

УДК 621.317.7.001.6

ГЕНЕРАТОР-КАЛИБРАТОР ГК-12А

Ю. М. ФОМИЧЕВ, Ю. Н. ВАРАКУТА, Ю. Г. СВИНОЛУПОВ

(Представлена научным семинаром кафедры радиотехники)

Дано описание модернизированного источника калиброванного напряжения ГК-12А. Приводится описание основных узлов калибратора, подвергшихся модернизации, и причин, вызвавших ее.

Принципиальным изменениям подверглись задающий генератор, управляемый делитель и дифференциальный компаратор. Анализируется влияние переходных процессов на выходе компаратора от инерционности коммутатора на выходное напряжение и дано конкретное решение, позволяющее избавиться от этого недостатка. Приводятся технические характеристики генератора-калибратора ГК-12А.

Иллюстраций 4, библиографий 5.

Генератор-калибратор ГК-12А является модернизированным вариантом ранее разработанного калибратора ГК-12 [1].

Необходимость модернизации ГК-12 была вызвана следующими причинами:

1. Недостаточная инерционность нелинейного элемента в задающем генераторе (лампочка накаливания) приводила к появлению больших нелинейных искажений в области низких частот.

2. Малый коэффициент передачи цепи обратной связи задающего генератора по огибающей приводил к появлению значительной неравномерности частотной характеристики ЗГ ($\pm 10\%$), чем, собственно, и было обусловлено применение двухпетлевой системы стабилизации.

3. При переключении фотоэлектрического компаратора на коррекцию вторая петля стабилизации выходного уровня калибратора оказывалась разорванной и выдаваемый сигнал в течение времени коррекции ($5 \div 10$ сек) не контролировался.

4. На выходе калибратора появлялся выброс напряжения из-за переходного процесса, возникающего при переключениях во второй петле автостабилизации.

Благодаря новым решениям отдельных звеньев, оказалось возможным упростить структуру калибратора и одновременно улучшить его метрологические свойства.

Принципиальным изменениям подвергались задающий автогенератор (ЗГ), управляемый делитель [2] и дифференциальный компаратор с автоматической коррекцией дрейфа.

В задающем генераторе (рис. 1) вместо лампы накаливания используется система амплитудной стабилизации частотонезависимым обостряющим звеном на входе [3]. В качестве такого звена используется обратносмещенный диод (D_1). На выходе его сигнал ошибки существует только в момент превышения напряжением сигнала ($U_{\text{вых}}$)

опорного напряжения ($U_{оп}$), т. е. представляет собой отсеченные вершины синусоид одной полярности. Затем импульсный сигнал ошибки усиливается усилителем (U_2), который должен быть неинвертирующим для обеспечения отрицательной обратной связи по огибающей и широкополосным для постоянства коэффициента стабилизации в широком диапазоне частот. Усиленный сигнал ошибки выпрямляется

