

**сообщения  
объединенного  
института  
ядерных  
исследований  
дубна**

2338/82

14/6-82

13-82-94

**И.А.Голутвин, В.Е.Жильцов, В.М.Нахратский,  
А.А.Попов, В.С.Хабаров**

**НИЗКОВОЛЬТНОЕ ПИТАНИЕ ЭЛЕКТРОНИКИ  
РЕГИСТРАЦИИ КООРДИНАТНЫХ ДЕТЕКТОРОВ  
БОЛЬШИХ ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНЫХ УСТАНОВОК**

**1982**

В настоящее время в качестве координатных детекторов крупных экспериментальных установок используются большие пропорциональные /ПК/ и дрейфовые /ДК/ камеры. Данные установки могут содержать сотни камер с суммарным числом сигнальных проводочков до  $\sim 10^5$ . При этом вся электроника регистрации располагается непосредственно на камерах.

В Отделе новых методов ускорения ОИЯИ разработана электроника регистрации информации с ПК<sup>1/1</sup> на основе гибридной схемы К 405 ХП1, разработана электроника регистрации ДК нейтринного детектора. Основные энергетические характеристики требуемых каналов питания для регистрирующей аппаратуры в обоих случаях показаны в таблице.

Таблица

Тип камеры	U (В)	I (А)			
		карта	камера	10 камер	100 камер
ПК	+5	0,35	4	40	400
	-5	0,10	1,1	11	110
	+3	0,95	10,5	105	1050
	-3	0,9	9,9	99	990
ДК	+6	0,2	3,2	32	320
	-6	0,2	3,2	32	320

Эти данные приведены для случая расположения 11 карт на одной ПК и 16 карт на 4 канала на каждой ДК.

Исходя из данных таблицы, расположения камер на достаточно больших расстояниях от экспериментальной аппаратуры /до 50 м/, а также опыта по созданию мюонного спектрометра /ЦЕРН/, можно предложить следующую систему низковольтного питания электроники камер, основной модуль которой показан на рис.1.

Электроника регистрации, установленная на камере или группе камер, запитывается от многоканального регулятора ( $P_i$ ). Группа регуляторов обеспечивается мощностью от одной 3-фазной выпрямительной установки /ВУ/. Низковольтные регуляторы располагаются непосредственно на камерах или вблизи от них, а ВУ -

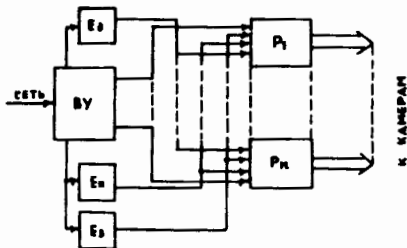


Рис.1. Структурная схема модуля питания.

на расстоянии  $10 \div 20$  м от установки. В ВУ устанавливаются общие для всего модуля дополнительные источники напряжения, предназначенные для работы внутренних схем регуляторов, для управления порогом и задержкой регистрирующей электроники камер. Количество подобных модулей для той или иной экспериментальной установки будет определяться количеством используемых в ней координатных детекторов. Рассмотрим отдельные элементы модуля питания подробнее.

### Многоканальный регулятор

При выборе типа стабилизаторов напряжений, входящих в состав многоканального регулятора, необходимо учитывать требования наименьших пульсаций и шумов при работе на высокочувствительную регистрирующую аппаратуру камер, простоты схем, их повторяемости, а также надежности при эксплуатации. Несмотря на низкий к.п.д.  $/\eta < 0,4/$ , линейные стабилизаторы <sup>2/</sup> напряжения компенсационного типа с последовательным регулирующим элементом на транзисторах наиболее полно отвечают этим требованиям. Импульсные стабилизаторы, а также устройства на основе преобразовательных схем <sup>3/</sup> хотя и обладают повышенным к.п.д.  $/\eta > 0,6 \div 0,8/$ , но имеют более высокое выходное сопротивление и уровень высокочастотных шумов и пульсаций, требуют мощных развязывающих фильтров между параллельно работающими каналами от одной ВУ, более сложны в настройке.

Наряду с основными техническими характеристиками регулятор должен обладать и защитными свойствами. Каждый канал питания должен иметь защиту от токовых перегрузок и не допускать повышенного напряжения на своем выходе. Все выходные напряжения регулятора должны сниматься при отключении одного из каналов питания. При этом для автоматического контроля и управления работой регуляторов в них необходимо иметь соответствующие элементы.

