

АНАЛОГОВЫЙ СУММАТОР НАКАПЛИВАЮЩЕГО ТИПА

При разработке специализированной аналоговой вычислительной машины для анализа данных о направлении скважины возникла необходимость в устройстве, которое осуществляло бы операцию

$$y = \sum_{i=1}^n x_i, \quad (1)$$

где x_i — аналоговые величины;
 $n = 1, 2, \dots, 1000$.

По условиям работы результат решения должен сохраняться неизменным продолжительное время с высокой точностью.

С помощью существующих аналоговых запоминающих устройств и суммирующих усилителей построение такого устройства невозможно.

Применение для этой цели цифрового сумматора накапливающего типа является нерациональным, так как результаты вычислений необходимы для дальнейшего решения задачи в аналоговой форме и преобразование сигнала с помощью дополнительных преобразователей аналог-код и код-аналог внесет дополнительную погрешность и значительно усложнит конструкцию прибора.

Описываемое устройство [1] осуществляет операцию нахождения алгебраической суммы аналоговых величин, моделируемых напряжением переменного или постоянного тока.

Схема устройства приведена на рис. 1, где приняты следующие обозначения:

- 1 — усилитель;
- 2 — реверсивный двигатель переменного тока;
- 3 — редуктор;
- 4 — переключающаяся реверсивная электромагнитная муфта;

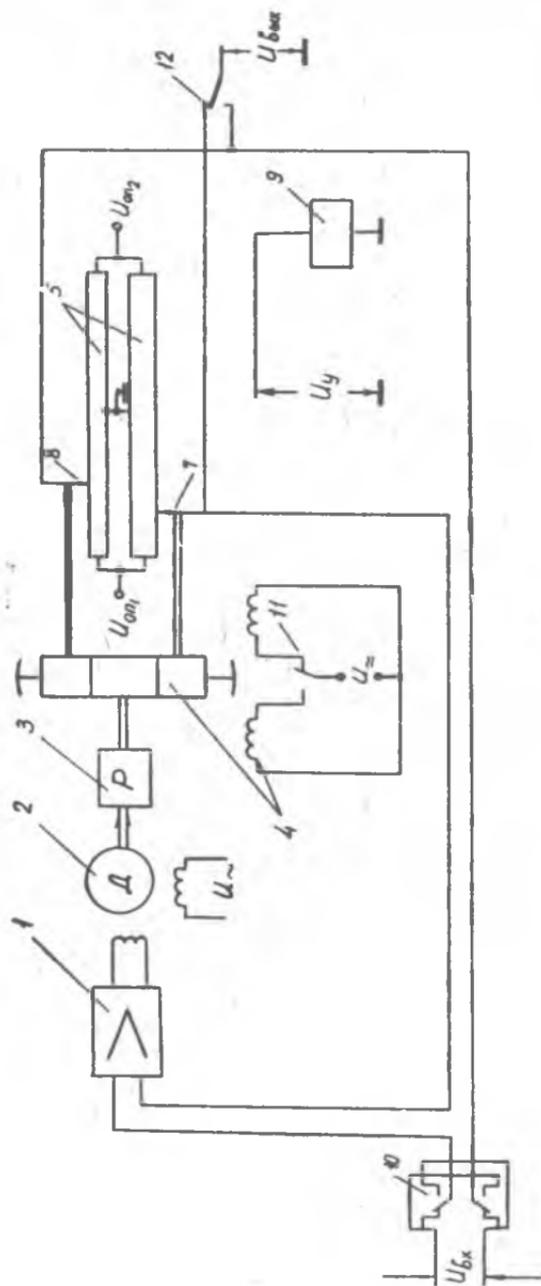


Рис. 1.

5 — два потенциометра, соединенные параллельно, с независимыми движками 7 и 8.

9 — устройство управления — реле с группами контактов 10, 11 и 12.

$U_{вх}$, $U_{вых}$ — входное и выходное напряжения сумматора;

$U_{оп1}$, $U_{оп2}$ — противофазные напряжения питания потенциометров одной частоты с выходным напряжением;

U_y — напряжение управления.

