

СООБЩЕНИЯ  
ОБЪЕДИНЕННОГО  
ИНСТИТУТА  
ЯДЕРНЫХ  
ИССЛЕДОВАНИЙ

Дубна

98-276

P13-98-276

С.Б.Федоренко

СТАБИЛИЗИРОВАННЫЙ ИСТОЧНИК  
ПОСТОЯННОГО ТОКА ДЛЯ ВОЗБУЖДЕНИЯ  
ЭЛЕКТРОМАГНИТА БЕТА-СПЕКТРОМЕТРА

Схема управления

1998

В 1995 - 1996 годах в ЛЯП ОИЯИ разработан, изготовлен и введен в эксплуатацию стабилизированный источник постоянного тока для питания обмотки электромагнита бета-спектрометра, создаваемого в НЭОЯС и РХ ЛЯП. Структура и принцип действия силовой части источника были описаны в [1]. В настоящей работе рассматривается структура и работа схемы управления этого источника.

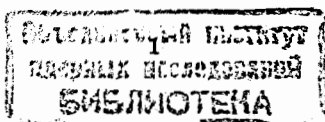
Рассматриваемый стабилизированный источник постоянного тока (в дальнейшем для простоты именуемый источник тока) имеет два режима управления: ручной и внешний (от ЭВМ); два режима работы: "Работа" и "Размагничивание"; предусмотрен также реверс тока в нагрузке. В рабочем режиме через нагрузку протекает постоянный ток установленной величины и полярности. В режиме "Размагничивание" полярность тока в нагрузке изменяется с частотой  $\sim 0,5$  Гц, а его величина постепенно (с дискретностью ЦАП - 1мА) уменьшается от рабочего значения до 0 за 20 минут.

На рис.1 представлена упрощенная блок-схема управления обсуждаемого источника постоянного тока. Конструктивно схема управления содержит 3 блока: 2.4 - блок преобразователя кода, 2.5 - блок ЦАП, 2.6 - блок управления.

Органами управления источником тока являются тумблеры: "Уставка тока ручная/внешняя" SA1 блок 2.5, "Полярность" SA1 блок 2.6, "Работа - Размагничивание" SA2 блок 2.6, кнопка записи данных в регистр хранения SB1 блок 2.5 и четыре кодовых переключателя SA1-SA4 блок 2.4 (на рис.1. не показаны). Во избежание дребезга контактов переключателя SA1 блок 2.5, SA1 и SA2 блок 2.6 и кнопка SB1 блок 2.5 включены через RS-триггеры. Выходные уровни напряжения RS-триггеров "Полярность" и "Работа - Размагничивание" через схемы совпадения и элементы ИЛИ поступают на входы одновибраторов ОД1-ОД4, которые по положительному (из 0 в 1) перепаду, в момент переключения тумблеров, вырабатывают импульсы управления поляризованными реле блока реверса тока в нагрузке. Длительность импульсов управления поляризованными реле  $\sim 50$  мс. Тумблер "Уставка тока ручная/внешняя" SA1 блок 2.5 содержит две ячейки: SA1.1 - подключает выходной сигнал внутреннего или внешнего ЦАП к измерительно-усилительному блоку, SA1.2 и RS-триггер DD1.1 блок 2.5 вырабатывают уровни задающие, ручной или внешний режим управления.

Рассмотрим ручной режим работы источника тока. Переключатель выбора режима управления "Уст. тока ручная/внешняя" (SA1 блок 2.5) находится в положении "ручная". При этом контактная группа SA1.1 (SA2 на рис.1 в [1]) подключает выход источника опорного напряжения (внутренний ЦАП, блок 2.5) ко входу схемы сравнения измерительно-усилительного блока (см. блок 16 в [1]), вырабатывающего аналоговый сигнал управления регулятором постоянного тока (блок 6 в [1]). Контактная группа SA1.2 подключена ко входам RS-триггера (выводы 10, 13 DD1.1 блок 2.5), вырабатывающего сигналы, задающие режим управления (1 - на прямом выходе - ручная уставка тока, 1 - на инверсном выходе - внешняя).