На рис.1 показана принципиальная схема стабилизатора напряжения на положительную полярность. В схеме использован интегральный стабилизатор напряжения типа МАА723 /можно использовать интегральную схему 142ЕН1 /и мощный составной выходной каскад на транзисторах типа КТ829Г. На тех же основных компонентах разработан стабилизатор на отрицательную полярность /рис.3/ выходного напряжения.

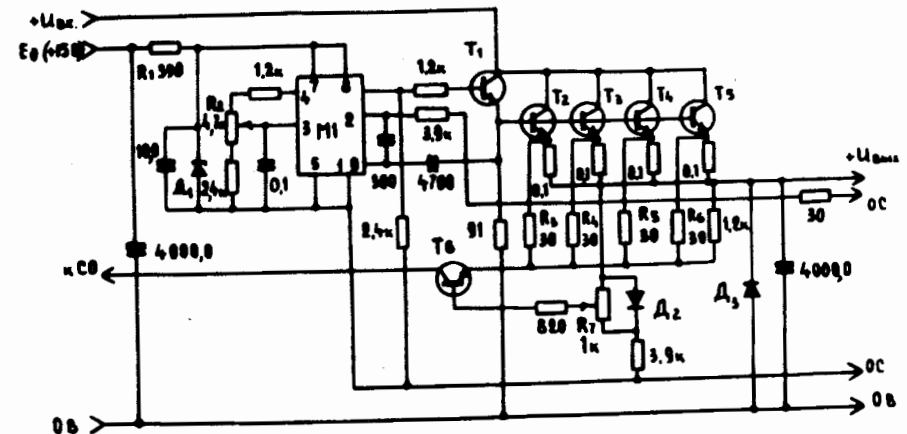


Рис.2. Принципиальная схема стабилизатора напряжения положительной полярности.  $T_1$  - КТ608Б;  $T_2 \div T_5$  - КТ829Г;  $T_6$  - КТ326Б;  $D_1$  - Д814Д;  $D_2$  - КД522А;  $D_3$  - КД202В;  $M_1$  - МАА723.

Применение интегральной схемы с дополнительным питанием и параметрическим стабилизатором  $/D_1, R_1, \text{рис.2}/$  значительно повышает коэффициент стабилизации, снижает рассеиваемую на проходных транзисторах мощность, сокращает количество используемых элементов, упрощает схему отключения выходного напряжения снятием с интегральной схемы питающего напряжения. Такой же параметрический стабилизатор, одна из шин которого соединена с выходной шиной стабилизатора /рис.3/, позволяет реализовать схему с отрицательной полярностью на транзисторах типа п-р-п. При этом режимы работы выходных транзисторов  $/T_1 \div T_5/$  согласуются с режимами работы микросхемы с помощью транзистора  $T_7$ , включенного по схеме 0Б. Установка выходного напряжения осуществляется потенциометром  $R_2$  /рис.2,3/ в диапазоне  $3 \div 6$  В. Транзисторы  $T_6$ , показанные на этих же рисунках, служат для усиления сигнала превышения выходным током стабилизаторов допустимого, снимаемого с суммирующей цепи, построенной на резисторах  $R_3 \div R_6$ . Сигнал с транзистора  $T_6$  поступает в схему отключения /СО/ выходных напряжений регулятора. Задание порога срабатывания защиты по току осуществляется с помощью потенциометра  $R_7$  /рис.2,3/ и дополнительного смещения на диоде  $D_2$ .

Обе схемы стабилизаторов разработаны с условием возможности регулирования выходного напряжения на нагрузке, расположенной на расстоянии нескольких метров от стабилизаторов. Это обеспечивается тем, что сигналы обратной связи /ОС, рис.2,3/ берутся непосредственно с нагрузки.

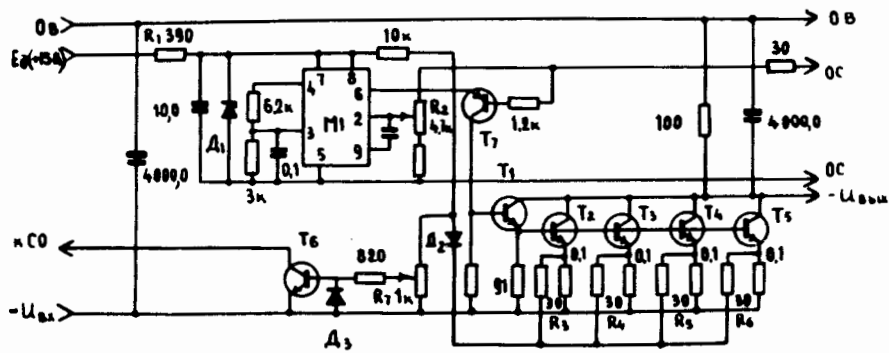


Рис.3. Принципиальная схема стабилизатора напряжения отрицательной полярности.  $T_1$  - КТ608Б;  $T_2 \div T_5$  - КТ829Г;  $T_6$  - КТ315Г;  $T_7$  - КТ326Б;  $D_1$  - Д814Д;  $D_2$ ,  $D_3$  - КД522А.

