

## ГЕНЕРАТОР-КАЛИБРАТОР ГК-12

М. С. РОЙТМАН, Ю. М. ФОМИЧЕВ, Ю. А. БУЛАТОВ, Ю. Г. СВИНОЛУПОВ

(Представлена научным семинаром кафедры радиотехники)

Генератор-калибратор ГК-12 является первой отечественной многозначной мерой переменных напряжений с высокой долговременной стабильностью. Он отличается от ранее разработанных генераторов ГК-8 и ГК-10 также существенно улучшенными метрологическими свойствами и эксплуатационными характеристиками. Последнее обусловлено тем, что в нем отсутствуют какие-либо ручные регулировки. Это упрощает обслуживание и резко увеличивает производительность труда. Структурная схема ГК-12 приведена на рис. 1. Напряжение с выхода задающего генератора ЗГ поступает на две последовательно соединенные ступени стабилизации напряжения.

Целесообразность двух независимых контуров авторегулирования объясняется следующим. Изменения напряжения на выходе ЗГ при коммутациях частоты из-за вариации параметров схемы могут достигать 10%, а нестабильность выходной величины не должна превышать 0,005%. Следовательно, необходим коэффициент стабилизации  $G_{ст} \geq 2000$ . Одновременно желательны возможно больший запас по устойчивости и минимальный коэффициент третьей гармоники  $K_{зг}$  в области низких частот. В одноконтурной системе это реализуемо только при искусственном и очень существенном увеличении постоянной времени фильтра (см. выражения (1), (2) работы [1]), что резко повышает требования к допустимому уровню флуктуации напряжения на выходе ЗГ. Заметим также, что при использовании в качестве чувствительного элемента системы автостабилизации измерительного преобразователя (ИП) действующего значения, существенное увеличение постоянной времени ИП затруднительно, а в большинстве случаев даже и невозможно. В двухконтурной же системе авторегулирования ситуация сильно упрощается [1], так как  $G_{ст}$  равен произведению коэффициентов стабилизации  $G_1$ —первой ступени и  $G_2$ —второй, а  $K_{зг}$ —сумме коэффициентов третьей гармоники ступеней. В первом контуре стабилизации применен двухполупериодный измерительный преобразователь (ИП) среднего значения на операционном усилителе (рис. 2). Использование операционного усилителя с малым приведенным дрейфом (1УТ401А) и высокочастотных диодов (ГД508Б) позволяет построить ИП с хорошей частотной характеристикой и временной стабильностью. Как показали исследования,  $\delta_{ип}(f)$  не превышает  $\pm 0,2\%$  в диапазоне частот 20 гц — 200 кгц, а  $\delta_{ип}(t) \leq 0,1\%$ .

Для обеспечения малого  $K_{зг}$  во всем диапазоне частот, в ИП на частотах от 20 до 200 гц, автоматически переключается фильтр с одно-