Рассмотрим работу сумматора на примере сложения двух слагаемых $U_{вхi}$ и $U_{вхi+1}$. Для записи первого слагаемого при нулевом начальном положении сумматора может быть выбран любой из движков 7 или 8. Дальнейшая запись слагаемых осуществляется попеременным перемещением движков.

Допустим, для слагаемого $U_{вхi}$ $U_y = 0$, то есть реле 9 обесточено. Входное напряжение $U_{вхi}$ поступает в устройство через переключатель фаз 10 и сравнивается с напряжением между движками потенциометров 7 и 8. Напряжение рассогласования усиливается усилителем 1 и подается на двигатель 2. Вращение двигателя через переключающуюся электромагнитную муфту 4 передается одному из движков потенциометров, например, 8 до отсоединения напряжения рассогласования. Выходное напряжение полученного результата после окончания отсоединения снимается с движка 8. Перед поступлением на вход устройства следующего слагаемого $U_{вхi+1}$ приходит импульс управления и вызывает срабатывание реле 9. Напряжение U_y сохраняет свое значение в течение всего времени суммирования слагаемого $U_{вхi+1}$.

Процесс сложения слагаемого $U_{вхi+1}$ полностью аналогичен вышеописанному, только вращение от двигателя передается движку 7 и выходное напряжение снимается с движка 7.

При практической реализации аналогового сумматора необходимо учитывать следующее:

1. Чтобы расширить возможности устройства по точности и количеству слагаемых, необходимо использование многооборотных потенциометров.

2. С целью повышения надежности и увеличения срока службы возможно применение бесконтактных линейных потенциометров.

3. Для достижения хороших динамических характеристик сумматора требуются прецизионные механические звенья. В случае применения проволочных потенциометров максимальный люфт в шестернях зубчатой передачи, измеренный на валу потенциометра, не должен превышать его угловой разрешающей способности, которая соответствует половине витка намотки. Возможно применение разрезных безлюфтовых шестерен, хотя последнее несколько увеличивает момент инерции системы.

4. Постоянная времени всей системы в основном определяется электромеханической постоянной времени двигателя, используемого в следящей системе.

5. Выходное сопротивление сумматора равно сопротивлению одного из потенциометров и изменяется по мере роста количества слагаемых. Существующие многооборотные потенциометры имеют сопротивление 5—40 ком. Поэтому выходное напряжение аналогового сумматора необходимо измерять с помощью компенсационного метода.

На кафедре «Вычислительная техника» Куйбышевского политехнического института был изготовлен аналоговый сумматор на базе следующих стандартных элементов:

1. Потенциометры типа ППМЛ-М [2].

Сопротивление 40 ком. $\pm 0,5\%$.

Линейность $\pm 0,1\%$.

Мощность 1 вт.

Момент трогания < 20 гсм.

Рабочий угол 0—7200 (20 об.).

2. Усилитель типа УЭУ-109.

3. Реверсивный двигатель РД-09.

4. Редуктор $z = \frac{1}{137}$

5. Электромагнитная муфта ЭМР-350.

6. Реле типа РКН.

7. $U_{оп} = 150$ в.

Испытания показали, что схема надежно работает как на постоянном, так и на переменном токе частотой 50 гц. Порог чувствительности следящей системы при использовании вышеперечисленного оборудования равен 1 *мв*. Ошибка при записи отдельных слагаемых не превышает порога чувствительности следящей системы, то есть 1 *мв* и не зависит от величины слагаемого.

Таким образом, погрешность записи каждого слагаемого была зависима только от числа слагаемых и, например, для $n = 150$ не превышала 0,1%.

Аналоговый сумматор может применяться как при построении специализированных аналоговых устройств, так и в качестве дополнительного оборудования к универсальным аналоговым вычислительным машинам, в частности, для нахождения закона распределения случайной погрешности решения задачи.

Применение аналогового сумматора возможно также в устройствах автоматики и телемеханики, в информационно-измерительной технике.

ЛИТЕРАТУРА

1. А. А. Степанян, В. П. Иванов. «Аналоговый сумматор накапливающего типа». Авторское свидетельство № 188158, Бюллетень № 21, 1966.

2. Каталог «Радиоэлектронная аппаратура и ее элементы», 5, 02, 08. УДК 621. 316. 847. 3, НИИТЭИР, 1964.