

СЗ44.3а

М-42

Медведь С.В.

Б 2-13 - 4869.



ОБЪЕДИНЕННЫЙ ИНСТИТУТ ЯДЕРНЫХ ИССЛЕДОВАНИЙ

Б 2-13-4869

ДЕПОНИРОВАННАЯ ПУБЛИКАЦИЯ

Дубна 19 69

ОБЪЕДИНЕННЫЙ ИНСТИТУТ ЯДЕРНЫХ ИССЛЕДОВАНИЙ

Лаборатория ядерных проблем

Б2-13-4869

С.В.Медведь и Е.Б.Озеров

РАСЧЕТ ЗВЕНА ТИПА m ДЛЯ МАЛЫХ ЗНАЧЕНИЙ
ИНДУКТИВНОСТИ.

с. ф. 2658

Рукопись поступила
в ИЯИ в 1969 г.
18 декабря 1969

ОБЪЕДИНЕННЫЙ ИНСТИТУТ
ЯДЕРНЫХ ИССЛЕДОВАНИЙ
БИБЛИОТЕКА

- г. Дубна, 1969 год -

В усилителях с распределенным усилением применяют искусственные длинные линии с сосредоточенными постоянными /1,2-/.

Полоса прозрачности звеньев, из которых составлена линия, пропорциональна $(LC)^{-1/2}$. Емкость звена задается суммарной емкостью лампы и монтажа. Для получения желаемой полосы пропускания величину индуктивности звена приходится уменьшать. Например, для линии, имеющей $Z = 150$ ом, и емкость в звене 11 пф, индуктивность m -звена оказывается равной всего лишь 0,25 мкгн ($m = 1,25$). При расчете звеньев с такой малой индуктивностью надо учитывать влияние выводов катушки. Если катушка в 0,25 мкгн намотана проводом 0,5 мм и имеет длину выводов 20 мм, то их индуктивность составит около 12% от индуктивности самой катушки.

В усилителях наносекундных импульсов линии собирают обычно из звеньев типа m . Для коэффициентов $m > 1$ индуктивность звена реализуют в виде катушки со взаимной связью между её половинами. Электрический и конструктивный расчет удобно производить по методике, предложенной Л.А.Мееровичем /3/.

Из-за влияния индуктивностей выводов, при расчете катушек с малой индуктивностью не удается воспользоваться значениями параметра D/l_0 (где D - диаметр катушки, l_0 - длина намотки), рекомендованными для получения нужного коэффициента взаимной индукции.

Покажем, как можно видоизменить расчетные формулы, чтобы учесть влияние выводов. На рис. 1(а) изображена схема Т-образного последовательно производного звена типа m . Величины индуктивностей последовательного и параллельного плеча определяются соотношениями

$$L_A = mL/2, \quad L_B = \frac{1-m^2}{4m} L \quad (I)$$

где L -индуктивность звена прототипа.

Там же (рис. I(б) изображена схема катушки со взаимной связью между половинами. Индуктивность вывода обозначена, как L_B , остальные обозначения понятны из рисунка. Обе схемы должны быть эквивалентны по отношению к парам внешних зажимов (I-3) и (I-2), т.е. (а) $L_{I2} = (б) L_{I2}$, (а) $L_{I3} = (б) L_{I3}$.

Воспользовавшись условием эквивалентности и соотношениями (I), найдем L_1 - индуктивность половины катушки без выводов

$$L_1 = \frac{L}{2} \cdot \frac{1+m^2}{2m} - 2L_B$$

Определим K -отношение индуктивности всей катушки (тоже без выводов) к L_1

$$K = L_{\text{полн}}/L_1 = \frac{1-2L_B/mL}{(1+m^2)/4m^2-2L_B/mL} \quad (2)$$

Введем новый параметр α , равный отношению индуктивности вывода L_B к L_0 (расчетной индуктивности m -звена). Подставляя этот параметр в (2), получим

$$K = \frac{1-2\alpha}{(1+m^2)/4m^2-2\alpha} \quad (3)$$

Свяжем геометрические размеры катушки с величиной параметра K . Воспользуемся формулой для индуктивности однослойной катушки диаметром D (см), с плотностью намотки n_1 (I/см) и длиной намотки l_0 (см)

$$L = \frac{D^2 n_1^2 l_0}{102(1+0,46 D/l_0)} \quad (4)$$

Точность этой формулы около 2% для значений D/l_0 , лежащих в пределах от 0,2 до 3.

