

ОПИСАНИЕ ИЗОБРЕТЕНИЯ К ПАТЕНТУ

(12)

РЕСПУБЛИКА БЕЛАРУСЬ



НАЦИОНАЛЬНЫЙ ЦЕНТР
ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНОЙ
СОБСТВЕННОСТИ

(19) ВУ (11) 9797

(13) С1

(46) 2007.10.30

(51) МПК (2006)

H 03G 3/20

(54)

УСТРОЙСТВО АВТОМАТИЧЕСКОЙ РЕГУЛИРОВКИ УСИЛЕНИЯ НАПРЯЖЕНИЯ

(21) Номер заявки: а 20050018

(22) 2005.01.10

(43) 2006.08.30

(71) Заявитель: Белорусский национальный технический университет (ВУ)

(72) Авторы: Сычик Василий Андреевич; Уласюк Николай Николаевич; Шамкалович Владимир Иванович; Баранов Сергей Васильевич (ВУ)

(73) Патентообладатель: Белорусский национальный технический университет (ВУ)

(56) JP 4424042 A, 1969.

RU 2072624 C1, 1997.

SU 409350, 1974.

SU 1727192 A1, 1992.

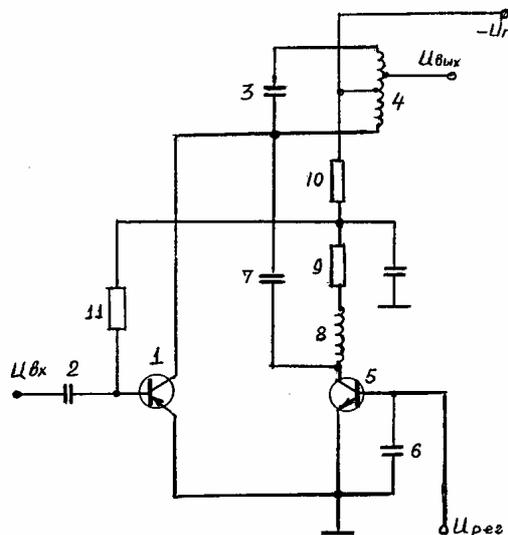
SU 1385249 A1, 1988.

JP 05183360 A, 1993.

GB 1423349 A, 1976.

(57)

Устройство автоматической регулировки усиления напряжения, содержащее усилительный транзистор с резонансным контуром в цепи коллектора, база которого через конденсатор подключена к источнику напряжения входного сигнала, и регулировочный транзистор, база которого подключена к источнику регулирующего напряжения и через конденсатор соединена с общей шиной, эмиттер которого соединен с эмиттером усилительного транзистора, эмиттерное соединение транзисторов подключено к общей шине, отличающееся тем, что коллектор регулировочного транзистора соединен через конденсатор с резонансным контуром усилительного транзистора, дросселем - с резистивным делителем, средний вывод которого подключен через резистор к базе усилительного транзистора, а конденсатором - к общей шине.



ВУ 9797 С1 2007.10.30

BY 9797 C1 2007.10.30

Изобретение относится к области радиоэлектронного приборостроения и может быть использовано в усилительных трактах радиоэлектронных приборов и устройств.

Известны устройства для автоматической регулировки усиления (АРУ) [1], в которых в качестве регулирующих элементов используются транзисторы, один из переходов которых является нелинейным сопротивлением, шунтирующим нагрузку усилительного каскада.

Известны также системы АРУ [2], нелинейные элементы которых служат регулируемым сопротивлением активного делителя напряжения сигнала, а также устройства АРУ [3], в которых переходы регулировочного транзистора шунтируют входное сопротивление усилительного каскада, причем эмиттерный переход, включенный в цепь базового делителя усилительного транзистора, регулирует его рабочую точку.

Однако указанные устройства обладают низкой эффективностью регулировки усиления (глубина регулировки не превышает 20 дБ).

Прототипом предлагаемого изобретения является устройство АРУ, описанное в [4]. Оно содержит усилительный и регулировочный транзисторы, эмиттерные и коллекторные переходы которых непосредственно соединены между собой, причем коллекторы подключены к резонансной нагрузке, а эмиттеры - к активной нагрузке.

Это устройство также обладает низкой эффективностью регулировки коэффициента усиления, поскольку коллекторный переход регулировочного транзистора при такой схеме его подключения к источнику питания не заходит в режим насыщения, в связи с чем его выходной импеданс незначительно изменяется с существенным изменением тока коллектора, например при изменении тока коллектора регулировочного транзистора в 4 раза его выходная проводимость изменяется в среднем только в 2,5 раза. Поэтому шунтирование резонансного контура выходным импедансом регулировочного транзистора будет малоэффективным.

Задачей, решаемой изобретением, является повышение эффективности регулировки усиления по напряжению.

Эта задача достигается тем, что в устройстве автоматической регулировки усиления, содержащем усилительный транзистор с резонансным контуром в цепи коллектора, база которого через конденсатор подключена к источнику напряжения входного сигнала, и регулировочный транзистор, база которого подключена к источнику регулирующего напряжения и через конденсатор соединена с общей шиной, эмиттер которого соединен с эмиттером усилительного транзистора, эмиттерное соединение транзисторов подключено к общей шине, коллектор регулировочного транзистора соединен через конденсатор с резонансным контуром усилительного транзистора, дросселем - с резистивным делителем, средний вывод которого подключен через резистор к базе усилительного транзистора, а конденсатором - к общей шине.

