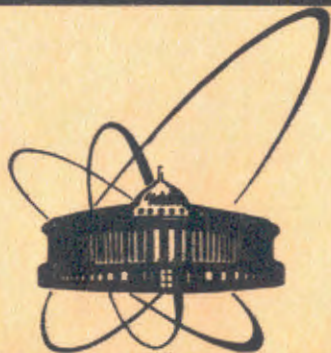


85-798



**СООБЩЕНИЯ
ОБЪЕДИНЕННОГО
ИНСТИТУТА
ЯДЕРНЫХ
ИССЛЕДОВАНИЙ
ДУБНА**

P10-85-798

Г.Р.Алимов, Б.Г.Ирханов, Н.М.Лустов, Б.Ю.Семенов

**ПРЕЦИЗИОННЫЙ СТАБИЛИЗАТОР НАПРЯЖЕНИЯ
С МОСТОВОЙ СХЕМОЙ ФОРМИРОВАНИЯ ТОКА
ОПОРНОГО ЭЛЕМЕНТА**

1985

Общая нестабильность источника опорного напряжения /ИОН/, выполненного на стабилитроне, складывается из трех составляющих: температурной ΔV_T , временной ΔV_t и обусловленной изменением тока стабилитрона ΔV_I :

$$\Delta V_{\Sigma} = \Delta V_T + \Delta V_t + \Delta V_I.$$

Первые две составляющие - параметры самого стабилитрона, последняя же зависит от характеристик других элементов схемы и ее конфигурации.

Величина температурного коэффициента напряжения для прецизионных стабилитронов составляет $\pm 0,05 \dots \pm 0,09$ мВ/К¹. Этот коэффициент определяет минимальное значение температурной нестабильности выходного напряжения ИОН, выполненного без термостатирования стабилитрона, и поэтому может служить критерием для выбора конфигурации схемы и типа ее элементов.

На рис. 1 изображены четыре схемы ИОН: а, б - простейшие одно- и двухкаскадные, в - описанная а² с использованием операционного усилителя /ОУ/ и г - предлагаемая, с ОУ и мостовой схемой формирования тока опорного стабилитрона. В таблице приведены выражения и численные значения составляющих нестабильности выходного напряжения для этих схем. Численные значения подсчитаны для случая использования в схемах стабилитрона типа КС191Р¹, операционного усилителя типа 140УД8³, резисторов /R, R1, R2/ типа С2-13 и С2-29⁴. Вывод приведенных в таблице выражений дается в приложении.

Из рис. 1 и таблицы видно, что предлагаемая схема имеет существенно меньшую нестабильность выходного напряжения, чем остальные рассматриваемые, ее суммарная нестабильность оказывается зависимой только от температурной и временной нестабильности используемого стабилитрона. Заметим также, что предлагаемая схема содержит меньшее количество прецизионных элементов, чем схема, изображенная на рис. 1в.

Принципиальная электрическая схема прецизионного стабилизатора напряжения /ПСН/ с мостовой схемой формирования тока опорного элемента изображена на рис. 2. VT1 служит усилителем тока. Выходной каскад выполнен в виде повторителя напряжения с использованием операционного усилителя на D2 и составного повторителя на транзисторах VT2, VT3. Напряжение, на выходе стабилизатора регулируется в пределах от 0 до 4 вольт.

Таблица 1

Составляющие нестабильности опорного напряжения для схем, изображенных на рис.1

Составляющая нестабильности опорного напряжения	Схема (рис.1)			
	а	б	в	г
За счет температурного дрейфа напряжения стабилизации стабилитрона, мВ/К			$TKU = \pm 0,05$	
За счет температурного дрейфа сопротивления токозадающего резистора, мВ/К			$M \cdot I \cdot TKC(R) = 150 \cdot TKC(R) = \pm 0,015$	
За счет изменения на 1% напряжения питания, мВ	± 3	$\pm 0,3$	-	-
За счет температурного дрейфа напряжения смещения операционного усилителя, мВ/К	-	-	$TKU_{CM} = \pm 0,05$	$\frac{I}{R} \cdot TKU_{CM} = 0,015 \cdot TKU_{CM} = \pm 0,00075$
За счет температурного дрейфа коэффициента передачи делителя $R1, R2$, мВ/К	-	-	$U_{ст} \frac{2R1}{R2} \cdot TKC(R1, R2) = \pm 1$	-

Примечание: I - 10 мА - ток стабилитрона; r - дифференциальное сопротивление стабилитрона; TKC - температурный коэффициент сопротивления резисторов R, R1, R2^{1/4}; TKU_{CM} - температурный коэффициент напряжения смещения операционного усилителя.

