

3. В. А. Виттих, А. Н. Гинзбург. Об одном алгоритме управления сбором информации.— *Автометрия*. 1965, № 4.  
 4. Е. С. Вентцель. Теория вероятностей. М., Физматгиз, 1962.

Поступило в редакцию  
 6 июля 1966 г.,  
 окончательный вариант —  
 8 января 1967 г.

УДК 621.3.088.7

Г. А. АЛИ-ЗАДЕ, М. В. ФИНДЕЛЬ-КЛЕВАНСКАЯ  
 (Баку)

### ОБ ОДНОМ СПОСОБЕ ПОВЫШЕНИЯ ТОЧНОСТИ УСТРОЙСТВ ЦЕНТРАЛИЗОВАННОГО КОНТРОЛЯ С БЕСКОНТАКТНЫМ ПЕРЕКЛЮЧАТЕЛЕМ ДАТЧИКОВ

Одной из актуальных задач современного приборостроения является повышение метрологических характеристик устройств централизованного контроля, которые в системах обегашего контроля в первую очередь определяются точностью коммутации контролируемых сигналов.

В работах [1—3] произведен детальный анализ погрешностей при бесконтактной коммутации генераторных датчиков, на основании которого сделан вывод, что при наличии большого числа датчиков наиболее трудноустраняемой является погрешность от разброса величин переключаемых э. д. с., которая появляется в результате перераспределения токов между источниками переключаемых э. д. с. через конечные сопротивления замкнутого и разомкнутого бесконтактных ключей переключателя и через внутренние сопротивления датчиков.

Рассматривая не отдельный блок-коммутатор, как это делается в [2, 3], а измерительный тракт в целом (коммутатор совместно с усилителем типа МДМ), нам удалось исключить эту погрешность не за счет совершенствования схемы и элементов самого переключателя, а за счет автоматической корректировки нуля, которая сводится к проведению цикла измерения в два этапа.

Первый этап проводится перед началом опроса датчиков и характеризуется запоминанием на выходе устройства сигнала ошибки, который выделяется путем включения входа устройства на сопротивление с номиналом, равным среднеарифметическому всех внутренних сопротивлений опрашиваемых датчиков.

Второй этап, во время которого производится последовательный опрос всех датчиков, заключается в компенсации сигнала ошибки в процессе измерения путем вычитания на выходе устройства сигнала ошибки, запоминаемого на первом этапе, из сигнала, поступающего в процессе опроса датчиков.

Блок-схема измерительного тракта устройства централизованного контроля, иллюстрирующая предлагаемый способ, приведена на рис. 1.

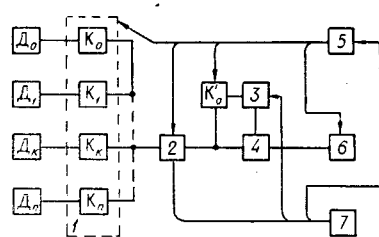


Рис. 1. Блок-схема измерительного тракта устройства централизованного контроля с бесконтактным переключателем датчиков:

$D_0$  — «источник» э. д. с., равной нулю ( $e_0=0$ );  
 $D_1, \dots, D_k, \dots, D_n$  — опрашиваемые датчики;  $K_0, K_1, \dots, K_n$  — бесконтактные ключи переключателя;  $K_0'$  — бесконтактный ключ, работающий синхронно с ключом  $K_0$ ;  
 $I$  — бесконтактный переключатель датчиков; 2 — усилитель типа МДМ; 3 — блок запоминания; 4 — блок вычитания; 5 — блок автоматического управления; 6 — блок измерения или сравнения с уставками; 7 — блок питания.

Первым этапом работы устройства является включение с помощью блока 5 ключей  $K_0$  и  $K_0'$ . При этом устройство работает на блок запоминания 3 (например, триодно-емкостного типа). На вход усилителя 2 с переключателем 1 поступает сигнал ошибки  $e_{\text{ош}}$ , обусловленный действием э. д. с. отключенных датчиков вследствие конечности сопротивлений ключей  $K_1, K_2, \dots, K_n$ .

