

ДР 1755 пр - 482

МИНИСТЕРСТВО ВЫСШЕГО И СРЕДНЕГО СПЕЦИАЛЬНОГО ОБРАЗОВАНИЯ
РСФСР

Томский ордена Октябряской Революции и ордена Трудового
Красного Знамени политехнический институт им.С.М.Кирова

УДК 621.316.722.1:621.382

С.И.Владимиров, В.Г.Большаков, В.К.Ясельский,
М.Ф.Ткаченко

ПОСТРОЕНИЕ ИСТОЧНИКА ОПОРНОГО НАПРЯЖЕНИЯ С
РЕГУЛИРУЕМЫМ ТЕМПЕРАТУРНЫМ КОЭФФИЦИЕНТОМ ДЛЯ
ПРЕЦИЗИОННЫХ СТАБИЛИЗАТОРОВ НАПРЯЖЕНИЯ

Томск - 1981

Одним из современных способов построения высоковольтных стабилизированных источников напряжения является способ, изложенный в [1].

Для данного способа характерно следующее:

- отказ от классической схемы преобразования низковольтного напряжения постоянного тока в переменное с последующим повышением напряжения с помощью трансформатора и последующим выпрямлением;

- использование компенсационного принципа с применением в цепи обратной связи операционного усилителя;

- использование в качестве опорного напряжения падение напряжения на резисторе от протекающего через него тока, генерируемого источником тока (ИТ).

Основное внимание авторов [1] уделено построению ИТ на биполярных транзисторах с предъявлением требования максимальной температурной стабильности генерируемого тока. Между тем нехудших результатов можно добиться при построении ИТ на основе полевых транзисторов. При этом существенно упрощается настройка ИТ и уменьшается количество используемых элементов. Кроме того, как будет показано ниже, появляется легко реализуемая возможность термокомпенсации дрейфа остальных элементов стабилизированного источника напряжения, что приводит к повышению термостабильности выходного напряжения стабилизированного источника в целом.

Известно [2], что температурное поведение тока стока полевых транзисторов обусловлено влиянием трех основных эффектов:

- изменением тока утечки через закрытый $p-n$ переход "затвор-канал", которое при наличии в цепи затвора высокоомного резистора приводит к изменению напряжения смещения затвора;

- изменением контактной разности потенциалов $p-n$ перехода;

- зависимостью удельного сопротивления канала от температуры.

Наибольший вклад вносят второй и третий эффекты, действие которых противоположно: второй эффект вносит положительный, а третий - отрицательный вклад в результирующий температурный коэффициент тока стока (α_{I_c}). В связи с этим можно путем установки рабочей точки в определенный режим получить независимость тока стока I_c от температуры в её достаточно широ-

Ком интервале.

В целях получения представления о зависимости α_{Ic} от величины тока стока испытывалась схема ИТ, изображенная на рис. 1. Величина тока изменялась посредством изменения напряжения смещения затвора с помощью резистора $R1$. Транзистор $V1$ помещался в термошкаф и нагревался отдельно от остальной части схемы. Результаты серии опытов, усредненные в интервале температур $+25 \div 75^\circ\text{C}$, а также по партии транзисторов $n = 100$ шт., представлены на рис. 2 и рис. 3 в разных диапазонах тока стока. Из рисунков видно, что при изменении тока стока в диапазоне $0,02 \div 1,5$ мА температурный коэффициент тока стока, равный

$$\alpha_{Ic} = \frac{\Delta I_c}{I_c \cdot \Delta T} \quad (1)$$

в указанном интервале температур $\Delta T = 50^\circ\text{C}$ изменяется от $-2 \cdot 10^{-3}$ до $+10^{-4}$ град $^{-1}$.

Отсюда возникает возможность компенсации температурного дрейфа остальных элементов схемы источника тока.

Измерения показали, что температурная нестабильность $U_{эт}$ (рис. 1), вызванная температурной нестабильностью резисторов $R1$ типа СП-14 и резистора $R2$ типа С5-5, имеет величину -10^{-5} град $^{-1}$ в интервале температур $+25 \div +75^\circ\text{C}$. Выбор из таблиц, составленных при испытаниях конкретного типа транзистора, соответствующих значений величин тока стока позволяет уменьшить температурный коэффициент напряжения (ТКН) $U_{эт}$ до величины меньшей, чем $2 \cdot 10^{-6}$ град $^{-1}$. Например, изменение температуры от $+25^\circ\text{C}$ до $+75^\circ\text{C}$ привело для данного скомпенсированного источника эталонного напряжения уход меньший, чем 0,5 мВ на уровне 3,000 В.

