

сообщения  
объединенного  
института  
ядерных  
исследований  
дубна

P13-94-77

Д.Георгиев, В.В.Нитц, А.Б.Роганов,  
А.П.Сиротин

СИСТЕМА УПРАВЛЕНИЯ И КОНТРОЛЯ  
ИМПУЛЬСНОЙ МАГНИТНОЙ УСТАНОВКИ  
ИМУ-2 СПЕКТРОМЕТРА СНИМ-2  
ДЛЯ ИССЛЕДОВАНИЙ С ПРЯМОУГОЛЬНЫМИ  
ИМПУЛЬСАМИ МАГНИТНОГО ПОЛЯ

1994

Система управления и контроля импульсной магнитной установки ИМУ-2 спектрометра СНИМ-2 для исследований с прямоугольными импульсами магнитного поля

Представленный блок управления ИМУ-2 для исследований с прямоугольными импульсами магнитного поля основан на действующей системе управления ИМУ-2 для исследований с синусоидальными импульсами магнитного поля. Блок управляет двумя дополнительными конденсаторными батареями, обеспечивающими наложение прямоугольного импульса на синусоидальный импульс магнитного поля. Решены все задачи текущего управления и контроля импульсной магнитной установки прямоугольных импульсов без обращения к микроЭВМ освобождением ее от функций элемента обратной связи цепи управления ИМУ-2. Система управления и контроля повышает надежность работы ИМУ-2, дает возможность контроля установки в процессе работы.

Работа выполнена в Лаборатории нейтронной физики им. И.М.Франка ОИЯИ.

Сообщение Объединенного института ядерных исследований. Дубна, 1994

#### Перевод авторов

Georgiev D. et al.

P13-94-77

The Control and Monitoring System of IMU-2 Pulse Magnetic Set-up of the SNIM-2 Spectrometer for Research with Rectangular Pulses of Magnetic Field

The block reported for control and monitoring of the IMU-2 of the SNIM-2 Spectrometer for researches with rectangular pulses of the magnetic field is based on the action system for research with sinusoidal pulses of the magnetic field. This block controls two capacitor batteries, ensuring superposition of rectangular pulses on sinusoidal pulse of the magnetic field. All the control and monitoring problems are solved without personal computer which does not serve as an element of negative feedback of the IMU-2. This control and monitoring system improves the reliability of the IMU-2 operation, provides the possibility of monitoring during the setup operation.

The investigation has been performed at the Frank Laboratory of Neutron Physics, JINR

Импульсная магнитная установка (ИМУ-2) /1/ расположена на 6 пучке реактора ИБР-2. Блок управления импульсной магнитной установкой (БУИМУ) /2/ в течение длительного времени обеспечивает работу импульсной магнитной установки ИМУ-2 в составе спектрометра СНИМ-2 с синусоидальными импульсами магнитного поля.

С целью расширения возможностей спектрометра СНИМ-2 он дополняется генератором прямоугольных импульсов магнитного поля (ГПИ). Это позволит кроме синусоидальных импульсов магнитного поля получать импульсы прямоугольной формы. В соответствии с этим предусматриваются три режима работы системы управления ИМУ-2:

- синусоидальные импульсы магнитного поля;
- прямоугольные импульсы магнитного поля;
- "наложение" прямоугольных импульсов на вершины синусоидальных.

ГПИ состоит из двух формирующих линий ( $\Phi 1$  и  $\Phi 2$ ). ГСИ,  $\Phi 1$  и  $\Phi 2$  импульсной магнитной установки заряжаются от общего высоковольтного выпрямителя (ВВ), причем для каждой из них задается свое напряжение. Для управления ИМУ-2 во всех трех указанных режимах работы разработан новый блок управления импульсной магнитной установкой (БУИМУ-2).

Блок-схема системы автоматического управления и контроля ИМУ-2 и система накопления спектрометрической информации представлены на рис.1.

