


РАЗВЕТВЛЕННЫЕ ЦЕПИ ПЕРЕМЕННОГО ТОКА

- Для анализа и расчета разветвленных цепей переменного тока используют проводимости, с помощью которых разветвленную цепь можно преобразовать в простейшую цепь и аналитически рассчитать токи и напряжения всех ее участков.

- 
- В цепях переменного тока существуют три проводимости
 - Полная;
 - активная;
 - и реактивная.

причем только полная проводимость является величиной, обратной полному сопротивлению последовательного участка цепи.

Выражения проводимостей в цепях переменного тока:

- Ток в каждом неразветвленном участке цепи раскладывают на две составляющие, одна из которых есть проекция на вектор напряжения (активная составляющая тока I_a), а другая - на линию, перпендикулярную вектору напряжения (реактивная составляющая тока I_p).
- Активная составляющая тока определяет активную мощность
- $P = UI \cos \varphi = UI_a$;
- реактивная составляющая тока - реактивную мощность
- $Q = UI \sin \varphi = UI_p$.

Активная проводимость

- активная составляющая тока I_1 равна
- $I_{1a} = I_1 \cos \varphi_1 = Ur_1/z_1^2 = Ug_1$
- Величина $g_1 = r_1/z_1^2$ называется активной проводимостью ветви

Реактивная проводимость

- Реактивная составляющая тока I_1 равна
- $I_{lp} = I_1 \sin \varphi_1 = Ux_L/z_1^2 = Ub_1$.
- Величина $b_1 = x_L/z_1^2$ называется реактивной проводимостью ветви

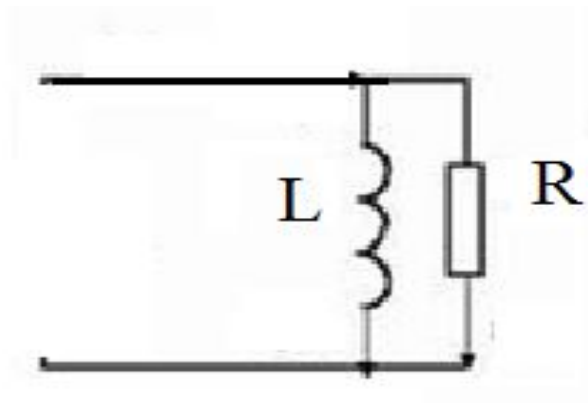
Полная проводимость

- Выразив составляющие тока через напряжение и проводимости, получим
- $$I_1 = \sqrt{(Ug_1)^2 + (Ub_{L1})^2} = U \sqrt{g_1^2 + b_{L1}^2} = Uy_1 = U/z_1,$$
- где $y_1 = 1/z_1 = \sqrt{g_1^2 + b_{L1}^2}$ — полная проводимость ветви.

Определение типа нагрузки

- Необходимо отметить, что если
- $\Sigma b_L > \Sigma b_C$, то эквивалентное сопротивление $x_{\text{э}}$ будет индуктивным,
- если $\Sigma b_C > \Sigma b_L$ — емкостным.

Цепь с R и L



Ток в ветви с индуктивностью

- Ток $I_{lp} = I_1 \sin \varphi_1 = Ux_{L1}/z_1^2 = Ub_{L1}$
- Проводимость $b_{L1} = x_{L1}/z_1^2 = 1/X_{L1}$

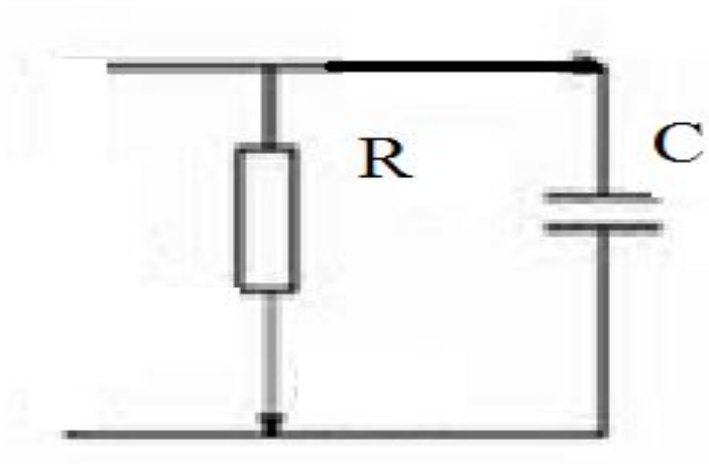
Ток в ветви с активным сопротивлением

- Ток $I_{2a} = I_2 \cos \varphi_2 = U g_2$;
- Проводимость $g_2 = r / z_2^2 = 1/R$;