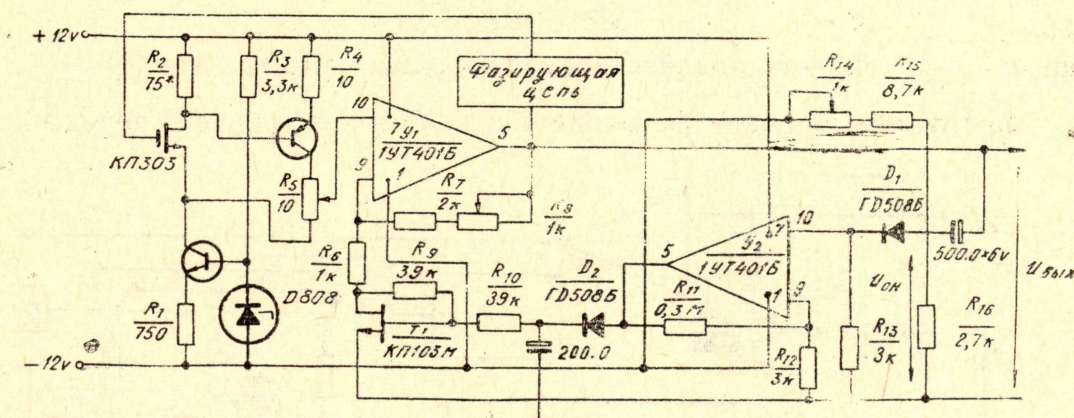


Рис. 1

амплитудным детектором (D_2) и поступает на затвор полевого транзистора (T_1). Для уменьшения нелинейных искажений, вносимых цепью отрицательной обратной связи усилителя (U_1), стокзатворные характеристики T_1 линейризуются с помощью обратной связи со стока на затвор с коэффициентом передачи равным 0,5. Применение такой системы авторегулирования позволяет получить большой коэффициент стабилизации без увеличения инерционности и нелинейных искажений на низких частотах [3]. Задающий генератор в ГК-12А имеет нелинейные искажения меньше 0,05% и неравномерность частотной характеристики (0,1—0,2)% во всем диапазоне частот. Это, в свою очередь, позволило упростить функциональное построение ГК-12А, так как при допустимой неравномерности частотной характеристики калибратора 0,01% необходимый коэффициент стабилизации последующих звеньев, равный $10 \div 20$, легко обеспечивается одной петлей авторегулирования, включающей в себя усилитель мощности ($УМ$), компаратор с автоматической коррекцией дрейфа и управляемый делитель на полевом транзисторе ($УД$) (рис. 2).

В компараторе используется метод разновременной коррекции двух поочередно работающих измерительных каналов. Суть метода заключается в том, что в компараторе применяются два измерительных преобразователя ($R_{\phi 1}$, ЛН1, $R_{\phi 2}$, ЛН2), поочередно осуществляющих функции измерения $U_{\sim}$. В то время, когда один из них включен в измерительный тракт (на рис. 2 $R_{\phi 1}$, ЛН1), второй — корректируется ($R_{\phi 2}$, ЛН2). В идеальном случае это позволяет сократить время отсутствия информации в выдаваемом сигнале до времени перелета контактов коммутаторов.

Успешное применение такого метода возможно, однако лишь при идеальных характеристиках коммутаторов, т. е. при условии, что сопротивление замкнутых контактов коммутаторов обоих каналов идентичны (или равны 0), а переключение производится мгновенно. Если погрешность компарирования за счет невыполнения первого условия удастся свести к предельно малым величинам, применяя в качестве коммутаторов герметизированные магнитоуправляемые контакты (герконы), то инерционность последних приводит к появлению нежелательных пере-

ходных процессов на выходе компаратора и соответственно на выходе калибратора при переключении контактов*.

Действительно, представив фотоэлектрический компаратор как систему второго порядка для входной мощности [4] с передаточной функцией

$$F(p) = \frac{K_n}{(p+a)(p+b)},$$

где $a = \frac{1}{T_l}$, T_l — постоянная времени лампы накаливания; $b = \frac{1}{T_\phi}$, T_ϕ — постоянная времени фотоприемника; K_n — коэффициент передачи

