

Б.К. Райков

## АВТОМАТИЧЕСКАЯ КОРРЕКЦИЯ ЧУВСТВИТЕЛЬНОСТИ ЦИФРОВОГО ПРЕОБРАЗОВАТЕЛЯ ПАРАМЕТРОВ РЕЗИСТОРНЫХ ДАТЧИКОВ

Рассматриваются вопросы автоматической коррекции чувствительности устройства, предназначенного для цифрового преобразования сопротивлений резисторных датчиков по методу постоянной времени, определяемой дискретным счетом [1]. Такие устройства находят применение в системах сбора измерительной информации при экспериментальных исследованиях и натуральных испытаниях сложных технических объектов [2].

Цифровой эквивалент, соответствующий параметру датчика

$$N = fRC \ln \frac{1}{1-h},$$

где  $h = U_{on} / E$  - относительный опорный уровень.

Необходимым условием точного преобразования является постоянство чувствительности преобразователя к сопротивлению. Она определяется тремя параметрами ( $f$ ,  $C$ ,  $h$ ), каждый из которых подвержен изменениям во времени и под действием внешних условий. Кроме того, емкости линий, соединяющих датчики с преобразователем, и их девиации также изменяют чувствительность.

Параметрический метод поддержания постоянной чувствительности, связанный с применением высокостабильных элементов и узлов, приводит к значительным затратам средств, увеличению габаритов устройств и, что самое главное, не позволяет избавиться от системных погрешностей, вызванных подключением линий связи.

В то же время чувствительность можно поддерживать в заданных пределах активным изменением одного из параметров при девиациях остальных. Задача сводится, в первую очередь, к определению направления отклонения действительного значения чувствительности от нормы, величины этого отклонения (что не всегда обязательно) и выработке воздействия, управляющего регулируемым элементом.

Для получения сведений о действительном значении чувствительности достаточно преобразовать сопротивление образцового резистора  $R_0$ . Ему должен соответствовать цифровой эквивалент  $N_0$ . Следует отметить, что это справедливо только тогда, когда нет аддитивной погрешности преобразования или она предварительно скор-

ректирована. В рассматриваемом преобразователе аддитивная погрешность исключается применением дифференциальной измерительной схемы. Реальный результат преобразования образцового сопротивления  $N_0^i$  говорит о необходимости изменения регулируемого параметра в  $N_0^i/N_0$  раз.

На рис. 1 приведена упрощенная структурная схема преобразователя с автоматической коррекцией чувствительности. Узел автокоррекции УА в обязательном порядке содержит устройство запоминания или интегратор, цифроаналоговый преобразователь, устройство сравнения. Кроме того, находят применение различные устройства промежуточного преобразования  $Q/P$ .

Возможна целая гамма способов автокоррекции, т.е. последовательностей преобразований, приводящих к необходимому управляющему воздействию. Им соответствуют определенные связи между всеми устройствами УА.

Регулирование чувствительности возможно изменением:

- 1) относительного опорного уровня  $h$  (рис. 2);
- 2) емкости конденсатора  $C$ ;
- 3) частоты импульсов заполнения  $f$ .

Проведем краткое сравнение этих вариантов. Изменение  $h$  при независимых источниках  $E$  и  $U_{оп}$  осуществляется любым из них.

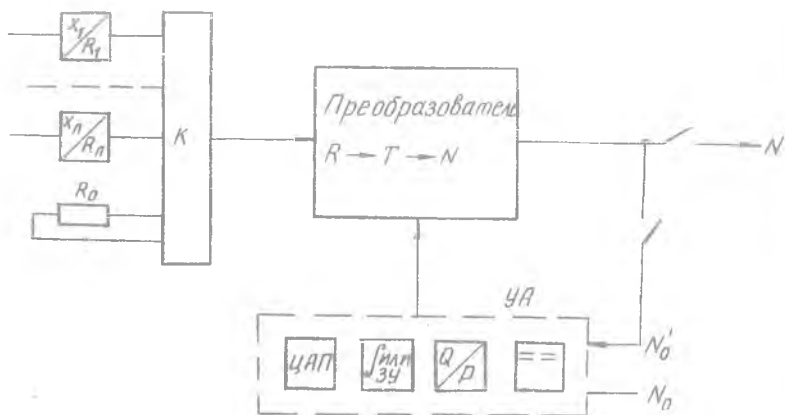
Если  $U_{оп}$  получается как часть  $E$  с резисторного делителя  $R_g$ :

$$U_{оп} = E \frac{R_g''}{R_g' + R_g''},$$

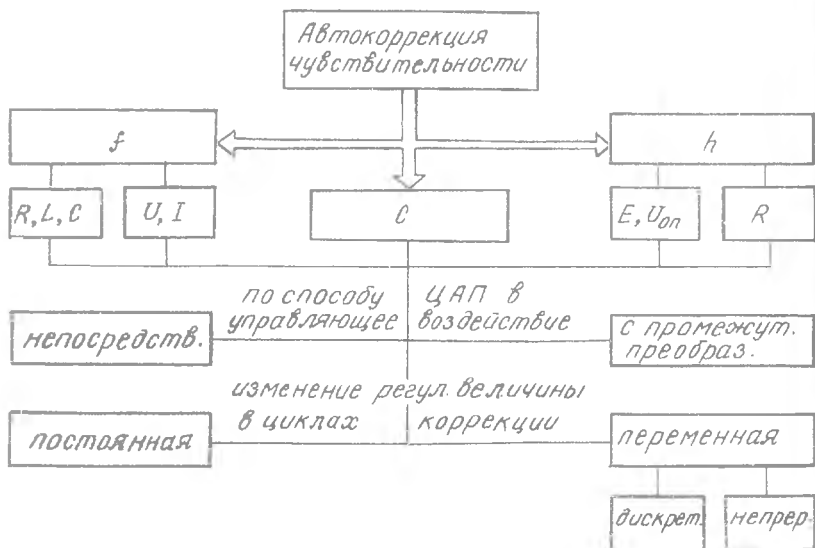
то регулирование производится изменением соотношения плеч  $R_g$