Вектор общего тока цепи

- равен геометрической сумме векторов токов \bar{I}_1 и \bar{I}_2 :
- $\bar{I} = \bar{I}_1 + \bar{I}_2$
- $\bar{I} = \bar{I}_a + \bar{I}_p = \bar{U}g_R + \bar{U}b_L$

Цепь с R и C



Ток в ветви с активным сопротивлением

- Ток $I_{1a} = I_1 \cos \varphi_1 = Ur_1/z_1^2 = Ug_1$
- Проводимость $g_1 = r_1/z_1^2 = 1/R$

Ток в ветви с емкостью

- Ток $I_{2p} = I_2 \sin \varphi_2 = U b_2$;
- Проводимость $b_2 = b_{C2} = x_{C2} / z_2^2 = 1 / X_c$

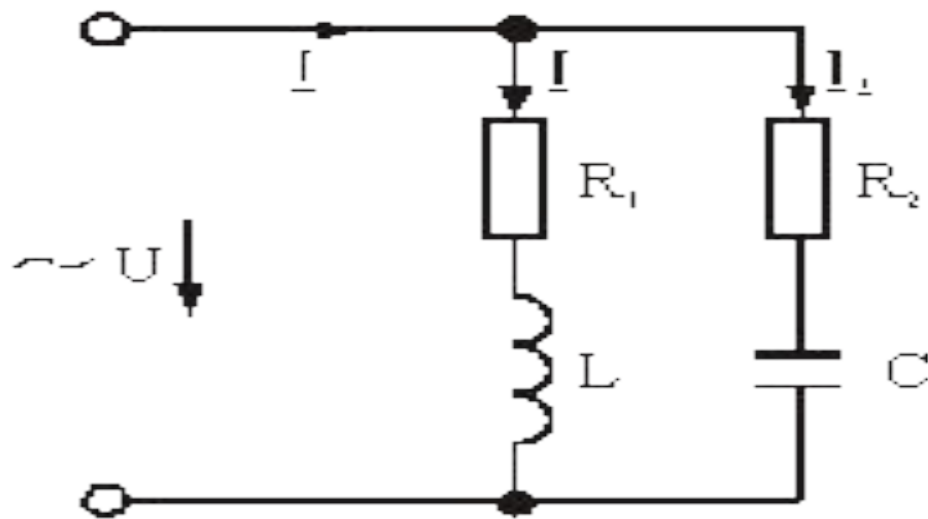
- Вектор общего тока цепи равен геометрической сумме векторов

токов \bar{I}_1 и \bar{I}_2 :

- $$\bar{I} = \bar{I}_1 + \bar{I}_2$$

- $$\bar{I}_a + \bar{I}_p = \bar{U}g_R + \bar{U}b_c$$

Задача



- Расчет цепи при смешанном соединении может быть произведен путем замены ее простейшей эквивалентной цепью. Для этого вначале определяют активные, реактивные и полные проводимости параллельно включенных ветвей: $g_1, g_2, b_1, b_2, y_1, y_2$.

- Затем находят эквивалентные активную, реактивную и полную проводимости параллельного участка цепи:

- $$g_{\text{э}} = g_1 + g_2;$$
$$b_{\text{э}} = b_1 + b_2;$$
$$y_{\text{э}} = \sqrt{g_{\text{э}}^2 + b_{\text{э}}^2}.$$

- Далее определяют эквивалентные активное, реактивное и полное сопротивления параллельного участка цепи:
- $r_{\text{э}} = g_{\text{э}} z_{\text{э}}^2$; $x_{\text{э}} = b_{\text{э}} z_{\text{э}}^2$; $z_{\text{э}} = 1/y_{\text{э}}$.
- В результате расчетов цепь может быть заменена эквивалентной цепью, где все сопротивления включены последовательно.

- Общие активное, реактивное и полное сопротивления цепи равны

- $r_{об} = r_{э} + r.$

$$X_{об} = X \pm X_{э},$$

$$Z_{об} = \sqrt{r_{об}^2 + X_{об}^2}.$$

- Цепь приобретает простейший вид. Общий ток цепи определяют по закону Ома:

- $I = U/Z_{об}$

- Напряжение между точками a и b
- $U_{ab} = I z_{\text{э}} = I / y_{\text{э}}$.
- Токи в параллельных ветвях равны
 $I_1 = U_{ab} y_1, I_2 = U_{ab} y_2$.

