

СЗУ5еУ
В-63

СООБЩЕНИЯ
ОБЪЕДИНЕННОГО
ИНСТИТУТА
ЯДЕРНЫХ
ИССЛЕДОВАНИЙ
ДУБНА



4628/2-73

24/11-

9 - 7318

М.А.Воеводин, Н.А.Коруков

ИМПУЛЬСНЫЙ ИСТОЧНИК ТОКА
С ПРОГРАММНЫМ УПРАВЛЕНИЕМ
ДЛЯ КОРРЕКЦИИ "n" СИНХРОФАЗОТРОНА

1973

ЛАБОРАТОРИЯ ВЫСОКИХ ЭНЕРГИЙ

9 - 7318

М.А.Воеводин, Н.А.Коруков

ИМПУЛЬСНЫЙ ИСТОЧНИК ТОКА
С ПРОГРАММНЫМ УПРАВЛЕНИЕМ
ДЛЯ КОРРЕКЦИИ "n" СИНХРОФАЗОТРОНА

Объединенный институт
ядерных исследований
ИБВЛМОТЕНА

Неточность изготовления магнита, различие магнитных характеристик отдельных блоков электромагнита, наличие остаточного намагничивания и т.п. приводят к искажению геометрии магнитного поля в зазоре электромагнита синхрофазотрона, т.е. к отклонению показателя спада магнитного поля "n" от расчетных значений. Для устранения искажения магнитного поля на синхрофазотроне в начале цикла ускорения служат обмотки РЗМИ /расширение рабочей зоны на малых индукциях/. Проводники этих обмоток закреплены на полюсных наконечниках магнита. В настоящее время ток коррекции создается напряжением, наведенным на проводниках во время цикла. Каждая обмотка замкнута на цепь, состоящую из последовательно соединенных переменного сопротивления и дросселя. Величина тока и длительность нарастания регулируются только сопротивлением. Следовательно, диапазон регулирования закона изменения тока невелик. В известных случаях для увеличения пределов регулирования используются электромашинные усилители ЭМУ^{1/}. Применение ЭМУ расширяет пределы регулирования, но этого бывает недостаточно. Кроме того, такие усилители обладают относительно большой постоянной времени регулирования /десятые доли секунды/ и имеют вращающиеся механические части, что снижает надежность работы системы в целом.

На ускорителе "Нимрод"^{2/} для коррекции "n" применен источник тока, который управляется функциональным генератором. Напряжение источника не превышает 80 в. В качестве регулирующего элемента использован транзистор.

В данной работе описан источник со ступенчатым нарастанием тока, предназначенный для коррекции "n" на синхрофазотроне ОИЯИ.

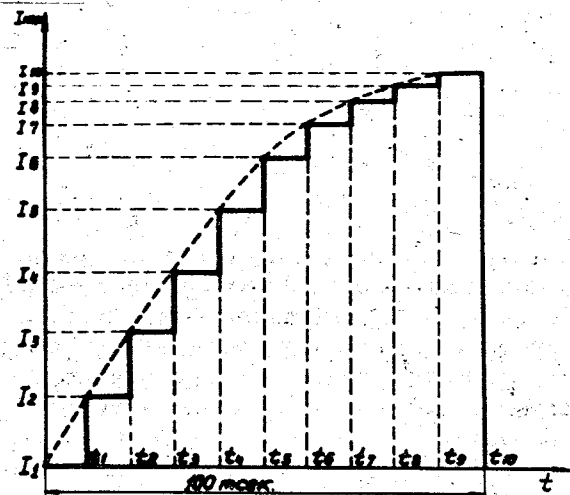


Рис. 1. Кривая тока $I = f(t)$.

