

C393z+C345c



СООБЩЕНИЯ
ОБЪЕДИНЕННОГО
ИНСТИТУТА
ЯДЕРНЫХ
ИССЛЕДОВАНИЙ
ДУБНА

6346/83

13-83-523

В.В.Калиниченко, В.П.Саванеев

СТАБИЛИЗИРОВАННЫЙ ИСТОЧНИК
ПОСТОЯННОГО ТОКА ДЛЯ ПИТАНИЯ
СВЕРХПРОВОДЯЩЕГО СОЛЕНОИДА

1983

Для питания сверхпроводящего соленоида с индуктивностью 0,4 Гн и запасенной энергией до 450 кДж изготовлен и испытан источник стабилизированного тока, имеющий параметры: рабочее значение тока 100÷1500 А; диапазон изменения выходного напряжения 0:6 В; величина нестабильности тока не превышает 10^{-4} ; уровень пульсаций меньше 10^{-4} . Источник питания имеет систему вывода запасенной энергии из сверхпроводящего соленоида.

Рассматриваемый источник структурно представляет собой одно-контурный стабилизатор тока компенсационного типа. Блок-схема источника приведена на рис.1. В качестве силового преобразователя используется выпрямитель /В/, собранный по схеме Ларионова. Выходное напряжение выпрямителя регулируется с помощью диодно-тиристорных ключей /4:6/, соединенных последовательно с первичной обмоткой силового трансформатора Тр.1. Диодно-тиристорные ключи 4:6 подключены к питающей сети 3х380 В через входные фильтры /1:3/. Выпрямленное напряжение фильтруется пассивным LC-фильтром /L_ф = 0,1 мГн, C_ф = 0,24 Ф/.

Для ослабления пульсаций и быстрых изменений напряжения сети после пассивного фильтра введен активный фильтр, который содержит блок управления /БУ/, усилитель мощности /УМ/ и выходной трансформатор Тр.2. Вторичная обмотка Тр.2 включена последова-

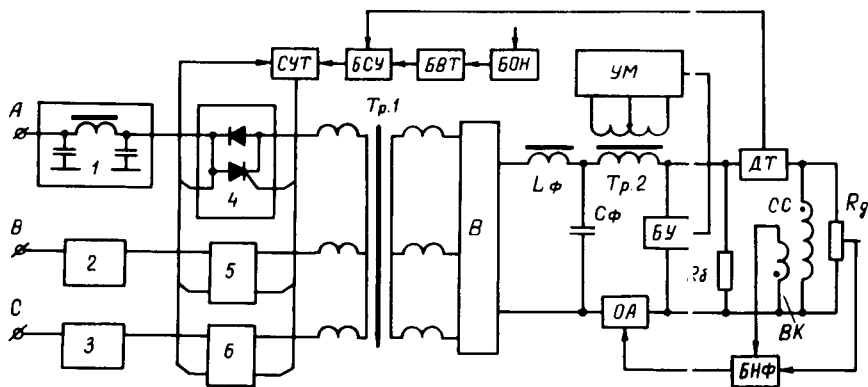
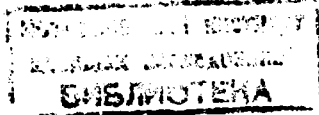


Рис.1. Блок-схема источника постоянного тока.



тельно с нагрузкой. Выходные напряжения после $L\phi C\phi$ -фильтра и активного фильтра суммируются. Усилитель мощности выполнен по двухтактной схеме, работающей в классе В. Каждое его плечо содержит 7 транзисторов КТ808А. Усилитель мощности позволяет получать на вторичной обмотке Тр.2 напряжение с амплитудой 0,5 В на частоте 300 Гц. Выходной трансформатор имеет коэффициент трансформации 60:1. Конструкция Тр.2 выполнена с учетом подмагничивания его постоянным током. Управляющее напряжение на усилитель мощности поступает с блока управления, содержащего корректирующую цепь, усилитель переменного тока и предварительный усилитель мощности.

