

УСТРОЙСТВО ДЛЯ ПОЛУЧЕНИЯ СИНХРОНИЗИРУЮЩИХ ИМПУЛЬСОВ ПРИ МАЛОЙ СКОРОСТИ ИЗМЕНЕНИЯ НАПРЯЖЕННОСТИ МАГНИТНОГО ПОЛЯ В ЭЛЕКТРОМАГНИТЕ СИНХРОТРОНА

В. Т. НАРИНЯН, А. Р. ТУМАНЯН

Описано устройство для получения импульсов, соответствующих определенным мгновенным значениям напряженности магнитного поля, при скорости изменения напряженности поля в пределах $0 \div 2 \cdot 10^4$ э/сек. Погрешность привязки выработанных устройством импульсов к мгновенному значению напряженности магнитного поля не превышает $\pm 0,02\%$. Устройство состоит из трех пермаллоевых зондов, генератора высокочастотного тока, блоков формирования и совпадения импульсов.

Работа электронного синхротрона при $\frac{H_-}{\dot{H}_-} \geq 1$ (H_- , \dot{H}_- — соот-

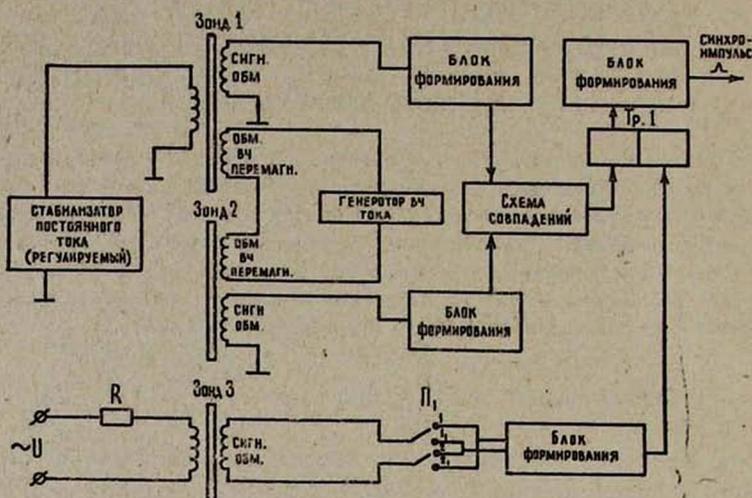
ветственно величина постоянной и амплитуда переменной составляющих напряженности магнитного поля синхротрона) или при плоской вершине во временном ходе напряженности магнитного поля синхротрона для синхронизации работы различных узлов ускорителя связана с необходимостью получения импульсов, привязанных к мгновенному значению напряженности поля при малых скоростях ее изменения. Использование рассеянных магнитных полей синхротрона для целей синхронизации при обычных режимах работы ускорителя ограничивается тем же условием.

При малых скоростях изменения напряженности магнитного поля непосредственное получение синхронизирующих импульсов при помощи пермаллового зонда, перемагничиваемого измеряемым полем [1], становится невозможным в силу того, что $t_u \rightarrow \infty$ и $U_m \rightarrow 0$, где t_u и U_m — соответственно длительность и амплитуда импульса, вырабатываемого зондом. Устройство для получения синхронизирующих импульсов путем измерения амплитуд напряжения четных гармоник в спектре сигнала с пермаллового зонда, перемагничиваемого дополнительным высокочастотным (ВЧ) полем, является достаточно сложным и дорогостоящим [2].

Разработанное устройство, блок-схема которого показана на рисунке, является достаточно простым, а по точности привязки вырабатываемых импульсов к мгновенному значению напряженности поля не уступает описанному в работе [2]. Принцип работы устройства заключается в следующем.

Зонд 1, установленный в измеряемом магнитном поле, вырабатывает импульсы в моменты времени, когда напряженность суммарного поля в зонде, который складывается из внешнего измеряемого поля, поля постоянного подмагничивания и поля ВЧ перемагничивания, проходит

через нулевое значение. Зонд 2, установленный вне магнитного поля в экране, вырабатывает импульсы только в моменты прохождения тока ВЧ перемангничивания через нулевое значение. При совпадении во времени импульсов с обоих зондов схема совпадений вырабатывает



импульс совпадения. Для обеспечения отбора импульсов, выработанных на возрастающей или спадающей ветвях напряженности измеряемого поля, служат зонд 3 со своей схемой формирования и триггер „Тр. 1“. Выбор рабочей ветви осуществляется переключателем П₁. Зонд 3 вырабатывает импульсы только при экстремумах напряженности измеряемого магнитного поля. Это обеспечивается питанием первичной обмотки зонда током, совпадающим по фазе с переменным напряжением питания электромагнита синхротрона.

Задаваясь величиной допустимой погрешности привязки синхроимпульсов к мгновенному значению напряженности измеряемого поля δ (в единицах эрстед), частоту перемангничивающего ВЧ поля можно определить из приближенного выражения

$$f_{\text{ВЧ}} \approx \frac{\omega \dot{H}_- \sin \omega t_0}{2\delta} = \frac{\dot{H}_{(t-t_0)}}{2\delta}, \quad (1)$$

где $\dot{H}_{(t-t_0)}$ — скорость изменения напряженности измеряемого поля в момент времени

$$t_0 = \arccos \frac{H_- - H_{-\text{подм.}}}{\dot{H}_-},$$

т. е. в момент компенсации напряженности измеряемого поля полем $H_{-\text{подм.}}$ постоянного подмагничивания зонда 1, $\omega = 2\pi f$, f — частота измеряемого магнитного поля.

