

Система переброса фазы ускоряющего напряжения протонного синхротрона У-70

Н.А. Игнашин, С.А. Калугин

ГНЦ РФ Институт физики высоких энергий, Протвино, Россия

С 1999 г. в рамках работ по автоматизации управления протонным синхротроном У-70 действует новая система переброса фазы на критической энергии. Данная модернизация позволила снизить время переключения фазы ВЧ и дала возможность устанавливать требуемый угол φ_S дистанционно, непосредственно с главного пульта ускорителя.

Система переключения (переброса) фазы сигнала радиочастоты задающего генератора (ЗГ) представляет собой программируемую, отключаемую линию задержки. Сдвиг фазы сигнала на требуемый угол φ реализуется пропусканием его через отрезок коаксиального кабеля заданной длины L , обеспечивая запаздывание на эквивалентное φ значение τ_L . Такое решение допустимо, так как магнитное поле H и, следовательно, частота ускоряющего напряжения $F_{PЧ}(H)$ в момент перехода через критическую энергию имеют неизменное от цикла к циклу значение.

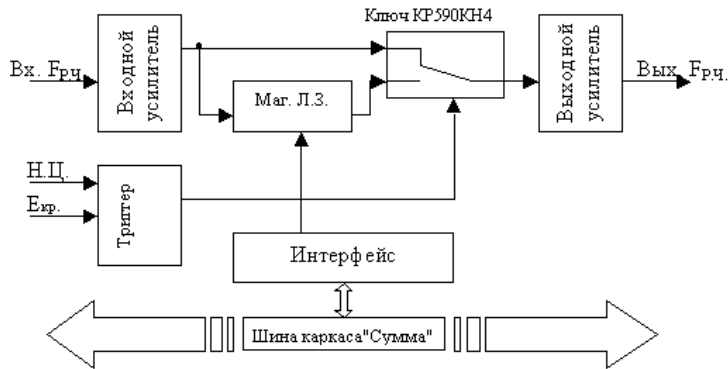


Рис. 1: Блок схема модуля переброса фазы У-70.

Система реализована в модуле стандарта “Сумма”. Блок-схема представлена на рис. 1. Протонный пучок на синхротроне У-70 достигает критической энергии при значении магнитного поля $H \approx 1395$ Э, которому соответствует радиочастота $F_{PЧ} \approx 5,97$ МГц. Период $T = 167.5$ нс.

Требуемое значение $\tau_L \equiv \varphi$ создается коммутацией отрезков кабеля различной длины, имеющимися в магазине задержек (Маг. ЛЗ). Кабельные отрезки отмерены таким образом, чтобы получить ком-

бинацией их соединений времена запаздывания, эквивалентные диапазону $\varphi = (90; 153)^\circ$ с разрешением 1° и точностью не хуже $\pm 1^\circ$. Быстродействующий электронный ключ в зависимости от состояния триггера производит переключение выходного усилителя между сигналами ВЧ непосредственно из входного усилителя и из магазина задержек. Триггер устанавливается импульсом критической энергии (E_{KP}) и сбрасывается импульсом начала цикла (НЦ), вырабатываемыми таймерами электронной аппаратуры главного пульта У-70. Программирование магазина задержек осуществляется через интерфейс каркаса “Сумма” удаленной ЭВМ. Для этого написано специальное программное обеспечение.

Рис. 2 иллюстрирует типичный переходной процесс в тракте $F_{PЧ}$. Луч 1 — ВЧ сигнал на выходе модуля. Луч 2 — фронт импульса E_{KP} . Общее время переключения фазы $F_{PЧ}$ (от фронта E_{KP} до окончания переходного процесса) составляет 350..400 нс — менее трех периодов радиочастоты.

На рис. 3 отображены сигналы $F_{PЧ}$ без фазового сдвига (луч 3) и на выходе системы переброса фазы (луч 1) в момент события E_{KP} .

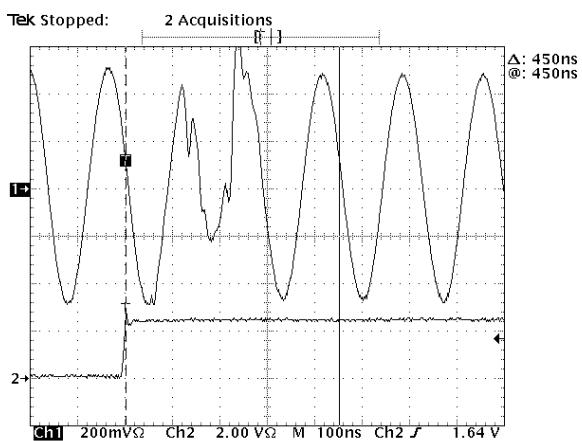


Рис. 2: Осциллограмма переходного процесса на выходе модуля при переходе через критическую энергию.

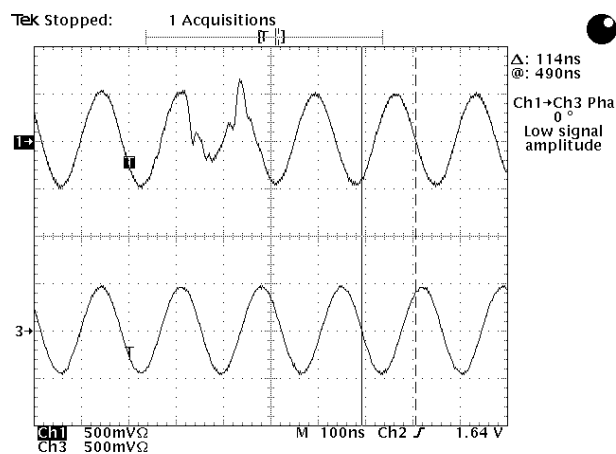


Рис. 3: Осциллограмма F_{PQ} непосредственно с ЗГ и на выходе модуля, $\varphi = 122^\circ$.

Список литературы

- [1] Адо Ю.М. и др. – В кн.: Труды V Всесоюзного совещания по ускорителям заряженных частиц. т.1, с. 42. Дубна. 1976.
- [2] Лебедев О.П., Серебряков В.И. Система синхронизации физических установок в бустерном режиме работы ускорителя ИФВЭ. Препринт ИФВЭ 86-165. Серпухов. 1986.