

сообщения
Объединенного
Института
Ядерных
Исследований
Дубна

P9-92-14

В. А. Аккуратов, А. А. Глазов, Д. Л. Новиков

СИСТЕМА СТАБИЛИЗАЦИИ ФАЗЫ
ВТОРОЙ ГАРМОНИКИ

1992

Приводятся схемные решения, обеспечивающие постоянство фазы второй гармоники относительно первой в режиме "flat-top" ускорения с точностью $\pm 0,5^\circ$ при частоте основной гармоники, равной 39,609 МГц. Описывается способ абсолютной привязки фазы второй гармоники к первой с использованием информации об ускоренном пучке. Аппаратура использовалась при исследованиях эффекта расширения замкнутых орбит на электронной модели кольцевого циклотрона.

Работа выполнена в Лаборатории ядерных проблем ОИЯИ.

Сообщение Объединенного института ядерных исследований. Дубна 1992

Перевод авторов

Akkuratov V.A., Glazov A.A., Novikov D.L. P9-92-14
Second Harmonic Phase Stabilization System

The circuit units stabilizing the phase of the second harmonic with respect to the first one in the flat-top accelerating regime with a ± 0.5 accuracy at the first harmonic frequency 39.609 MHz are presented. The method of absolute fixation of the second harmonic phase to the first harmonic using accelerated beam data is described. These units were used during experimental research of the closed orbit expansion effect on the electron model of the ring cyclotron.

The investigation has been performed at the Laboratory of Nuclear Problems, JINR.

схемы сложения усредненной фазы основной гармоники и фазового детектора (рис.3),

схемы усилителя, возбуждающего генератор второй гармоники (рис.4).

Схема электронного фазовращателя (рис.2а) - мостовая, в одно из плеч которой включен варикап KB109Б, коэффициент его пере-

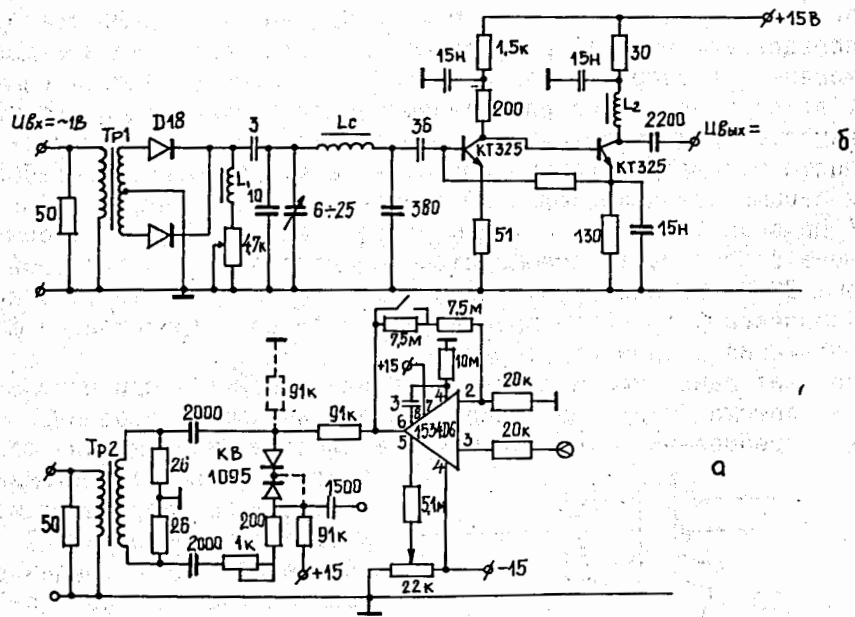


Рис.2. Принципиальная схема электронного фазовращателя (а); принципиальная схема удвоителя частоты (б).

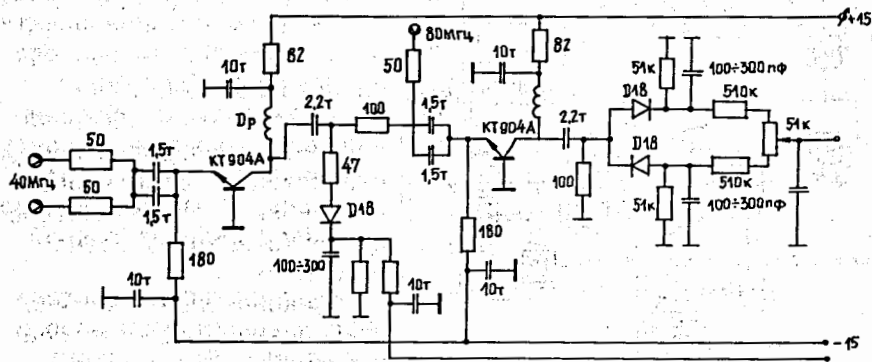


Рис.3. Принципиальные схемы: сложения, усилителя и фазового детектора.

