

сообщения
объединенного
института
ядерных
исследований
дубна

13-85-150

В.Л.Степанюк

МОЩНЫЙ ВЫСОКОВОЛЬТНЫЙ ИСТОЧНИК ВИС-10
С ТИРИСТОРНЫМ УПРАВЛЕНИЕМ
И СТАБИЛИЗАЦИЕЙ

1985

Степанюк В.Л.

13-85-150

Мощный высоковольтный источник ВИС-10 с тиристорным управлением и стабилизацией

Описан мощный высоковольтный источник ВИС-10 с регулируемым от -2 до -10 кВ напряжением, обеспечивающий максимальный ток в нагрузке 1А. Нестабильность высокого напряжения менее 1,5%. Предусмотрена электронная защита ВИС-10 от перегрузки по току. Прибор ВИС-10 предназначен для питания электронно-лучевого источника многозарядных ионов. Возможно использование ВИС-10 для других целей.

Работа выполнена в Лаборатории высоких энергий ОИЯИ.

Сообщение Объединенного института ядерных исследований. Дубна 1985

Перевод Л.Н. Барабаш

Stepanyuk V.L.

13-85-150

A Powerful, High-Voltage Source VIS-10 with Thyristor Control and Stabilization

A powerful, high-voltage source VIS-10 with controlled voltage from -2 to -10 kV is described. It provides a maximum current of 1A. The instability of the high voltage is less than 1.5%. A high-spread overcurrent protection of the source VIS-10 is provided for. The device VIS-10 is designed to supply the electron beam multicharged ion source. It can be also used for other purposes.

The investigation has been performed at the Laboratory of High Energies, JINR.

Communication of the Joint Institute for Nuclear Research. Dubna 1985

Регулировка и стабилизация высокого напряжения в источнике ВИС-10 осуществляется по первичной цепи высоковольтного трансформатора путем изменения фазы включения симистора ТС-160 ^{1/}.

Обычно в схему управления таких источников входит два фазоимпульсных устройства /ФИУ/, каждое из которых управляет углом включения симистора в течение одного полупериода сетевого напряжения. Недостатком схемы является высокая чувствительность к разбросу параметров элементов, входящих в состав ФИУ, так как оба они должны быть полностью идентичны.

Путем некоторого изменения схемы удалось обойтись одним ФИУ для обоих полупериодов сетевого напряжения. В результате схема управления оказалась проще, улучшилась стабильность угла включения симистора, а следовательно, и источника ВИС-10 в целом. Некоторое уменьшение угла включения симистора /155° вместо 180°/ оказалось вполне приемлемым.

ОПИСАНИЕ ПРИБОРА

Прибор ВИС-10 состоит из двух основных блоков: высоковольтного и блока управления.

Электрическая схема высоковольтного блока представлена на рис.1. Он включает в себя повышающий высоковольтный трансформатор Тр.1, симистор ТС-160, выпрямительный мост Д2 ÷ Д9 на диодах типа КЦ 201 Е /по два в каждом плече/, индуктивно-емкостный фильтр Др.2, С1, С2 и другие элементы.

Предусмотрены две ступени регулировки высокого напряжения -/2 ÷ 5/ кВ и -/4 ÷ 10/ кВ. Переключение ступеней осуществляется тумблером S1, с помощью которого подается напряжение на реле РВ переключения высоковольтных обмоток повышающего трансформатора и реле РИ переключения сопротивлений R41 ÷ R75 и R76 ÷ R110 делителя схемы регулировки и стабилизации высокого напряжения. Чтобы исключить возможность переключения высоковольтных обмоток трансформатора под напряжением, используется реле РП. С целью снижения крутизны нарастания напряжения на симисторе ТС-160, критическое значение которого составляет 1В/мкс ^{1/2/}, в схеме предусмотрен дроссель Др.1 индуктивностью 4 мГн.

Сопротивления R11 ÷ R25 и R26 ÷ R40 предназначены для выравнивания напряжения на емкостях С1, С2. Сопротивления R41 ÷ R75 и R76 ÷ R110 входят в состав высоковольтного делителя схемы стабилизации и регулировки высокого напряжения. Сопротивления R3 ÷ R10 выравнивают токи через диоды Д2 ÷ Д9.