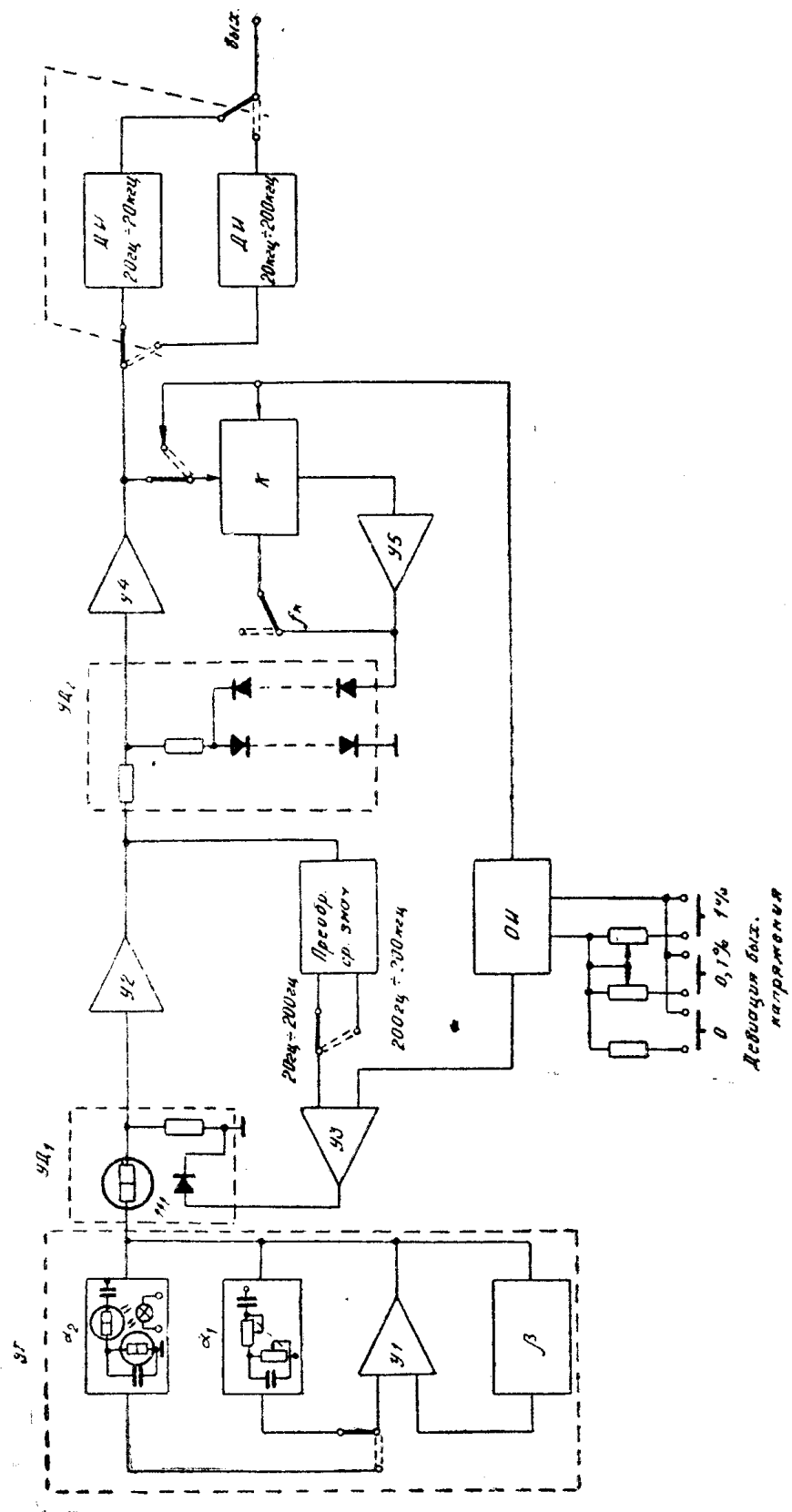


Рис. 1

звенного ( $R_7C_1$ ) на двухзвенный ( $R_7C_1R_8C_2$ ). Регулировка напряжения осуществляется оптроном, состоящим из светодиода АЛ102А и фоторезистора с малой инерционностью СФЗ-4Б.

Таким образом, система авторегулирования напряжения на низких частотах в первом приближении является системой третьего порядка.

Для принятого разнеса постоянных времени звеньев практическое значение коэффициента стабилизации превышает 500, а взято

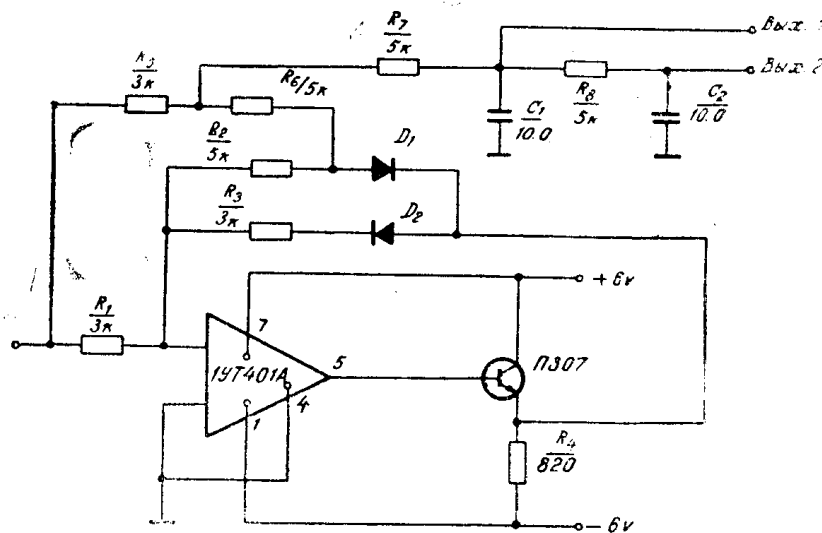


Рис. 2

$G_1 = 100-150$ . Второй контур авторегулирования с  $G_2 \sim 20$  состоит из компаратора действующего значения с автоматической коррекцией дрейфа [2]. С целью увеличения запаса устойчивости и уменьшения длительности переходных процессов для регулирования напряжения используется безынерционное звено (делитель на сопротивлениях и диодах УД<sub>2</sub>). В принятом узком диапазоне регулирования напряжения (2%) нелинейные искажения, вносимые регулирующим звеном, меньше 0,005%.