Сигнал разрешения ручной уставки тока (логическая 1 на прямом выходе 9 DD1 блок 2.5) поступает на входы элементов И : 5 DD20.2 блок 2.4; 4 DD3, 9 DD3 блок 2.6; 13 DD2.1 блок 2.5, в то же время на входы 4 и



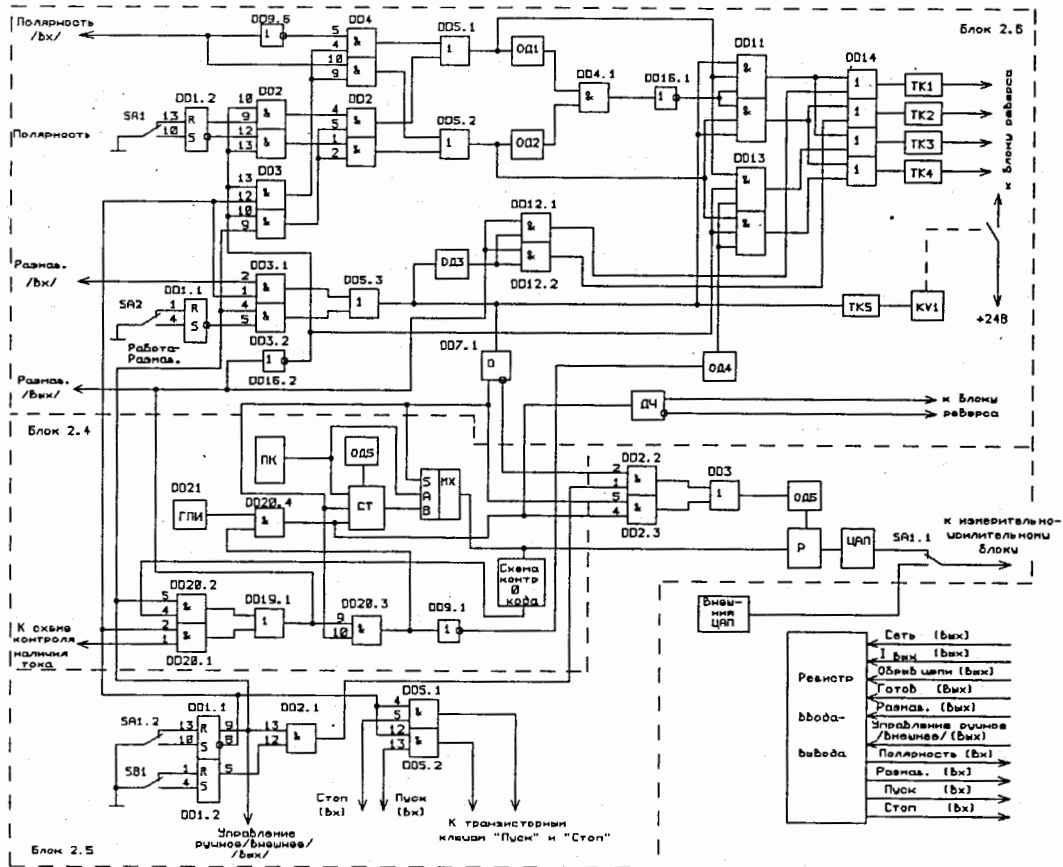


Рис.1. Упрощенная блок - схема управления источником тока

12 DD5 блок 2.5; 1 и 12 DD3 блок 2.6; 10 DD20.3 блок 2.4 - приходит логический 0. Таким образом, сигналы от регистра ввода-вывода: "Пуск", "Стоп", "Размагничивание" и др., поступающие на соответствующие элементы И, блокируются.

Переключатель рода работ "Работа - Размагничивание" (SA2 блок 2.6) находится в положении "Работа".