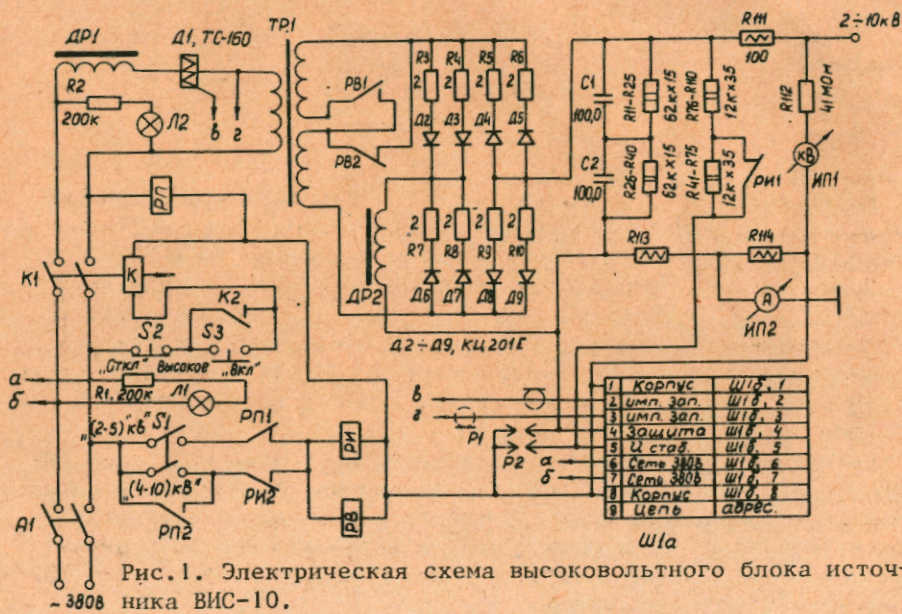


Рис.1. Электрическая схема высоковольтного блока источника ВИС-10.

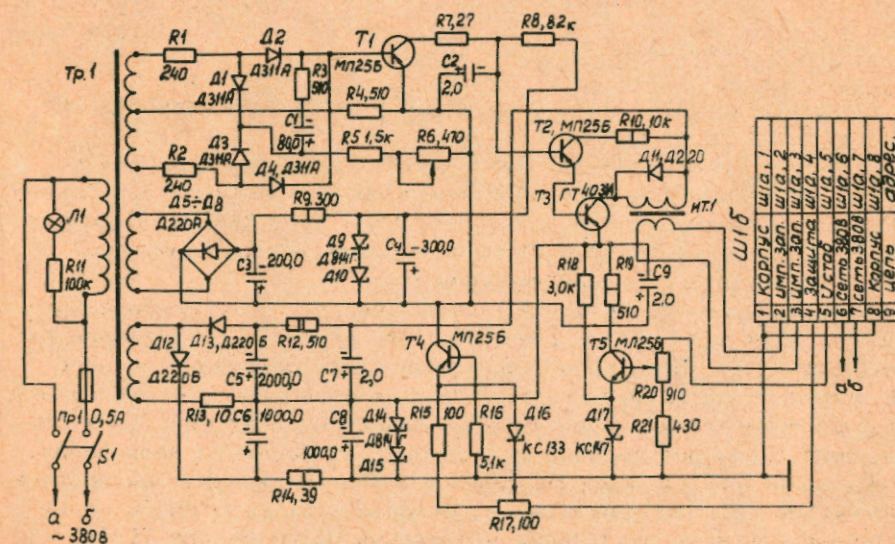


Рис.2. Электрическая схема блока управления источника ВИС-10.

Электрическая схема блока управления представлена на рис.2. В состав блока входит ФИУ, схема управления и стабилизации высокого напряжения и схема защиты ВИС-10 от перегрузки по току.

ФИУ содержит генератор пилообразного напряжения на емкости $C2$, заряжаемой через сопротивление $R8$, транзистор $T1$, вспомогательный источник питания $-22В / D5 \div D8, D9, D10, C3, C4, R9 /$, диоды $D2, D4$, а также усилитель управляющих импульсов на транзисторах $T2, T3$ и импульсным трансформаторе ИТ.1, питаемый от источника $-40В / D13, C5, C7, R12 /$.

