



СОЮЗ СОВЕТСКИХ
СОЦИАЛИСТИЧЕСКИХ
РЕСПУБЛИК

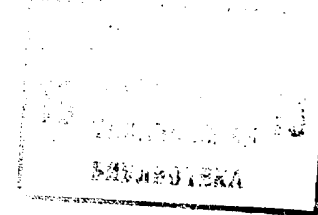
(19) SU (11) 1069134 A

3(5D) H 03 F 3/45

ГОСУДАРСТВЕННЫЙ КОМИТЕТ СССР
ПО ДЕЛАМ ИЗОБРЕТЕНИЙ И ОТКРЫТИЙ

ОПИСАНИЕ ИЗОБРЕТЕНИЯ

К АВТОРСКОМУ СВИДЕТЕЛЬСТВУ



(21) 3465823/18-09

(22) 07.07.82

(46) 23.01.84. Бюл. № 3

(72) М.В.Капитонов, В.А.Домбровский,
Н.Н.Прокопенко и Ю.М.Соколов

(71) Шахтинский технологический инсти-
тут бытового обслуживания и Ленин-
градский ордена Ленина электротехни-
ческий институт им. В.И.Ульянова
(Ленина)

(53) 621.375.024(088.8)

(56) 1. Анисимов В.И., Капитонов М.В.,
Прокопенко Н.Н. и Соколов Ю.М. Опе-
рационные усилители с непосредствен-
ной связью каскадов. Л., "Энергия",
1979, с. 108, схема 5.

2. Авторское свидетельство СССР
по заявке № 3465444, кл. H 03 F 3/45,
05.07.82. (прототип).

(54)(57) ДИФФЕРЕНЦИАЛЬНЫЙ УСИЛИТЕЛЬ,
содержащий первый и второй входные
транзисторы, при этом коллектор пер-
вого входного транзистора соединен с
входами первого и первого выходного
повторителей тока, а коллектор вто-
рого входного транзистора соединен
с входами второго и второго выход-
ного повторителей тока, выводы пи-
тания которых, а также выводы пита-

ния первого и первого выходного пов-
торителей тока подключены к первой
шине источника питания, первый и вто-
рой усилители тока, имеющие зону
нечувствительности, выходы которых
соединены с первыми выводами соот-
ветственно первого и второго резис-
торов, генератор тока, выводы пи-
тания которого, а также выводы пи-
тания первого и второго усилителей
тока подключены к второй шине источ-
ника питания, отличающийся -
ся тем, что, с целью повышения
линейности характеристики передачи,
в него введены первый и второй до-
полнительные транзисторы, эмиттеры
которых соединены с выходом гене-
ратора тока, базы - с первыми выво-
дами соответственно первого и вто-
рого резисторов, а коллекторы - с
коллекторами соответственно пер-
вого и второго входных транзисторов,
при этом выходы первого и второго
повторителей тока соединены с вхо-
дами соответственно второго и пер-
вого усилителей тока, а вторые
выводы первого и второго резисто-
ров подключены к эмиттерам соот-
ветственно первого и второго вход-
ных транзисторов.

(19) SU (11) 1069134 A

Изобретение относится к радио-технике и может использоваться в качестве входных каскадов быстродействующих операционных усилителей.

Известен дифференциальный усилитель (ДУ), содержащий первый и второй входные транзисторы, первый и второй выходные транзисторы, эмиттеры которых соединены со стабилизатором тока, базы соединены через первый и второй прямосмещенные диоды с соответствующими первым и вторым управляемыми стабилизаторами тока, имеющими зону нечувствительности на характеристике передачи, а коллекторы подключены к коллекторам соответствующих первого и второго входных транзисторов и входам соответственно первой и второй нагрузкам, а также вспомогательные резисторы в эмиттерных цепях входных транзисторов [1].

Недостаток известного ДУ состоит в том, что он имеет сравнительно большой уровень дрейфа и характеризуется повышенной нестабильностью статического режима входных транзисторов. Действительно, для повышения линейности характеристики передачи ДУ $I_{вх} = I_{вх}$ транзисторы его управляемых стабилизаторов тока работают в активном режиме. Как следствие из-за температурных изменений напряжения эмиттер-база эмиттерный ток этих транзисторов оказывается нестабильным. Это приводит к дополнительному дрейфу ЭДС смещения нуля ДУ, дрейфу входных токов усилителя, изменению входного сопротивления.

Наиболее близким по технической сущности к изобретению является дифференциальный усилитель, содержащий первый и второй входные транзисторы, при этом коллектор первого входного транзистора соединен с входами первого и первого выходного повторителей тока, а коллектор второго входного транзистора соединен с входами второго и второго выходного повторителей тока, выводы питания которых, а также выводы питания первого и первого выходного повторителей тока подключены к первой шине источника питания, первый и второй усилители тока, имеющие зону нечувствительности, выходы которых соединены с первыми выводами соответственно первого и второго резисторов, генератор тока, выводы питания которого, а также выводы питания первого и второго усилителей тока подключены к второй шине источника питания [2].