Сигнал "Работа" (0 на выходе RS - триггера DD1.1 блок 2.6) через элемент И (5 DD3 блок 2.6) и элемент ИЛИ (DD5.3 блок 2.6) подается: на транзисторный ключ ТК5 (VT7 блок 2.6); мультивибратор ОДЗ (DD7.2, DD9.3, DD10.3 блок 2.6); D-триггер (DD7.1 блок 2.6). Транзисторный ключ ТК5 и мультивибратор ОДЗ работают только в режиме размагничивания, поэтому их работа будет рассмотрена ниже. D-триггер вырабатывает 0 - по прямому выходу и 1 - по инверсному. Логическая 1 с инверсного выхода D-триггера поступает на 2 DD2.2 блок 2.4, что обеспечивает прохождение сигнала записи данных в регистр хранения внутреннего ЦАП. Ноль с прямого выхода D-триггера поступает на вход S мультиплексора МХ, тем самым подключает выходы преобразователя кода ПК ко входам регистра хранения внутреннего ЦАП.

Переключатель "Полярность" (SA1 блок 2.6) обеспечивает выбор необходимой полярности выходного тока. С выходов RS-триггера (DD1.2 блок 2.6) сигналы поступают на входы элементов И (9, 12, 4 и 1 DD2 блок 2.6) и при наличии разрешающих сигналов ("Размагничивание /Вых/" - 0 и "Уставка тока ручная" - 1) через элементы ИЛИ приходят на входы мультивибраторов ОД1 и ОД2 (DD6.2, DD9.1, DD10.1 блок 2.6 и DD6.1, DD9.2, DD10.2 блок 2.6). Мультивибраторы ОД1 и ОД2 запускаются положительным (из 0 в 1) перепадом напряжения на их входах, таким образом, логическая 1 с выхода RS-триггера (DD1.2 блок 2.6) приводит к срабатыванию соответствующего мультивибратора. Через элементы И DD11 и элементы ИЛИ DD14 блока 2.6 импульс с выхода мультивибратора поступает на входы соответствующих транзисторных ключей ТК1 - ТК4 (VT3 - VT6 блок 2.6 на принципиальной схеме блока управления рис.2), управляющих работой поляризованных реле блока реверса тока в нагрузке (см. [1]).

В ручном режиме управления на входы элементов И 5 и 10 DD4 блок 2.6 подается 0, которым блокируется сигнал "Полярность" от регистра ввода-вывода.

Изменение полярности тока и режима управления при положении "Работа" переключателя рода работ SA2 блок 2.6 невозможны, т.к. их сигналы блокируются элементами И DD2 и DD3 блок 2.6.

На рисунке 3 представлена принципиальная схема блока преобразователя кода. Уставка тока осуществляется набором кода на 4 кодовых переключателях SA1 - SA4 блок 2.4. Двоично-десятичный код уставки тока поступает на преобразователь двоично-десятичного кода в двоичный, собранный на 8 корпусах микросхемы К155ПР6. Двоичный код тока подается на канал А мультиплексора МХ (DD11 - DD13 блок 2.4) и вычитающий двоичный счетчик СТ (DD14 - DD16 блок 2.4). Если на входы S мультиплексора подан сигнал 0, то код с преобразователя транслируется на вход регистра хранения Р (DD6 - DD8 блок 2.5 на принципиальной схеме блока ЦАП, представленной на рис.4) и схему контроля 0 кода (DD17 - DD19 блок 2.4). Запись данных в регистр хранения осуществляется

