

УДК 621.316

## РЕЗОНАНСНЫЕ ПРОЦЕССЫ В ПАРАЛЛЕЛЬНЫХ ЭЛЕКТРИЧЕСКИХ ЦЕПЯХ С ИСТОЧНИКОМ ТОКА

Клявдо М.А., Мацук А.С.

Научный руководитель – к.т.н., доцент Суходолов Ю.В.

Рассмотрим резонансные процессы в параллельном фильтре высших гармоник. В фильтре будут накладываться резонансные процессы от источников тока и напряжения.

Электромагнитные действия высших гармоник тока: искажение формы питающего напряжения; падения напряжения в распределительной сети; резонансные явления на частотах высших гармоник; наводки в телекоммуникационных и управляющих сетях; повышенный акустический шум в электромагнитном оборудовании; вибрация в электромашинных системах.

Значения коэффициентов, гармонических составляющих напряжения, % в сети с напряжением 0,38 кВ для:

- 1) для гармоники  $n=3 = 5 \%$ ;
- 2) для гармоники  $n=5 = 6 \%$ ;
- 3) для гармоники  $n=7 = 5 \%$ .

Значения суммарных коэффициентов, гармонических составляющих напряжения в сети с напряжением 0,38 кВ = 8 %.

Типы фильтров высших гармоник:

-пассивные фильтры, которые состоят только из неактивных элементов, таких как индуктивность, емкость и активное сопротивление;

-активные фильтры, которые кроме пассивных элементов имеют силовые полупроводниковые ключи и систему управления ими;

-гибридные фильтры, состоящие из активного фильтра и пассивного.

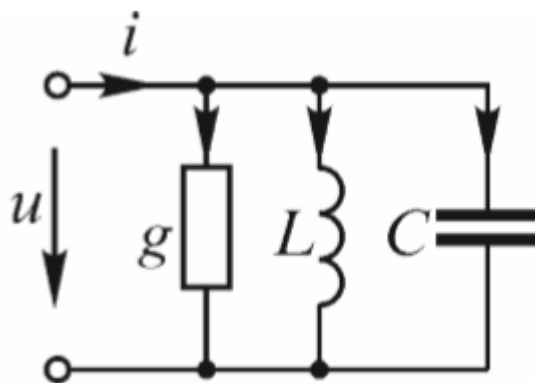


Рисунок 1. Исследуемый контур.

Таким образом, взаимная компенсация реактивных проводимостей, при которой наступает резонанс в данной цепи, имеет место, если либо частота, либо индуктивность, либо емкость подобраны согласно соотношениям

$$\omega_0 = \frac{1}{\sqrt{LC}}; L_0 = \frac{1}{\omega^2 C}; C_0 = \frac{1}{\omega^2 L},$$

где  $\omega_0$  - резонансная частота, Гц;

$L_0$  - резонансная индуктивность, Гн;

$C_0$  - резонансная емкость, Ф;

$L$  - индуктивность, Гн;

$C$  - емкость, Ф;

$\omega$  - частота, Гц.

Эти резонансные характеристики не зависят от вида источника, однако частотная характеристика  $U(\omega)$  при  $I = \text{const}$ ,  $g = \text{const}$ ,  $L = \text{const}$ ,  $C = \text{const}$  имеет характерный вид.

$$U(\omega) = \frac{I}{\sqrt{g^2 + \left(\frac{1}{\omega L} - \omega C\right)^2}}$$

$$I_L = \frac{U(\omega)}{\omega L} \text{ и } I_C(\omega) = U(\omega)\omega C,$$

где  $I$  – сила тока, А;  
 $g$  – активная проводимость, См;  
 $L$  – индуктивность, Гн;  
 $C$  – емкость, Ф;  
 $\omega$  – частота, Гц;  
 $I_L$  – сила тока в катушке, А;  
 $I_C$  – сила тока в конденсаторе, А;  
 $U(\omega)$  – напряжение, В.

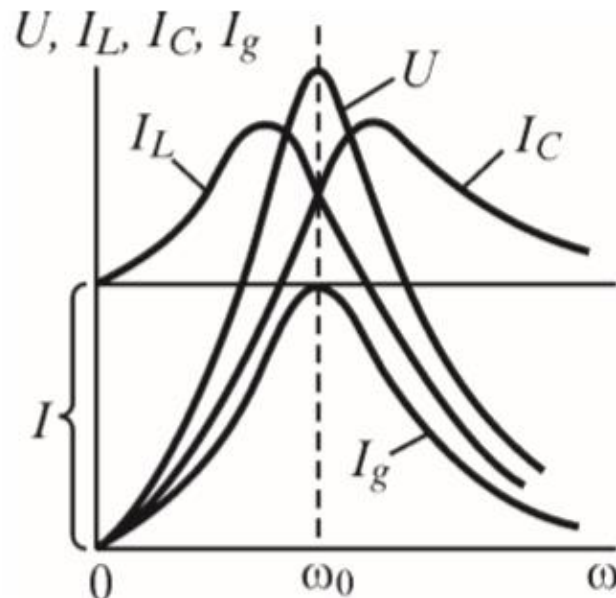


Рисунок 2. Частотная характеристика резонансного процесса при источнике тока.

При  $\omega=0$  имеем  $U=0$ , так как сопротивление катушки при  $I=\text{const}$  равно 0 и следовательно  $I=I_L$ .

При  $\omega=\infty$  имеем  $U=0$ , так как при этом сопротивление конденсатора падает до 0 и следовательно  $I=I_C$ .

При  $\omega=\omega_0$  имеем  $I_L=I_C$ , так как токи в катушке и в конденсаторе взаимно компенсируются. Следовательно  $I$  проходит через участок с проводимостью  $g(I_g=U_g=I)$ .

#### Литература

1. Arrillaga, J.; Smith, B.C.; Watson, N.R.; and Wood, A.R.; Power Systems Harmonic Analysis, John Wiley & Sons, 1997.
2. ГОСТ 32144-2013 .
3. Демирчян К.С., Нейман Л.Р. Теоретические основы электротехники. 4-е изд. Том 3, 2003.