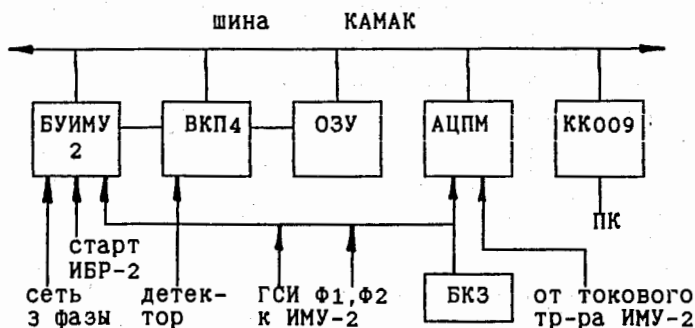
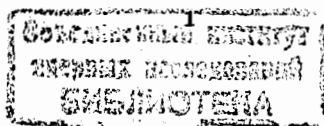


Рис.1. Блок-схема системы автоматического управления и контроля ИМУ-2 и подсистемы накопления спектрометрической информации.



Система накопления спектрометрической информации состоит из временного кодировщика ВКП4 /5/ и буферного ОЗУ (16К\*16бит) /6/. Система автоматического управления и контроля ИМУ-2 состоит из блоков: БУИМУ-2, БКЗ и блока снятия формы импульса тока (АЦПМ) /7/. в обмотке магнита. Управление осуществляется от персонального компьютера (ПК) IBM PC/AT через контроллер крейта КК009.

БУИМУ-2 разработан на основе блока управления и контроля импульсной магнитной установкой синусоидальных импульсов (БУИМУ) в стандарте КАМАК на базе микропроцессора К1801ВМ1Б /2/. БУИМУ-2 продолжает ряд блоков, основанных на сопряжении шины КАМАК и шины Q /3,4/. Блок-схема БУИМУ-2 представлена на рис.2.

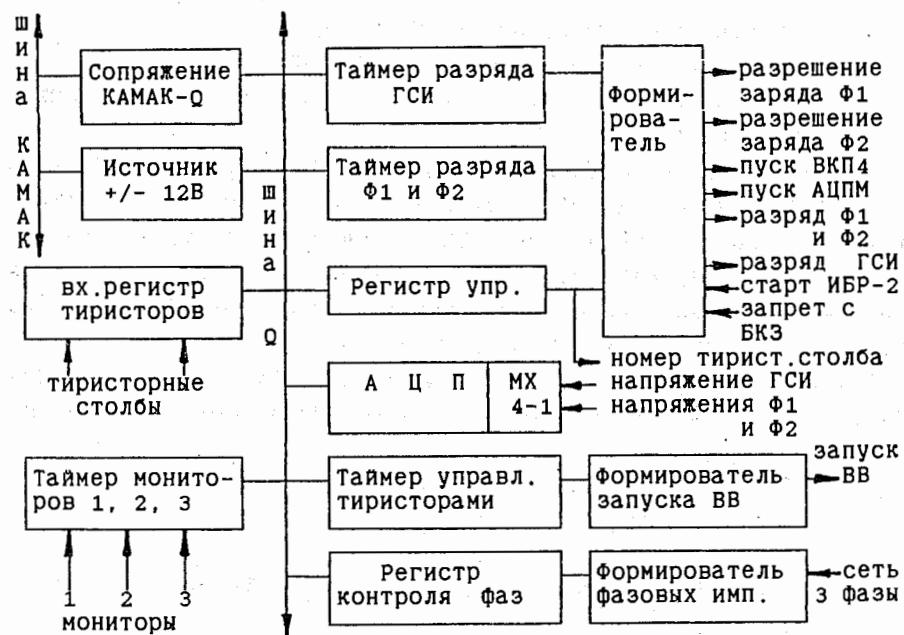


Рис.2. Блок-схема БУИМУ-2.

Формирователь фазовых импульсов выделяет из трехфазного напряжения (12В) шесть фазовых импульсов для синхронизации работы высоковольтного выпрямителя (ВВ). Через регистр контроля фаз микропроцессор проверяет последовательность фазовых импульсов и разрешает открывание определенных тиристоров в ВВ.

