

УДК 621.3

ПРИМЕНЕНИЕ ПРИНЦИПА ДУАЛЬНОСТИ ПРИ АНАЛИЗЕ РЕЗОНАНСНЫХ ЦЕПЕЙ

Олешкевич С.А.

Научный руководитель Горошко В.И., к.ф-м.н., доцент

Для объяснения сути метода возьмем резонансную электрическую цепь, которая дана на рис. 1. Также нам известны формулы для вычисления резонанса ω_p и резонансного сопротивления R_p данной цепи (вывод последних мы не приводим):

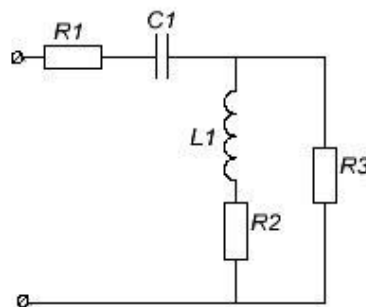


Рисунок 1

$$\omega_p = \omega_0 \cdot \frac{R_2 + R_3}{\sqrt{R_3^2 - \rho^2}}; R_p = R_1 + \frac{\rho^2 + R_2 \cdot R_3}{R_2 + R_3},$$

где $\omega_0 = \frac{1}{\sqrt{L \cdot C}}$ - резонансная частота идеального контура,

$\rho = \sqrt{\frac{L}{C}}$ - характеристическое сопротивление.

Перейдем от заданной схемы к дуальной [1].

Каждому независимому контуру исходной схемы, а также области, являющейся внешней по отношению к схеме, соответствует свой узел дуальной схемы. Если в какой-либо ветви исходной схемы, являющейся смежной между двумя контурами, имеется n последовательно включенных элементов, то этой ветви соответствует n параллельных ветвей, соединяющих узлы дуальной схемы, которые отвечают этим контурам.

Так, активному сопротивлению R исходной схемы рис. 1 отвечает в дуальной схеме проводимость $G_3=1/R_3$, рис. 2; индуктивности L - емкость C_3 ; емкости C -индуктивность L_3 . Для преобразования исходной схемы в дуальную поступают следующим образом. Внутри каждого независимого контура (и во внешней области) ставят точки и называют их. Эти точки являются узлами эквивалентной дуальной схемы. Между полученными узлами проводим пунктирные линии - ветви дуальной схемы. Эти линии проходят через элементы исходной схемы (R, L, C, E) и в дуальной схеме рис. 2 включаем в них соответствующие эквиваленты.

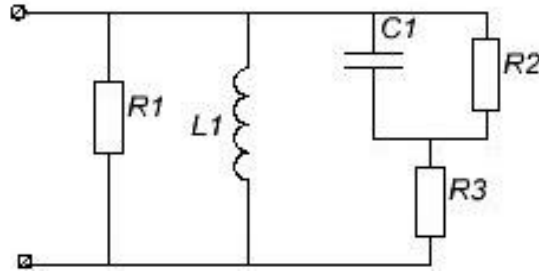


Рисунок 2

Итак, после выполнения всех действий описанных выше мы получаем дуальную схему, для которой формулы выводить не нужно. Следует всего лишь подставить в формулы исходной цепи соответствующие эквиваленты и после несложных алгебраических преобразований получить резонансную $\omega_{p\partial}$ частоту и резонансное сопротивление $R_{p\partial}$ дуальной цепи:

$$\omega_{p\partial} = \omega_0 \cdot \frac{1}{R_2} \cdot \frac{R_2 + R_3}{\sqrt{1 - \left(\frac{R_3}{\rho}\right)^2}}$$

$$R_{p\partial} = \frac{\rho^2 \cdot R_1 \cdot (R_2 + R_3)}{\rho^2 \cdot (R_1 + R_2 + R_3) + R_1 \cdot R_2 \cdot R_3}$$

Таким образом, в докладе показано, что можно находить выражения для резонансной частоты и резонансного сопротивления дуальных схем простой операцией замены величин R, L, C дуальными величинами G, C, L .

Литература

1. Бессонов Л. А. Теоретические основы электротехники: Электрические цепи. - 7-е изд., перераб. и доп. - М.: Высш. школа, 1978. - 528 с.