Выбор схемы

Непрерывную функцию $I = f(t)$ с достаточной точностью можно аппроксимировать ступенчатой ломаной линией /см. рис. 1/. Это обстоятельство было использовано при разработке источника. Время нарастания тока в обмотке коррекции равно 100 мсек. Максимальная величина тока 10 а. Весь рабочий отрезок времени разбит на десять частей, в пределах которых можно регулировать величину тока. Сопротивление корректирующей обмотки совместно с подсоединяющими проводами около 20 ом. В связи с этим для получения максимального тока коррекции /10 а/ требуется постоянное напряжение 200 в. Поэтому использование транзисторов в качестве регулирующих элементов представляет большие трудности. В качестве регулирующего элемента нами выбрана цепь, состоящая из десяти параллельно включенных тиристоров. Тиристоры просты в управлении, надежны в эксплуатации, имеют более высокое рабочее напряжение, фронт импульса тока в нагрузке не зависит от управляющего сигнала.

Описание схемы

Блок-схема источника приведена на рис. 2, принципиальная схема - на рис. 3. Все устройство, за исключением распределителя, выполнено на четырехслойных полупроводниковых приборах. Система начинает работать с приходом импульса "Начало цикла". Одновибратор задержки №1 регулирует момент подачи тока в корректирующую обмотку относительно "Начала цикла". Предел регулирования от 1 до 50 мсек. Одновибратор задержки №2 определяет время протекания тока по обмотке коррекции /100 мсек/. Формирователи №1, №2 вырабатывают импульсы для управления работой электроного контактора.

Распределитель выполнен на мостовых RC-элементах^{13/}. Его схема отличается высокой надежностью в работе, содержит небольшое число транзисторов. При замене транзисторов, имеющих β от 20 до 100, отклонение в задержке у каждой ячейки не превышает 0,3 - 0,5%. Для запуска распределителя необходим только стартовый запускающий импульс.

Программный коммутатор представляет собой клавишный переключатель с независимым включением. Он позволяет набирать определенную программу включения тиристоров.

Регулирующий элемент состоит из десяти параллельно включенных ветвей. В каждой ветви тиристор типа КУ201П последовательно соединен с переменным сопротивлением типа ППБ, которым задаются уставки токов $I_1 \div I_{10}$ /см. рис. 1/. Переменные сопротивления в каждой ступени регулируют ток от 0,1 до 1 а. Общий диапазон регулирования тока коррекции составляет от 0,1 до 10 а.

Тиристоры поочередно включаются импульсами, поступающими с распределителя через формирователь №3 и программный коммутатор. Временной интервал между импульсами выбран равным 10 мсек. Ограничение длительности протекания тока через обмотки коррекции до 100 мсек позволило применить в регулирующем элементе переменные сопротивления мощностью 15 вт, тем самым создать компактную схему источника. В слу-