Принципиальная схема защиты показана на рис.4 применительно к 4-канальному регулятору для питания электроники ПК. Защита по превышению выходным напряжением допустимого построена на тиристорах  $\sqrt{D_5, D_6}$ , опорных стабилитронах  $\sqrt{D_3, D_4}$  и транзисторах  $\sqrt{T_3, T_4}$ , которые усиливают это превышение, обостряя таким образом пороговую характеристику схемы защиты. Отключение всех каналов питания регуляторов происходит сигналами транзисторов токовой защиты после открывания тиристоров. Для стабилизаторов положительной полярности выходного напряжения эти сигналы открывают транзистор  $T_2$  в схеме отключения, а для каналов отрицательной полярности они поступают в базу  $T_1$ . В обоих случаях транзистор  $T_1$  закрывается, обесточивая обмотку реле  $P_1$ , контакты которого снимают питающее микросхемы напряжение, и при исправных проходных транзисторах все каналы регулятора отключаются практически одновременно. При отключении одного из каналов питания регулятор снимает все выходные напряжения сигналом с инверторов  $M_1$ . Включение и выключение регулятора производится кнопками  $\sqrt{K_1, K_2}$ , а дистанционное включение - подачей напряжения положительной полярности в базу транзистора  $T_1$  через диод  $D_2$  и резистор  $R_1$ . Визуальный контроль осуществляется с помощью лампочки  $L$ .

Разработанные схемы, приведенные в работе, достаточно универсальны и позволяют унифицировать изготовление многоканальных регуляторов как с точки зрения количества каналов в них, так и с точки зрения требуемой токовой загрузки каждого канала. Эти требования обеспечиваются тем, что разработанные

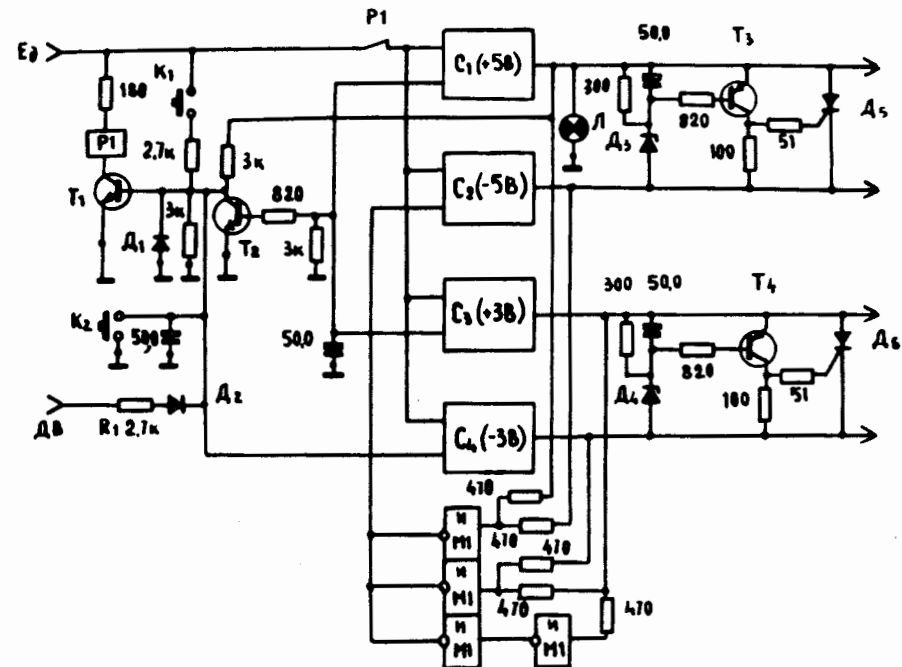


Рис.4. Принципиальная схема элементов защиты 4-канального регулятора.  $T_1$  - КТ608Б;  $T_2$  - КТ315Б;  $T_3, T_4$  - КТ351Б;  $D_1, D_2$  - КД522А;  $D_3$  - Д814Г;  $D_4$  - КС170Ф;  $D_5, D_6$  - КУ202Н,  $P_1$  - РЭС15.

