

12161



Объединенный
институт
ядерных
исследований
Дубна

Экз. чит. зала

13 - 12161

Н.И.Безнощенко, Н.И.Лебедев, А.А.Фатеев

СИСТЕМА ЗАПУСКА
МОЩНЫХ ВОДОРОДНЫХ ТИРАТРОНОВ

1979

13 - 12161

Н.И.Безнощенко, Н.И.Лебедев, А.А.Фатеев

СИСТЕМА ЗАПУСКА
МОЩНЫХ ВОДОРОДНЫХ ТИРАТРОНОВ

Направлено в ПТЭ



Безнощенко Н.И., Лебедев Н.И., Фатеев А.А.

13 - 12161

Система запуска мощных водородных тиратронов

Описана тиристорная многоканальная система запуска мощных водородных тиратронов, предназначенная для управления модуляторами линейного индукционного ускорителя, работающего в наносекундном диапазоне. Для повышения частоты срабатывания и улучшения помехоустойчивости применена импульсная резонансная зарядка накопительных конденсаторов в блоках формирователей импульсов. Предусмотрена многоступенчатая защита схемы от высоковольтных напряжений, возникающих на сетке тиратрона модулятора в момент формирования анодного тока, а также ограничение послеимпульсов отраженных от нелинейной нагрузки сигналов.

Приводится зависимость задержки выходного импульса относительно запускающего при изменении амплитуд зарядного напряжения и пускового импульса.

Получена временная нестабильность выходных импульсов ± 1 нс.

Работа выполнена в Отделе новых методов ускорения ОИЯИ.

Препринт Объединенного института ядерных исследований. Дубна 1979

Мощные водородные тиратроны /1/ успешно применяются в формирователях ускоряющего напряжения линейных индукционных ускорителей^{/2,3/}. Основные особенности эксплуатации тиратронов и их пусковые характеристики в схеме модулятора наносекундного диапазона рассмотрены в работах^{/2,4,5/}. При этом основной разряд тиратрона инициируется поджигающим импульсом соответствующей амплитуды и длительности. Устройства, выполненные на тиратронах^{/2/} и электронных лампах^{/6,7/}, способны формировать импульс с требуемыми параметрами, однако они имеют ряд недостатков: необходимость в мощном источнике накала и высоковольтном /до 4 кВ/ источнике анодного напряжения, большое время выхода в режим готовности, значительные габариты.

Применение тиристоров с лавинно-инжекционным механизмом включения^{/8,9/} ограничено неудовлетворительной помехоустойчивостью таких схем и недостаточным быстродействием при формировании импульсов требуемой амплитуды и длительности.

Описываемая система /рис. 1/, выполненная на обычных высокочастотных тиристорах, работающих в режимах, соответствующих ТУ, в значительной мере свободна от указанных недостатков.

Принципиальная схема системы /рис. 2/ включает блок резонансной зарядки и собственно формирователи импульсов. Применение импульсной резонансной зарядки накопителей вместо обычной резистивной повышает КПД системы, позволяет повысить частоту срабатывания, улучшает помехоустойчивость.

Схема запускается от внешнего импульса положительной полярности с амплитудой 24 В и длительностью 1 мкс.

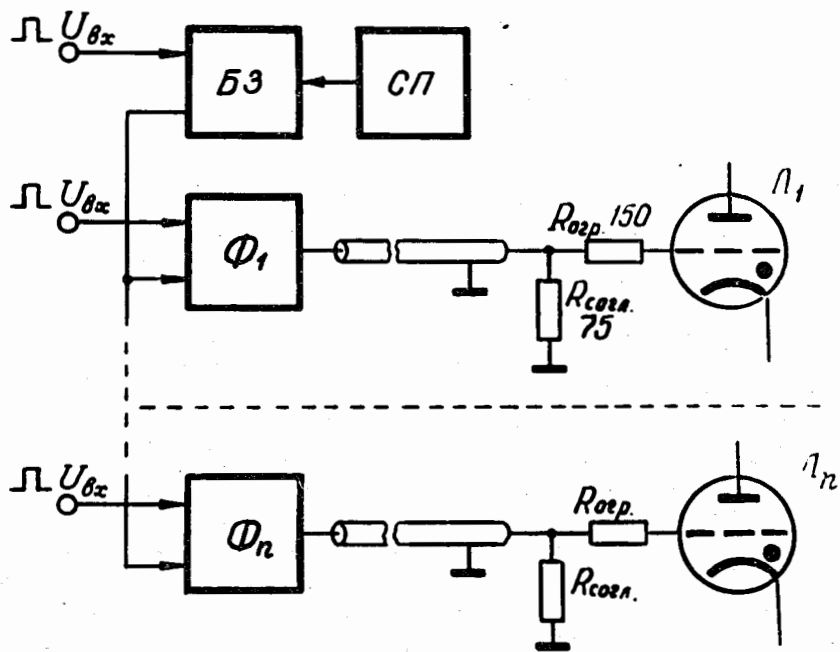


Рис.1. Блок-схема системы: СП - стабилизированный источник питания, БЗ - блок резонансной импульсной зарядки, $\Phi_{1 \div n}$ - формователи импульсов, $\Lambda_{1 \div n}$ - ТГИ-2500/50.

