

При переходе к сферическим координатам по  $\vec{k}$  (с осью  $z$  вдоль  $\vec{u}_e$ ) нетрудно показать, что второй член в круглых скобках в подинтегральном выражении, содержащий  $(k u_e)$ , дает нулевой вклад, так, что, учитывая асимптотическое разложение интеграла ошибок, окончательно получаем

$$\bar{v}_e = \frac{8\pi}{3} \frac{(e e_i)^2 n_i L}{m^2 u_e (v_e^2 + v_i^2)}$$

В заключение автор благодарит Ю. Л. Климонтовича за предложенную тему и направляющие указания.

#### ЛИТЕРАТУРА

1. Ландау Л. Д. ЖЭТФ, 7, 103, 1937.
2. Spitzer L., Notices M. Roy. Astron. Soc., 100, 396, 1940.
3. Коган В. И. Физика плазмы и проблема управляемых термоядерных реакций, т. 1. М., Изд-во АН СССР, 1958
4. Грубников Б. А. «Вопросы теории плазмы», вып. 1. М., Атомиздат, 1963.
5. Сивужин Д. В. Сб. «Вопросы теории плазмы», вып. 4. М., Атомиздат, 1964.
6. Климонтович Ю. Л. Статистическая теория неравновесных процессов в плазме. Изд-во МГУ, 1964. (См. также Дополнение к английскому изданию.)
7. Климонтович Ю. Л., Логвинов В. В. «Прикладная механика и техническая физика» (в печати).
8. Силин В. П. ЖЭТФ, 41, 861, 1961.
9. Фаддева В. Н., Терентьев Н. М. Таблица значений интеграла вероятности. М., Гостехиздат, 1954.

Поступила в редакцию  
25. 7 1966 г.

Кафедра  
общей физики для мехмата

УДК 621.374.387

Ю. В. МИНЕЕВ, И. Д. РАПОПОРТ

### АНАЛОГОВО-ЦИФРОВОЙ ЛОГАРИФМИЧЕСКИЙ ПРЕОБРАЗОВАТЕЛЬ НА КОЛЕБАТЕЛЬНОМ КОНТУРЕ

Описывается устройство преобразования постоянного напряжения в диапазоне от 3 мв до 3 в с помощью колебательного контура. Постоянное напряжение сначала преобразуется в импульс напряжения в отличие от работы [1] с помощью схемы линейного пропускателя. Импульс напряжения с выхода линейного пропускателя возбуждает колебательный контур LC, настраиваемый в «резонанс» с импульсом управления линейного пропускателя. Колебания контура усиливаются, ограничиваются и поступают на схему амплитудного дискриминатора. На выходе амплитудного дискриминатора получаем пакет унифицированных импульсов, число которых пропорционально логарифму постоянного напряжения на входе схемы. Число импульсов с выхода амплитудного дискриминатора

$$N = \frac{1}{\pi d} \ln \frac{u}{u_{\text{пор}}}$$
 подсчитывается счетной схемой. Здесь  $d$  — затухание контура,  $u$  — амплитуда напряжения на входе,  $u_{\text{пор}}$  — порог срабатывания дискриминатора.

Колебательный контур, осуществляющий логарифмическое преобразование, настраивается на частоту  $f = \frac{1}{\tau}$ , где  $\tau$  — длительность возбуждающего импульса. В работе [2] указывалось, что при такой настройке изменение длительности управляющих импульсов от генератора импульсов на 20% вызывает изменение амплитуды колебаний всего на 2%, что позволяет не прибегать к специальной стабилизации частоты собственных колебаний контура.

Диапазон регистрируемых напряжений ограничивается в первую очередь динамическим диапазоном линейного пропускающего устройства. Наличие двух каскадов

