

СЗ45е4

В-63

1036/2-77

СООБЩЕНИЯ
ОБЪЕДИНЕННОГО
ИНСТИТУТА
ЯДЕРНЫХ
ИССЛЕДОВАНИЙ
ДУБНА



21/3-77

9 - 10266

М.А.Воеводин, Л.П.Зиновьев, Н.А.Коруков,
Ш.З.Сайфулин, Ю.В.Смирнов

СХЕМА ОПЕРАТИВНОГО ИЗМЕРЕНИЯ
АЗИМУТАЛЬНОЙ АСИММЕТРИИ МАГНИТНОГО ПОЛЯ
СИНХРОФАЗОТРОНА

1976

9 - 10266

М.А.Воеводин, Л.П.Зиновьев, Н.А.Коруков,
Ш.З.Сайфулин, Ю.В.Смирнов

СХЕМА ОПЕРАТИВНОГО ИЗМЕРЕНИЯ
АЗИМУТАЛЬНОЙ АСИММЕТРИИ МАГНИТНОГО ПОЛЯ
СИНХРОФАЗОТРОНА



Схема оперативного измерения азимутальной асимметрии магнитного поля синхрофазотрона

Описана схема измерения азимутальной асимметрии магнитного поля синхрофазотрона, выполненная на интегральных микросхемах и полупроводниковых приборах.

Схема позволяет без нарушения режима ускорения в условиях сильных помех с высокой точностью (0,01%) измерять относительную величину азимутальной неоднородности медленно растущего (с частотой 0,1 Гц) магнитного поля ускорителя.

Работа выполнена в Лаборатории высоких энергий ОИЯИ.

Сообщение Объединенного института ядерных исследований
Дубна 1976

Кольцевые ускорители должны обладать высокой азимутальной однородностью магнитного поля^{/1/}. Так, в синхрофазотроне отклонение от однородности поля по первой гармонике на 0,08% при $H = 150$ Э приводит к возникновению вынужденных колебаний заряженных частиц с амплитудой $6 \text{ см}^{1/2}$. Это обстоятельство определяет необходимость высокоточного измерения азимутальной асимметрии и периодического контроля за ней в процессе ускорения.

В отделе синхрофазотрона изготовлена система оперативного измерения азимутальной асимметрии магнитного поля, которая позволяет без нарушения режима ускорения в условиях сильных помех с высокой точностью /0,01%/ измерять относительную величину азимутальной неоднородности медленно растущего /с частотой 0,1 Гц/ магнитного поля ускорителя.

Система измерения азимутальной асимметрии магнитного поля синхрофазотрона состоит из:

1/ восьми измерительных обмоток, уложенных по периметру полюса главного магнита так, что каждый квадрант оказывается охваченным двумя идентичными обмотками;

2/ линий связи между измерительными витками и электронной аппаратурой, находящейся в зале управления ускорителем; в целях уменьшения влияния наводок на линию связи последняя выполнена из скрученных пар проводов с электромагнитным экранированием /кабели типа КММ и ТКПВ/;

3/ электронной аппаратуры, производящей обработку информации и представление ее в наглядной форме; структурная схема системы приведена на рис. 1.