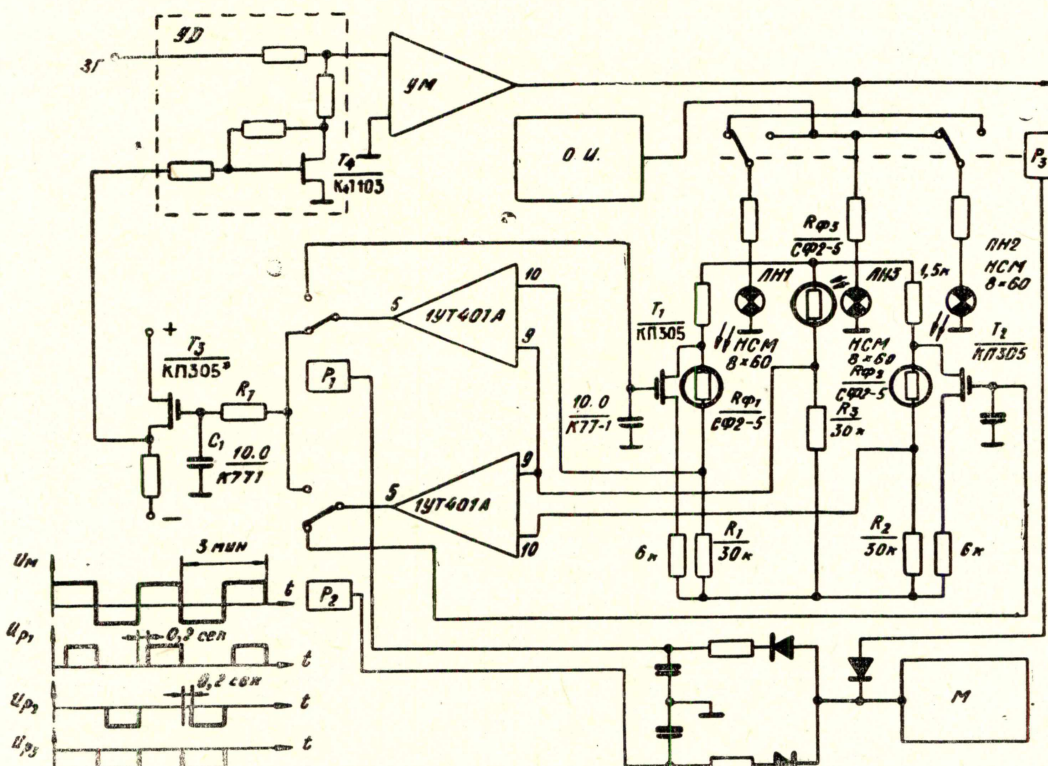


Рис. 2

компаратора, и изображение воздействия на эту систему в момент переключения контакта с переменного напряжения на равное ему по мощности постоянное как

$$F_2(p) = \frac{1}{p} (e^{-pt_0} - 1),$$

где t_0 — время переключения контакта, получим изображение выходного сигнала

$$F(p) = \frac{(e^{-pt_0} - 1)K_n}{p(p+a)(p+b)},$$

что соответствует изменению выходного сигнала

$$f(t) = \left[\left(\frac{1}{ab} - \frac{be^{-a(t-t_0)} - ae^{-b(t-t_0)}}{ab(b-a)} \right) - \left(\frac{1}{ab} - \frac{be^{-at} - ae^{-bt}}{ab(b-a)} \right) \right].$$

* Применение коммутаторов гибридного типа (геркон — транзистор) с целью исключения инерционности контактов [5] нецелесообразно в данном случае, прежде всего, из-за сложности такой реализации.

На рис. 3 приведено графическое изображение $f(t)$, построенное для усредненного значения постоянных времени фотоэлектрического преобразователя на базе СФ2-5 и НСМ 8×60. Как видно из графика, при