Примерно такими же температурными характеристиками обладает и источник тока, схема которого изображена на рис. 4. Эксперимент показал, что температурные характеристики такого ИТ определяются в основном температурными характеристиками транзистора $V1$. Источник тока, выполненный по схеме согласно рис. 4, обладает также более высоким выходным сопротивлением, что обуславливает малое изменение тока при изменении $R2$ и, следовательно, меньшее изменение положения рабочей точки $V1$, а значит и меньшую зависимость α_{Ic} от $R2$.

Другое преимущество данной схемы состоит в существенно меньшей зависимости $U_{эм}$ от E_n . Если данную зависимость охарактеризовать коэффициентом стабилизации $K_{ст}$, равным

$$K_{ст} = \frac{\frac{\Delta U_{вых}}{U_{вых}}}{\frac{\Delta E_n}{E_n}},$$

то, как видно, из экспериментально полученных значений (таблица I), $K_{ст}$ у данного источника тока по меньшей мере на порядок больше, чем у ИТ, показанного на рис. I.

Таким образом, применение источника тока с регулируемым температурным коэффициентом в качестве источника опорного напряжения позволяет сравнительно просто осуществить температурную компенсацию выходного напряжения стабилизированных источников питания в достаточном для практики диапазоне температур. При этом для питания источника опорного напряжения на основе ИТ не требуется высокостабилизированного напряжения. Практическое применение предлагаемого подхода должно учитывать малую нагрузочную способность данных источников эталонного напряжения при выборе сопротивления нагрузки.

Л И Т Е Р А Т У Р А

1. Галюка Н.Б., Ковальчук Н.Г., Пилищук Е.С. Высоковольтный источник питания. Приборы и системы управления. 1977, №7.
2. Милехин А.Г. Радиотехнические схемы на полевых транзисторах. М., Энергия, 1976.