схемы могут изготавливаться независимо друг от друга и соединяться вместе в необходимом конструктивном исполнении. Причем токовая загрузка каждого канала может быть обеспечена установкой необходимого количества мощных параллельно включенных транзисторов каждого стабилизатора без изменения качества стабилизации выходного напряжения.

На основе проведенных исследований для питания регистрирующей электроники ПК изготавливаются 4-канальные регуляторы МРН-1 с выходными параметрами  $\pm 3$  В /3Т, 12А/,  $+5$  В /2Т, 7А/,  $-5$  В /1Т, 2А/, а для питания электроники ДК создан опытный образец 2-канального регулятора напряжения на  $\pm 6$  В /4Т, 16А/ - первая цифра в скобках указывает количество выходных транзисторов. Все стабилизаторы регуляторов имеют  $R_{\text{вых}} < 10^{-3}$  Ом, амплитуду пульсаций  $< 5$  мВ и нестабильность  $\delta U < \pm 0,1\%$  выходных напряжений при изменении сетевого напряжения  $\delta U_c = \pm 10\%$  во всем диапазоне токов нагрузки. Мощные транзисторы

обоих регуляторов установлены на радиаторах с площадью  $S \approx 5000 \text{ см}^2$ . МРН-1 может обеспечить питанием электронику регистрации одной ПК, а МРН-2 разработан для питания электроники четырех ДК, которые образуют двухкоординатную плоскость.

### Выпрямительная установка

Выпрямительная установка должна обслуживать группу низковольтных регуляторов. В качестве такой установки выбран выпускаемый промышленностью агрегат типа ВАС600/300. Он питается от 3-фазной сети переменного тока, имеет два однополупериодных выпрямителя с выходным напряжением 12В и током 300 А каждый. Для того, чтобы можно было использовать агрегат в системе низковольтного питания электроники регистрации ПК и ДК, он был переоборудован, и на рис.4 показана его принципиальная схема.

Элементы управления и защиты - кнопка включения / $K_1$ /, переключатель на местное и дистанционное включение / $T_1$ /, лампочка индикации состояния  $L_{26}$ , контактор П1 и реле тепловой защиты - остались прежними. Изменения коснулись выходной части агрегата, в которой было изменено количество обмоток и витков вторичных обмоток трансформатора, смонтированы выпрямительные мосты  $B_1 \div B_4$  / $\Delta_1 \div \Delta_{24}$ / по схеме Ларионова и дополнительные источники питания  $E_1, E_2, E_3$ , схемы которых аналогичны приведенным выше. Выходные напряжения и сигналы с датчиков тока  $R_1 \div R_4$  выпрямителей измеряются вольтметром (V) и амперметром, подключенными к мостам и датчикам с помощью переключателя  $T_2$ . Выходные напряжения всех мостов и дополнительных источников подаются на 25 разъемов типа РП10-15 / $X_1 \div X_{25}$ / через группы предохранителей / $\Pi_1 \div \Pi_{25}$ /.

Рабочее состояние 25 регуляторов можно контролировать визуально по лампочкам / $L_1 \div L_{25}$ /, питание которых, поступающее через разъемы / $X_1 \div X_{25}$ /, осуществляется по каналу +5 В каждого регулятора. Кнопка  $K_2$  на панели управления служит для одновременного включения всех регуляторов, подключенных к агрегату. Т.к. выпрямительный агрегат будет располагаться вблизи физических установок, управлять его работой можно будет с пульта дистанционного управления /ПДУ/, на котором находятся дублиеты всех элементов управления, находящихся на пульте управления. Исключение составляет визуальный контроль за рабочим состоянием регуляторов по  $L_{26}$ , включенное состояние которой означает исправность всех регуляторов одновременно.

После переоборудования агрегата на выходах его основных выпрямителей можно получать следующие параметры:  $B_1, B_2$  - 9 В /300 А/;  $B_3$  - 13 В /200 А/;  $B_4$  - 13 В /30 А/. Выходные напряжения получены с учетом падения напряжения на линии передачи мощности от выпрямительного агрегата до регуляторов. Таким

