

23/II-707.

14 702

C-149

СООБЩЕНИЯ
ОБЪЕДИНЕННОГО
ИНСТИТУТА
ЯДЕРНЫХ
ИССЛЕДОВАНИЙ

Дубна

10 - 4878



Ш.З. Сайфулин

ОБ ОДНОМ СПОСОБЕ РЕАЛИЗАЦИИ
КОРРЕКТИРУЮЩЕЙ ЦЕПИ

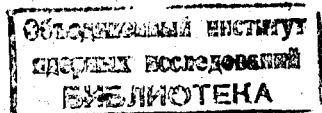
ЛАБОРАТОРИЯ ВЫСОКИХ ЭНЕРГИЙ

1970

10 - 4878

Ш.З. Сайфулин

ОБ ОДНОМ СПОСОБЕ РЕАЛИЗАЦИИ
КОРРЕКТИРУЮЩЕЙ ЦЕПИ



При создании систем автоматической обработки экспериментально-физической информации возникает необходимость применения корректирующих цепей/4,6/. Корректирующая цепь I вида (рис. 1) довольно широко используется, причём зачастую применяют цепь двойной коррекции II вида (рис. 2), составленную из 2 простых цепей I вида. Интерес представляет собой изучение корректирующей цепи II вида.

Передаточная функция цепи II вида

$$W(p) = \frac{e_{\text{ВЫХ.}}(p)}{e_{\text{ВХ.}}(p)} = k \frac{(T_1 p + 1)(T_3 p + 1)}{(T_2 p + 1)(T_4 p + 1)}, \quad (1)$$

где

$$k_0 = k_1 k_2, \quad (1a)$$

$$k_1 = \frac{R_1}{R_1 + R_2}, \quad (1б)$$

$$k_2 = \frac{R_3}{R_3 + R_4}, \quad (1в)$$

$$T_1 = C_1 R_1, \quad (1г)$$

$$T_2 = \frac{R_1 R_2}{R_1 + R_2} C_1 = k_1 T_1, \quad (1д)$$

$$T_3 = C_2 R_2, \quad (1e)$$

$$T_4 = \frac{R_3 R_4}{R_3 + R_4} C_2 = k_2 T_3. \quad (1ж)$$

Из (1а), (1д) и (1ж) видно, что

$$k_0 = \frac{T_2}{T_1} \cdot \frac{T_4}{T_3}. \quad (1з)$$

Наиболее эффективно применение данной схемы (рис. 2) при $T_2 \cdot T_4 \ll \ll T_1 T_3$, т.е. при $k_0 \ll 1$ /6/, обычно $k < 0,01$. Отсюда следует, что последовательное включение пассивной цепи двойной коррекции вызывает значительное ослабление сигнала, что требует увеличения коэффициента усиления усилителей системы в 100 раз и больше. В настоящее время усилители постоянного тока дают ощутимый дрейф выходного напряжения (даже специальные схемы, что особенно сказывается с увеличением коэффициента усиления.). Следовательно, применение пассивной корректирующей цепи затрудняется в связи с указанным недостатком.

Использование активной корректирующей цепи (т.е. цепи, содержащей в схеме коррекции усилитель) позволяет успешно решать задачи подобного типа /4,6/. Вопросы реализации активных корректирующих цепей наиболее полно изложены в работах /1,2/, однако активная корректирующая цепь с передаточной функцией по формуле (1) не реализована. Автором предложена активная корректирующая цепь, которая реализует данную передаточную функцию (рис. 3). При выведении расчётных соотношений для такой схемы (рис. 3) воспользуемся общей схемой и формулами, приведенными в /1/. Для этого представим данную схему в виде, изображенном на рис. 4. В схеме на рис. 4 Y_1 и Y_2 - многополюсники. Передаточная функция здесь имеет вид:

$$W(p) = \frac{e_{\text{ВЫХ.}}(p)}{e_{\text{ВХ.}}(p)} \approx \frac{[Y_{31}(p)]_1 + [Y_{31}(p)]_2}{[Y_{32}(p)]_1 + [Y_{32}(p)]_2} \quad \text{x/} \quad (2)$$

В выражении (2) индекс после скобок указывает на номер многополюсника. Проводимости определяются следующим образом:

$$\text{а) } [Y_{31}(p)]_1 = \frac{I_{31}}{e_{\text{ВХ.}}(p)} \quad \text{и} \quad [Y_{31}(p)]_2 = \frac{I_{32}}{e_{\text{ВХ.}}(p)}$$

при условии, что $e_{\delta}(p) = 0$ и $e_{\text{ВЫХ.}}(p) = 0$;

$$\text{б) } [Y_{32}(p)]_1 = \frac{I_{31}}{e_{\text{ВЫХ.}}(p)} \quad \text{и} \quad [Y_{32}(p)]_2 = \frac{I_{32}}{e_{\text{ВЫХ.}}(p)}$$

при условии, что $e_{\text{ВХ.}}(p) = 0$ и $e_{\delta}(p) = 0$.