Недостатком известного устройства является недостаточная линейность характеристики передачи за счет неравенства углов наклона характерис-

тики передачи при малых и больших величинах входного сигнала.

Цель изобретения - повышение линейности характеристики передачи.

Поставленная цель достигается тем, что в дифференциальный усилитель, содержащий первый и второй входные транзисторы, при этом коллектор первого входного транзистора соединен с входами первого и первого выходного повторителей тока, а коллектор второго входного транзистора соединен с входами второго и второго выходного повторителей тока, выводы питания которых, а также выводы питания первого и первого выходного повторителей тока подключены к первой шине источника питания, первый и второй усилители тока, имеющие зону нечувствительности, выходы которых соединены с первыми выводами соответственно первого и второго резисторов, генератор тока, выводы питания которого, а также выходы питания первого и второго усилителей тока подключены к второй шине источника питания, введены первый и второй дополнительные транзисторы, эмиттеры которых соединены с выходом генератора тока, базы - с первыми выводами соответственно первого и второго резисторов, а коллекторы - с коллекторами соответственно первого и второго входных транзисторов, при этом выходы первого и второго повторителей тока соединены с входами соответственно второго и первого усилителей тока, а вторые выходы первого и второго резисторов подключены к эмиттерам соответственно первого и второго входных транзисторов.

На фиг. 1 представлена принципиальная электрическая схема ДУ; на фиг. 2 - график характеристики передачи первого и второго усилителей тока; на фиг. 3 - график характеристики передачи ДУ.

ДУ содержит первый и второй входные транзисторы 1 и 2, первый и второй дополнительные транзисторы 3 и 4, генератор 5 тока, первый и второй повторители 6 и 7 тока, первый и второй выходные повторители 8 и 9 тока, первый и второй усилители 10 и 11 тока, первый и второй резисторы 12 и 13, первую и вторую шины 14 и 15 источника питания.

ДУ работает следующим образом.

В статическом режиме и в области малых входных сигналов ($U_{вх} < 50$ мВ) первый и второй усилители 10 и 11 тока устанавливают заданный режим по току первого и второго входных транзисторов 1 и 2

$$I_{D1} = I_{D10} = I_{D2} = I_{D11}, \quad (1)$$

где J_{31}, J_{32} - ток в эмиттерных цепях соответственно первого, и второго входных транзисторов;

J_{010}, J_{011} - статический ток первого и второго усилителей 10 и 11 тока.

Первый и второй резисторы 12 и 13 низкоомные, поэтому падение напряжения на них сравнительно мало и, следовательно, они не ухудшают дрейфовые и малосигнальные параметры усилителя.

Выходной ток генератора 5 тока J_5 перераспределяется между первым и вторым дополнительными транзисторами 3 и 4

$$J_{K3} = J_{K4} = \frac{J_5}{2}, \quad (2)$$

где J_{K3}, J_{K4} - ток в коллекторных цепях соответственно первого и второго дополнительных транзисторов.

Первый и второй усилители 10 и 11 тока имеют специфическую характеристику (фиг. 2). Во-первых, они изменяют свои выходные токи под действием входного тока согласно кривой фиг. 2, т.е. при больших входных токах выходной ток J_{010} не изменяется. Если же входной ток J_1 уменьшится до некоторого заданного уровня J_{30} , дальнейшее уменьшение J_1 приведет к увеличению выходного тока J_{010} .

Приращение входного напряжения ($U_{BX} < 50$ мВ) практически без ослабления передается на базу первого дополнительного транзистора 3 и вызывает изменение коллекторных токов J_{K3}, J_{K4} и выходного тока ДУ $i_{вых}$ на величину

$$i_{K3} = i_{K4} = i_{вых} = \frac{U_{BX}}{h_{11.3} + h_{11.4}}, \quad (3)$$

где $h_{11.3}, h_{11.4}$ - входные сопротивления транзисторов в схеме с общей базой.

В результате ток на входах первого и первого выходного повторителей 6 и 8 тока и, следовательно, на их выходах уменьшается.

$$J_1 = \frac{J_5}{2} + J_{0.11} - \frac{U_{BX}}{h_{11.3} + h_{11.4}}. \quad (4)$$

Из формулы (4) можно выбрать параметры элементов схемы ДУ такими, чтобы уже при $U_{BX} = V_{TP} = 25-40$ мВ выполнялось равенство

$$J_1 = J_{30}, \quad (5)$$

где J_{30} - граничный ток первого и второго усилителей 10 и 11 тока (фиг. 2).