Точное время открывания тиристоров задается от микропроцессора через таймер управления тиристорами, выполненный на базе БИС К580ВН53. В случае поступления запрета из БКЗ заряд прекращается. Формирователь запуска тиристоров ВВ формирует импульсы напряжения (+5 В, 25мкс). Напряжение с делителей (10 кВ = 10В) конденсаторных батарей ГСИ, Ф1 и Ф2 подается на АЦП (КР572ПВ1, 12 бит) через аналоговый мультиплексор и усилитель с переключаемым коэффициентом усиления 1, 2, 4, 8 и 16 и подавлением синфазных помех. Это позволило получить напряжение на конденсаторных батареях от 200В до 10кВ с точностью не хуже 1%.  
18.

Регистр управления содержит 16 бит:

- 1-3 - номер включаемой тиристорной пары ВВ;
- 4 - разрешение заряда;
- 5 - разрешение стартов для ВКП4, т.е. разрешение накопления спектрометрической информации;
- 6 - разрешение пуска таймеров разряда ГСИ, Ф1 и Ф2;
- 7 - разрешение пуска снятия графика магнитного поля;
- 8 - разрешение разряда;
- 9-10- номер входа АЦП, т.е. измерение напряжения на ГСИ, Ф1 или Ф2;
- 11-12- диапазон измерения с коэффициентом усиления 1, 2, 4, 8 или 16;
- 14,15- при разряде - номер разрядной тиристорной цепи Ф1 и Ф2;
- 14-16- при заряде - позиционный код разрешения заряда ГСИ, Ф1 или Ф2;
- 9-16 - номер контролируемой тиристорной батареи (используется при отсутствии зарядного или разрядного режима работы).

Таймеры разрядов ГСИ и ГПИ позволяют задавать задержку разрядов от стартов реактора от 100 мкс до 130 мс с шагом 2 мкс. Таймер управления тиристорами задает время отпирания тиристоров ВВ от фазовых импульсов с задержкой от 1 мс до 3.3 мс с шагом 1 мкс. Это позволяет в широком диапазоне регулировать величину единичной дозы заряда конденсаторных батарей ГСИ, Ф1 и Ф2. Регистр контроля фаз содержит 8 бит:

- 1-6 - позиционный код фаз СА,СВ,АВ,АС,ВС,ВА;

7 - запрет с БКЗ ;

8 - запрос от ПК при поступлении новой команды.

Задание для циклической работы БУИМУ-2 включает в себя:

- задержка разряда ГСИ от старта реактора;
- задержка разряда ГПИ от старта реактора;
- заданное напряжение на ГСИ;
- заданное напряжение на Ф1;
- заданное напряжение на Ф2;
- экспозиция по числу стартов реактора, сопровождаемых импульсами магнитного поля.

Выполняется оно в следующем порядке: заряд ГСИ, Ф1 и Ф2 до наименьшего из них напряжения, после чего заряд именно этой конденсаторной батареи запрещается, и так далее, пока не зарядим все конденсаторные батареи до нужных напряжений. Затем разрешается разряд синхронно со стартом реактора с соответствующими задержками для ГСИ, ГПИ. В блоке управляющих параметров микропроцессора задается периодичность разрядных циклов, кратная стартам реактора, например, с периодичностью один раз за 10 стартов реактора.

Одновременно с первым из разрядных импульсов ГСИ или ГПИ запускается АЦПМ для снятия формы импульса тока через магнит. При этом может контролироваться не каждый импульс, а с заданным пересчетом относительно стартовых импульсов. Это также задается в блоке управляющей информации. После задержки, необходимой для завершения разряда и частичного самоперезаряда конденсаторных батарей, процесс заряд - разряд повторяется заданное число раз.

Таймер мониторов считает импульсы мониторингового детектора, контролируя мощность реактора в заданном диапазоне, а также состояние шибера на пучке. Максимальная частота счета - 2МГц., количество импульсов между стартами реактора - не более 65535. В отличие от БУИМУ в БУИМУ-2 имеется три одинаковых канала для мониторингового счета.