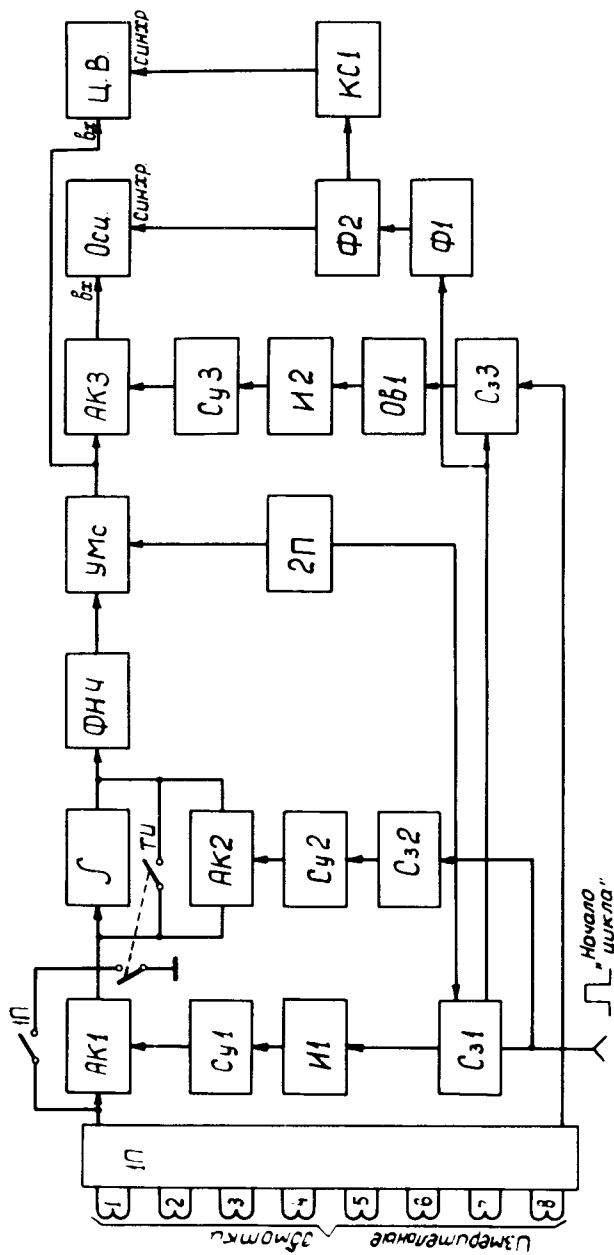


Рис. 1. Структурная схема измерения азимутальной асимметрии магнитного поля синхрорезонансом.

В соответствии с выполняемыми функциями электронная аппаратура состоит из двух частей: аналоговой и управляющей.

К аналоговой части относятся: интегратор (\int), аналоговые ключи /АК1÷АК3/, фильтр низких частот /ФНЧ/, масштабный усилитель /УМС/.

К управляющей части относятся: формирователи /Ф1, Ф2/, одновибраторы задержки /Сз1 ÷ Сз3, ОВ1/, схемы управления ключами /СУ1÷СУ3/, ключ синхронизации КС1 и инверторы /И1, И2/.

Система работает следующим образом.

С началом цикла /рис. 2/ и приходом синхроимпульса на вход системы поступает разностный сигнал с двух измерительных обмоток. В качестве опорной выбрана обмотка половины первого квадранта. Кнопка переключателя 1П данной обмотки включается независимо от семи остальных, которые связаны друг с другом /включение одной приводит к отключению оставшихся/. Таким образом, измерения можно вести по половинам квадрантов.

Синхроимпульс запускает Сз1, импульс с которого через И1 поступает на СУ1, которая открывает АК1, и разностное напряжение с измерительных обмоток подается на вход интегратора. Кроме того, синхроимпульс запускает Сз2, действующий на СУ2; АК2 закрывается, производя разблокировку емкости интегратора, и схема работает в режиме интегрирования.

По истечении времени интегрирования, определяемого положением переключателя 2П /53 ÷ 656 мс от начала цикла/, АК1 размыкается, отключая входное напряжение от интегратора. Схема на УВТ начинает работать в режиме хранения информации.

По окончании импульса с Сз2 АК2 открывается, блокируя при этом емкость интегратора. Интегратор возвращается в исходное состояние. В качестве интегратора используется прецизионный операционный усилитель, разработанный Д.Е.Полонниковым /3/.

Ф1, Ф2 и КС1 служат формирователями импульсов для осциллографа и цифрового вольтметра.

