



(19) **KG** (11) **409** (13) **C2** (46) **29.11.2024**

(51) **G05F 1/56** (2023.01)

ГОСУДАРСТВЕННОЕ АГЕНТСТВО ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНОЙ СОБСТВЕННОСТИ И ИННОВАЦИЙ
ПРИ КАБИНЕТЕ МИНИСТРОВ КЫРГЫЗСКОЙ РЕСПУБЛИКИ (КЫРГЫЗПАТЕНТ)

(12) ОПИСАНИЕ ИЗОБРЕТЕНИЯ

к патенту Кыргызской Республики

(21) 20230048.1

(22) 10.07.2023

(46) 29.11.2024. Бюл. № 11

(76) Цыбов Николай Николаевич (KG)

(56) Патент RU № 541239, H02H 7/10,
21.01.1977

(54) **Устройство уравнивания токов мощ-
ных составных каскадов**

(57) Изобретение относится к электронике и может быть использовано в мощных выходных составных каскадах линейных стабилизаторов постоянного напряжения, а также в мощных составных выходных каскадах усилителей звукового диапазона.

Задачей изобретения является повышение точности уравнивания токов параллельно включенных транзисторов, при значительных разбросе коэффициентов усиления, а также уменьшение мощности потерь на эмиттерных уравнивающих сопротивлениях.

Поставленная задача решается тем, что устройство уравнивания токов мощных составных каскадов, содержит сопротивление нагрузки, параллельно включенные транзисторы, эмиттеры которых соединены с токоуравнивающими резисторами, вновь введенные корректирующие транзисторы, включенные между базами мощных транзисторов и общим проводом, при этом сигналы рассогласования выделяются и усиливаются вновь введенными операционными усилителями, входа которых соединены с эмиттерами мощных транзисторов, а выходы операционных усилителей через резисторы соединены с базами корректирующих транзисторов через токоограничивающие резисторы, при этом между базой и коллектором каждого корректирующего транзистора введены сопротивление отрицательной обратной связи.

1 н. п. ф., 2 фиг.

(19) **KG** (11) **409** (13) **C2** (46) **29.11.2024**

3

Изобретение относится к электронике и может быть использовано в мощных выходных составных каскадах линейных стабилизаторов постоянного напряжения, а также в мощных составных выходных каскадах усилителей звукового диапазона.

Известно устройство для выравнивания токов двух параллельно включенных транзисторов, содержащее транзисторы T1 и T2, включенные параллельно, токовыравнивающий реактор, содержащий две встречно намотанные обмотки, выводы которых соединены с эмиттерами транзисторов T1 и T2, а средняя точка токовыравнивающего реактора соединена с точкой общего провода управления. (RU № 283324, МПК H03k 1/02, 06.10.1970).

Недостатками аналога является малая точность уравнивания токов транзисторов. Такой способ позволяет уравнивать токи транзисторов, коэффициенты усиления которых могут отличаться в 1,5 раза. При этом точность выравнивания составляет 10-15 %. Также недостатком является большие потери мощности на реакторе.

Наиболее близким прототипом является устройство токовой защиты параллельно включенных транзисторов, содержащее параллельно включенные транзисторы, токовыравнивающие резисторы, реагирующий орган, исполнительный орган и сопротивление нагрузки R_H . (RU № 541239, МПК H02H 7/10, 21.01.1977).

Недостатками прототипа является малая точность уравнивания токов транзисторов. Такой способ позволяет уравнивать токи транзисторов коэффициенты усиления, которых могут отличаться в 1,5-2 раза. При этом точность выравнивания составляет 10-15 %.

Задачей изобретения является повышение точности уравнивания токов параллельно включенных транзисторов, при значительных разбросе коэффициентов усиления, а также уменьшение мощности потерь на эмиттерных уравнивающих сопротивлениях.

Поставленная задача решается тем, что устройство уравнивания токов мощных составных каскадов, содержит сопротивление нагрузки, параллельно включенные транзисторы, эмиттеры которых соединены с токовыравнивающими резисторами, вновь введенные корректирующие транзисторы, вклю-

4

ченные между базами мощных транзисторов и общим проводом, при этом сигналы рассогласования выделяются и усиливаются вновь введенными операционными усилителями, входа которых соединены с эмиттерами мощных транзисторов, а выходы операционных усилителей через резисторы соединены с базами корректирующих транзисторов через токоограничивающие резисторы, при этом между базой и коллектором каждого корректирующего транзистора введены сопротивления отрицательной обратной связи.

На фигуре 1 приведена схема устройства уравнивания токов мощных составных каскадов.

Устройство уравнивания токов мощных составных каскадов содержит сопротивление нагрузки R_H , параллельно включенные транзисторы VT2 и VT4, эмиттеры которых соединены с токовыравнивающими резисторами R7 и R12, соединенными с общим проводом, вновь введенные корректирующие транзисторы VT1 и VT3, включенные между базами мощных транзисторов и общим проводом, вновь введенные операционные усилители AD1 и AD2, входа которых соединены с эмиттерами мощных транзисторов VT2 и VT4, а выходы операционных усилителей AD1 и AD2 через токоограничивающие резисторы R5 и R10 соединены с базами корректирующих транзисторов VT1 и VT3, при этом между базой и коллектором каждого корректирующего транзистора введены сопротивления отрицательной обратной связи R6 и R11.