Контур стабилизации тока содержит бесконтактный датчик тока /ДТ/, блок сравнения и усиления сигнала /БСУ/ и систему управления проводимостью тиристоров /СУТ//1/. Опорное напряжение поступает с трехкаскадного параметрического стабилизатора /со стабилитроном Д818Е в выходном каскаде/блока опорного напряжения /БОН/. Выходной каскад блока опорного напряжения термостабилизирован. Опорное напряжение подается на блок ввода тока /БВТ/, обеспечивающий плавный подъем или снижение тока в нагрузке.

Принципиальная схема блока ввода тока приведена на рис.2. Блок содержит усилитель /А1/ и интегратор /А2/, охваченные отрицательной обратной связью. Выход блока через переключатель П2 "Режим работы" подключен к входу блока сравнения и усиления сигналов. Переключатель П2 позволяет получить три режима: "Сброс тока", "Ввод тока" и "Работа". Напряжение с выхода интегратора А2 в режимах "Сброс тока" и "Ввод тока" поступает на вход блока сравнения и усиления сигналов. В режиме "Сброс тока" на вход А1 поступает потенциал общей шины питания, а в режиме "Ввод тока" напряжение поступает с блока опорного напряжения. Диапазон скоростей ввода тока $2,5 \div 12,5$ А/с устанавливается переключателем П1 "Скорость ввода". В режиме "Работа" напряжение с выхода блока опорного напряжения подается непосредственно на вход блока сравнения и усиления сигналов. На другой вход блока сравнения поступает напряжение с датчика тока.

Блок-схема датчика тока/2/ представлена на рис.3. Датчик содержит трансформатор постоянного тока /ТПТ/ с рабочими обмотками W_1, W_2 на сердечниках 1, 2, магнитный модулятор с удвоением частоты, содержащий модуляционные обмотки W_3, W_4 , уравновешивающую обмотку W_y , сердечники 3, 4, генератор /Г/ возбуждения трансформатора постоянного тока и магнитного модулятора, фазовый детектор /ФД/, усилитель постоянного тока /УПТ/, коммутатор /К/, источник смещения /ИС/, эталонный резистор $R_{эт}$. Обмотки - первичная W_H , смещения $W_{см}$, компенсации W_K - являются общими для ТПТ и магнитного модулятора. С помощью коммутатора обеспечивается дискретное изменение установленного значения тока нагрузки путем изменения количества включенных витков обмотки компенсации. При этом $I_H = K \cdot I_K$, где I_K - ток компенсации, K - кратность преобразования:

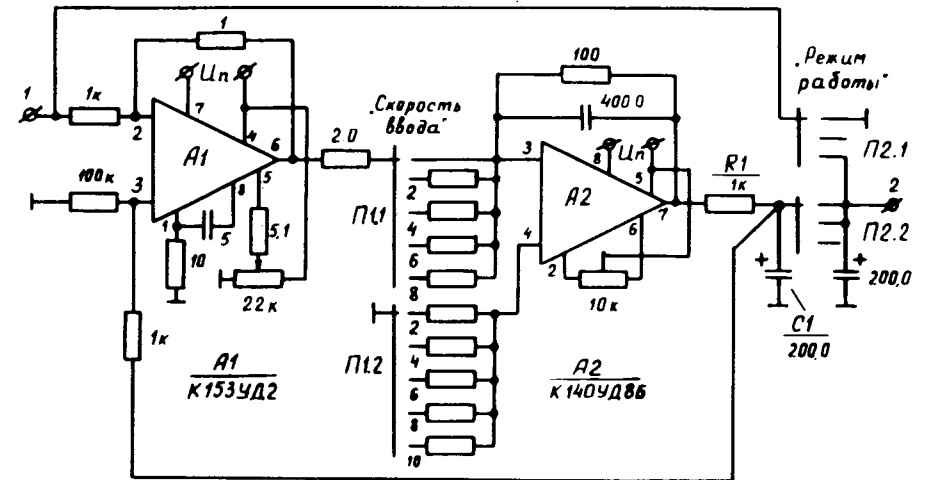


Рис.2. Принципиальная схема блока ввода тока.