Используя условие эквивалентности источников э. д. с. и источников тока [4] и предполагая, что внутренние сопротивления всех датчиков одинаковы и равны  $r_B$  (рис. 2, а), находим

$$e_{\text{вых}_1} = e_{\text{ош}} = \frac{g_p \sum_{i=1}^n e_i}{g_0 + n g_p},$$

где

$$g_p = \frac{1}{r_B + r_p}; \quad g_0 = \frac{1}{r_B + r_3};$$

$n$  — число отключенных датчиков.

После усиления в блоке 3 запоминается сигнал  $ke_{\text{ош}}$  ( $k$  — коэффициент усиления). При переходе к опросу датчиков  $D_1, D_2, \dots, D_n$  ключи  $K_0$  и  $K'_0$  отключаются.

Следующий этап — последовательное подключение измеряемых (контролируемых) э. д. с. к соответствующим измерителям или сравнение с уставками.

Пусть в данный момент измеряемой э. д. с. является э. д. с.  $e_k$  датчика  $D_k$ . Это значит, что ключ  $K_k$  находится во включенном состоянии (см. рис. 2, б). При этом

$$e_{\text{вых}_2} = \frac{e_k g_0 + g_p \sum_{i=1; i \neq k}^n e_i}{g_0 + n g_p}.$$

После соответствующего усиления на блок вычитания 4 поступает сигнал, равный  $ke_{\text{вых}_2}$  и обусловленный суммой измеряемой э. д. с. и сигнала ошибки. На блоке запоминания 3 действует запоминаемый сигнал ошибки. На выходе блока вычитания 4 имеем

$$U_{\text{вых}} = k(e_{\text{вых}_2} - e_{\text{ош}}) = k e_k \frac{g_0 - g_p}{g_0 + n g_p}.$$

Таким образом, на блок 6 поступает сигнал, обусловленный измеряемой э. д. с. и не зависящий от величин э. д. с. отключенных датчиков, которые, следовательно, не будут влиять на точность измерения. После опроса  $n$ -го датчика цикл повторяется снова.

Из изложенного видно, что если все датчики однотипны, то погрешность из-за разброса величин э. д. с. переключаемых датчиков исключается полностью.

Помимо этого, предлагаемый метод способствует снижению погрешности от действия собственных э. д. с. бесконтактных ключей переключателя, так как количество включенных и отключенных ключей одинаково как в период запоминания сигнала ошибки, так и в период измерения (контроля) полезного сигнала, и, следовательно, действие собственных э. д. с. ключей переключателя компенсируется в блоке вычитания 4. Это доказывается аналогично вышеописанному.

Преимуществом предлагаемого способа является и то, что в данном случае автоматически исключается дрейф нуля усилителя.

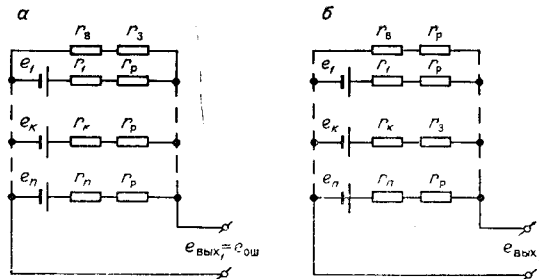


Рис. 2. Эквивалентная схема переключателя:

а — во включенном состоянии находится ключ  $K_0$ ; б — во включенном состоянии находится ключ  $K_k$ ;  $e_{\text{вых}_1} = e_{\text{ош}}$  — сигнал ошибки;  $e_1, \dots, e_k, \dots, e_n$  — э. д. с. опрашиваемых датчиков;  $r_1, \dots, r_k, \dots, r_n$  — внутренние сопротивления опрашиваемых датчиков;  $r_B$  — внутреннее сопротивление «источника». Да, равное

$$\frac{\sum_{i=1}^n r_i}{n}; \quad r_p \text{ — сопротивление ключа в состоянии «разомкнуто»}; \quad r_3 \text{ — сопротивление ключа в состоянии «замкнуто»}; \quad e_{\text{вых}_2} \text{ — напряжение на выходе переключателя во время опроса датчиков.}$$

Если число датчиков порядка сотен, то все преимущества достигаются без больших экономических затрат.