Устройство уравнивания токов мощных составных каскадов работает следующим образом.

Эмиттерные токи мощных транзисторов VT2 и VT4 создают падения напряжения на их эмиттерных сопротивлениях R7 и R12 и если токи через мощные транзисторы равны, то и равны падения напряжения на сопротивлениях R7 и R12. Если токи через мощные транзисторы отличаются, то падения напряжения на эмиттерных сопротивлениях будут отличаться. Операционные усилители AD1 и AD2 усиливают разность падений напряжений на эмиттерных сопротивлениях, и усиленные сигналы подают на базы корректирующих транзисторов VT1 и VT3, которые при различии в величине тока через мощные тран-

5

зисторы уменьшают базовый ток того транзистора, в котором ток больше. Токоограничивающие сопротивления R5 и R10 предотвращают перегрузку выходов операционных усилителей, а резисторы отрицательной обратной связи R6 и R11 предотвращают генерацию составного каскада на высоких частотах.

Экспериментальное моделирование устройства уравнивания токов мощных составных каскадов подтвердило возможность уравнивать токи мощных транзисторов с точностью до 0.01 % при пятикратном отличии коэффициентов усиления (см. фиг. 2).

Введение операционных усилителей и корректирующих каскадов позволило уравни-

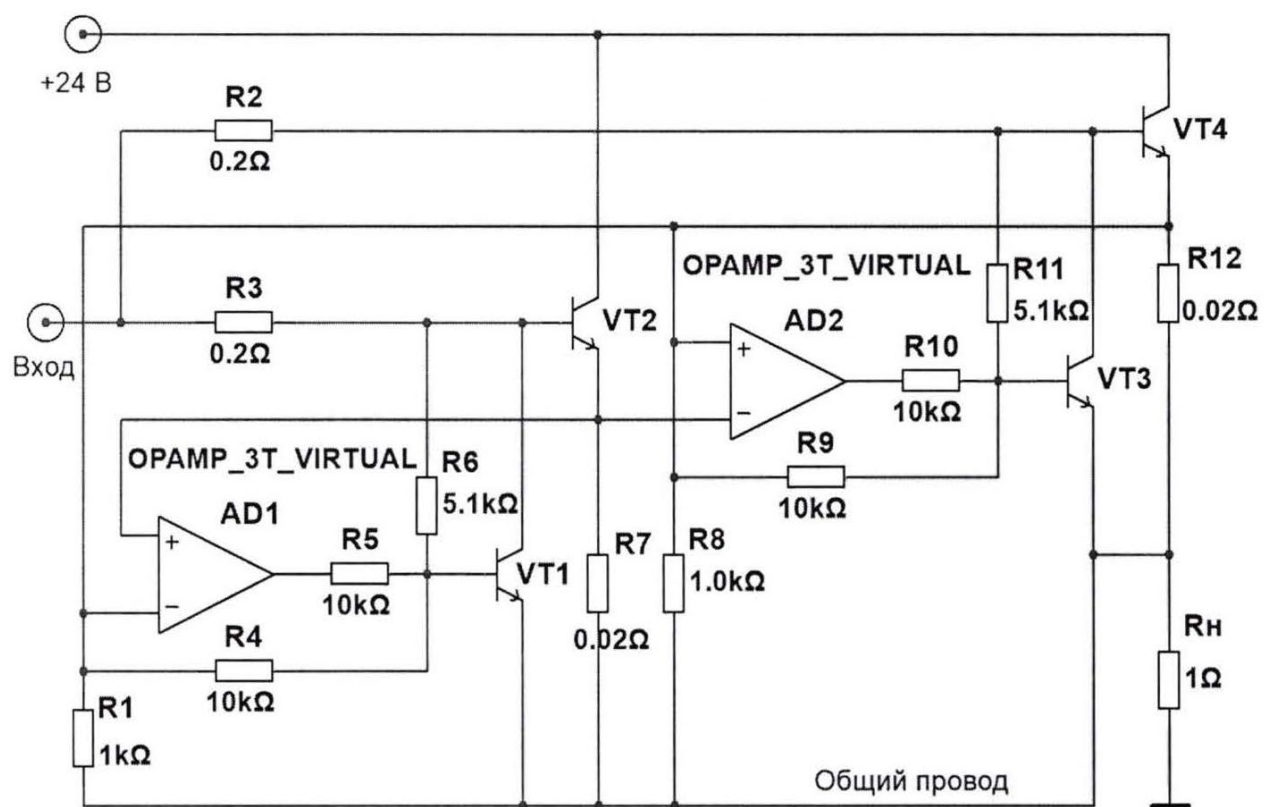
6

вать токи транзисторов (с точностью до 0.01 %), коэффициенты, усиления которых отличаются в 5 раз, а также уменьшить номиналы эмиттерных уравнивающих резисторов, что привело к сокращению как минимум в три раза мощности потерь на эмиттерных уравнивающих сопротивлениях. Традиционно допустимое падение напряжения на эмиттерных уравнивающих сопротивлениях составляет 0,7 В. В предлагаемом устройстве падение напряжения на эмиттерных уравнивающих сопротивлениях составляет 0.2 В. (При токе в каждом транзисторе по 10 А и эмиттерных сопротивлениях с номиналом 0,02 Ом).