Согласующие трансформаторы $Tr1$ и $Tr2$ / $n=4$, сердечник - феррит 2000 НМ1-15 31x18, 5x7, 3 кольца/дополнительно позволяют развязать по постоянному напряжению цепи управления. Диоды D_1, D_6 служат для ограничения отрицательных выбросов напряжения.

Схема работает следующим образом.

Конденсатор C_1 , емкость которого много больше суммарной емкости накопительных конденсаторов формователей, заряжается от стабилизированного источника постоянного тока до напряжения 500 В. При включении тиристора D_2 происходит резонансная зарядка конденсаторов C_5 в формователях через дроссель зарядки L_1 / 20 мГн/

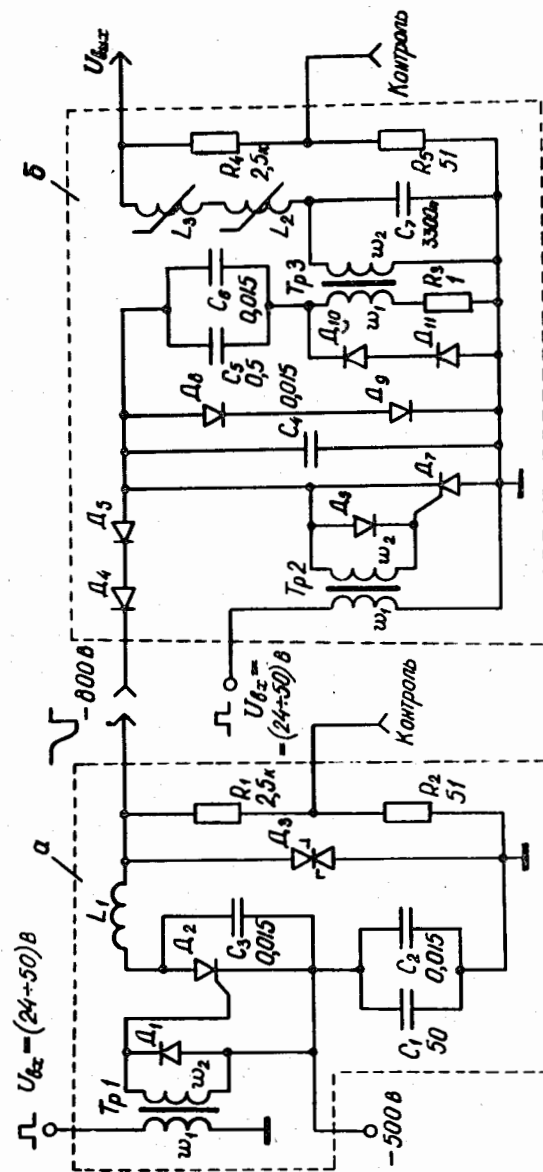


Рис.2. Принципиальная схема системы: а - блок резонансной импульсной зарядки; б - блок резонансной зарядки.

а также диоды D_4-D_5 . Исходный импульс формируется при разряде конденсатора C_5 через коммутирующий тиристор D_7 на первичную обмотку импульсного повышающего трансформатора $Tr3$ / $n=1/3$, сердечник - феррит 600 НН 100х60х15, 2 кольца/ и резистор нагрузки R_3 . Время нарастания напряжения на вторичной обмотке трансформатора при внешней нагрузке 75 Ом - около 400 нс. Для увеличения крутизны выходного импульса применена нелинейная цепочка C_7, L_2-L_3 / сердечник - феррит К 1000 НН 10х7х4, 10 витков ПМВ/.

Особое внимание при разработке схемы было уделено защите системы от высоковольтных импульсных напряжений, возникающих на сетке тиратрона модулятора в момент формирования анодного тока и достигающих амплитуды 20-25 кВ при длительности 30-40 нс, а также ограничение послеимпульсов отраженных от нелинейной нагрузки сигналов.