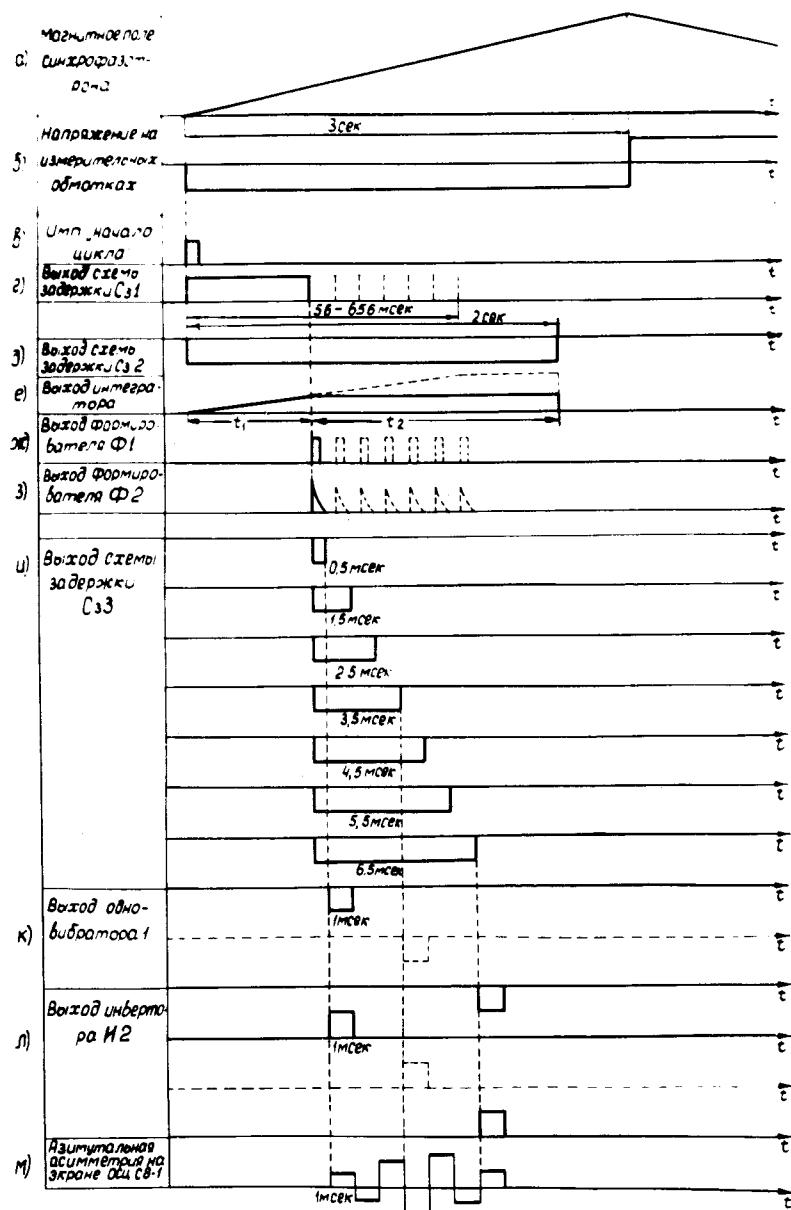


Рис. 2. Временная диаграмма работы электронного блока.

Напряжение с выхода интегратора поступает на вход ФНЧ, в качестве которого служит структура 5-го порядка Чебышева^{/4/}.

ФНЧ собран на 2-х операционных усилителях типа МАА-501 и настроен таким образом, что напряжение частотой выше 400 Гц ослабляется не хуже чем на 60 дБ/дек, так как с обмотки магнита синхрофазотрона наводится основная помеха частотой 600 Гц.

Выходное напряжение с ФНЧ поступает на УМс с коэффициентом передачи, ступенчато меняющимся от 10 до 1. /В зависимости от положения переключателя 2П/. Введение изменяющегося коэффициента передачи в канал линейного усиления обусловлено измерением $\Delta H/H$ независимо от уровня магнитного поля.

Для получения картины распределения азимутальной асимметрии на запоминающем осциллографе необходимо смещать во времени напряжение на выходе УМс.

Для этой цели служат: С33 и ОВ1, И2, СУ3 и АК3.

Выбирая с помощью переключателя 1П измерительную обмотку, определяем время выхода импульса С33, задавая тем самым выходное напряжение, контролируемое с помощью осциллографа.

В качестве аналоговых ключей используются полевые транзисторы с изолированным затвором типа КП301^{/5/}. Управление аналоговыми ключами осуществляется по схемам, рекомендованным в литературе^{/6/}. В схемах задержек, формирователей и инверторов использовались микросхемы 155-ой серии и полевые транзисторы типа КП103^{/7/}.

Принципиальная схема электронного блока изображена на рис. 3. Конструктивно измерительный блок размещен в шасси ШБ 160x160 стандарта "Вишня".

В настоящее время система находится в эксплуатации, которая показала ее высокую эффективность, удобство и надежность в работе.