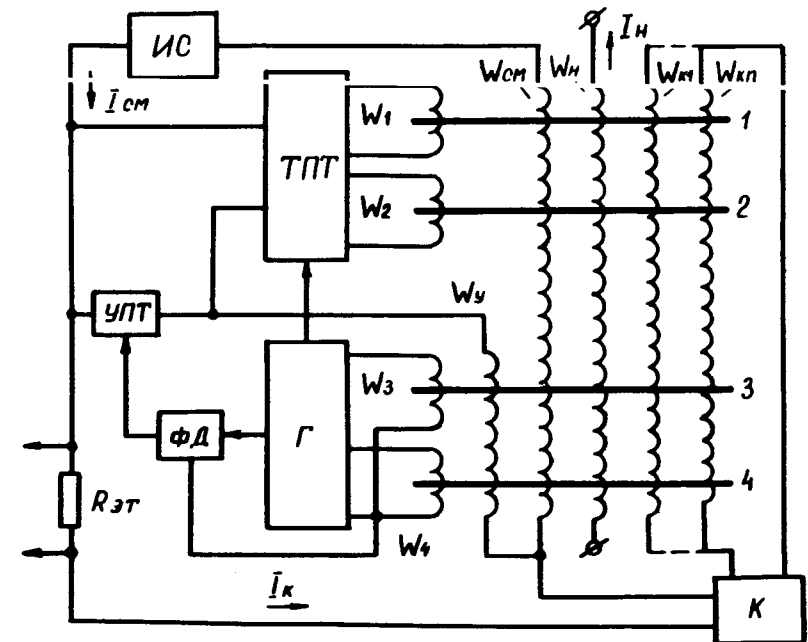


Рис.3. Блок-схема датчика тока.

$$K = (W_1 + W_K) / W_H,$$

при условии $W_1 = W_2 = W_{CM} = W_y$; W_K - число витков обмотки компенсации, включенных коммутатором в цепь тока I_K .

Благодаря наличию трансформатора постоянного тока обеспечивается малое начальное рассогласование в контуре обратной связи, включающем магнитный модулятор, вследствие чего исключается возможность работы магнитного модулятора в области "ложных" нулей^{/3/}. Подмагничивание ТПТ с помощью обмотки W_{CM} , через которую протекает I_{CM} , от источника смещения, исключает переход рабочей точки ТПТ на левую, нерабочую, ветвь его характеристики при появлении в обмотке W_H вследствие, например, переходного процесса импульсов тока, полярность которых противоположна полярности тока в рабочем режиме. Такой переход рабочей точки ТПТ на левую ветвь характеристики привел бы к нарушению нормальной работы стабилизатора. Полученная долговременная стабильность датчика тока, приведенная к первичной цепи, равна ± 1 мА за 8 часов работы.

Система вывода запасенной энергии из сверхпроводящего соленоида /СС/ состоит /см. рис.1/ из балластного резистора R_B , мостовой схемы обнаружения сигнала "нормальной фазы"^{/4/} /ВК - вспомогательная катушка, R_D - делитель напряжения/, блока выделения сигнала нормальной фазы /БНФ/, отключающего аппарата /ОА/, в качестве которого использован серийно выпускаемый автомат гашения поля, в качестве которого использован серийно выпускаемый автомат гашения поля. Сигнал с диагонали моста / R_D и ВК/, пропорциональный омическому сопротивлению сверхпроводящего соленоиды, подается на вход блока выделения сигнала нормальной фазы. По сигналу с этого блока при переходе обмотки в нормальное состояние автомат гашения поля отключает сверхпроводящий соленоид от источника питания, и энергия, запасенная в соленоиде, рассеивается на R_B .

Принципиальная схема блока выделения сигнала нормальной фазы представлена на рис.4. С выхода предварительного усилителя /A1/ сигнал нормальной фазы, а также напряжение пульсаций и наводок поступают на входы сдвоенного компаратора /A2/. С помощью R1 и R2 задаются пороги срабатывания по амплитуде сигнала. Время-амплитудный преобразователь, преобразующий длительность сигналов с выхода порогового элемента A2 в соответствующее по амплитуде напряжение, выполнен на интеграторе A3. Сброс интегратора производится ключом на полевом транзисторе T2. В исходном состоянии на вход ключа T2 поступает отрицательное напряжение с A2, ключ T2 открыт, и конденсатор C1 разряжен. При срабатывании порогового элемента A2 его выходное напряжение становится положительным, ключ T2 закрывается, конденсатор C1 начинает заряжаться. Время селекции сигнала по длительности устанавливается потенциометром R3. При отсутствии входных сигналов пороговый элемент A2 возвращается в исходное состояние, и C1 разряжается. Сигнал с выхода интегратора A3 поступает на усилитель A4 и пороговый элемент T4, в качестве которого использован однопереходный транзистор КТ 117Г.

