

РАСШИРЕНИЕ РАБОЧЕГО ДИАПАЗОНА ИНДУКТИВНЫХ ДЕЛИТЕЛЕЙ

А. И. КРАМНЮК, М. С. РОЙТМАН

(Представлена научным семинаром кафедры радиотехники)

В [1] показано, что частотная погрешность индуктивных делителей (ИД) с повышением частоты резко увеличивается. Несмотря на то, что указанная погрешность носит систематический характер и может быть учтена, неудобство такой возможности очевидно.

Данная работа посвящена рассмотрению одной из возможностей расширения рабочего диапазона частот с сохранением высокой точности деления ИД.

В [1] показано, что появление частотной погрешности связано с наличием реактивностей, в частности, распределенных емкостей и индуктивностей рассеивания. Для мультифилярной намотки, применяемой в ИД, значения индуктивностей рассеивания и активных сопротивлений отдельных обмоток можно считать примерно равными, но влияние распределенных емкостей на отдельные обмотки будет различным.

Для выяснения влияния распределенных емкостей представим эквивалентную схему делителя, заменив в нем распределенные элементы сосредоточенными. Для примера рассмотрим делитель с коэффициентом деления на четыре. В [1] определены значения сопротивлений в эквивалентной схеме делителя как

$$(n-1)\dot{Z}_1 = \frac{a_0}{\left(1 + \frac{n}{6}\Delta\right)^2} \approx \frac{a_0}{2}; \quad (1)$$

$$\dot{Z}_2 = \frac{b_0}{1 + \frac{n}{6}\Delta} \approx b_0. \quad (2)$$

С учетом (1, 2) схема делителя может быть представлена на рис. 1, где

$$a_0 = r_0 + j\omega L_{s_0}' \text{ — эквивалентное сопротивление одной обмотки;} \quad (3)$$

$$b_0 = \frac{1}{j\omega C_{0g}} \text{ — сопротивление, определяемое значением} \quad (4)$$

распределенной емкости между обмотками [1].

Будем считать цепь, образованную сопротивлениями a_0 , — основной, а цепи, образованные сопротивлениями b_0 , — вспомогательными.

Представим вспомогательные цепи суммой такого количества равных сопротивлений, какое каждая из них охватывает элементов основной цепи (рис. 2). Например, вспомогательные цепи, включенные между точками 2—4, 4—6, 6—8, заменены двумя последовательно включенными сопротивлениями, равными $\frac{b_0}{2}$, цепи 4—8, 2—6 — четырьмя сопротивлениями и т. д. Учитывая, что проводимости вспомогательных цепей значительно меньше проводимостей основной, можно считать потенциалы точек 3, 3', 3'', 3''' примерно равными друг другу. То же самое можно отметить и в отношении точек 4, 4', 4'', 4''', 4'''' и т. д.

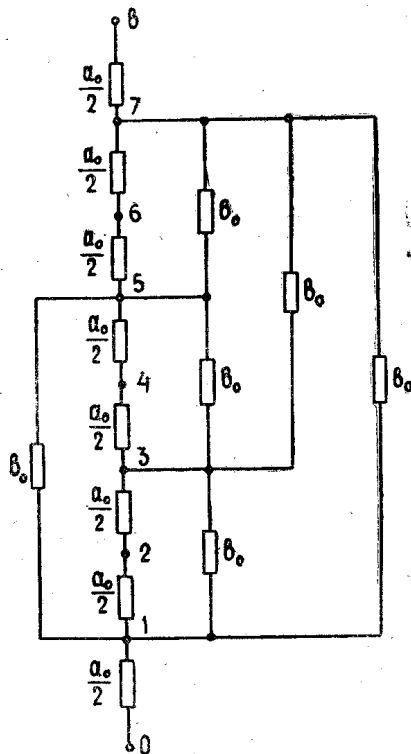


Рис. 1.

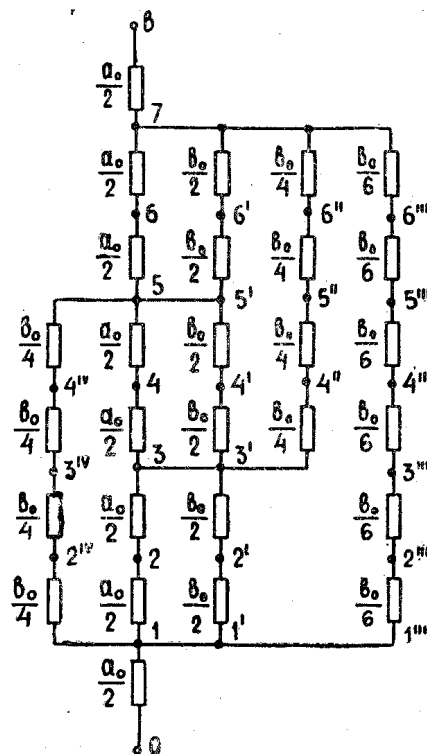


Рис. 2.