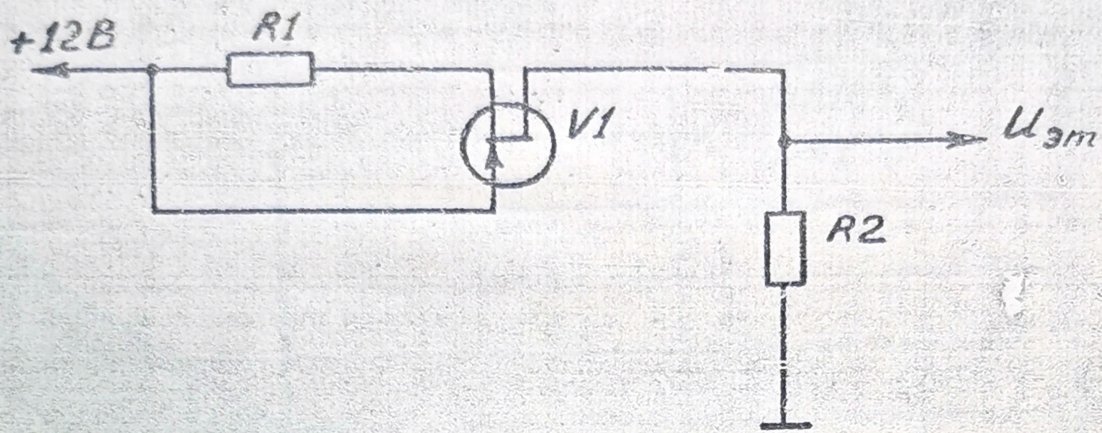


Рис. 1 Источник тока на одном транзисторе

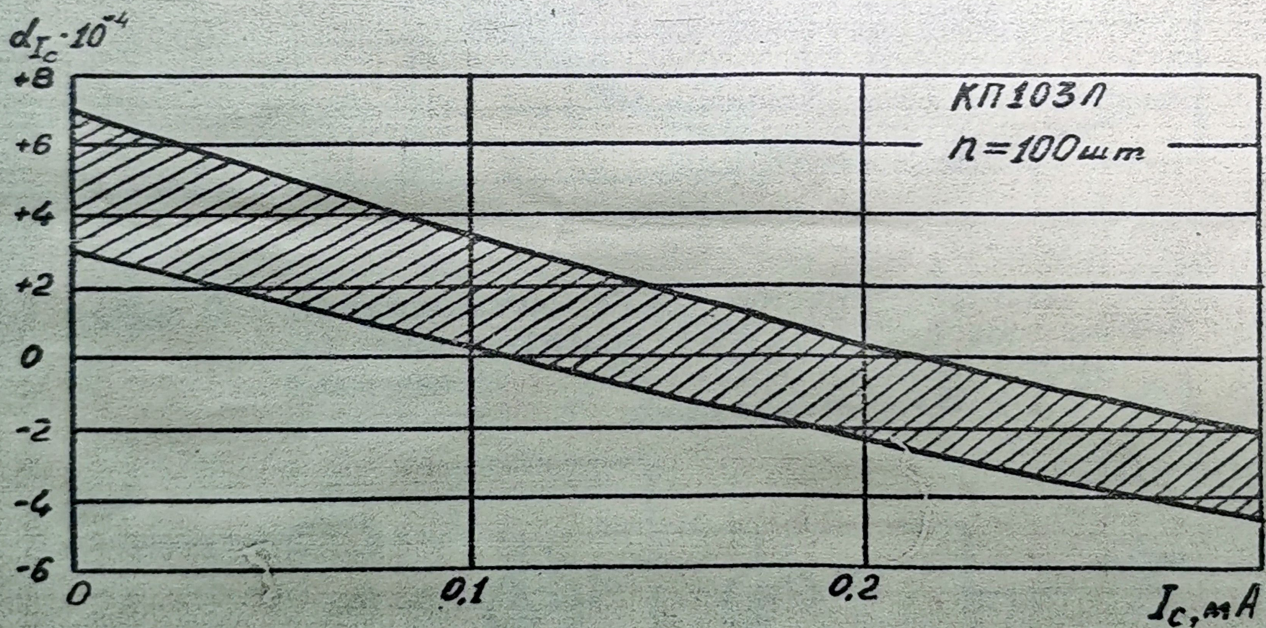


Рис. 2. Зависимость α_{Ic} от тока стока I_c на транзисторе KP103L в интервале температур $+25 \div +75^\circ\text{C}$ (ток стока изменялся в диапазоне $0,02 \div 0,3\text{mA}$).

