и вторым (10) токовым выходом широкополосного усилителя тока, а база соединена со входом (4) широкополосного усилителя тока, третий (11) токостабилизирующий двухполюсник, соединенный с объединенными эмиттерами первого (7) и второго (9) вспомогательных транзисторов, отличающийся тем, что эмиттер первого (1) входного транзистора связан со входом (4) широкополосного усилителя тока через первый (12) прямосмещенный р-п переход, между базой первого (7) вспомогательного транзистора и эмиттером второго (2) входного транзистора включен второй (13) прямосмещенный р-п переход, причем к базе первого (7) вспомогательного транзистора подключен первый (14) дополнительный токостабилизирующий двухполюсник, а к базе второго (9) вспомогательного транзистора подключен второй (15) дополнительный токостабилизирующий двухполюсник.

2. Широкополосный усилитель тока по п.1, отличающийся тем, что первый (14) дополнительный токостабилизирующий двухполюсник включен между базой первого (7) вспомогательного транзистора и источником напряжения смещения (3), а второй (15) дополнительный токостабилизирующий двухполюсник включен между

базой второго (9) вспомогательного транзистора и источником напряжения смещения (3).

5

10

15

20

25

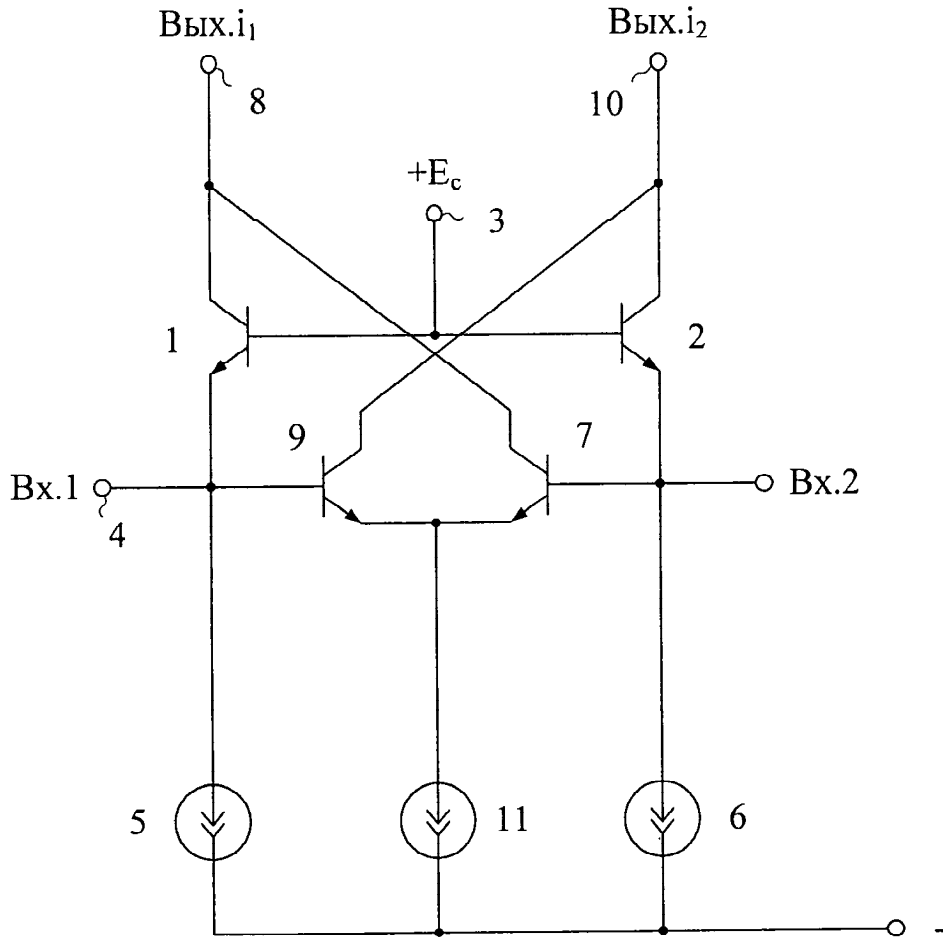
30

35

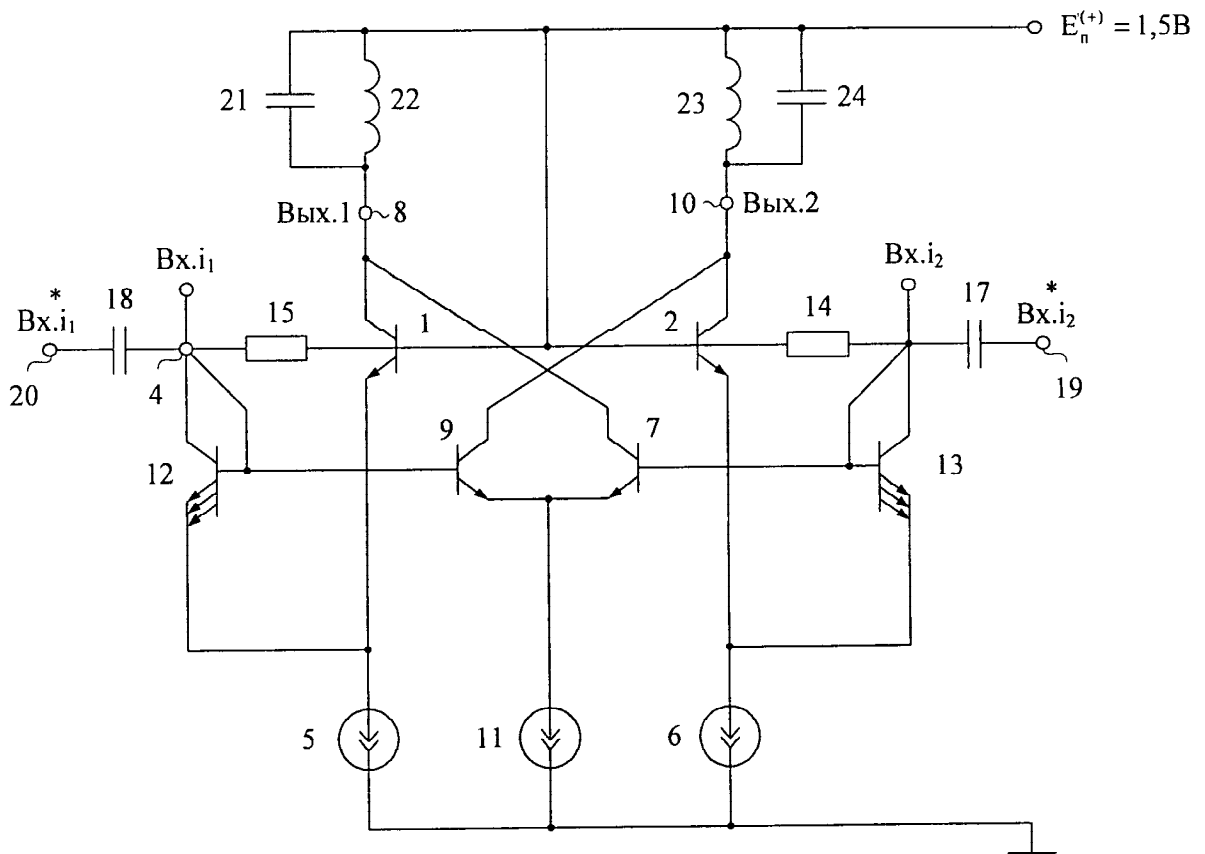
40

45

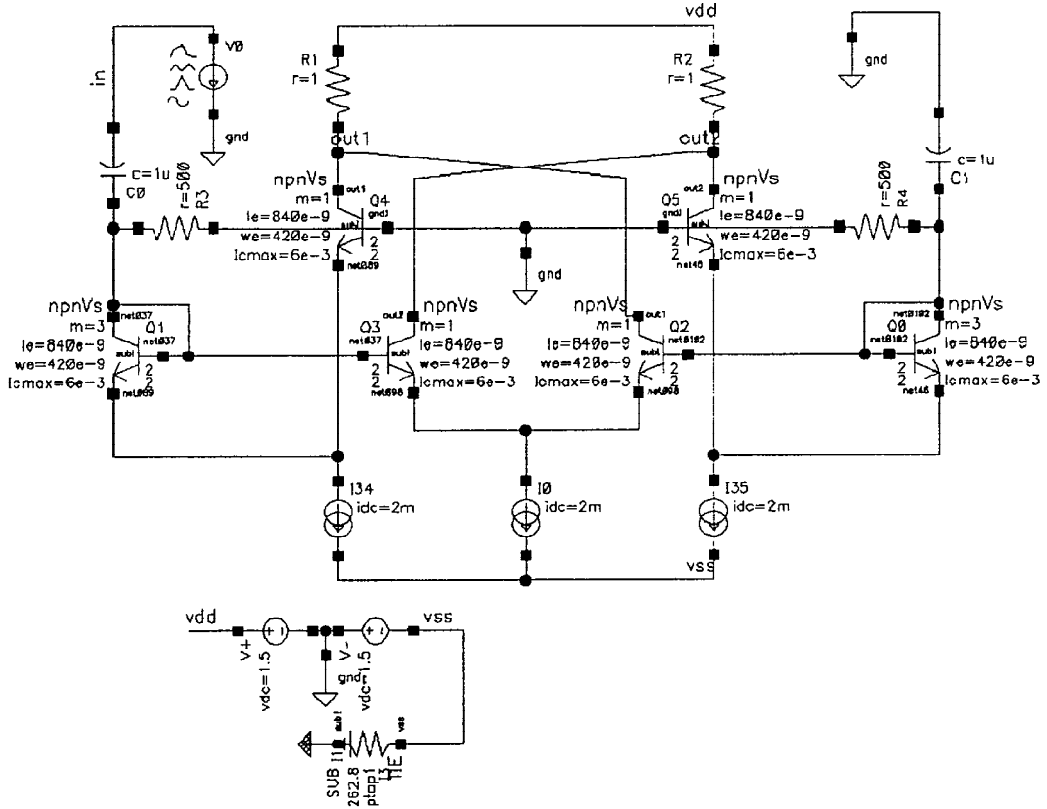
50



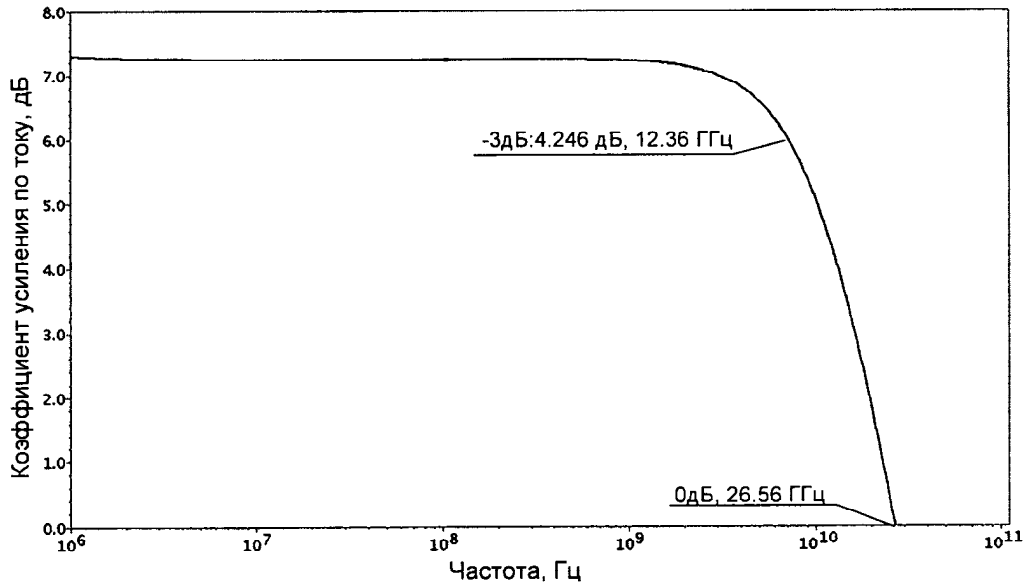
Фиг. 1



Фиг. 3



Фиг.4



Фиг.5