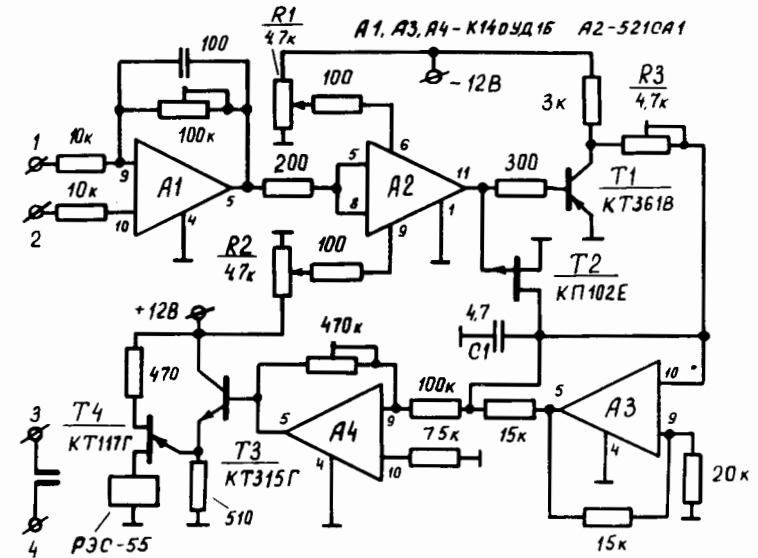


Рис.4. Принципиальная схема блока выделения сигнала нормальной фазы.

Исполнительным элементом блока служит реле РЭС-55, включенное в цепь базы однопереходного транзистора T4. При замыкании контактов реле обеспечивается подача напряжения на катушку отключения автомата гашения поля. Блок выделения сигнала нормальной фазы позволяет надежно обнаружить полезный сигнал уровня 10 мВ на фоне помех с амплитудой ~10 В при времени селекции ~30 мс.

Система вывода запасенной энергии обеспечивает надежную и эффективную защиту сверхпроводящего соленоиды в аварийных ситуациях.

Опытная эксплуатация источника питания подтвердила его высокую надежность и соответствие параметров предъявленным требованиям.

ЛИТЕРАТУРА

1. Денисов Ю.Н., Калинин В.В., Пережогин В.А. ОИЯИ, Р9-6241, Дубна, 1972.
2. Калинин В.В. Авторское свидетельство СССР № 1005000, от 05.08.81 г. Бюл. ОИПОТЗ, 1983, № 10, с.216.

3. Денисов Ю.Н., Калининченко В.В. ОИЯИ, 13-10146, Дубна, 1976.

4. Анищенко Н.Г. и др. ОИЯИ, 8-80-344, Дубна, 1980.

НЕТ ЛИ ПРОБЕЛОВ В ВАШЕЙ БИБЛИОТЕКЕ?

Вы можете получить по почте перечисленные ниже книги, если они не были заказаны ранее.