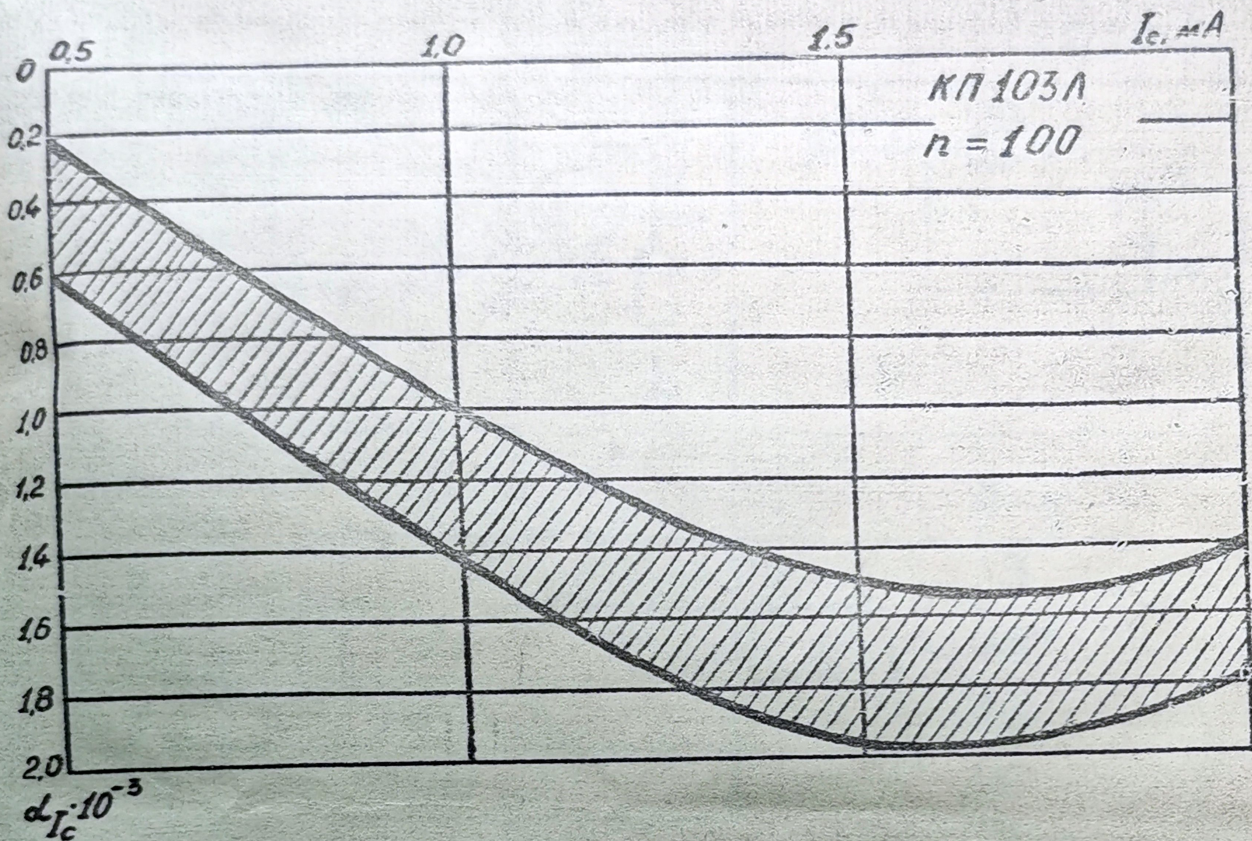


Рис.3. Зависимость α_{Ic} от тока стока I_c на транзисторе KP103A в интервале температур $+25 \div +75^\circ\text{C}$ (ток стока изменялся в диапазоне $0.3 \div 1.5 \text{ mA}$).

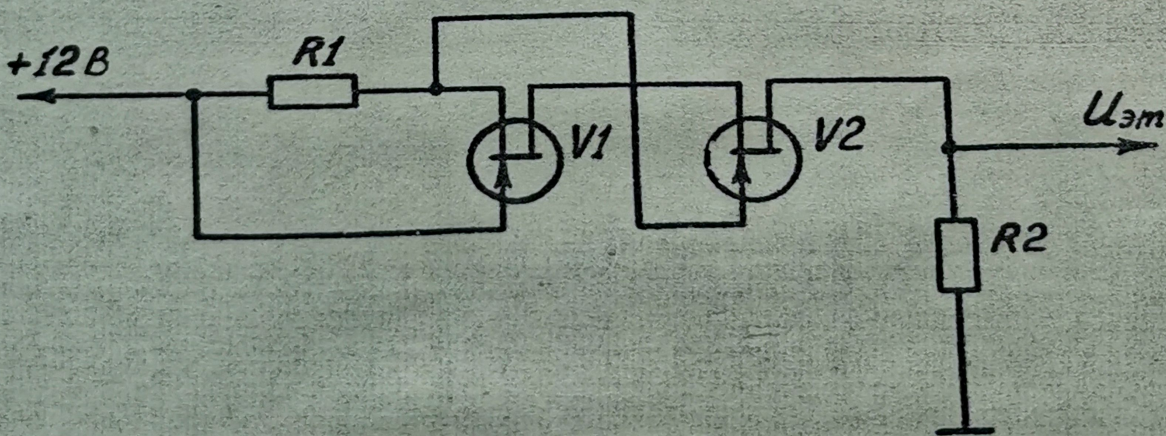
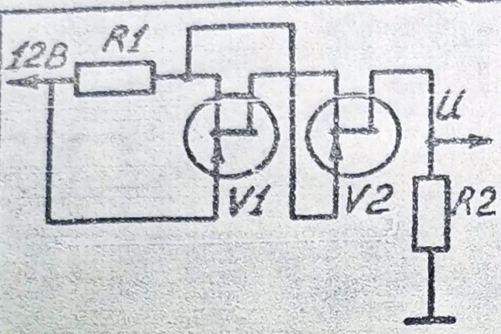
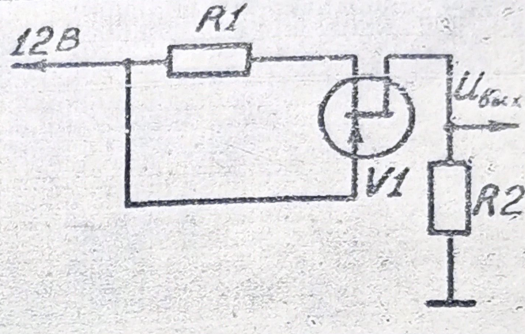


Рис.4. Источник тока на двух полевых транзисторах

Таблица 1

		
$U_{\text{вых}}$ (В)	$K_{\text{см}}$	$K_{\text{см}}$
9	20	3
5	70	10
1	140	20
0,5	400	30