

Цифровой задающий генератор частоты ускоряющего поля У-70

Н.А. Игнашин, С.Э. Сытов, В.Г. Тишин, Е.Ф. Троянов
ГНЦ РФ Институт физики высоких энергий, Протвино, Россия

Описание системы

Находящаяся в настоящее время в эксплуатации на У-70 система управления частотой ускоряющего напряжения, несмотря на свои очевидные достоинства (надежность, простота ремонта и настройки), уже не обеспечивает тех высоких технических и эксплуатационных требований, которые сейчас предъявляются в связи с введением автоматизированной системы управления ускорительным комплексом и ужесточением допусков на основные параметры системы. Недостатки существующей системы известны:

- схемное решение с использованием трех генераторов со своими соответствующими схемами стабилизации и автоподстройки;
- сложная и недостаточно стабильная схема управления конечным радиусом на верхнем “плато” магнитного поля;
- сложная система ВЧ-коммутаций;
- несовершенная измерительная система (усредненное измерение Фрч за 100 ms);
- невозможность полного контроля и управления от ЭВМ;

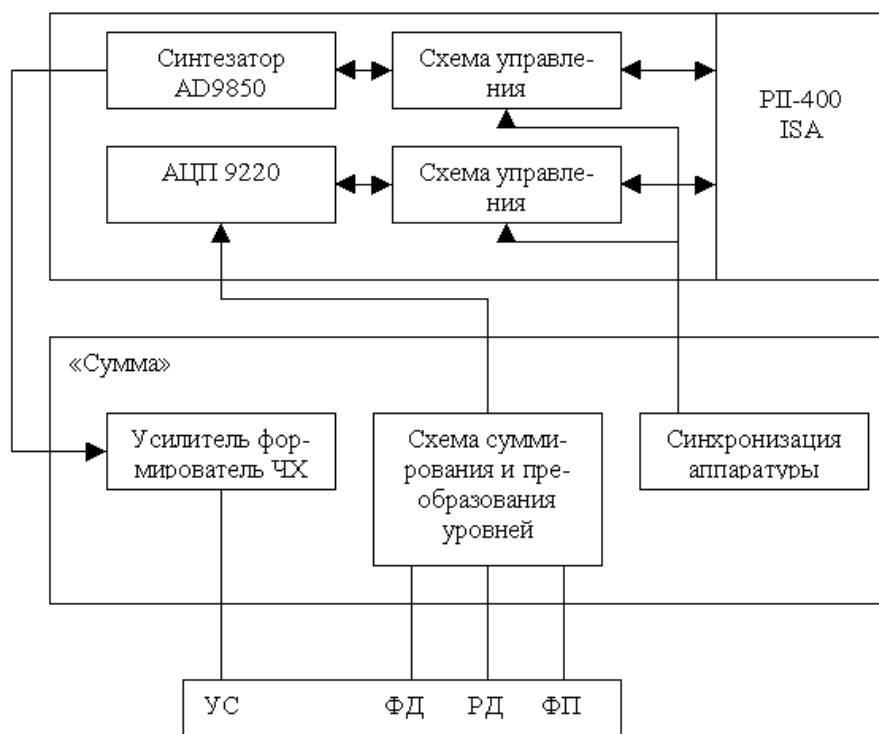


Рис. 1: Блок-схема задающего генератора.

При разработке данного генератора учитывался опыт построения подобных устройств на других ускорителях [1], [2]. Блок-схема цифрового генератора представлена на рис. 1. Основной частью цифрового генератора является синтезатор частоты, построенный на ИМС AD9850 [3], работающий на частоте 120 МГц со схемой управления и выходным усилительным каскадом. Плата синтезатора выполнена в конструктиве PC-AT, расположена в ПК РИ-400 и для своей работы использует шину ISA и позволяет установить частоту с точностью 0,0291 Гц, в диапазоне 0–62,5 МГц. Используемый эллиптический фильтр ослабляет высшие гармоники по отношению к рабочей частоте на 70–80 дБ. Для ввода аналоговой информации использовалась схема АЦП построенная на основе 12-разрядной платы АЦП AD9220 с частотой преобразования 10 MSPS. Модуль АЦП выполнен в конструктиве “Сумма”.

Для управления работой АЦП используется плата управления и коммутации, выполненная в конструктиве PC-AT и использующая шину ISA. В качестве схемы управления используется разработанное устройство, реализованное на программируемой логической матрице (ПЛИМ) EPМ7032S-10 фирмы ALTERA [4]. Использование ПЛИМ позволило совместить функции обслуживания магистрали ISA (запись и чтение данных), работу с АЦП (формирование импульса преобразование, коммутация и получение данных с АЦП) и загрузку данных в DDS за минимально возможное время. При программировании матрицы был использован пакет Max+Plus BaseLine фирмы ALTERA.

Программирование матрицы осуществляется посредством ISP интерфейса. Данный цифровой генератора был собран и оттестирован во втором сеансе 1999 года. Для него было написано программное обеспечение (C++, Паскаль, Ассемблер), позволяющее в реальном времени осуществлять ввод информации о сигналах ОС (фазового и радиального контуров), сигнала с функционального преобразователя и по полученной информации рассчитывать текущее значение частоты и синтезировать его.