Для сохранения преемственности программного обеспечения БУИМУ-2 имеет тот же программный интерфейс, что и БУИМУ /2/:

- включить ИМУ-2;
- установить экспозицию по стартам реактора;
- разрешить накопление спектрометрической информации;
- разрешить контроль монитора;

- разрешить снятие таблицы соответствия задержек отпирания тиристорных ВВ от фазовых импульсов и полученных приращений напряжения;

- запретить разряд после снятия таблицы;
- зарядиться до заданного напряжения и ожидать команду;
- остановить/продолжить работу БУИМУ синхронно с очередным стартом реактора;
- включить специальный режим заряда определенным количеством доз с фиксированной величиной, без контроля за достижением заданного напряжения.

На перечисленные выше команды БУИМУ-2 реагирует статусным словом:

- ИМУ-2 в режиме, т.е. прошел нормально хотя бы один цикл заряд/разряд;
- ИМУ-2 прекратил работу;
- экспозиция по стартам реактора закончена;
- допущена ошибка в исходных данных;
- пропали старты реактора, но работа будет продолжена при возобновлении стартов;
- мониторинг счет вышел из диапазона, но работа будет продолжена при восстановлении мониторингового счета в диапазоне;
- снятие таблицы закончено;
- одиночный заряд закончен и блок ожидает команду;
- сработал блок контроля и защиты (БКЗ);
- заданное напряжение не достигнуто (после 6000 доз);
- отсутствуют импульсы фаз;
- единичная доза превысила 200В;
- команда останова БУИМУ синхронно со стартом реактора выполнена, и блок ожидает новую команду.

Введены дополнительные контрольные функции за состоянием тиристорных столбов ВВ и разрядных цепей. Для этого необходимо в регистре управления задать номер проверяемого тиристорного столба, а затем прочитать из входного регистра состояние конкретных тиристорных в выбранном тиристорном столбе ВВ или зарядной цепи.

Программный контроль последовательности появления фазовых импульсов помогает предотвратить пробой ВВ. Контроль за

единичным приращением напряжения на конденсаторных батареях позволяет при подходе к заданному напряжению уменьшить величину следующей дозы и, тем самым, обеспечить требуемую точность достижения заданного напряжения.

#### Заключение

Блок БУИМУ-2, являющийся одним из примеров /2,3,4/ использования сопряжения шины КАМАК и шины Q, наглядно демонстрирует преимущества принципа "полной прозрачности" для создания надежных микропроцессорных подсистем управления и контроля физической установки.

Сохранена программная преемственность от БУИМУ к БУИМУ-2. Существенно расширена возможность контроля ИМУ-2 в процессе работы : снятие графика заряда конденсаторных батарей, возможность контроля за тремя каналами мониторингового счета.

В заключение авторы выражают благодарность В.Н.Замрию и И.М.Саламатину за полезные обсуждения программного интерфейса.

#### Литература

1. Вареник Г.А. и др. ИМУ для нейтронных исследований на реакторе ИБР-2. ОИЯИ, Р13-89-518, Дубна, 1989.
2. Вагов В.А. и др. Система управления и контроля импульсной магнитной установки ИМУ-2 спектрометра СНИМ-2. ОИЯИ, 13-86-742, Дубна, 1989.
3. Вагов В.А. и др. Блок управления и контроля на базе микропроцессора К1801ВМ1 в стандарте КАМАК. ОИЯИ, 13-86-742, Дубна, 1986.
4. Вагов В.А., Сиротин А.П. Блок управления шаговыми двигателями на базе микропроцессора К1801ВМ1 в стандарте КАМАК. ОИЯИ, 13-87-316, Дубна, 1987.
5. Барабаш И.П. и др. ОИЯИ, 10-84-158, Дубна, 1984.
6. Ермаков В.А., Зимин Г.Н. ОИЯИ, 10-83-194, Дубна, 1983.
7. Замрий В.Н. ОИЯИ, 13-86-538, Дубна, 1986.
8. Вагов В.А. и др. ОИЯИ, Р10-86-562, Дубна, 1986.

Рукопись поступила в издательский отдел  
10 марта 1994 года.