Соединим точки, имеющие одинаковые потенциалы. При этом параллельно сопротивлениям основной ветви подключаются сопротивления вспомогательной ветви, разделенные на соответствующий коэффициент.

Учитывая, что $b_0 = \frac{1}{j\omega C_{0g}}$, и просуммировав все емкости, подсоединенные к каждой из ветвей, получаем эквивалентную схему (рис. 3 а).

Неудобство этой схемы заключается в том, что эквивалентные емкости подключены к половине обмоток.

Если одна половина обмотки зашунтирована емкостью, равной mC_0 , а другая половина nC_0 , то значение эквивалентной емкости, что легко показать, будет равно

$$C_{\text{эkv}} = \frac{m+n}{4} C_{0g}. \quad (5)$$

С учетом (5) получаем эквивалентную схему делителя (рис. 3 б).

Как видно из приведенного анализа и рис. 3 б, значения эквивалентных емкостей, приведенных к различным обмоткам, неодинаковы,

что и является причиной появления частотной погрешности. Для ее уменьшения необходимо выравнять значения емкостей у каждой из обмоток. Для этого параллельно крайним обмоткам делителя (рис. 3б) необходимо подключить дополнительные корректирующие емкости, равные $4C_{ог}$

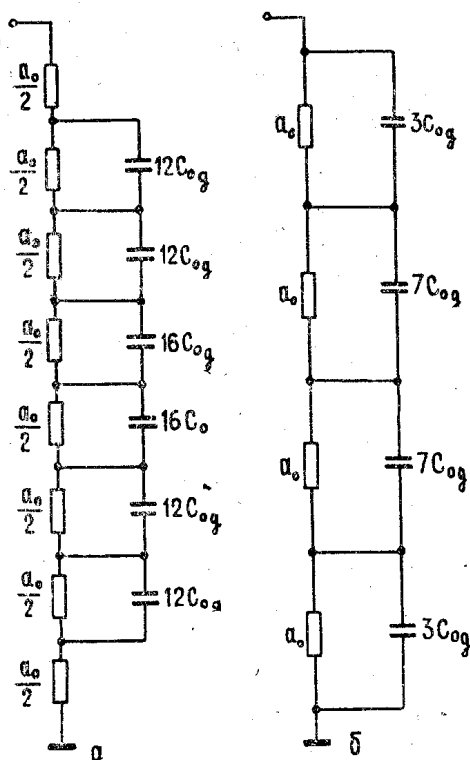


Рис. 3.

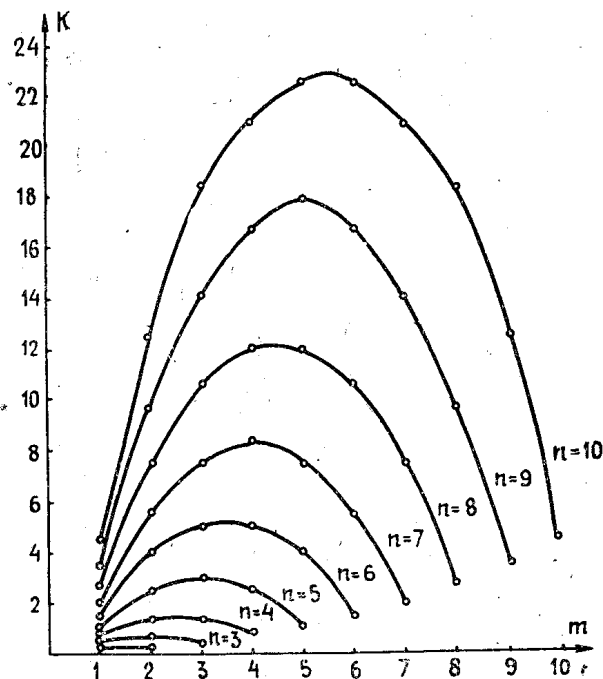


Рис. 4.

Коэффициенты пересчета для нахождения эквивалентных емкостей у делителя с другими коэффициентами деления приведены на рис. 4, причем они подсчитаны для статического значения распределенной емкости между обмотками [1].

Экспериментальная проверка показала, что с помощью корректирующих емкостей можно расширить рабочий диапазон ИД до частот $20 \div 50$ кГц с частотной погрешностью не больше 0,05%. Путем тщательной подборки корректирующих емкостей значение частотной погрешности можно уменьшить.

Выводы

Рассчитанные значения эквивалентных емкостей, приведенных к отдельным обмоткам, позволяют в значительной степени снизить частотную погрешность индуктивных делителей и тем самым расширить рабочий диапазон.

ЛИТЕРАТУРА

1. А. И. Крамнюк, М. С. Ройтман. Метод анализа частотной погрешности индуктивного делителя. Настоящий сборник.