

СООБЩЕНИЯ
ОБЪЕДИНЕННОГО
ИНСТИТУТА
ЯДЕРНЫХ
ИССЛЕДОВАНИЙ
ДУБНА

962/84

13/II-84

13-83-739

В.В.Калиниченко, В.П.Саванеев

ШИРОКОПОЛОСНЫЙ МАГНИТНЫЙ КОМПАРАТОР
ПОСТОЯННОГО ТОКА

1983

Разработка измерительных преобразователей для систем стабилизации, автоматического регулирования и измерения постоянного тока является одной из актуальных задач при создании различных физических установок. В последнее время для этих целей широко используются бесконтактные измерительные преобразователи постоянного тока. Измерительные преобразователи на основе магнитных компараторов имеют преимущества, выгодно отличающие их от других преобразователей: высокую стабильность, относительно небольшие габариты, сравнительно малую потребляемую мощность, высокую чувствительность, отсутствие гальванической связи с измеряемой цепью.

В^{1/1} описан магнитный компаратор постоянного тока, имеющий выходную характеристику с пропорциональной зависимостью в начальной части и двухсторонним ограничением в остальном диапазоне входных токов. Полоса пропускания компаратора определяется двумя взаимосвязанными параметрами: частотой импульсной модуляции и постоянной времени фильтра. При выбранных параметрах $f_{\text{В}} = 1000$ Гц, $\tau_{\text{Ф}} \approx 10$ мс/ полоса пропускания составляет ≈ 100 Гц, что для многих случаев использования компаратора является недостаточным.

Упрощенная принципиальная схема широкополосного магнитного компаратора постоянного тока приведена на рис. 1.

Компаратор включает в себя три кольцевых магнитных сердечника, охватывающих одновитковую обмотку $W_{\text{И}}$ с измеряемым током $I_{\text{И}}$.

Преобразователь сигнала разбаланса выполнен в виде импульсного модулятора на двух кольцевых сердечниках, на каждом из которых размещается обмотка возбуждения и выходная обмотка /соответственно $W_{\text{В1}}$ и W_2 , $W_{\text{В2}}$ и W_3 /. Компенсационная обмотка $W_{\text{К}}$ является общей для обоих кольцевых сердечников. Обмотки возбуждения $W_{\text{В1}}$ и $W_{\text{В2}}$ включены последовательно-встречно и подсоединены к источнику возбуждения /ИВ/. Выходные обмотки W_2 и W_3 через интегрирующие цепочки R1, C1 и R2, C2 подключены к амплитудным детекторам В1 и В2. Потенциометр R3 служит для установки нуля выходного напряжения преобразователя сигнала разбаланса. На выходе преобразователя сигнала разбаланса установлен низкочастотный фильтр R4, R5, C3.

На третьем кольцевом сердечнике кроме $W_{\text{К}}$ размещены обмотка компенсации W_1 и вторичная обмотка, состоящая из двух секций, W_4 и W_5 . Вторичная обмотка нагружена на резисторы R6 и R7. Обмотка $W_{\text{И}}$ и вторичная обмотка магнитосвязаны через третий сердечник. При малом полном активном сопротивлении в цепи вторичной обмотки обеспечивается режим трансформатора переменного

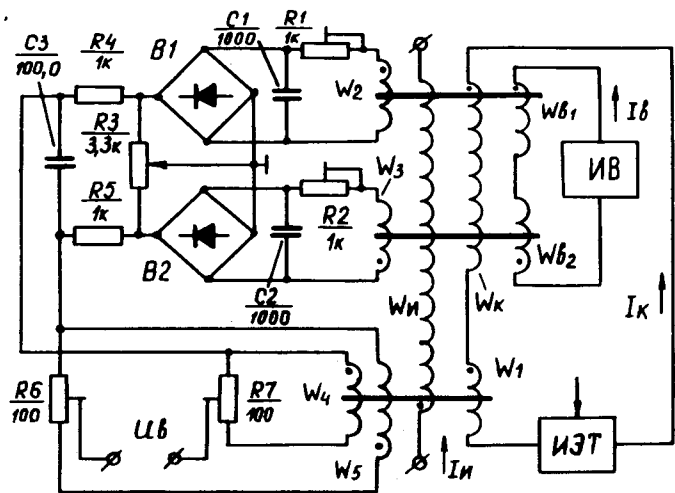


Рис.1. Принципиальная схема магнитного компаратора постоянного тока.