Учитывая, что в схеме на рис. 3 $I_{21} = 0$ и $I_{12} = 0$, схему на рис. 4 можно упростить (рис. 5). Ее передаточная функция (рис. 5) будет иметь вид:

$$W(p) = \frac{[Y_{31}(p)]_1}{[Y_{32}(p)]_2} \quad (3)$$

По методике расчёта, изложенной в ^{/3/}, получаем

$$[Y_{31}(p)]_1 = \frac{p C_1 (R_2 + R_1) + 1}{R_1 (R_2 p C_1 + 1)} \quad (3a)$$

$$[Y_{32}(p)]_2 = \frac{1 + R_4 p C_2}{R_3 + p C_2 \left(\frac{R_3^2}{4} + R_3 R_4 \right)} \quad (3б)$$

x/ Здесь стоит знак приближительного равенства потому, что не говорится о точности этого уравнения, которая зависит в основном от коэффициента усиления используемого усилителя. Принимаем $1/K_y \ll 1$ в рабочем диапазоне частот, пренебрегая сомножителем (он стремится к 1), определяющим точность уравнения, считая ее при этом достаточной для расчётов.

В этом случае

$$W(p) = \frac{[(p C_1 (R_1 + R_2) + 1) R_3 [1 + p C_2 (\frac{R_3}{4} + R_4)]]}{R_1 (p C_1 R_2 + 1) (1 + p C_2 R_4)} \quad (4)$$

Представим сомножители при операторе p как постоянные времени, т.е.

$$C_1 (R_1 + R_2) = T_1, \quad (4a)$$

$$C_1 R_2 = T_2, \quad (4б)$$

$$C_2 (\frac{R_3}{4} + R_4) = T_3, \quad (4в)$$

$$C_2 R_4 = T_4, \quad (4г)$$

$$\frac{R_3}{R_1} \text{ как } k_0. \quad (4д)$$

Подставив значения 4а+4д в формулу (4), получим выражение

$$W(p) = \frac{k_0 (T_1 p + 1) (T_3 p + 1)}{(T_2 p + 1) (T_4 p + 1)}, \quad (5)$$

откуда видно, что передаточные функции для схем на рисунках 2 и 3 идентичны (формулы (1) и (5) одинаковы).

Остается добавить, что такая реализация была осуществлена экспериментально и вполне соответствовала приведенным выше расчётам, причем в качестве усилителя постоянного тока была использована схема из работы/5/.

Л и т е р а т у р а

1. Б.Я.Коган. Электронные моделирующие устройства и их применение для исследования систем автоматического регулирования. Физматгиз, 1963.
2. Г.Корн, Т.Корн. Электронные моделирующие устройства. ИЛ, 1955.
3. К.А.Круг. Основные электротехники. Энергоиздат, 1946.
4. А.А.Воронов. Основы теории автоматического управления. ч. I. Изд-во "Энергия", 1965.
5. В.И.Анисимов, А.П.Голубев. Решающий транзисторный усилитель постоянного тока для работы в широком диапазоне температур. Сб. "Полупроводниковые приборы и их применение", т.10, "Советское радио", 1963.
6. А.А.Красовский, Г.С.Поспелов. Основы автоматики и технической кибернетики. ГЭИ, М.-Л., 1962.

Рукопись поступила в издательский отдел

5 января 1970 года.

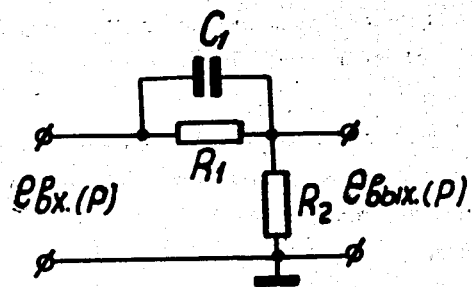


Рис. 1. Простая корректирующая цепь (I вид).

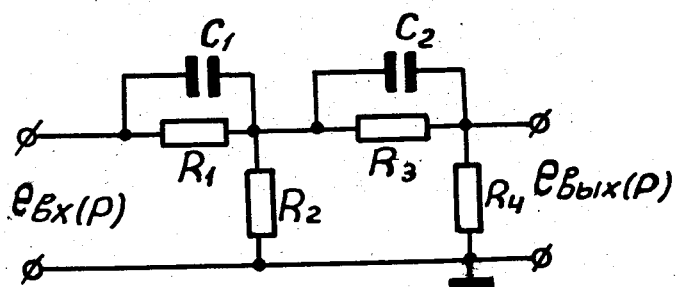


Рис. 2. Цепь двойной коррекции (II вид).