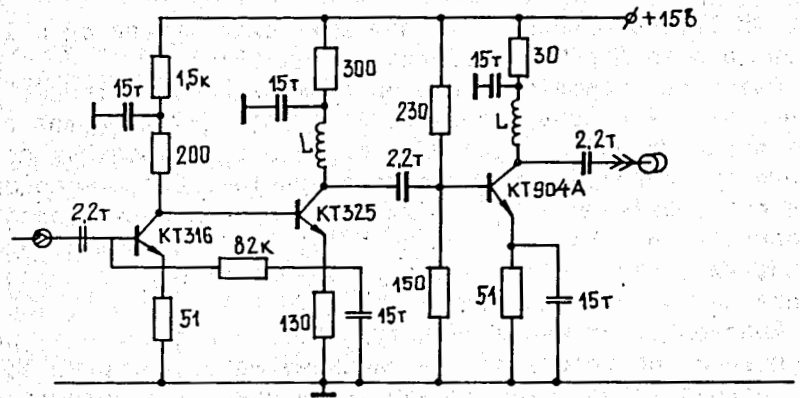


Рис.4. Схема усилителя возбуждения 2-й гармоники.

крытия по емкости составляет 4,5-6,5. Управление изменением фазы электронного фазовращателя (рис.2а) и ее стабилизация осуществляются с фазового детектора (рис.3), в котором используются диоды D18. Сигнал на фазовый детектор подается со схемы сложения сигналов усредненной фазы с двух дуантов основной частоты (39,609 МГц) и сигнала с дуанта второй гармоники (см. рис.1 и 3). В схеме сложения и усилителя (рис.3) используются транзисторы типа KT904А с заземленной базой.

С фазового детектора сигнал подается на вход операционного усилителя УПТ типа 1534Д6 (рис.2а), один из входов которого заземлен и создает на выходе разнополярное напряжение. Этим напряжением осуществляется управление электронным фазовращателем, т.е. осуществляется стабилизация фазы напряжения второй гармоники относительно усредненной фазы напряжения основной гармоники.

Для исключения температурного дрейфа системы стабилизации фазы второй гармоники ее элементы размещались в двух термостабах, поддерживающих стабильность температуры с точностью $0,1^{\circ}C$. В одном из термостатов размещались схемы сложения и фазового детектора, в другом - удвоителя частоты и электронного фазовращателя. Помимо электронного фазовращателя в системы подключено два фазосдвигающих элемента (на рис.1 обозначены "ФВ") в виде 50-омной раздвижной линии.

После двухчасового прогрева всех элементов ускоряющей высокочастотной системы система стабилизации фазы второй гармоники в стационарном режиме работы поддерживала фазу второй гармоники в пределах $\pm 0,5^{\circ}$. Измерения стабильности фазы проводились непрерывно в течение 14 часов работы с помощью фазомет-

ра типа ОК-12. Коэффициент стабилизации системы близок к 10. Диапазон захвата в режим стабилизации $\pm 1,5^\circ$.

Для фазировки напряжения второй гармоники относительно усредненной первой использовался осциллограф С1-75, на два отдельных входа которого подавались сигналы с контрольных петель основного (первого) и гармонического дуантов. Сигналы подавались по согласованным кабелям, имеющим определенным образом подобранную длину. Затем в режиме "flat-top" ускорения снимались графики зависимости радиуса ускорения от номера оборота ускорения на трех пробниках: №2, №4 и №6 (азимуты 90° , 180° ; 270°). Требуемое положение амплитуды второй гармоники относительно первой соответствует минимальному набору энергии за оборот, а следовательно, минимальному углу наклона зависимости $R = f$ (№ об.). Смещение фазы гармоники на этом этапе осуществлялось внесением соответствующего калиброванного участка линии, либо раздвижной линией, обеспечивающей смещение по фазе с точностью до 2° . Окончательная подстройка фазы производилась электронным фазовращателем при наблюдении "чистоты" отделения последних орбит на конечных радиусах ускорения.

ЛИТЕРАТУРА

1. Глазов А.А. и др. - ОИЯИ, 9-82-188, Дубна, 1982.
2. Глазов А.А. и др. - В сб.: Труды 9-го Всесоюзного совещания по ускорителям заряженных частиц, Дубна, ОИЯИ, т.1, с.334, 1985.
3. Глазов А.А. и др. - ОИЯИ, 9-89-864, Дубна, 1989.
4. Adam S. et al. - IEEE Trans., 1981, No.S-28, No.3, p.2721.

Рукопись поступила в издательский отдел
14 января 1992 года.