Так как применение бесконтактных переключателей связано с требованием повышения частоты опроса и поэтому даже при большом числе датчиков время, в течение которого должно быть обеспечено стабильное запоминание, значительно меньше одной секунды, то блок запоминания не будет вносить дополнительной погрешности и может быть построен по известным схемам.

#### ЛИТЕРАТУРА

1. Л. А. Жук, Б. Н. Малиновский. Построение многоканальных электронных переключающих схем.— Автоматика и приборостроение (Киев), 1963, № 1.
2. Г. П. Аксенова. Вопросы построения универсальных бесконтактных коммутаторов.— В сб. «Техническая кибернетика». М., «Наука», 1965.
3. Б. В. Карпюк. Некоторые вопросы анализа работы бесконтактных переключателей, применяемых в электроизмерительной технике.— Электрические методы автоматического контроля (Труды ИАЭ СО АН СССР), вып. 3. Новосибирск, Изд-во СО АН СССР, 1962.
4. Л. А. Бессонов. Теоретические основы электротехники. М., «Высшая школа», 1964.

Поступило в редакцию  
20 июня 1966 г.,  
окончательный вариант —  
4 октября 1966 г.

УДК 621.317.733.025

А. М. МАРГОЛИН  
(Ленинград)

#### АНАЛИЗ ДИНАМИКИ КОНДЕНСАТОРНЫХ ПРЕОБРАЗОВАТЕЛЕЙ ЧАСТОТА — НАПРЯЖЕНИЕ

В связи с развитием частотно-цифровых измерительных и телеизмерительных устройств конденсаторные частотомеры (КЧ) нашли применение в качестве преобразователей частота — напряжение, являясь элементами замкнутых следящих систем. Указанное обстоятельство и обуславливает интерес к динамике работы КЧ [1].

Исследование динамических свойств КЧ удобно проводить на расчетной схеме, получающейся из представления их импульсными системами со скачкообразно изменяющимися параметрами.

Рассмотрим реакцию цепи при включении на ее вход сигнала постоянной частоты. Наиболее распространенные цепи КЧ с их расчетными схемами показаны на рис. 1, а, б, и рис. 2, а, б. Предполагается, что на вход цепи поступают прямоугольные импульсы заданной длительности.

Закон установления выходного напряжения для схем рис. 2 может быть найден методом припасовывания с применением  $D$ -преобразования, позволяющего значительно упростить промежуточные вычисления [1].

Для схемы рис. 2, б введем обозначения:  $T$  — период следования входных импульсов;  $\gamma$  — длительность импульса;  $T_1 = R_1 C_1$ ;  $T_2 = R_2 C_2$ ;  $T_3 = R_2 C_1$ ;  
 $R_1 = \frac{R_0 R_3}{R_0 + R_3}$ ;  $R_3$  — сопротивление триода в проводящем состоянии.

Предположим, что к моменту прихода  $n$ -го импульса емкость  $C_1$  заряжена до напряжения  $E$ , а напряжение на емкости  $C_2$  составляет  $u(n)$ .

С учетом введенных обозначений и допущений закон изменения напряжения в операторной форме на  $C_2$  в течение времени  $\gamma T$  действия импульса имеет вид

$$u_1(p) = \frac{T_3 E + T_2 u(n) + T_1 T_2 p u(n)}{T_1 T_2 p^2 + (T_1 + T_2 + T_3) p + 1} \quad (1)$$