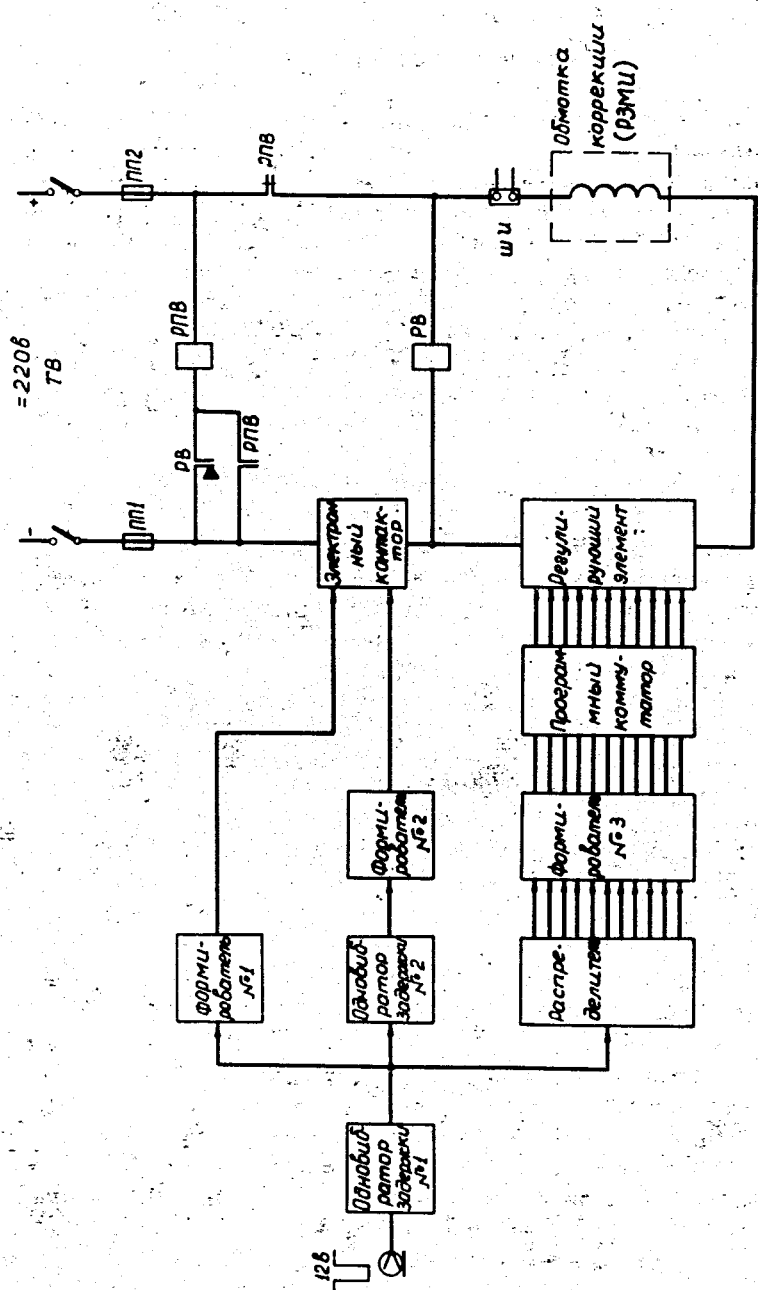


Рис. 2. Блок-схема источника тока.