Требуемое значение амплитуды напряженности ВЧ перемангничивающего поля $\dot{H}_{\text{ВЧ}}$ можно определить, задаваясь значением погреш-

ности работы схемы совпадений импульсов $\Delta\tau$ (в сек), из следующего условия

$$(2+3) H_c \leq \dot{H}_{ВЧ} \leq \frac{(1/f_{ВЧ} + 2\Delta\tau) \dot{H}_{(t=t_0)}}{2 \sin(2\pi f_{ВЧ} \Delta\tau)}, \quad (2)$$

где H_c — коэрцитивная сила сердечника пермаллового зонда.

На Ереванском синхротроне устройство для получения синхронизирующих импульсов на уровне больших полей было разработано для работы при скоростях изменения напряженности измеряемого поля $H = 0 + 2 \cdot 10^4$ э/сек.

Пермалловый зонд 1 с полем подмагничивания $H_{\text{подм.}} = 150 + +200$ э устанавливался в рассеянное магнитное поле зазора электромагнита синхротрона. Частота ВЧ перемгнивающего поля была выбрана равной 200 кГц. Обмотки ВЧ перемгнивания зондов состояли из 400 витков провода ПЭВ $\varnothing 0,08$ мм. В остальном конструкция пермалловых зондов была аналогична описанной в работе [2]. Блоки формирования импульсов были аналогичны описанным в работе [1] и имели те же параметры, но выполнены на транзисторах. Стабильность привязки сформированного импульса к вершине исходного не превышала $\pm 0,03\%$. Стабилизатор постоянного тока с нормализованным элементом 1 класса для создания опорного напряжения обеспечивала стабильность с точностью $0,005\%$. Погрешность работы схемы совпадений импульсов не превышала $\pm 0,08$ мксек при поступлении на ее входы импульсов с передними фронтами не более $0,03$ мксек. Исследования работы устройства показали, что среднеквадратичная погрешность привязки импульсов при измерениях в течение суток не превышает $\pm 0,02\%$.

Необходимо отметить, что в отличие от других устройств [1, 2] погрешности работы описанного устройства уменьшаются с уменьшением скорости измеряемого поля. Так, при нулевой скорости изменения напряженности измеряемого поля погрешности работы устройства определяются только погрешностью работы схемы совпадений импульсов. Однако с увеличением скорости измеряемого поля более $2 \cdot 10^4 + +3 \cdot 10^4$ э/сек для сохранения малых значений погрешности работы устройства в силу дискретности работы последнего необходимо значительно увеличить частоту перемгнивающего поля. Увеличение частоты перемгнивающего ВЧ поля более $5 \cdot 10^5$ Гц приводит к невозможности выполнения условия (2). Поэтому описанное устройство целесообразно применять при скоростях изменения напряженности измеряемого поля в пределах $0 + 3 \cdot 10^4$ э/сек. При дальнейшем увеличении скорости измеряемого поля устройство может перейти в режим работы с перемгниванием пермаллового зонда 1 измеряемым полем.

Л И Т Е Р А Т У Р А

1. В. Г. Ивкин и др. II Всесоюзное совещание по ускорителям заряженных частиц, Тезисы докладов, Атомиздат, М., 1970.
2. М. П. Васильев и др. ПТЭ, 2, 26 (1971).

ՍԻՆԽՐՈՆՏՐՈՆԻ ԷԼԵԿՏՐՈՄԱԳՆԵՍՈՒՄ ՄԱԳՆԵՍԱԿԱՆ ԴԱՇՏԻ
 ԼԱՐՎԱԾՈՒԹՅԱՆ ՓՈՓՈԽՈՒԹՅԱՆ ՓՈՔՐ ԱՐԱԳՈՒԹՅԱՆ ԴԵՊՔՈՒՄ
 ՍԻՆԽՐՈՆԻԶԱՑՆՈՂ ԱԶԴԱՆՇԱՆ ՍՏԱՆԱԼՈՒ ՍԱՐՔԱՎՈՐՈՒՄ

Վ. Թ. ՆԱՐԻՆՅԱՆ, Ա. Ռ. ԹՈՒՄԱՆՅԱՆ

Նկարագրված է սարքավորում, որը մագնիսական դաշտի լարվածության արագության փոփոխության $0 \div 2 \cdot 10^4$ էրստեդ/վրկ պայմաններում արտադրում է ազդանշան, մագնիսական դաշտի լարվածության որոշակի ակնթարթային արժեքին համապատասխան: Սարքավորման առաջացրած ազդանշանների և մագնիսական դաշտի լարվածության ակնթարթային արժեքի կապվածության սխալը չի գերազանցում $0,02\%$: Սարքավորումը կազմված է երեք պերմալոն ղոնդերից, բարձր հաճախականության հոսանքի գեներատորից, ձևավորման և ազդանշանների համընկման բլոկներից:

THE GENERATOR OF SYNCHRONIZING PULSES AT LOW
 RATES OF MAGNETIC INTENSITY CHANGE IN SYNCHROTRON
 ELECTROMAGNET

V. T. NARINIAN, A. R. TUMANIAN

A device for formation of pulses corresponding to definite instantaneous values of magnetic field intensity when the rate of intensity change lies in the range $0 \div 2 \cdot 10^4$ oersted/sec. has been described. The device consists of three permalloy probes, an RF current generator, a pulse former and a coincidence unit.