Сущность изобретения поясняется чертежом, на котором приведена схема устройства.

Устройство автоматической регулировки усиления состоит из усилительного транзистора 1, в базовую цепь которого через конденсатор 2 подается напряжение сигнала. В цепь коллектора усилительного транзистора 1 включен резонансный контур, содержащий конденсатор 3 и катушку индуктивности 4. Напряжение регулировки подводится к базе регулировочного транзистора 5, зашунтированной по переменной составляющей напряжения сигнала конденсатором 6. Коллекторы регулировочного транзистора 5 и усилительного транзистора 1 соединены между собой по переменной составляющей напряжения конденсатором 7, а их эмиттеры непосредственно соединены между собой и подключены к общей шине. В цепь коллектора регулировочного транзистора 5 включен дроссель 8, резистивный делитель 9, 10, средняя точка которого подключена к базе усилительного транзистора 1 через резистор 11 и по переменной составляющей напряжения зашунтирована конденсатором 12. Дроссель 8 используется для снижения эффекта шунтирования резонансной нагрузки резистором 9.

ВУ 9797 С1 2007.10.30

В момент подачи на вход усилительного транзистора 1 напряжения сигнала, не превышающего номинальное значение, постоянная составляющая напряжения регулировки, снимаемая с эмиттера триодного детектора АРУ (на чертеже не приведен), имеет такое значение, при котором ток коллектора регулировочного транзистора 5, равный $I_{ок5} = /31^{\wedge}5$, создает на резистивном делителе 9, 10 падение напряжения, не выводящее коллекторный переход этого транзистора в режим насыщения. Поэтому шунтирование резонансного контура импедансом, представляющим параллельно включенные сопротивление коллекторного перехода регулировочного транзистора 5 с последовательно соединенными дросселем 8 и резистором 9, незначительное. Ток базы усилительного транзистора 1 определяется напряжением смещения, снимаемым со средней точки резистивного делителя 9, 10, и величиной резистора 11. Его значение

$$I_{б} = \frac{U_{н} - U_{R10}}{R_{11}} \quad (1)$$

U_{R10} - падение напряжения на резисторе 10 выбрано таким, чтобы коллекторный ток усилительного транзистора 1 $I_{ок1} = /? I_{б1}$ соответствовал режиму, обеспечивающему оптимальное усиление каскада.

С увеличением на входе усилителя напряжения сигнала происходит рост постоянной составляющей тока детектора, что приводит к повышению напряжения регулировки отрицательной полярности. В результате происходит повышение напряжения на базе регулировочного транзистора 5, приводящее, согласно выражения

$$I_{ок5} = \beta I_{с5} = \beta I_{с} \left(e^{\frac{eU_{пер}}{kT}} - 1 \right), \quad (2)$$

к возрастанию его коллекторного тока, существенному повышению падения напряжения на резистивном делителе 9, 10 и переходу регулировочного транзистора 5 в режиме насыщения, сопровождаемый резким снижением его выходного сопротивления (с 10^5 Ом до $2 \div 5 \cdot 10^2$ Ом).

Это обуславливает эффективное шунтирование эквивалентного сопротивления резонансного контура, то есть значительное снижение коэффициента усиления, поскольку $K_1 = S_q \cdot R_H$, S_q - динамическая крутизна усилительного транзистора.

Возрастание тока коллектора регулировочного транзистора 5 приводит, как следует из зависимости (1), к уменьшению тока базы усилительного транзистора 1 вследствие повышения падения напряжения на резисторе 10 и его коллекторного тока (см. выражение (2)), что обуславливает снижение крутизны усилительного транзистора, поскольку он работает в области выходных характеристик, где $S_q \approx \alpha I_{ок}$, а соответственно и коэффициента усиления.

Следовательно, глубина регулировки усиления, достигаемая с помощью предлагаемого устройства автоматической регулировки усиления, определяется выражением $\sigma = \frac{K_{онт}}{K_{мин}} = \sigma_1 \cdot \sigma_2$, где σ_1 - глубина регулировки усиления, обусловленная шунтированием резонансного контура 3, 4 усилительного каскада сопротивлением коллекторного перехода регулировочного транзистора 5; σ_2 - глубина регулировки усиления, обусловленная снижением крутизны усилительного транзистора 1 путем уменьшения его коллекторного тока.

Например, глубина регулировки коэффициента усиления усилителя с предлагаемым устройством для автоматической регулировки, собранных на транзисторах типа I ТЗ08Б и

ВУ 9797 С1 2007.10.30

2Т312Б, составляет 42 дБ при изменении напряжения регулировки на 0,65 В. Для прототипа глубина регулировки не превышает 30 дБ.

Таким образом, предлагаемое устройство автоматической регулировки усиления в сравнении с известными устройствами АРУ того же назначения имеет повышенную эффективность регулировки коэффициента усиления по напряжению, поскольку оно обладает более высоким диапазоном изменения коллекторного тока усилительного транзистора и выходного импеданса регулировочного транзистора при одинаковом уровне изменения напряжения регулировки.

Источники информации:

1. Заявка Японии 44-12642, кл. 98(5), 1971.
2. А.с. СССР 261471, МПК³ 21a⁴, 29/03, 1968.
3. Заявка Великобритании 276035, МПК Н 03D 3/30, 1972.
4. Заявка Японии 44-24042, кл. 98(5), 1969.