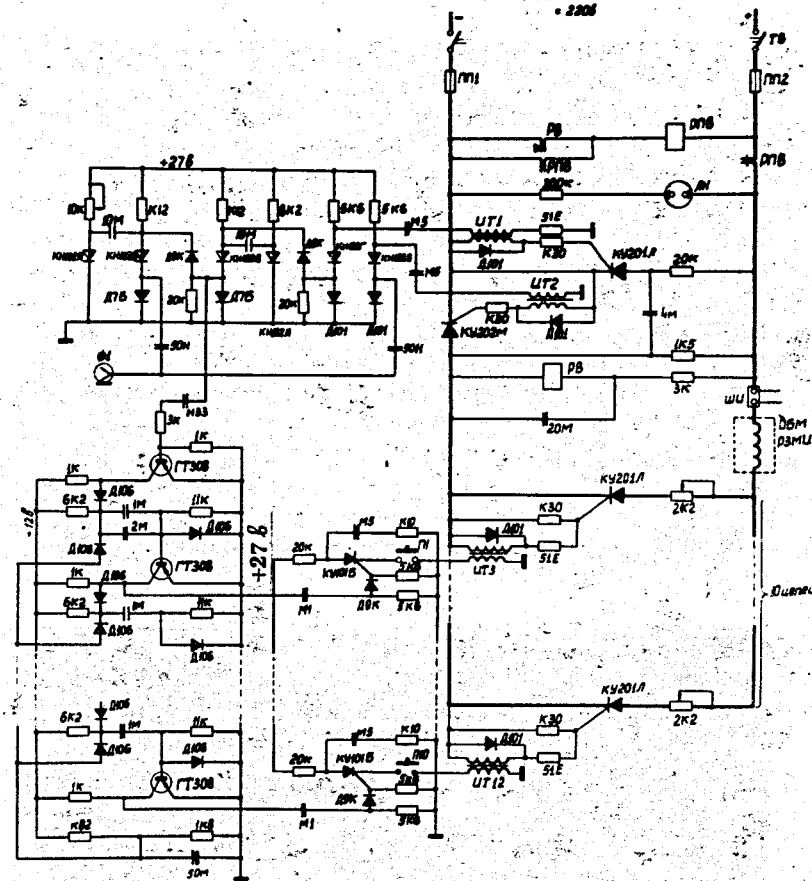


Рис. 3. Принципиальная схема источника тока.

чае сбоя в работе электронного контактора или одновибратора задержки №2 для защиты регулирующих сопротивлений служит реле времени РВ. Если электронный контактор не разомкнет цепь тока через 100 мсек, то через 150 мсек реле времени РВ срабатывает и замкнет цепь катушки реле РПВ. Срабатывание реле РПВ обуславливает отключение анодного напряжения с тиристоров регулирующего элемента. Лампа ЛН /см. рис. 3/ сигнализирует о срабатывании реле РПВ и осуществляет контроль предохранителей ПП1 и ПП2.

Технические характеристики источника

Пределы регулирования тока от 0,1 до 10 а при $R_H = 20$ ом и напряжении питания = 220 в. Число ступеней регулирования - 10. Длительность одной ступени - 10 мсек. Пределы регулирования тока одной ступени от 0,1 до 1 а. Длительность импульса тока 100 мсек. Стабильность величины тока зависит в основном от стабильности питающего напряжения. Напряжение питания одновибраторов задержки, формирователей, распределителя +27 в, потребляемый ток - 0,03 а.

При помощи программного коммутатора и переменных сопротивлений можно в широких пределах регулировать величину и закон нарастания тока в обмотке коррекции. Для примера на рис. 4 приведены осциллограммы, показывающие нарастание тока по прямолинейному, а на рис. 5 - по экспоненциальному закону.

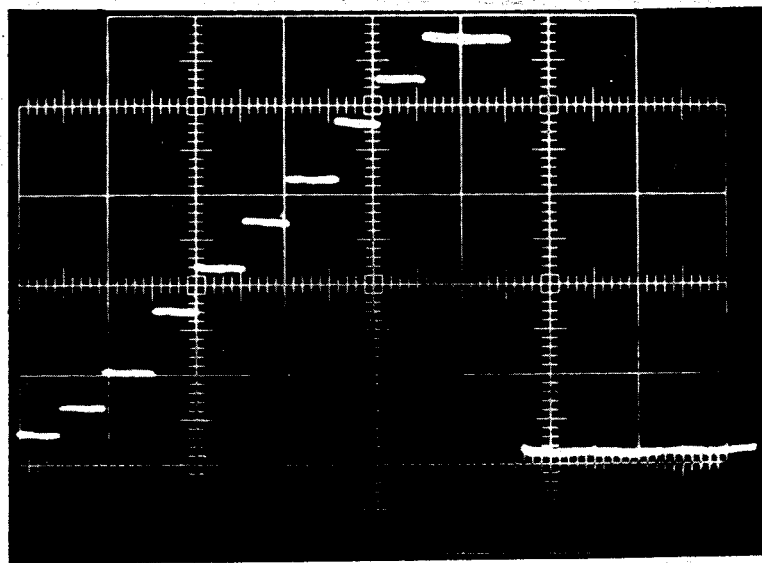


Рис. 4. Нарастание тока $I=f(t)$ по прямолинейному закону. Развертка 20 мсек/см. Масштаб тока 1 а/см.