Считая катушку симметричной относительно отвода получаем

$$L_{\text{ном}}/L_1 = K(\alpha, m) = 2(1+0,92 D/l_0)/(1+0,46 D/l_0)$$

После преобразования имеем $D/l_0 = (K-2)/(1,84-0,46 \cdot K)$

Осталось определить число витков катушки N . Домножим числитель и знаменатель формулы (4) на n_1 и учтем, что $n_1 l_0 = N$. Тогда получаем формулу, дающую искомое число витков, как функцию расчетного параметра

$$N = (L_{\text{ном}}/D)^{1/2} \cdot A \quad (5)$$

где $A = f(D/l_0) = [102(1+0,46 D/l_0)/(D/l_0)^{-1}]^{1/2}$

Теперь у нас есть все величины; необходимые для конструкторского расчета катушки.

Опишем порядок расчета. Индуктивность звена L_0 и параметр m известны после электрического расчета линии. Задаемся диаметром каркаса катушки D . В качестве него удобно использовать внутренний изолятор коаксиального кабеля с удаленной центральной жилой. Из конструктивных соображений определяем длины выводов и вычисляем их индуктивность L_B . Затем вычисляем параметр $\alpha = L_B/L_0$ и индуктивность собственно катушки $L_{\text{ном}} = L_0 - 2L_B$.

По таблице находим коэффициент K для заданных α и m .
 Затем по формуле (5) ищем параметр A и определяем искомое число витков N . Если окажется, что $Nd > l_0$ (где d - диаметр провода), то производится перерасчет для нового, уменьшенного значения d . Графики для формулы (5) приведены на рис.2.

m	$K_{\alpha=0}$	$K_{\alpha=0,01}$	$K_{\alpha=0,03}$	$K_{\alpha=0,05}$	$K_{\alpha=0,07}$
I,17	2,31	2,37	2,52	2,70	2,94
I,18	2,33	2,39	2,54	2,73	2,97
I,19	2,34	2,41	2,56	2,75	3,00
I,20	2,36	2,43	2,58	2,78	3,03
I,21	2,38	2,44	2,60	2,80	3,06
I,22	2,39	2,45	2,63	2,83	3,09
I,23	2,41	2,48	2,65	2,86	3,13
I,24	2,42	2,49	2,66	2,87	3,15
I,25	2,44	2,51	2,69	2,90	
I,26	2,45	2,53	2,71	2,93	
I,27	2,47	2,55	2,72	2,95	
I,28	2,48	2,56	2,74	2,97	
I,29	2,50	2,58	2,76	3,00	
I,30	2,51	2,59	2,78	3,02	

Литература:

1. Шапиро Л.Я. "Усилители с распределенным усилением", Изд.Связь, М.,1965 г.
2. Казаринов Ю.М.,Симонов Ю.Н., Препринт ОИЯИ,1848,Дубна,1964 г.
3. Меерович Л.А., Зеличенко Л.Г. "Импульсная техника". Изд.Советское радио, М.,1953 г.

*Евгений
Слуцкий*

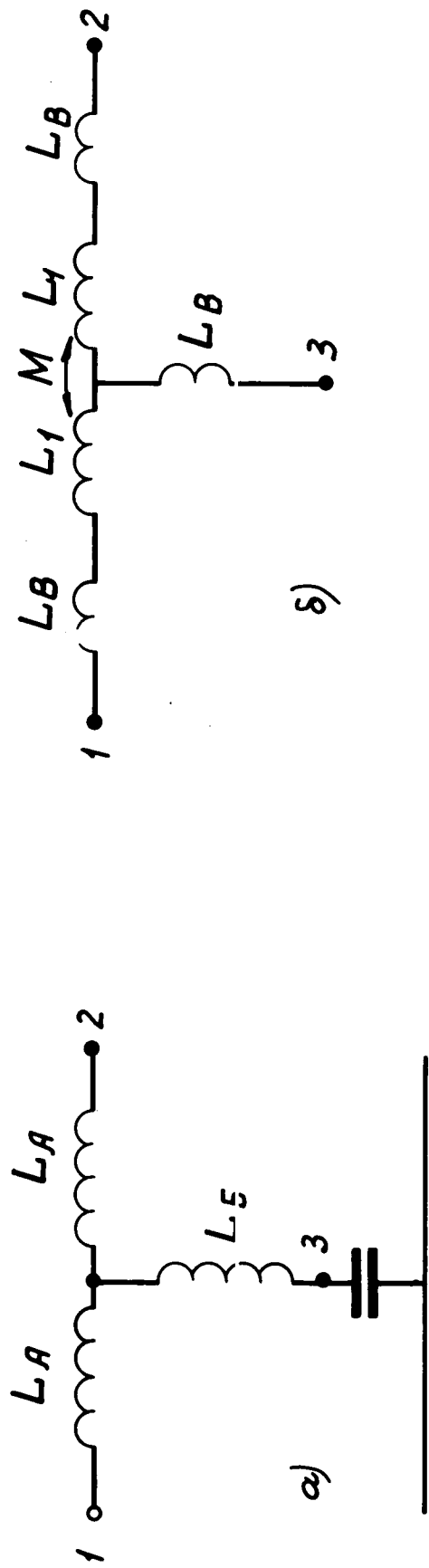


Рис. 1.