Задающий генератор (рис. 3) состоит из повторителя напряжения с полевым транзистором типа КП303 на входе, усилителя с коэффициентом передачи  $K = 3$  и инерционным нелинейным элементом (НСМ12×5) в цепи отрицательной обратной связи, RC-цепи положительной ОС. Для уменьшения нелинейных искажений повторитель в ЗГ выполнен по схеме двухкаскадного усилителя ( $T_1, T_2$ ) с динамической нагрузкой ( $T_3$ ) и почти стопроцентной последовательной ООС. Применение операционного усилителя (1УТ401Б) в ЗГ позволяет охватить его глубокой ООС без потери эффективности во всем частотном диапазоне. Кроме того, сопротивлением  $R_5$  можно регулировать коэффициент второй гармоники повторителя и всего генератора и свести его к значениям порядка 0,005% при выходном напряжении до 2 в.

Весь частотный диапазон разбит на 4 декады. Переключение декад осуществляется коммутацией емкостей, а изменение частоты в пределах каждой декады—вариацией спаренных сопротивлений. Предусмотрена возможность дистанционного управления частотной генерации. Сканирование в пределах декады осуществляется двумя идентичными фоторезисторами, освещаемыми лампой накаливания типа НСМ 6,3×20 (см. рис. 1). Идентичность во всем диапазоне достигается применением

матрицы фотосопротивления. Декадное изменение частоты производится автоматическим переключением емкостей фазирующей цепи.

Для получения малых значений нелинейных искажений и выходного сопротивления в усилителе мощности используется аддитивная коррекция по мгновенному значению погрешности коэффициента передачи.

Все градации напряжения ниже основного предела 10 в получаются с помощью пятидесятиградного индуктивного делителя. Первые три декады выполнены по лестничному способу намотки [3].

Одной из основных особенностей делителя является то, что для достижения малой частотной погрешности до 200 кГц он состоит из двух

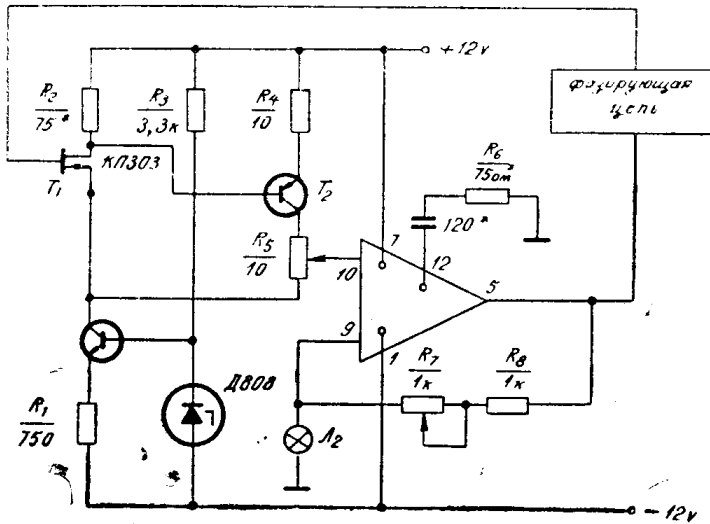


Рис. 3

одновременно переключаемых декадных индуктивных делителей. Первый работает в диапазоне от 20 Гц до 20 кГц, а второй—от 20 до 200 кГц.

В ГК-12 также предусмотрена возможность девиации выходного напряжения в заданных пределах. Изменение выдаваемого напряжения осуществляется за счет первой и второй петли автостабилизации при точно заданном отклонении уровня опорного напряжения.

#### ЛИТЕРАТУРА

1. М. С. Ройтман. Многозначные меры переменных напряжений. Настоящий сборник.
2. М. С. Ройтман, Ю. Г. Свинолупов, Ю. А. Булатов. Компараторы переменных напряжений с высокой долговременной стабильностью. Настоящий сборник.
3. А. И. Крамнюк, М. С. Ройтман. Широкополосные индуктивные делители напряжения. Настоящий сборник.