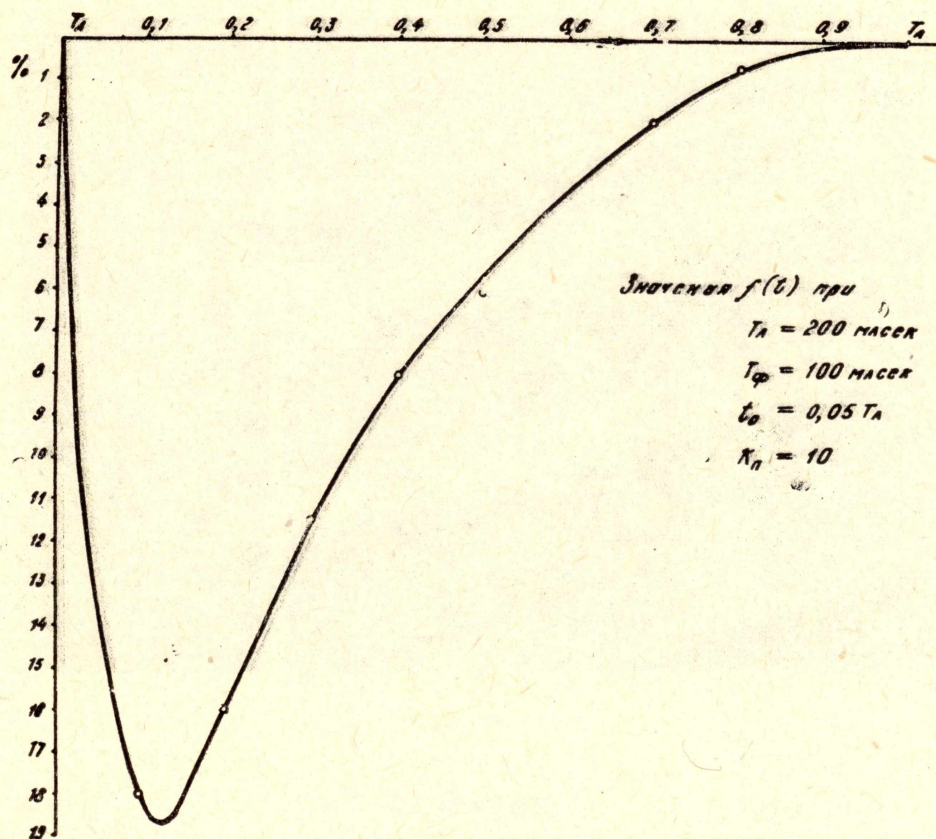


Рис. 3

выполнении условия $t_0 \leq (0,1 \div 0,05) T_l$ переходный процесс практически заканчивается через $t \approx T_l$.

В этой связи в ГК-12А применено стробирование выходного сигнала компаратора с запоминанием выходного напряжения (транзистор T_3 , емкость C_1) на время действия переходных процессов. Временные диаграммы переключения коммутаторов (реле P_1, P_2, P_3) приведены на рис. 2.

Технические характеристики ГК-12А

Диапазон частот 20 гц ÷ 200 кгц с плавной перестройкой разбит на 4 поддиапазона:

20 гц ÷ 200 гц,
 200 гц ÷ 2 кгц,
 2 кгц ÷ 20 кгц,
 20 кгц ÷ 200 кгц.

Выдаваемые напряжения 100 мкв ÷ 10 в через 100 мкв.

Предусмотрена девиация выходного напряжения в пределах $\pm 0,5\%$ и $\pm 0,05\%$ от выставленного значения.

Нестабильность выходного напряжения $\pm 0,01\%$.

Нелинейные искажения $\leq 0,05\%$ на частотах от 20 гц до 100 кгц
и не более 0,15% до 200 кгц.
Конструктивное оформление ГК-12А приведено на рис. 4.



Рис. 4

ЛИТЕРАТУРА

1. М. С. Ройтман, Ю. М. Фомичев и др. Генератор-калибратор ГК-12. Известия ТПИ, т. 270, Томск, изд-во ТГУ, 1973.
2. Ю. М. Фомичев, Ю. Н. Варакута. Регулирующие устройства с малыми нелинейными искажениями (настоящий сборник).
3. М. С. Ройтман. Теория амплитудно-стабильных автогенераторов с малыми нелинейными искажениями (настоящий сборник).
4. М. С. Ройтман, Ю. Г. Свинолупов и др. Компараторы действующих значений (настоящий сборник).
5. М. С. Ройтман, Ю. Г. Свинолупов, Ю. А. Булатов. Компараторы действующих значений с высокой долговременной стабильностью. Известия ТПИ, т. 270, Томск, изд-во ТГУ, 1973.