В заключение авторы считают приятным долгом выразить благодарность В.Н.Кузнецову и Н.В.Осипову за монтаж системы.

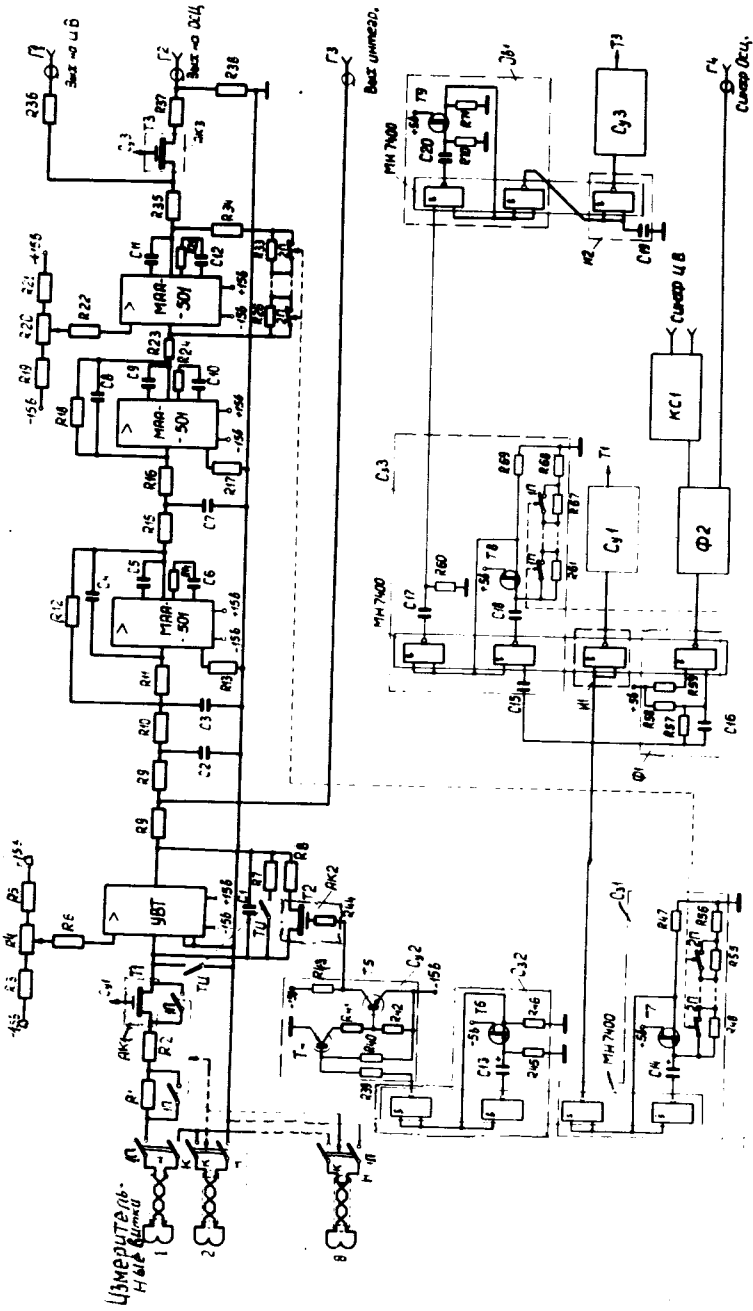


Рис. 3. Принципиальная схема электронного измерительного блока.

Литература

1. Ускорители элементарных частиц. Атомиздат, М., 1957.
2. Е.Г. Комар. Основы ускорительной техники. Атомиздат, М., 1975.
3. Д.Е. Полонников. Решающие усилители. "Энергия", М., 1973.
4. Ж. Марше. Операционные усилители и их применение, пер. с французского. "Энергия", Ленинградское отделение, 1974.
5. В.Л. Шило. Линейные интегральные схемы. "Советское радио", М., 1974.
6. Проектирование и применение операционных усилителей, пер. с английского. "Мир", М., 1974.
7. В.А. Куценко, Б.А. Полосьяныч, В.А. Широченко. ПТЭ, №4 /1973/.

Рукопись поступила в издательский отдел
1 декабря 1976 года.