Испытания показали, что температурная нестабильность описываемого ПСН менее 5 мкВ/°С в интервале от 20°С до 40°С, т.е. значительно меньше справочного значения подобного параметра для используемых стабилитронов.

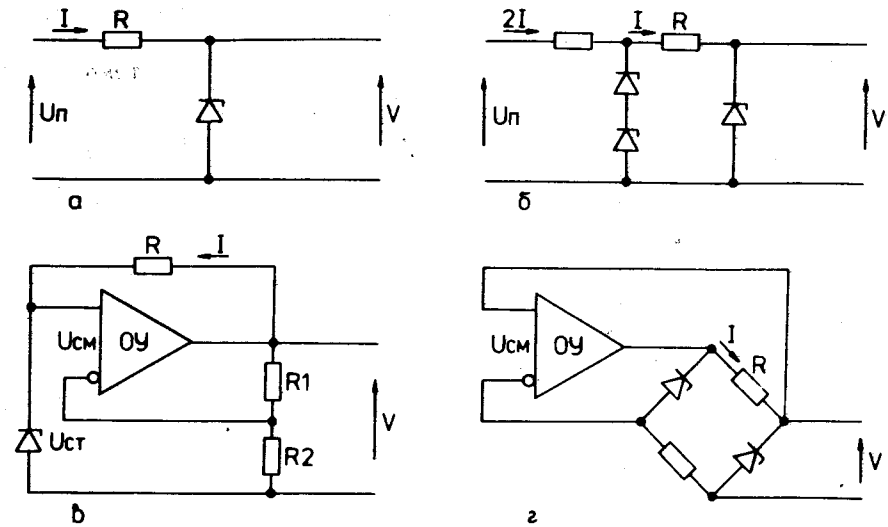


Рис.1. Способы формирования тока стабилитрона. V - выходное /опорное/ напряжение; U_п - напряжение питания; R - токозадающий резистор опорного стабилитрона; I - ток опорного стабилитрона; U_{см} - напряжение смещения операционного усилителя; R1, R2 - резисторы делителя выходного напряжения.

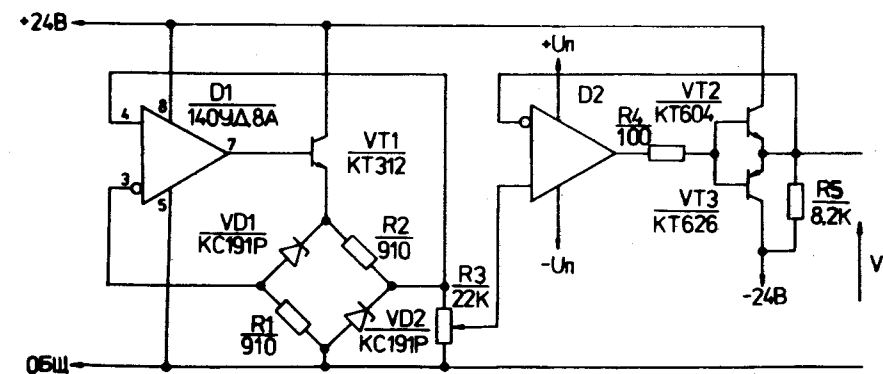


Рис.2. Принципиальная электрическая схема прецизионного стабилизатора напряжения.

ПРИЛОЖЕНИЕ

1. Нестабильность опорного напряжения, связанная с температурным дрейфом сопротивления токозадающего резистора R /рис.1а, б, в, г/.

Напряжение на стабилитроне может быть представлено в виде суммы двух составляющих

$$U_{ст} = U + I_r = U + \frac{U_R}{R} \cdot r, \quad \text{П1}$$

где U - часть напряжения стабилитрона, не зависящая от тока через него; I - ток через стабилитрон; r - динамическое сопротивление стабилитрона; U_R - напряжение на резисторе R.

Дифференцируя П1, получим

$$\frac{\partial U_{ст}(R)}{\partial T} = \frac{U_R r}{R} \cdot \frac{1}{R} \frac{\partial R}{\partial T},$$

где $\frac{U_R}{R} = I$ - ток стабилитрона; $\frac{1}{R} \frac{\partial R}{\partial T} = \text{TKC}$ - температурный коэффициент сопротивления резистора R.