Следовательно, при $U_{BX} > V_{TP}$ первый усилитель 10 тока замкнет петлю отрицательной обратной связи, которая при достаточно большом петлевом усилении (наклоне кривой фиг. 2) будет стабилизировать сумму токов на входе первого и первого выходного повторителей 6 и 8 тока

$$\frac{J_5}{2} + J_{011} - \frac{V_{TP}}{h_{11.3} + h_{11.4}} \approx J_{30}. \quad (6)$$

Поэтому дальнейшее перераспределение тока J_5 прекратится и за счет увеличения тока J_{10} будет поддерживаться равенство (6). В этих условиях все дальнейшее приращение входного напряжения усилителя прикладывается между базой (затвором) первого входного транзистора 1 и базой первого дополнительного транзистора 3. Следовательно, ток через первый резистор 12 и выходной ток ДУ равны

$$i_{12} \approx \frac{U_{BX}}{R_{12} + h_{11.1}} = i_{вых}. \quad (7)$$

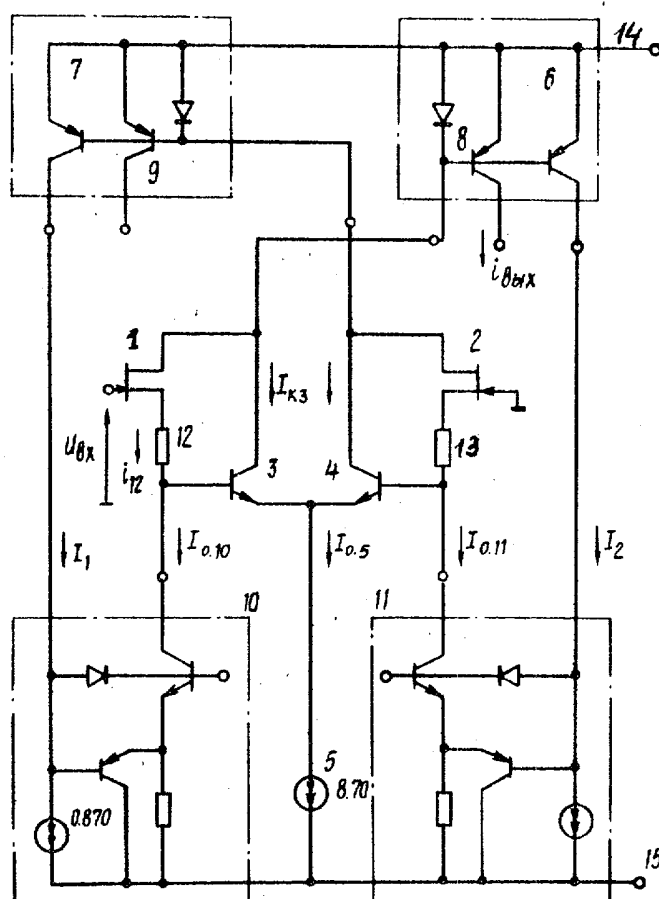
Из формул (3) и (7) можно найти, что в областях малых сигналов

($U_{BX} < V_{TP}$) угол наклона кривой $i_{вых} = f(U_{BX}) - \beta_1$ (фиг. 3) определяется параметрами первого и второго дополнительных транзисторов 3 и 4, а в области больших сигналов - элементами 1 и 12. Для получения равенства $\beta = \beta_2$ необходимо, чтобы

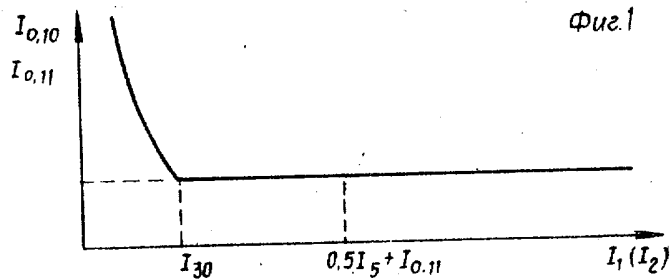
$$R_{12} + h_{11.1} = \frac{4 \varphi T}{J_5} \quad (8)$$

$\varphi_T = 25$ мВ.

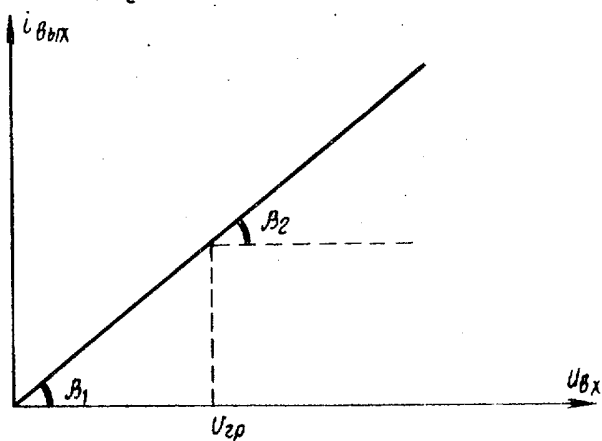
Таким образом, данный дифференциальный усилитель имеет хорошую линейность характеристики передачи при большом динамическом диапазоне. Вместе с этим, его первый и второй усилители 10 и 11 не влияют на стабильность статического режима ДУ.



Фиг.1



Фиг.2



Фиг.3