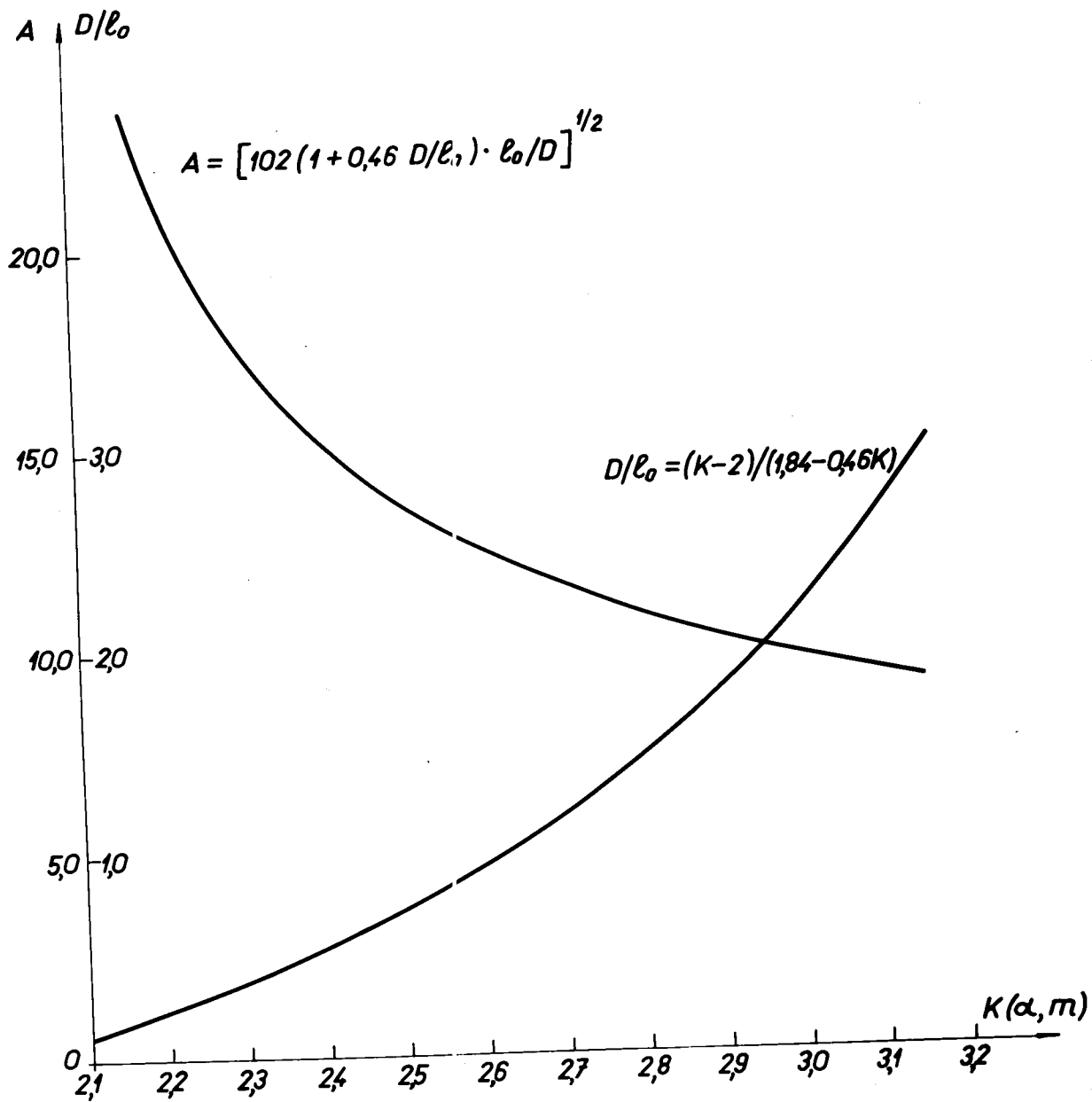


Рис. 2.