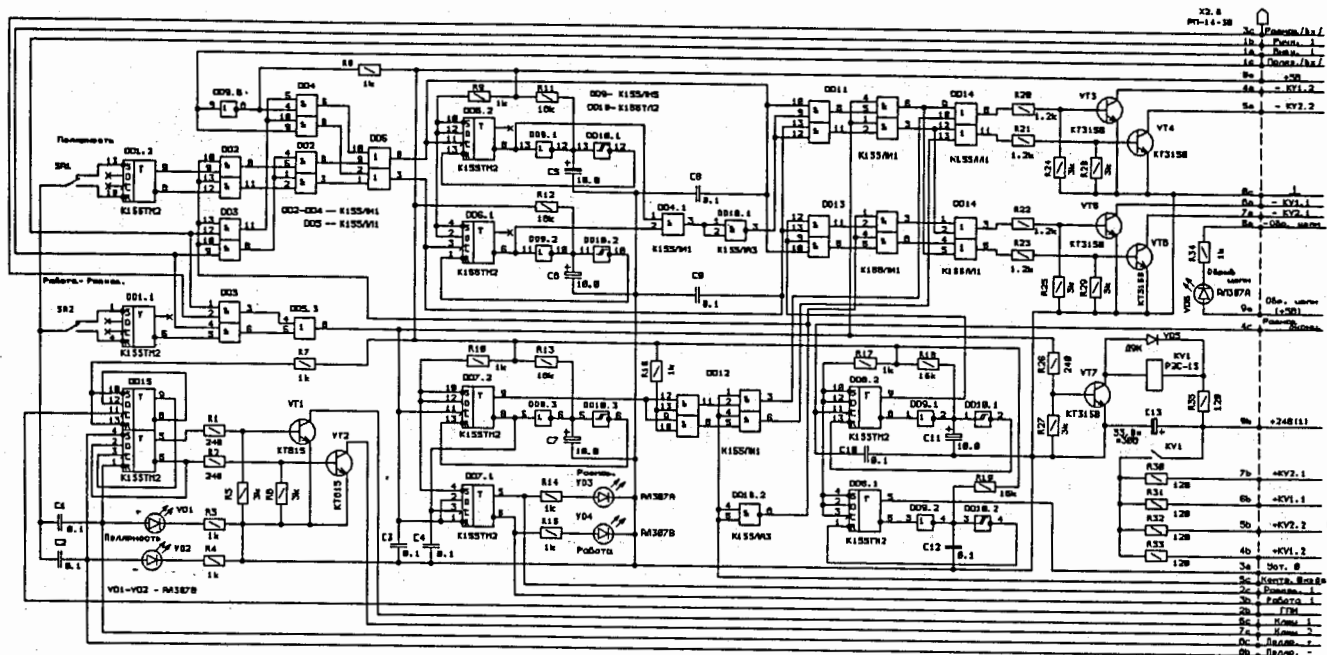


Рис. 2. Принципиальная схема блока управления

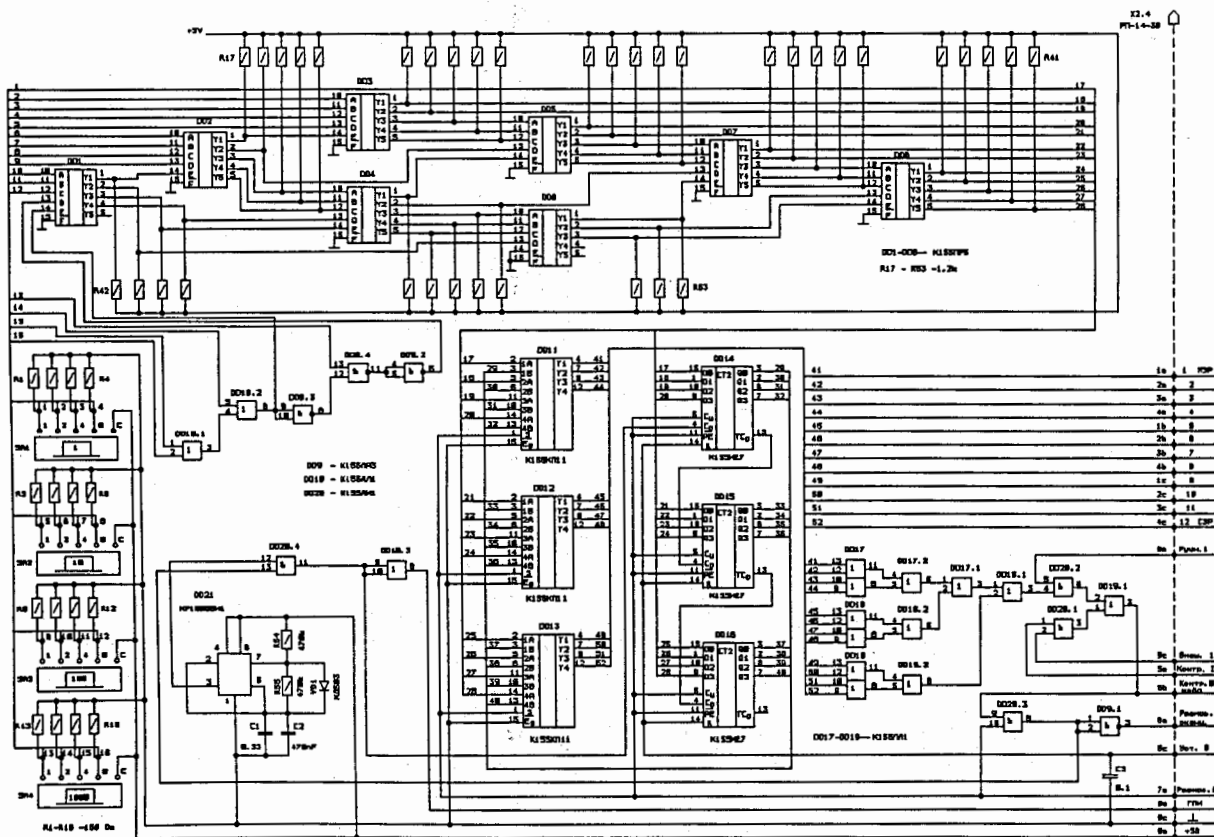


Рис. 3. Принципиальная схема блока преобразователя кода

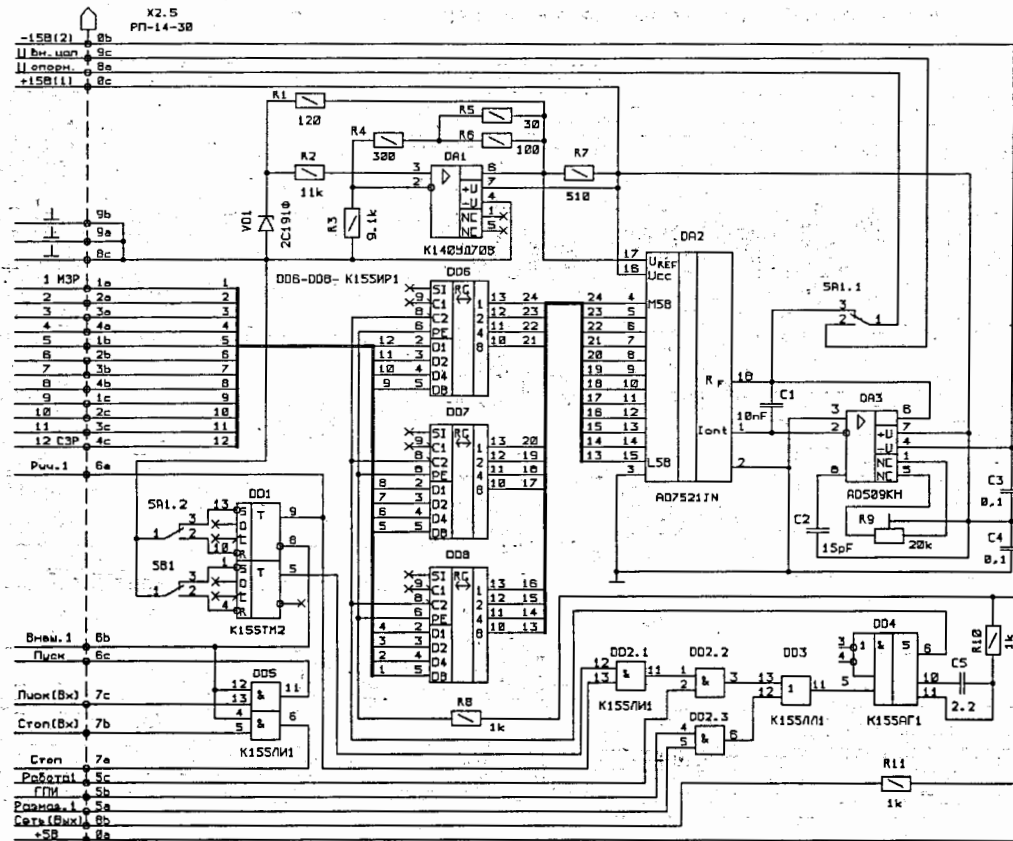


Рис.4. Принципиальная схема блока ЦАП

нажатием кнопки "Уст. тока ручная" (SB1 блок 2.5), при этом сигнал логическая 1 с прямого выхода (5DD1 блок 2.5) RS-триггера через элементы И DD2.1 и DD2.2 и элемент ИЛИ поступает на одновибратор ОД6 (DD4 блок 2.5), который по положительному перепаду вырабатывает импульс записи в регистр хранения. Выходное напряжение с ЦАП (DA2, DA3 блок 2.5) через переключатель SA1.1 подается на схему сравнения измерительно-усилительного блока.

### Размагничивание

Как указывалось выше, в режиме "Размагничивание" полярность тока в нагрузке изменяется с частотой, определяемой параметрами магнита, в данном случае ~0,5 Гц; при этом ток уменьшается от рабочего значения до нуля.