тока. Поэтому напряжения на резисторах R6 и R7 пропорциональны переменной составляющей измеряемого тока. Указанные напряжения суммируются с выходным напряжением преобразователя сигнала разбаланса магнитного компаратора^{/2/}.

Выполнение вторичной обмотки из двух одинаковых секций позволяет получить симметричный выход относительно общей шины.

В области низких и верхних частот для того, чтобы частотные искажения не превышали допустимых пределов, необходимо выполнение условий^{/3/} $f_H \gg R + r / 2\pi L$, $f_B \ll 1 / 2\pi R \cdot C$, где f_H - нижняя воспроизводимая частота, L - индуктивность обмотки трансформатора тока, R - резистор нагрузки, r - активное сопротивление вторичной обмотки трансформатора тока, f_B - верхняя воспроизводимая частота, C - эквивалентная емкость вторичной обмотки трансформатора тока.

В области нижних частот подбором величины резисторов R6 и R7 осуществляется сопряжение частотных характеристик трансформатора тока и преобразователя сигнала разбаланса.

Можно показать, что условие согласования амплитудных характеристик запишется как $S_{м.к.} = R / K_{тр.}$, где $S_{м.к.}$ - крутизна выходной характеристики магнитного компаратора, $K_{тр.}$ - коэффициент трансформации трансформатора тока.

На рис.2 изображена принципиальная схема источника возбуждения. В качестве задающего генератора использован несимметричный мультивибратор, выполненный на дифференциальном усилителе A1. С помощью R1 и R2 подбирается время паузы и длительности импульсов возбуждения. Напряжение с выхода микросхемы A1 поступает на составной транзистор T1, T2, в коллекторную цепь которого включены обмотки возбуждения Wb1 и Wb2.

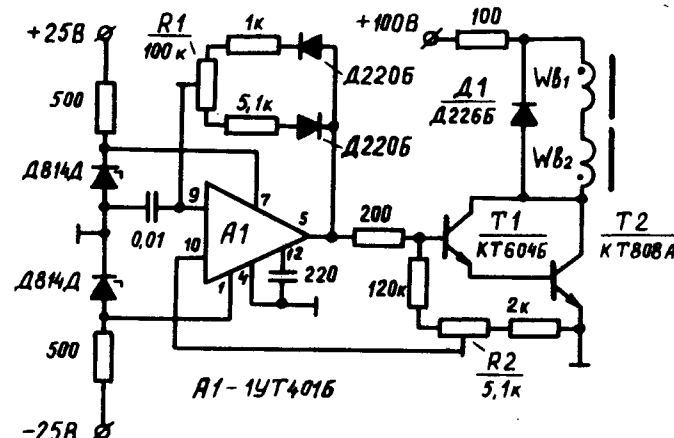


Рис.2. Принципиальная схема источника возбуждения.

Принципиальная схема источника эталонного тока и стабилизированных источников его питания представлена на рис.3.

Регулирующим элементом источника эталонного тока является составной транзистор T6 ÷ T9. Эталонный ток протекает через обмотку компенсации и резистор RэТ. Напряжение с RэТ поступает на вход дифференциального усилителя A2, на другой вход которого подается эталонное напряжение с многооборотного потенциометра Rб. выход усилителя A2 подключен к однокаскадному усилителю T5 управляющего входным током составного транзистора T6-T9.

Питание соответствующих узлов источника эталонного тока осуществляется от компенсационного стабилизатора напряжения /A1, T1 ÷ T4/ и параметрических стабилизаторов напряжения R1 ÷ R3, D1 ÷ D6).

Резистор R9, емкости C6 и C5 обеспечивают устойчивость усилителя A2, такую же функцию в регулирующем элементе выполняют R8, C4.

Элементы D8 ÷ D10 служат для защиты регулирующего элемента от опасных импульсных перенапряжений.

Резисторы R4 ÷ R7, RэТ., стабилитрон D7, усилитель A2 помещены в термостат.

Особенностью источника эталонного тока является отсутствие выходного конденсатора фильтра. Корректирующий конденсатор C3 включен в цепь базы транзистора T9 регулирующего элемента. Это дает возможность использовать источник эталонного тока в качестве источника эталонного импульсного тока^{/4/}.

Диапазон регулирования источника: 0,01-1 А. Источник эталонного тока за 8 часов работы имеет погрешность $\leq \pm 1 \cdot 10^{-5}$ от максимального значения.

