

## ПАРАМЕТРИЧЕСКИЙ МОДУЛЯТОР В УСИЛИТЕЛЕ СЛЕДЯЩЕЙ СИСТЕМЫ

*Б. М. Булгаков, П. И. Чередников*

Харьков

Преобразователь малых сигналов постоянного тока и усилитель сигнала управления исполнительным двигателем — один из важнейших узлов следящих систем управления и автоматического регулирования. Поэтому разработка и усовершенствование устройств преобразования и усиления — задача весьма актуальная.

Для преобразования постоянного сигнала в переменный применяются обычно контактные и бесконтактные модуляторы. Чтобы повысить точность преобразования постоянного тока, модулятор должен иметь достаточно высокую стабильность нуля, долговечность и т. д.

Механические преобразователи обладают рядом достоинств, однако наличие механической коммутации и контактов является существенным недостатком с точки зрения надежности. Полупроводниковые модуляторы, кроме необходимых электрических данных имеют такие ценные качества, как большую надежность, малые габариты, простоту схемы, но зависимость параметров от температуры и времени, сравнительно большой уровень остаточного сигнала являются их недостатком. Для магнитных модуляторов первой и второй гармоники характерна высокая стабильность нулевого уровня по сравнению с другими модуляторами, но на выходе таких преобразователей существует напряжение небаланса, превышающее иногда полезный сигнал на 1—2 порядка [3]. В связи с этим перспективен параметрический усилитель-модулятор [1], в котором за счет резонансного контура напряжение небаланса без соответствующей компенсации и экранирования на 1—2 порядка ниже, чем у магнитных модуляторов.

Усиление переменного сигнала рассогласования до величин, достаточных для управления исполнительным двигателем, осуществляется ламповыми, полупроводниковыми и другими усилителями в зависимости от назначения следящей системы.

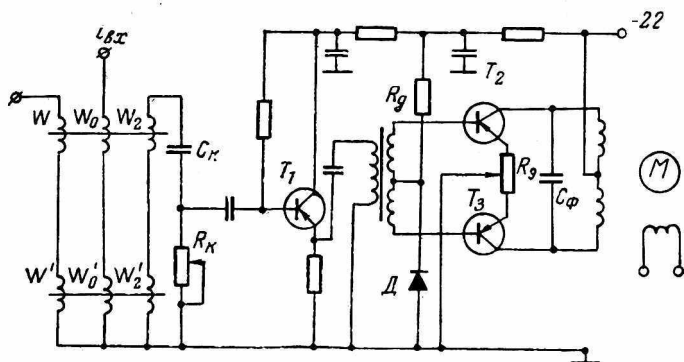
Сложность измерительных систем требует разработки простых, долговечных и стабильных узлов и приборов. Этим требованиям вполне удовлетворяют комбинированные схемы на магнитно-транзисторных элементах, которые находят широкое практическое применение.

В данной работе исследован усилитель для управления асинхронным двухфазным двигателем типа ДГ-1 (ДИД-1 и др.) на базе параметрического усилителя-модулятора в сочетании с полупроводниковым усилителем переменного тока. Эти двигатели не нуждаются в уходе при эксплуатации, обладают высокой надежностью, большим сроком службы и управляются схемой, обеспечивающей высокую добротность, малые габариты и долговечность. Предлагаемая схема усилителя (рис.) упростилась по сравнению с подобными устройствами на полупроводниках, имеющих от 7 до 10 транзисторов и другой тип модулятора [2]. В данном усилителе с низкоомным входом входной управляющий сигнал постоянного тока  $\pm 100$  мка.

Преобразователь выполнен на двух тороидальных сердечниках из пермалоя 79НМ с размерами  $25 \times 18 \times 5$  мм, толщина ленты 0,1 мм. На каждом сердечнике имеются по три соответственно включенных обмотки: возбуждения ( $W = W^1 = 200$ ), управления ( $W_0 = W_0^1 = 200$ ), измерительные ( $W_{\kappa} = W_{\kappa}^1 = 600$ ). Частота возбуждения модулятора 200 гц, ток возбуждения 0,01 а. Измерительные обмотки вместе с емкостью

( $C_k = 0,1 \text{ мкф}$ ) образуют резонансный контур, настроенный на вторую гармонику напряжения возбуждения.

Ток накачки, протекая по обмоткам возбуждения, изменяет индуктивности сердечников с удвоенной частотой. За счет напряжения небаланса и других явлений в контуре возникают параметрические колебания частоты 400  $\text{Гц}$ , при этом сигнал в управляющих обмотках отсутствует. С помощью активного сопротивления  $R_k$  в контур вносятся потери до срыва этих колебаний.



При подаче на соответствующим образом сфазированные входные обмотки управляющего сигнала постоянного тока нарушается симметрия кривой намагничивания. У магнитного потока и у тока резонансного контура появляются четные гармоники. При изменении полярности входного сигнала фазы четных гармоник потока и тока изменяются на  $180^\circ$ , фазы же нечетных гармоник остаются неизменными.

Для получения режима усиления необходимо добиться устойчивости системы с помощью введения соответствующих активных потерь, настроить контур в резонанс на вторую гармонику частоты накачки и обеспечить соответствие фаз тока в контуре и изменяющегося параметра (индуктивностей сердечников). В этом случае амплитуда параметрических колебаний в контуре будет зависеть от величины входного сигнала [1].

Для предотвращения замыкания напряжения второй гармоники по входной цепи последовательно с обмотками управления включен дроссель. Входное напряжение второй гармоники, промодулированное и усиленное, поступает на эмиттерный повторитель  $T_1$  (МП40) и двухтактный усилитель мощности  $T_2, T_3$  (П201 с радиаторами), который нагружен непосредственно (без выходного трансформатора) на управляющую обмотку двигателя. Смещение на базы транзисторов  $T_2, T_3$  подается с делителя  $R_D D$ . Сопротивление  $R_3$  предназначено для установления симметрии выходного каскада; емкость  $C_\phi$  отфильтровывает высшие гармоники управляющего сигнала. Межкаскадный трансформатор подключен к нагрузке эмиттерного повторителя [2].

Предварительные экспериментальные исследования показали следующие результаты. Нижний порог чувствительности по току около  $10^{-6} \text{ а}$ , дрейф нуля, приведенный ко входу,  $10^{-5} \text{ в}$  за 6 ч работы. При тщательном подборе колец по небалансу, соответствующей экранировке и других мерах, можно повысить чувствительность модулятора и уменьшить дрейф нуля. Частотная характеристика усилителя постоянна в пределах от 0 до 4  $\text{Гц}$ , коэффициент усиления модулятора до 500. Регулировочная характеристика линейная; в диапазоне изменения входного тока  $\pm 10^{-4} \text{ а}$ .

## ВЫВОДЫ

1. Применение параметрического усилителя-модулятора позволяет увеличить стабильность, надежность и долговечность усилителей следящих систем.

2. Усилители с подобными модуляторами не имеют гальванической связи между входом и выходом, допускают перегрузки по входу за счет велинейности характеристики при больших входных сигналах.

3. Описанный усилитель имеет слабую чувствительность к ударным нагрузкам, радиации и к изменению температуры.

## ЛИТЕРАТУРА

1. И. В. Вагнер. Автопараметрический резонатор. «Автоматика», 1956, № 4.
2. Ю. И. Конев. Полупроводниковые триоды в автоматике. Изд-во «Советское радио», 1960.
3. М. А. Розенблат. Магнитные усилители и модуляторы. Госэнергоиздат, 1963.