ФИУ работает следующим образом: на базу транзистора $T1$ подается отрицательное /открывающее/ напряжение от регулируемого источника $-1 \div 1,5В / D1, D3, C1, R5, R6 /$. Кроме того, с обмоток трансформатора $Tr.1$ через сопротивления $R1, R2$ и диоды $D2, D4$ на эту же базу поступают положительные полуволны синусоидального напряжения с амплитудой $5В$. В результате в течение примерно 9 мс каждого полупериода транзистор $T1$ закрыт, и конденсатор $C2$ заряжается через сопротивление $R8$. Разряд емкости $C2$ /возвращение в исходное состояние/ происходит в промежутках времени, когда транзистор $T1$ открыт /примерно в течение $1,0$ мс каждого полупериода/.

В моменты времени, когда пилообразное напряжение на $C2$ превышает постоянное напряжение на нагрузке $R19$ транзистора $T5$ схемы управления, скачкообразно открывается составной транзистор $T2, T3$. В результате со вторичной обмотки импульсного трансформатора ИТ.1 снимается импульс включения симистора $TC-160$. Фаза импульса включения управляется напряжением, снимаемым с нагрузки транзистора $T5$.

Схема управления и стабилизации содержит транзистор $T5$, стабилитрон $D17$ и источник питания $-20В / D12, C6, C8, D14, D15 /$. Схема защиты от перегрузки по току выполнена на транзисторе $T4$, стабилитроне $D26$ и резисторах $R15, R16, R17$ и шунтирует схему управления и стабилизации на $T5$, если ток в нагрузке ВИС-10 превышает $1,2$ А. Для соблюдения необходимых фазовых соотношений блок управления и высоковольтный блок должны записываться от одной и той же линии сети $380В$.

Высоковольтный источник ВИС-10 выполнен в виде отдельного шкафа, в котором размещены: блок управления, высоковольтный трансформатор, выпрямительный мост, индуктивно-емкостный фильтр и другие элементы высоковольтного блока.

ТЕХНИЧЕСКИЕ ХАРАКТЕРИСТИКИ

1. Высокое напряжение ВИС-10 плавно регулируется в пределах $-12 \div 5 / кВ$ и $-4 \div 10 / кВ$.
2. Погрешность установки максимального значения высокого напряжения - не более 2% /по киловольтметру на передней панели/.
3. Предельно допустимый ток нагрузки при максимальном значении высокого напряжения - не более 1 А.
4. Минимальное значение сопротивления нагрузки при максимальном значении высокого напряжения - не более 10 кОм. Допуска-

ется снижение сопротивлений нагрузки до 5 кОм при пропорциональном снижении высокого напряжения. При этом мощность в нагрузке не должна превышать 10 кВт.

5. Пульсация высокого напряжения на частоте 100 Гц при нагрузке не менее 10 кОм не превышает 1%.

6. Нестабильность высокого напряжения в рабочем диапазоне на нагрузке $10 \text{ кОм} \div 10 \text{ МОм}$ не превышает 1,5% при изменении напряжения сети на $\begin{matrix} +10\% \\ -15\% \end{matrix}$.

7. Порог срабатывания электронной защиты источника ВИС-10 по току 1,2 А, время срабатывания - не более 10 мс.

8. Мощность, потребляемая источником ВИС-10 от сети 380 В, 50 Гц - не более 12 кВт.

9. Источник ВИС-10 допускает непрерывную многосуточную работу.

10. Габариты источника ВИС-10 $650 \times 1000 \times 600 \text{ мм}^3$, масса - не более 200 кг.

Источник ВИС-10 предназначен для питания электронно-лучевого источника многозарядных ионов "Крион"^{3/}, хотя возможно его использование для других целей. Опыт эксплуатации ВИС-10 совместно с "Крионом" в течение одного года показал высокую его надежность и стабильность работы.

В заключение автор выражает благодарность Ю.К.Карягину за активное участие в разработке прибора ВИС-10, В.А.Попову - за полезные обсуждения, В.А.Кононову - за большую работу по изготовлению прибора ВИС-10.

ЛИТЕРАТУРА

1. Белопольский И.И. Источники питания радиоустройств. "Энергия", М., 1971, с. 251.
2. Чебовский О.Г., Моисеев Л.Г., Сахаров Ю.В. Силовые полупроводниковые приборы /справочник/. М., "Энергия", 1975.
3. Донец Е.Д., Овсянников В.П. ОИЯИ, Р7-10780, Дубна, 1977.

Рукопись поступила в издательский отдел
28 февраля 1985 года.