В процессе работы системы происходит синхронизация по сигналам начала цикла, начала нарастания магнитного поля, и другим двум импульс подаваемых на усмотрение разработчика. В начале каждого цикла работы ускорителя система производит калибровку, что позволяет исключить дрейф операционных усилителей, применяемых в аналоговых цепях системы. Все это позволяет производить расчет эволюции частоты задающего генератора в реальном времени по циклу ускорения. При этом промежуток времени между двумя новыми значениями частоты составляет менее 9 мкс.

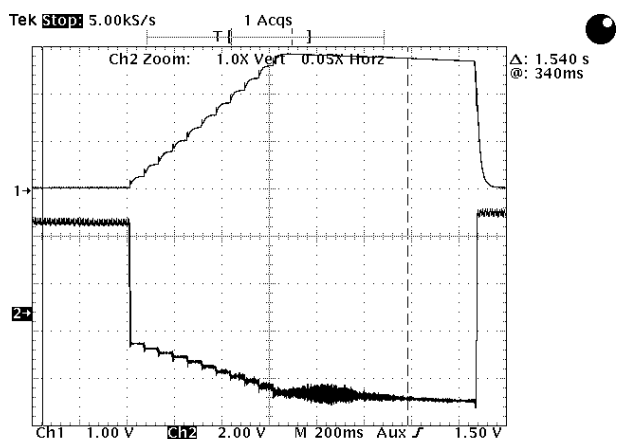


Рис. 2: Сигнал фазового датчика и интенсивности при отключенной ОС.

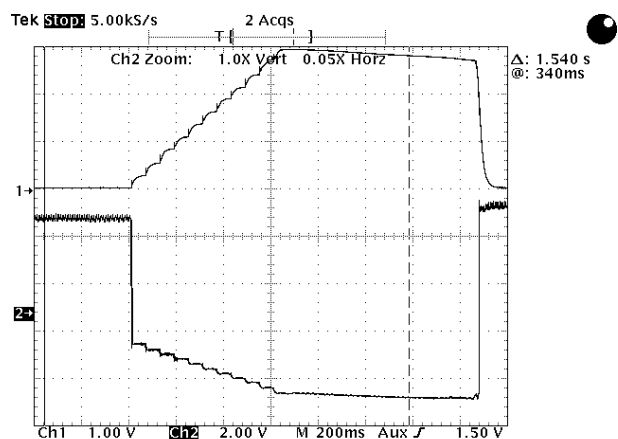


Рис. 3: Сигнал фазового датчика и интенсивности при включенной ОС.

Результаты испытаний

В осеннем сеансе 1999 года аппаратура была смонтирована и установлена в двух стойках RealTime и проверена в работе с пучком. Работа проводилась на бустерном столе, где был проведен ряд измерительных тестов. Некоторые из них представлены на рис. 2–4. На рис. 2 показан сигнал интенсивности и сигнал фазового датчика. В данном случае видно, что обратная связь отключена, и присутствуют фазовые колебания. На рис. 3 — те же самые сигналы, но при замкнутой цепи обратной связи. Как видно, фазовые колебания исчезли, что свидетельствует о правильной работе системы обратной связи с новым цифровым генератором.

На рис. 4 показан сигнал обратной связи двух контуров — радиального и фазового. Радиальный контур в данном режиме включается на времени 1,52 с от начала бустерного стола и можно видеть переход на новый радиус, выставленный в радиальном датчике. Переход происходит без потерь и возбуждения фазовых колебаний. Так же был осуществлен ряд тестов по программному управлению частотой на бустерном столе.

Заключение

Представленные выше результаты позволяют надеяться, что работа генератора будет возможна по всему циклу ускорения. И в настоящее время ведутся работы по введению в эксплуатацию этого задающего генератора. Так, для соединения с существующей системой управления разрабатывается модуль сопряжения, который позволит изменять начальную и конечную частоту, время перехода на конечный радиус, и получать информацию об эволюции частоты в десяти временных точках.

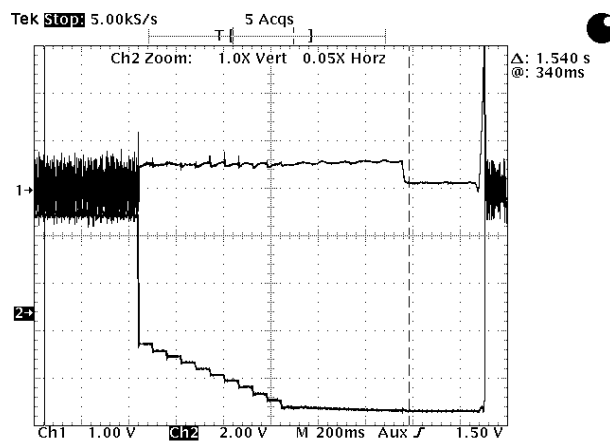


Рис. 4: Сигнал фазового и радиального датчиков.

Список литературы

- [1] S. Turner (editor). RF Engineering for Particle Accelerators. CAS, CERN, 92-03, pp. 435-438.
- [2] F. Blas, J. Boucheron, B.J. Evans, R. Garoby, G.C. Schneider, J.P. Terrier, J.L. Vallet. Digital Beam Control for Synchrotrons and Storage Rings in the CERN PS Complex. CERN-PS, 94-24.
- [3] CMOS, 125 MHz Complete DDS Synthesizer. ANALOG DEVICES, Inc., 1997.
- [4] Digital Library, Altera, Jan 2000.