Следовательно,

$$\frac{\partial U_{ст}(R)}{\partial T} = I \cdot \text{TKC}(R) = 150 \text{ TKC}(R) \text{ [мВ/К]}.$$

2. Составляющая нестабильности опорного напряжения, связанная с температурным дрейфом напряжения смещения U_У.

Для схемы на рис.1в. имеем

$$V = U_{ст} \left(\frac{R2}{R1} + 1 \right) + U_{см}.$$

$$\frac{\partial V(U_{см})}{\partial T} = \frac{\partial U_{см}}{\partial T} = \text{TKU}_{см},$$

где TKU_{см} - температурный коэффициент напряжения смещения U_У.

Для схемы на рис.1г можно записать

$$\Delta V(U_{см}) = \frac{r}{R} U_{см}.$$

где ΔV(U_{см}) - составляющая выходного опорного напряжения, связанная с напряжением U_{см}.

$$\frac{\partial \Delta V(U_{см})}{\partial T} = \frac{r}{R} \frac{\partial U_{см}}{\partial T} = \frac{r}{R} \text{TKU}_{см}.$$

3. Составляющая нестабильности опорного напряжения за счет температурного дрейфа сопротивлений R1, R2 выходного делителя /рис.1в/

$$V = U_{ст} \left(\frac{R1}{R2} + 1 \right) + U_{см}.$$

$$\frac{\partial V(R1/R2)}{\partial T} = U_{ст} \frac{\partial (R1/R2)}{\partial T} = U_{ст} \left[\frac{R1}{(R2)^2} \cdot \frac{\partial R2}{\partial T} + \frac{R1}{R2} \cdot \frac{1}{R1} \cdot \frac{\partial R1}{\partial T} \right] =$$

$$= U_{ст} \frac{R1}{R2} [\text{TKC}(R1) + \text{TKC}(R2)],$$

где TKC/R1/ и TKC/R2/ - температурный коэффициент сопротивлений резисторов R1, R2 соответственно.

В наиболее неблагоприятном случае и при равных TKC резисторов получим

$$\frac{\partial V(R1/R2)}{\partial T} = U_{ст} \cdot 2 \frac{R1}{R2} \cdot \text{TKC}.$$

ЛИТЕРАТУРА

1. Полупроводниковые приборы: диоды, тиристоры, оптоэлектронные приборы. Справочник /под ред.Н.Н.Горюнова/. Энергоатомиздат, М., 1984.
2. Хоровиц П., Хилл У. Искусство схемотехники, "Мир", М., 1984, т.1, с.317.
3. Аналоговые и цифровые интегральные микросхемы. Справочное пособие /под ред.С.В.Якубовского/. "Радио и связь", М., 1985.
4. Резисторы. Справочник /под ред.И.И.Четверткова/. Энергоиздат, М., 1981.

Рукопись поступила в издательский отдел
6 ноября 1985 года.

Алимов Г.Р. и др.

P10-85-798

Прецизионный стабилизатор напряжения
с мостовой схемой формирования тока опорного
элемента

Для прецизионного стабилизатора напряжения с мостовой схемой формирования тока опорного элемента приведен вывод зависимости общей нестабильности от параметров элементов схемы. Показано, что общая нестабильность для этого случая определяется, практически, временной и температурной нестабильностью опорного стабилитрона и не зависит от каких-либо других факторов.

Определенная при измерениях на нескольких образцах общая температурная нестабильность стабилизатора составила менее 5 мкВ/К.

Работа выполнена в Отделе новых методов ускорения ОИЯИ.

Сообщение Объединенного института ядерных исследований. Дубна 1985

Перевод О.С.Виноградовой

Alimov G.R. et al.

P10-85-798

Precision Voltage Stabilizer with the Bridge
Circuit of Forming the Current on Reference Element

The dependence of general instability on parameters of circuit elements is derived for precision voltage stabilizer with a bridge circuit of forming the current on reference element. It is shown that for this case the general lack of stability is determined practically by time and temperature instability of reference stabilatron and does not depend on other factors. Determined by measurements on a few samples general temperature instability of the stabilizer was less than 5 μ V/K.

The investigation has been performed at the Department of New Acceleration Methods, JINR.

Communication of the Joint Institute for Nuclear Research. Dubna 1985