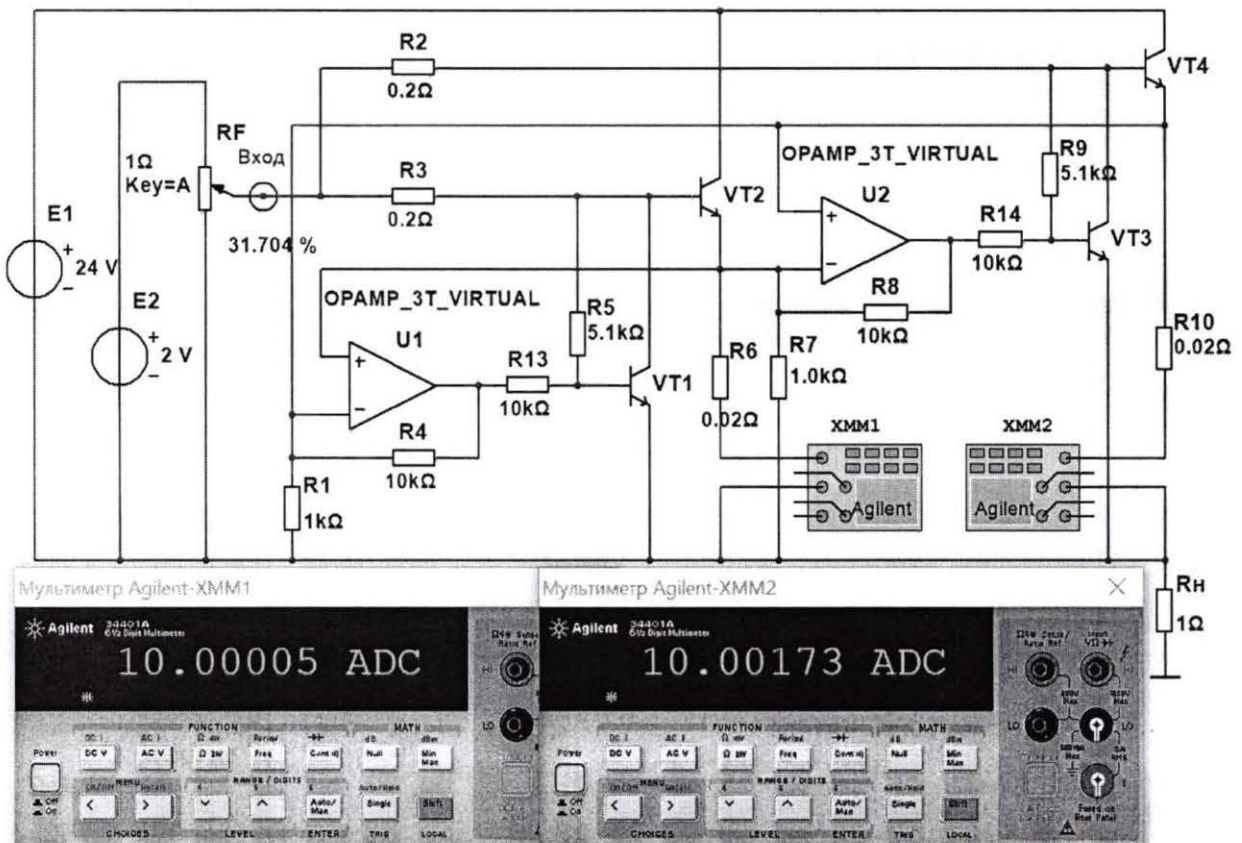
Ф о р м у л а и з о б р е т е н и я

Устройство уравнивания токов мощных составных каскадов, содержащее, сопротивление нагрузки, параллельно включенные транзисторы, эмиттеры которых соединены с токовыравнивающими резисторами, о т л и ч а ю щ е е с я т е м , ч т о у р а в н и в а н и е т о к о в м о щ н ы х т р а н з и с т о р о в о с у щ е с т в л я е т с я в н о в ь в в е д е н н ы м и к о р р е к т и р у ю щ и м и т р а н з и с т о р а м и , в к л ю ч е н н ы м и м е ж д у б а з а м и м о щ н ы х т р а н з и с т о р о в и о б щ и м п р о в о д о м , п р и э т о м

сигналы рассогласования выделяются и усиливаются вновь введенными операционными усилителями, входа, которых соединены с эмиттерами мощных транзисторов, а выходы операционных усилителей через резисторы соединены с базами корректирующих транзисторов через токоограничивающие резисторы, при этом между базой и коллектором каждого корректирующего транзистора введены сопротивления отрицательной обратной связи.



Фиг. 1. Устройство уравнивания токов мощных составных каскадов



Фиг. 2. Моделирование устройства уравнивания токов мощных составных каскадов

Выпущено отделом подготовки официальных изданий