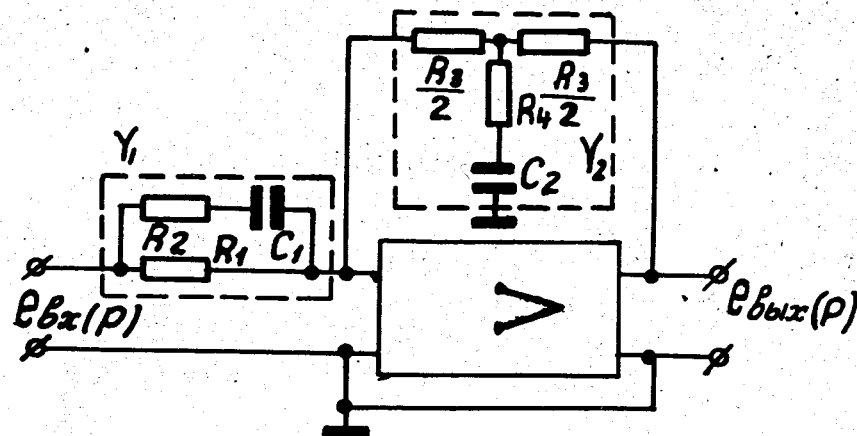


Рис. 3. Активная корректирующая цепь.

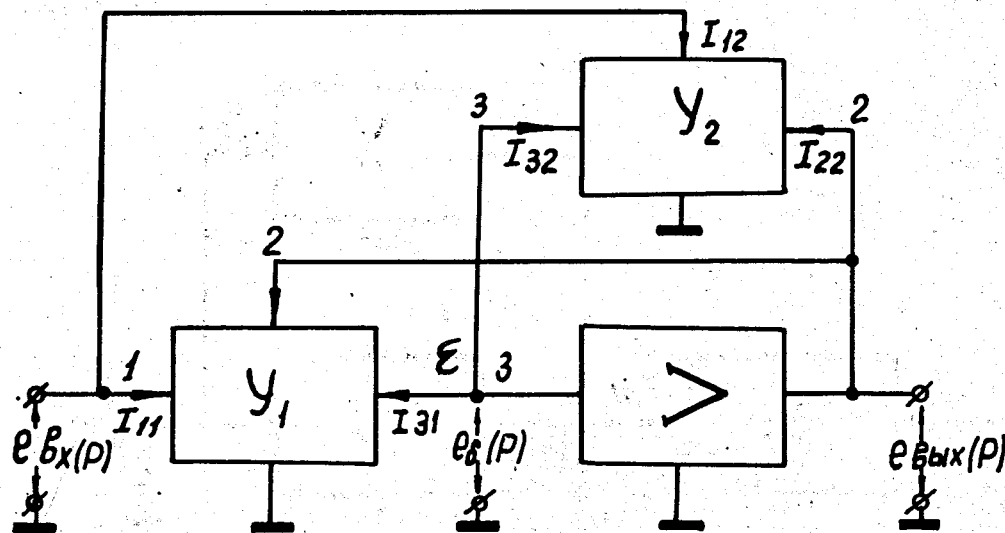


Рис. 4. Преобразованная схема для расчёта.

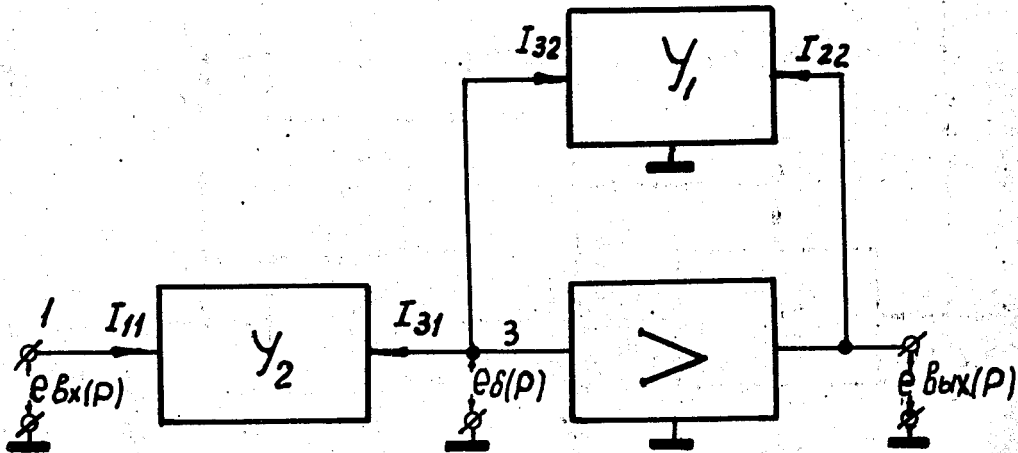


Рис. 5. Упрощенная схема для расчёта.