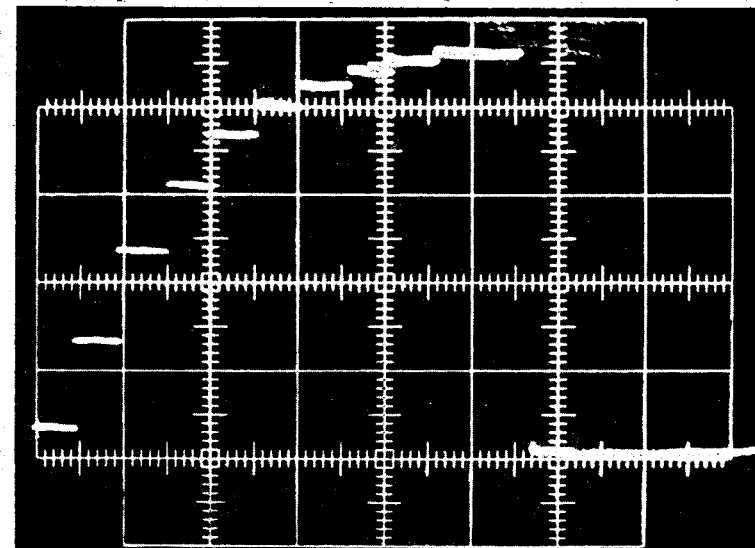


Рис. 5. Нарастание тока $I=f(t)$ по экспоненциальному закону. Развертка 20 мсек/см. Масштаб тока 1 а/см.

Источник смонтирован в блоке стойки "Вишня" с размером блока 240x240x280, его общий вид показан на рис. 6.

Источник рассчитан на круглосуточную работу, позволяет осуществить связь с ЭВМ и может быть использован не только для коррекции "а", но и для регулирования медианной плоскости. Установка таких источников питания на пульте управления синхрофазотроном повышает оперативность и улучшает условия настройки ускорителя на оптимальный режим.

Авторы считают своим приятным долгом выразить благодарность Л.П.Зиновьеву, И.Н.Яловому, О.Н.Цисляку, Ш.З.Сайфулину за полезное обсуждение, а также В.Н.Кузнецову за изготовление рабочих образцов импульсных источников.

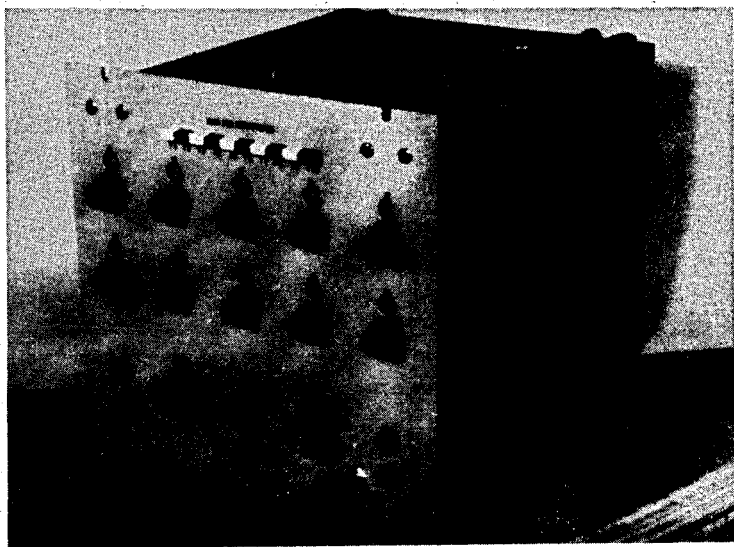


Рис. 6. Общий вид источника тока.

Литература

1. Р.М.Кулаков, А.А.Кардаш и др. ПТЭ, №4, 158 /1962/.
2. NIMROD A7 GeV Proton Synchrotron, 1965.
3. В.А.Ильин, Б.Н.Коншин. Импульсные устройства с мощными времязадающими цепями. "Энергия", Москва, 1972.
4. И.Н.Дзюбин. Тирисоры в электрических схемах. Энергия, М., 1972.

Рукопись поступила в издательский отдел
12 июля 1973 года.