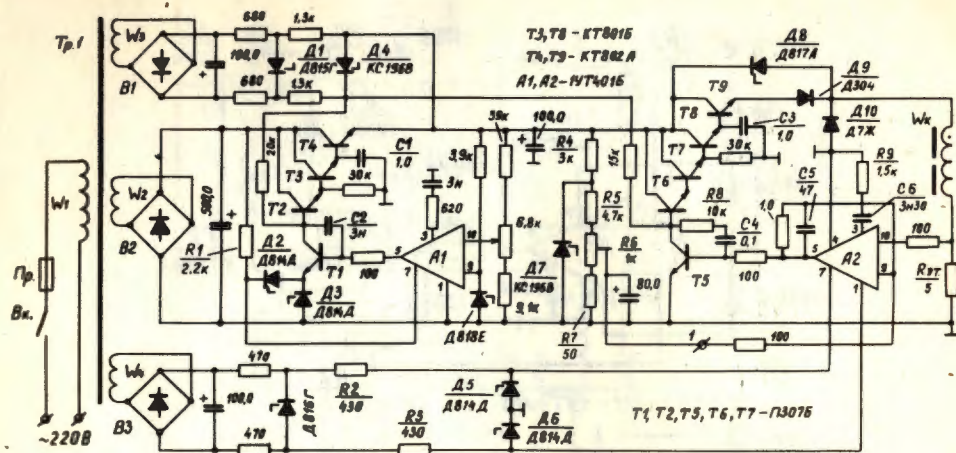


Рис. 3. Принципиальная схема источника эталонного тока.

В компараторе постоянного тока использованы тороидальные сердечники из ленточного пермаллоя 79 НМ. Наружный диаметр сердечников - 40 мм, внутренний - 30 мм, высота - 5 мм. Число витков $W_k = W_{B1} = W_{B2} = W_1 = 1000$, $W_2 = W_3 = W_4 = W_5 = 500$ /провод ПЭВ-2 $\varnothing 0,35$ /. Для устранения электрической связи между обмотками W_k , W_B , $W_1 + W_4$ введены экраны из отожженной медной фольги.

Магнитный компаратор имеет следующие технические характеристики.

Диапазон измеряемых токов - 0 + 200 А. Крутизна преобразования - 0,1 В/А. Максимальное выходное напряжение - до 1 В. Полоса пропускания - от 0 до 100 кГц. Частота возбуждения - 1 кГц. Долговременная стабильность, приведенная к первичному витку, ± 3 мА за 8 часов работы.

Магнитный компаратор используется в транзисторном стабилизаторе тока на 200 А.

ЛИТЕРАТУРА

1. Ахманова Л.Н. и др. ОИЯИ, 13-81-806, Дубна, 1981.
2. Саванеев В.П., Лачинов В.М. Авторское свидетельство СССР, №913353, ОИПОТЗ, 1982, №10, с. 225.
3. Панчишин Ю.М., Усатенко С.Г. Измерение переменных магнитных полей. "Техніка", Киев, 1973, с. 15-16.
4. Букреев С.С. Компенсационный стабилизатор без выходного конденсатора. В кн.: Электронная техника в автоматике. Под ред. Ю.И.Конева, вып.5, "Сов.радио", М., 1973.

Рукопись поступила в издательский отдел
24 октября 1983 года.

Калиниченко В.В., Саванеев В.П. 13-83-739
Широкополосный магнитный компаратор постоянного тока

Рассмотрен вариант магнитного компаратора постоянного тока, имеющего полосу пропускания от 0 до 100 кГц. Диапазон измеряемых токов - 0 + 200 А. Крутизна преобразования - 0,1 В/А. Погрешность компаратора, приведенная к первичному витку, ± 3 мА за 8 часов работы. Магнитный компаратор используется в транзисторном стабилизаторе тока на 200 А.

Работа выполнена в Лаборатории ядерных проблем ОИЯИ.

Сообщение Объединенного института ядерных исследований. Дубна 1983

Kalinichenko V.V., Savaneev V.P. 13-83-739
Wide-Band Magnetic Comparator of Direct Current

A version of magnetic comparator of direct current is considered. It has a transmission band from 0 upto 100 kHz. The measured current range is 0-200 A. Conversion transconductance is 0.1 W/A. The comparator error reduced to a primary turn is ± 3 mA during 8 h of operation. The magnetic comparator is used in transistor stabilizer for 200 A current.

The investigation has been performed at the Laboratory of Nuclear Problems, JINR.

Communication of the Joint Institute for Nuclear Research. Dubna 1983

Перевод О.С.Виноградовой