При регулировании емкости, когда необходимы большие изменения ее, возникает проблема коммутации корректирующих конденсаторов, решение которой приводит к усложнению устройства или снижению быстродействия. Если зона регулирования может быть перекрыта с помощью управляемых конденсаторов типа варикап и т.п., то потребуются лишь дополнительное промежуточное преобразование в сигнал управления емкостью конденсатора.

Особенность регулирования чувствительности частотой импульсов заполнения определяется выбранным типом управления генератора. Оно может осуществляться либо изменением пассивного параметра частото задающей цепи, либо изменением режима работы активных элементов генератора ( $U, I$ ). Отсюда и различные виды проме-



Р и с. 1. Структурная схема преобразователя с автокоррекцией



Р и с. 2. Классификация способов автокоррекции чувствительности

уточных преобразований на пути к регулированию частоты.

Выбор того или иного варианта регулирования определяется назначением преобразователя и условиями его работы. Например, если в устройстве осуществляется коррекция нелинейности характеристики датчика [3], то нельзя воспользоваться регулированием относительного опорного уровня, изменяющего режим работы измерительной цепи. В этом случае предпочтение следует отдать регулированию частотой.

Величина управляющего воздействия в циклах коррекции выбирается или постоянной (независимой от отклонения чувствительности от нормы) или переменной (функционально связанной с отклонением), в частном случае — пропорциональной, причем здесь возможно как дискретное, так и непрерывное изменение управляющего воздействия. Очевидно, что при постоянном управляющем воздействии скорость приведения чувствительности к норме будет ниже.

Цифроаналоговое преобразование отклонения результата от нормы в управляющее воздействие на параметры второй строки классификационной таблицы рис. 2 может осуществляться как непосредственно, так и с промежуточными преобразованиями. Несмотря на очевидную простоту алгоритма непосредственного преобразования в ряде случаев предпочтение следует отдать вариантам с простыми промежуточными преобразованиями. Обусловлено это тем, что в рассматриваемом устройстве без дополнительных аппаратных затрат может быть проведено преобразование во временной интервал реального цифрового эквивалента образцового сопротивления и номинального значения  $N_0$ .

Высокая эффективность активного поддержания чувствительности в заданных пределах оправдывает дополнительные аппаратные затраты и потерю времени на автокоррекцию. К тому же она освобождает от необходимости применения нескольких разнородных образцовых элементов. Важнейшим достоинством автокоррекции является то, что с помощью удается в значительной степени избавиться от системных погрешностей, связанных с подключением линий связи и изменениями параметров. Автокоррекция особенно удобна в многоточечных преобразователях, когда суммарное влияние линий связи значительное, дополнительные затраты делятся на группу датчиков.

## Л и т е р а т у р а

1. Мирский Г.Я. Радиоэлектронные измерения. М.Л., ГЭИ, 1963.
2. Компанец В.К. и др. Многоканальная время-импульсная система измерения с параметрическими датчиками индуктивного, емкостного и резисторного типа. В сб.: Автоматизация экспериментальных исследований. Вып. 8, Куйбышев, КуАИ, 1975.
3. Болтянский А.А. и др. Устройство для измерения температуры. Авт. св. № 410267. БИИ, 1974.

А.А. Бурова, А.А. Кондров

### ОБ ОДНОЙ ВОЗМОЖНОСТИ ПОВЫШЕНИЯ ЧУВСТВИТЕЛЬНОСТИ ИЗМЕРИТЕЛЬНЫХ СХЕМ С ИНДУКТИВНЫМИ ДАТЧИКАМИ

Относительная чувствительность  $S_0$  большинства измерительных схем, используемых с индуктивными датчиками, не превышает единицы. Исключение составляют схемы с кольцевым диодным коммутатором [1] и резонансные мосты [2], в которых  $S_0 \gg 1$  получается при высокой добротности измерительной цели. Это затрудняет использование подобных измерительных схем с малогабаритными индуктивными датчиками, катушки которых имеют пониженную добротность.

В настоящей статье рассматривается возможность повышения чувствительности измерительных схем с низкодобротными индуктивными датчиками за счет использования емкостного накопителя, в конденсаторах которого при их периодической коммутации происходит накопление заряда.

Измерительная схема с емкостным накопителем представлена на рис. 1. Катушки  $L_1$ ,  $L_2$  дифференциального индуктивного датчика соединены последовательно и питаются прямоугольным напряжением от двух источников  $E_1$  и  $E_2$ . К средней точке катушек подключается емкостный накопитель, конденсаторы  $C_1 \div C_n$  которого периодически переключаются с помощью ключей  $K_{д 1} \div K_{д n}$ , управляемых синхронно с изменением полярности источников  $E_1, E_2$ .