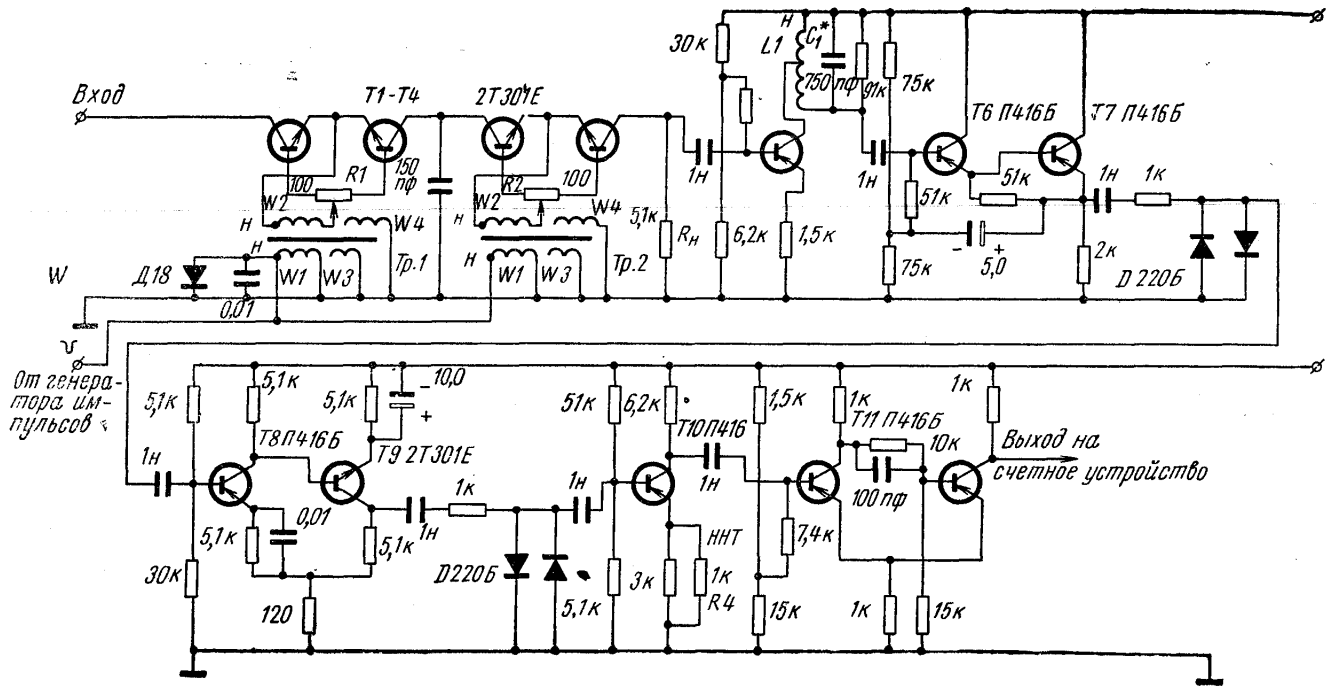


Рис. 1. Принципиальная схема преобразователя

позволяет существенно уменьшить величину «пьедестала» от управляющего импульса, а также паразитный сигнал при отсутствии импульса управления. Величина «пьедестала» в примененной схеме ограничена еще тем обстоятельством, что коммутируемые цепи не находятся под постоянным напряжением. Это выгодно отличает данную схему от ранее разработанных. Пропускатель работает следующим образом. Постоянное напряжение поступает на первый каскад линейного пропускателя (рис. 1). Каскад построен на двух кремниевых транзисторах. В закрытом состоянии, без импульса управления, поступающего через трансформатор  $Tr_1$ , переходы коллектор—эмиттер транзисторов  $T_1—T_2$  (и  $T_3T_4$  во втором каскаде) имеют сопротивление 20—30 мегом. При поступлении импульса «управления» сопротивление этих переходов составляет 10 ом и пропускаемое напряжение в виде импульса отрицательной полярности поступает на вход логарифмического преобразователя. Длительность выходного импульса определяется длительностью импульса управления и составляет в нашем случае 2,5 мксек. Потенциометры  $R_1R_2$  корректируют возможную разницу в характеристиках транзисторов. В случае применения одного каскада пропускания паразитная величина напряжения от входного напряжения максимальной амплитуды при отсутствии управления может составить 20—30 мв. Применение двух каскадов пропускания снижает эту величину до 1—2 мв. Максимальные амплитуды пропускаемого постоянного напряжения ограничены пробойным напряжением переходов база—коллектор транзисторов  $T_1—T_4$ , которое для применяемых транзисторов типа 2Т301Е составляет 20 в. «Пьедестал» от импульса управления составляет 20 мв и обладает положительной полярностью, обратной пропускаемому напряжению. Для исключения «пролезания» фронтов импульса разрешения используется интегрирующая цепь  $R_2C_5$  и применяется дополнительное экранирование обмоток  $W_1$  и  $W_2$  обмотками  $W_3$  и  $W_4$ , наматываемыми поверх обмоток  $W_1$  и  $W_2$ . Коэффициент пропускания при поступлении импульса управления для описанного пропускателя составляет 0,95.

Импульс с выхода линейного пропускателя возбуждает колебательный контур  $L_1C_1$  в цепи  $T_5$ . Так как длительность импульса управления выбрана равной 2,5 мксек, контур  $L_1C_1$  настроен на частоту  $\sim 200$  кГц. Необходимое затухание контура  $d=3 \cdot 10^{-2}$  достигается сопротивлением  $R_3$ , шунтирующим контур. Колебания с контура поступают через эмиттерный повторитель  $T_6T_7$  с большим входным сопротивлением (около одного мегома) и двухсторонний ограничитель на диодах на усилитель  $T_8T_9$ .

Усиленные колебания через двухсторонний ограничитель поступают на усилитель  $T_{10}$  и амплитудный дискриминатор  $T_{11}T_{12}$  с порогом срабатывания 600 мв. Пакет импульсов с коллектора  $T_{12}$  поступает на счетное устройство.

Амплитудно-числовая характеристика преобразователя приведена на рис. 2. На том же рисунке представлены результаты испытаний температурной устойчивости преобразователя. Описанное устройство потребляет мощность  $\sim 100$  мвт.

Авторы выражают благодарность Л. С. Александрову, И. А. Савенко и Н. Л. Григорову за интерес, проявленный к работе, А. А. Санину за ценные советы и Е. В. Королько за помощь в разработке элементов схемы.

## ЛИТЕРАТУРА

1. Санин А. А., Минеев Ю. В., Гадалов А. Н. «Тр. научно-техн. конференции по ядерной радиоэлектронике», т. 4, Атомиздат, 1966, стр. 60.
2. Григоров Н. Л., Гафлов А. Н., Минеев Ю. В., Рапопорт И. Д., Савенко И. А. «Приборы и техника эксперимента», № 1, 100, 1966.

Поступила в редакцию  
27. 7 1966 г.

НИИЯФ

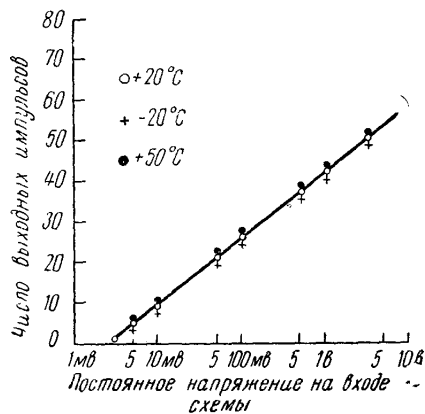


Рис. 2. Амплитудно-числовая характеристика преобразователя: O — +20°C, + — -20°C, ● — +50°C