Допустим, что источник работал при отрицательной полярности тока в нагрузке, при этом контактные ключи поляризованного реле KV1 были замкнуты, а ключи KV2 - разомкнуты см.[1]. При переводе переключателя рода работ SA2 блок 2.6 в положение "Размагничивание" на выходе RS-триггера DD1.1 блок 2.6 появляется логическая 1, пройдя через элемент И 5 DD3.2 она подается на транзисторный ключ ТК5 (VT7 блок 2.6), управляющий в реле KV1 блок 2.6, которое подает напряжение питания на реле KV1, KV2 блока реверса. По положительному фронту сигнала RS-триггера одновибратор ОД3 (DD7.2, DD9.3, DD10.3 блок 2.6) вырабатывает импульс на включение реле KV2 блока реверса. По срезу импульса ОД3 переключается D-триггер (DD7.1 блок 2.6). На его прямом входе появляется 1, определяющая размагничивание. Логическая единица с выхода D-триггера открывает элемент И DD2.3 блок 2.5, а также, поступаая на входы S мультимплексора MX, переключает его на канал В, тем самым подключая входы счетчика СТ к входам регистра хранения Р. В то же время она поступает на соответствующие входы счетчика СТ - выключает параллельную загрузку данных и включает счет на уменьшение. Открыв элементы DD20.3, DD20.4 блок 2.4 и DD2.3 блок 2.5, сигнал от D-триггера обеспечивает подачу тактовых импульсов от ГПИ (DD21 блок 2.4) соответственно на тактовый вход счетчика СТ; делитель частоты ДЧ, управляющий работой транзисторного моста блока реверса; и одновибратор ОД6, вырабатывающий импульс записи данных в регистр Р.

Таким образом, происходит пошаговое уменьшение выходного напряжения внутреннего ЦАП и, соответственно, тока в нагрузке. С появлением нулевого кода уставки тока на выходе мультимплексора, на выходе схемы контроля нулевого кода (DD17-19 блок 2.4) появляется 0, закрывающий элементы DD20.2, DD20.3, DD20.4 блок 2.4, чем останавливает подачу импульсов от ГПИ на счётчик, делитель частоты и одновибратор ОД6, а также через инвертор DD9.1 поступает на одновибратор ОД4 (DD8.2, DD9.1, DD10.1 блок 2.6). По положительному перепаду на входе ОД4 вырабатывает импульс на размыкание реле KV2. Более подробно работа блока реверса рассмотрена в [1]. После этого размагничивание заканчивается и при необходимости можно изменить режим управления источником и/или полярность тока в нагрузке.