Для повышения надежности схемы использована многоступенчатая защита. Первичное уменьшение амплитуды сеточных выбросов напряжения осуществляется за счет ограничивающего и согласующего резисторов на выходе кабеля связи и далее, последовательно, через нелинейную обостряющую и фильтрующую цепочку $L_3-L_2-C_7$, трансформатор $Tr3$, имеющий ограниченный спектр пропускания частот, защитные диоды $D_8 \div D_{11}$, которые осуществляют "мягкое" ограничение амплитуды импульса на первичной обмотке трансформатора $Tr3$, причем диоды $D_{10}-D_{11}$ ограничивают импульс отрицательной полярности, а D_8-D_9 положительной, и, наконец, конденсатор C_4 .

Симметричный ограничитель напряжения D_3 и конденсаторы C_2-C_3 в блоке зарядки служат для тех же целей защиты от выбросов напряжения.

Резисторы R_1, R_2, R_4, R_5 элементы делителей контрольных выходов.

Формируемый импульс на эквивалентной нагрузке 75 Ом имеет следующие характеристики: частота следования - до 1 кГц; амплитуда - 2 кВ; длительность фронта - менее 100 нс, импульса - 3 мкс.

Из эксплуатационных характеристик системы наибольший интерес представляет зависимость задержки выходного импульса относительно запускающего и ее временная

нестабильность. Эта характеристика определяется в основном параметрами тиристора и зависит также от амплитуд зарядного напряжения и пускового импульса. Характер этой зависимости показан на рис. 3.

Измеренная нестабильность задержки во всех случаях не превышала 1 нс.

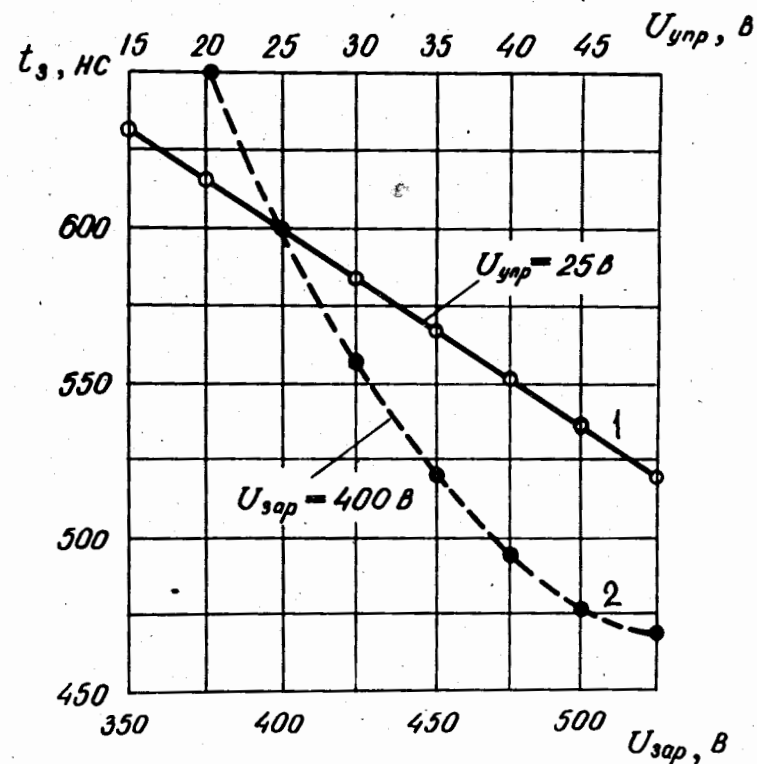


Рис.3. Зависимость задержки выходного импульса от амплитуд зарядного /1/ и управляющего /2/ напряжений.

ЛИТЕРАТУРА

1. Фогельсон Т.Б., Бреусова Л.Н., Вагин Л.Н. Импульсные водородные тиратроны. Сов.Радио, М., 1974.
2. Вахрушин Ю.П., Анацкий А.И. Линеинные индукционные ускорители. Атомиздат, М., 1978.

3. Барабаш Л.С. и др. ОИЯИ, Р9-7697, Дубна, 1974.
4. Визирь В.А. и др. ПТЭ, 1976, №3, с. 140.
5. Беляев А.П. и др: ОИЯИ, 9-10313, Дубан, 1976.
6. Володин В.Д. и др. ПТЭ, 1973, №3, с. 173.
7. Антипов И.Ю. и др. ПТЭ, 1976, № 3, с. 148.
8. Кардо-Сысоев А.Ф., Решетин В.П. ПТЭ, 1976; № 5, с. 116.
9. Дьяконов В.П. и др. ПТЭ, 1978, № 4, с. 120.

*Рукопись поступила в издательский отдел
8 января 1979 года.*