## СРАВНЕНИЕ ЛИНЕЙНЫХ И НЕЛИНЕЙНЫХ ДИФФЕРЕНЦИРУЮЩИХ УСТРОЙСТВ ДЛЯ ФОРМИРОВАНИЯ НАНОСЕКУНДНЫХ ИМПУЛЬСОВ

## Р. Б. БАКШТ

(Представлена научным семинаром научно-исследовательского института высоких напряжений)

. Зависимость магнитной проницаемости  $\mu(H)$  для многих ферритов и ферромагнитных материалов имеет резко выраженный максимум, благодаря чему при быстром изменении H на зажимах катушки с сердечником из ферромагнитного материала появляется импульс напряжения. Этот эффект был использован в работах [1, 2] для получения коротких высоковольтных импульсов, но в схемах, предложенных [1, 2],

получаемые импульсы имели малую амплитуду (2—8 кв). В работе [3] было предложено устройство для дифференцирования высоковольтных наносекундных импульсов, свободное от недостатков схем [1, 2]. Оно состоит из нелинейного ферритового элемента, выполненного в виде встроенного в коаксиальную камеру латунного стержня с одетыми на него ферритовыми кольцами марки Ф-1000.

Представляет интерес сравнение параметров импульса, полученного по схеме рис. 1, а

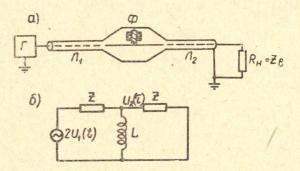


Рис. 1. а) схема дифференцирования с нелинейным ферритовым элементом; б) принципиальная схема дифференцирования с линейной индуктивностью.

с параметрами импульса, продифференцированного по обычной схеме с применением линейной индуктивности (рис. 1, б). Основными параметрами высоковольтного наносекундного импульса пиковой формы являются его амплитуда и длительность, измеренная на уровне 0,1. Если фронт входного импульса имеет экспоненциальную форму, то для изображения выходного сигнала получаем.

$$U_{2}(p) = \frac{aU_{0}p}{(p+a)(p+b)}, \qquad (1)$$

откуда

$$U_2(t) = \frac{au_0}{a - b} (e^{-bt} - e^{-at}), \tag{2}$$

где 
$$b = \frac{z}{2L}$$
,

Z — волновое сопротивление,

L — дифференцирующая индуктивность.

Приравнивая производную по времени  $\frac{du_2(t)}{dt}$  нулю, получаем время, при котором  $u_2(t)$  максимально:

$$t = \frac{\ln a - \ln b}{a - b} \,. \tag{3}$$

Используя (3) и (2), для амплитудного значения выходного сигнала, продифференцированного по схеме рис. 1 б, имеем

$$U_{a_2} = \frac{1}{1 - \frac{1}{A}} \left( A^{-\frac{1}{A - 1}} - A^{-\frac{1}{1 - A}} \right), \tag{4}$$

где 
$$A = \frac{a}{h}$$
.

Таким образом, амплитуда выходного сигнала зависит от параметров дифференцирующей цепи и от величины фронта входного сигнала. При уменьшении параметра b (т. е. при увеличении индуктивности) амплитуда выходного сигнала возрастает, приближаясь экспоненциально к  $U_{a_1}$ ; совершенно ясно, что вместе с увеличением амплитуды в этом случае возрастает и длительность выходного сигнала. На рис. 2 приведена зависимость относительной амплитуды выходного сигнала от его длительности, вычисленной на уровне 0,1  $U_{a_2}$ , здесь же приведена

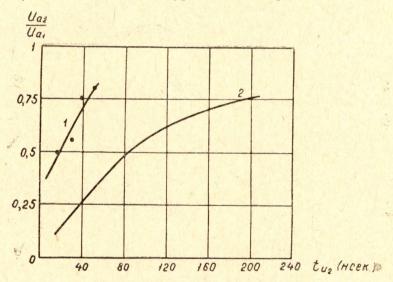


Рис. 2. Зависимость относительной амплитуды выходного импульса от его длительности: 1 — для схемы 1a, 2 — для схемы 16.

аналогичная экспериментальная зависимость для дифференцирующей цепи с нелинейным элементом. Обе зависимости приведены для входного импульса с фронтом  $t_{\phi_1} = 20 \cdot 10^{-9} \ cek$ , так как такой импульс можно легко получить в схеме с шаровым разрядником, работающим при атмосферном давлении, или в схеме с тиратроном [4]. Как следует из графиков рис. 2, длительность импульса, полученного в схеме с нелинейным дифференцирующим элементом, при одной и той же амплитуде входного импульса меньше, чем при дифференцировании в схеме с линейной индуктивностью. Например, для латунного стержня диаметром

30 мм и длиной 40 мм с надетыми на него 4 кольцами толщиной 10 мм при отношении амплитуд  $\frac{U_{a2}}{U_{a1}} = 0.75$  импульс, полученный по схеме рис. 1, а, в 5 раз короче импульса, получаемого по схеме рис. 1, б. Для более крутых входных импульсов  $(t_{\phi 1}=2\cdot 10^{-9}\ ce\kappa)$ , получаемых с помощью разрядника с высоким давлением азота, [4] был экспериментально получен выходной импульс длительностью  $t_{\rm H2}=14$  мксек при амплитуде  $15~\kappa s$  и отношении  $\frac{U_{a2}}{V_{a2}}=0.6$  линейное дифференцирование в этом случае при той же длительности дает отношение  $\frac{U_{a2}}{}=0.265$ . Сказанное свидетельствует о существенных преимуществах ферритовых дифференцирующих устройств перед обычными для получения наносекундных импульсов.

## ЛИТЕРАТУРА

 К. Киlt. Slabopr. Obz. 19, № 5, стр. 292, 1958.
С. И. Андреев, М. П. Ванюков, В. А. Серебряков. ПТЭ, № 3, 89, 1962.

3. Р. Б. Бакшт, Г. А. Месяц. ПТЭ, в печати. 4. Г. А. Воробьев, Г. А. Месяц. Техника формирования высоковольтных на-носекундных импульсов, Госатомиздат, 1963.