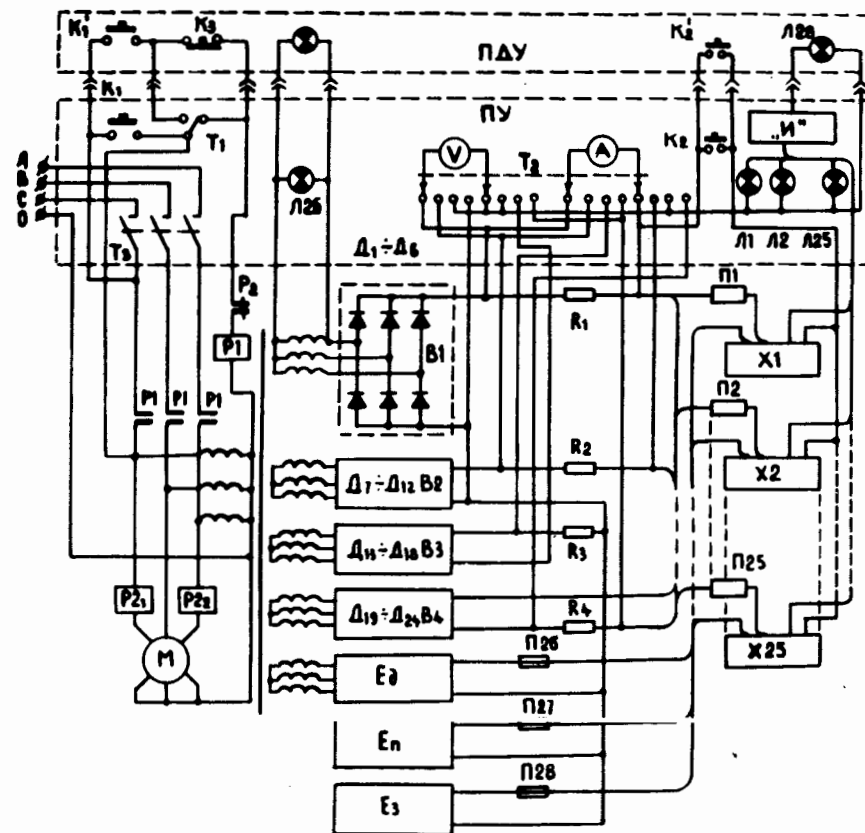


Рис.5. Принципиальная схема выпрямительного агрегата.

образом, переоборудованный агрегат может обеспечить работу до 25 регуляторов, питающих электронику регистрации 25 ПК и 100 ДК.

Предлагаемая в работе система экономична и надежна, она позволит решить вопрос о питании электроники регистрации больших координатных детекторов в современных экспериментальных установках ядерной физики. При этом отдельные элементы системы достаточно технологичны в изготовлении и практически не требуют настройки.

И в заключение авторы выражают благодарность Н.Н.Щербакову и Н.Я.Калинкину за квалифицированный монтаж многоканальных регуляторов.



## ЛИТЕРАТУРА

1. Голутвин И.А. и др. ОИЯИ, 9-81-674, Дубна, 1981. \*
2. Источники электропитания на полупроводниковых приборах /под ред. С.Д.Додина и Е.И.Гальперина/. "Сов. радио", М., 1969.
3. Моин В.С., Лаптев Н.Н. Стабилизированные транзисторные преобразователи. "Энергия", М., 1972.

Рукопись поступила в издательский отдел  
22 февраля 1982 года.

Голутвин И.А. и др. Низковольтное питание электроники регистрации координатных детекторов больших экспериментальных установок 13-82-94

Приведено описание модуля системы питания электроники регистрации координатных детекторов /дрейфовые и пропорциональные камеры/ для больших экспериментальных установок. Модуль состоит из 25 многоканальных регуляторов с выходными напряжениями от 3 до 6 В с общим током до 32 А и выпрямительного агрегата с выходной мощностью до 10 кВт. Приведены принципиальные схемы стабилизаторов напряжения компенсационного типа, выпрямительного агрегата, схемы защиты и управления, а также основные характеристики модуля.

Работа выполнена в Отделе новых методов ускорения ОИЯИ.

Сообщение Объединенного института ядерных исследований. Дубна 1982

Golutvin I.A. et al. Low-Voltage Power Supply System for Read-Out Electronics of Coordinate Detectors of Big Experimental Installations

The module of power supply system for read-out electronics of coordinate detectors (drift and proportional chambers) for big experimental installations is described. The module consists of 25 multichannel regulators with output voltages from 3 V upto 6 V with sum load current upto 32 A and rectifier aggregate with output power upto 10 kW. Circuit diagrams of linear voltage regulators, rectifier aggregate, circuits of protection and regulation and module characteristics are given.

The investigation has been performed at the Department of New Methods Accelerations, JINR.

Communication of the Joint Institute for Nuclear Research. Dubna 1982

Перевод О.С.Виноградовой.