ДЗ-11787	Труды III Международной школы по нейтронной физике. Алушта, 1978.	3 р. 00 к.
Д13-11807	Труды III Международного совещания по пропорциональным и дрейфовым камерам. Дубна, 1978.	6 р. 00 к.
	Труды VI Всесоюзного совещания по ускорителям заряженных частиц. Дубна, 1978 /2 тома/	7 р. 40 к.
Д1,2-12036	Труды V Международного семинара по проблемам физики высоких энергий. Дубна, 1978	5 р. 00 к.
Д1,2-12450	Труды XII Международной школы молодых ученых по физике высоких энергий. Приморско, НРБ, 1978.	3 р. 00 к.
	Труды VII Всесоюзного совещания по ускорителям заряженных частиц, Дубна, 1980 /2 тома/	8 р. 00 к.
Д11-80-13	Труды рабочего совещания по системам и методам аналитических вычислений на ЭВМ и их применению в теоретической физике, Дубна, 1979	3 р. 50 к.
Д4-80-271	Труды Международной конференции по проблемам нескольких тел в ядерной физике. Дубна, 1979.	3 р. 00 к.
Д4-80-385	Труды Международной школы по структуре ядра. Алушта, 1980.	5 р. 00 к.
Д2-81-543	Труды VI Международного совещания по проблемам квантовой теории поля. Алушта, 1981	2 р. 50 к.
Д10,11-81-622	Труды Международного совещания по проблемам математического моделирования в ядерно-физических исследованиях. Дубна, 1980	2 р. 50 к.
Д1,2-81-728	Труды VI Международного семинара по проблемам физики высоких энергий. Дубна, 1981.	3 р. 60 к.
Д17-81-758	Труды II Международного симпозиума по избранным проблемам статистической механики. Дубна, 1981.	5 р. 40 к.
Д1,2-82-27	Труды Международного симпозиума по поляризационным явлениям в физике высоких энергий. Дубна, 1981.	3 р. 20 к.
Р18-82-117	Труды IV совещания по использованию новых ядерно-физических методов для решения научно-технических и народнохозяйственных задач. Дубна, 1981.	3 р. 80 к.
Д2-82-568	Труды совещания по исследованиям в области релятивистской ядерной физики. Дубна, 1982.	1 р. 75 к.
Д9-82-664	Труды совещания по коллективным методам ускорения. Дубна, 1982.	3 р. 30 к.
ДЗ,4-82-704	Труды IV Международной школы по нейтронной физике. Дубна, 1982.	5 р. 00 к.

Рукопись поступила в издательский отдел
21 июля 1983 года.

Заказы на упомянутые книги могут быть направлены по адресу:
101000 Москва, Главпочтамт, п/я 79
Издательский отдел Объединенного института ядерных исследований

**ТЕМАТИЧЕСКИЕ КАТЕГОРИИ ПУБЛИКАЦИЙ
ОБЪЕДИНЕННОГО ИНСТИТУТА ЯДЕРНЫХ
ИССЛЕДОВАНИЙ**

Индекс	Тематика
1.	Экспериментальная физика высоких энергий
2.	Теоретическая физика высоких энергий
3.	Экспериментальная нейтронная физика
4.	Теоретическая физика низких энергий
5.	Математика
6.	Ядерная спектроскопия и радиохимия
7.	Физика тяжелых ионов
8.	Криогеника
9.	Ускорители
10.	Автоматизация обработки экспериментальных данных
11.	Вычислительная математика и техника
12.	Химия
13.	Техника физического эксперимента
14.	Исследования твердых тел и жидкостей ядерными методами
15.	Экспериментальная физика ядерных реакций при низких энергиях
16.	Дозиметрия и физика защиты
17.	Теория конденсированного состояния
18.	Использование результатов и методов фундаментальных физических исследований в смежных областях науки и техники
19.	Биофизика

Калининченко В.В., Саванеев В.П.
Стабилизированный источник постоянного тока
для питания сверхпроводящего соленоида

13-83-523

Описан стабилизированный источник постоянного тока с максимальным током 1500 А, предназначенный для питания сверхпроводящего соленоида. Источник структурно представляет собой одноконтурный стабилизатор тока компенсационного типа. Выходное напряжение в пределах от 0 до 6 В регулируется с помощью диодно-тиристорных ключей, включенных последовательно с первичной обмоткой силового трансформатора. В источнике используется пассивный и активный фильтры. Величина неустойчивости тока не превышает 10^{-4} , уровень пульсаций меньше 10^{-4} . Источник имеет систему вывода запасенной энергии из сверхпроводящего соленоида.

Работа выполнена в Лаборатории ядерных проблем ОИЯИ.

Сообщение Объединенного института ядерных исследований. Дубна 1983

Kalinichenko V.V., Savaneev V.P.
Stabilized Source of Direct Current
for Superconducting Solenoid Supply

13-83-523

A stabilized source of direct current with 1500 A maximum current is described. It is intended for supplying a superconducting solenoid. The source is a single-circuit stabilizer of compensation type current. The output voltage within 0 upto 6 V limits is regulated by means of diode-tiristor keys switched on in series with a primary winding of a force transformer. Passive and active filters are used in the source. The instability current value does not exceed 10^{-4} , the pulsation level is less than 10^{-4} . The source has a system for the output of accumulated energy out of the superconducting solenoid.

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