## Режим внешнего управления

Для включения внешнего режима управления источника необходимо установить переключатель рода работ SA2 блок 2.6 в положение "Размагничивание", а переключатель режима управления SA1 блок 2.5 - в положение "Уст. тока внешняя". При этом на инверсном выходе RS-триггера 8 DD1 блок 2.5 появляется логическая 1, которая открывает элементы И DD5.1 и DD5.2 блок 2.5, 4 и 9 DD3 блок 2.6; заперты в это же время (0 с прямого выхода RS-триггера) соответствующие элементы DD2, DD3 блок 2.6, заблокируют работу переключателей "Полярности" и рода работ. Контактная группа SA1.1 подключит выходное напряжение внешнего ЦАП ко входу измерительно-усилительного блока. После этого все сигналы управления и диагностики источника поступают и снимаются через регистр ввода-вывода. Сигналы "Пуск" и "Стоп" поступают, соответственно, на открытые элементы И DD5.2 и DD5.1 блок 2.5 и через них на релейно-транзисторные ключи, управляющие работой контактора 4 (см. рис.1: в [1]). Сигнал "Полярность" от регистра ввода-вывода поступает на входы элементов DD4 блок 2.6 (на 9-й и через инвертор DD9.6 блок 2.6 на 4-й входы), "Размагничивание" - на вход 2DD3 блок 2.6; дальнейшая работа схемы управления остается такой же, как и при работе в ручном режиме. Остановка размагничивания осуществляется сигналом схемы контроля наличия тока, его принципиальная схема представлена на рис.5. Выключение размагничивания происходит при токе нагрузки ~20 мА.

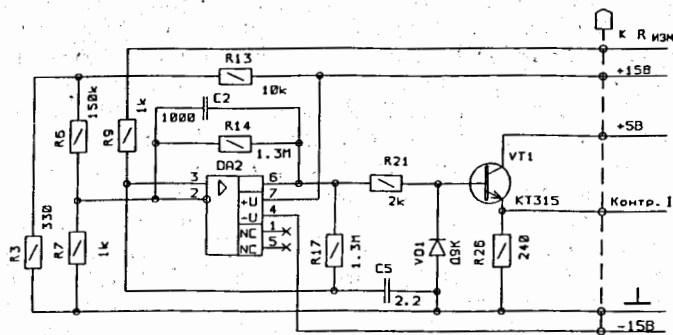


Рис. 5. Принципиальная схема контроля тока в нагрузке

## Литература

1. Калиниченко В.В., Федоренко С.Б. Сообщение ОИЯИ P13-97-181.
2. Вениаминов В.Н., Лебедев О.Н., Мирошниченко А.И. Микросхемы и их применение. М.: Радио и связь, 1989.
3. Шилов В.Л. Популярныe цифровые микросхемы. М.: Радио и связь, 1989.

Рукопись поступила в издательский отдел  
1 октября 1998 года.

Федоренко С.Б.

P13-98-276

Стабилизированный источник постоянного тока для возбуждения электромагнита бета-спектрометра.

Схема управления

Описана схема управления источником постоянного тока для питания обмотки электромагнита бета-спектрометра и ее работа в различных режимах управления источником тока. Приведены блок-схема управления источником, а также принципиальные схемы ряда блоков.

Работа выполнена в Лаборатории ядерных проблем ОИЯИ.

Сообщение Объединенного института ядерных исследований. Дубна, 1998

Fedorenko S.B.

P13-98-276

Direct-Current-Regulated Power Supply for Excitation of Beta-Spectrometer Electromagnet. Control Scheme

A scheme controlling a direct-current power supply for the winding of the beta-spectrometer magnet and its work under various control modes are described. The block diagram of the source, as well as schematic diagrams of a number of units are given.

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