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 $I_а$), а другая - на линию, перпендикулярную вектору напряжения (реактивная составляющая тока $I_р$).
- Активная составляющая тока определяет активную мощность
- $P = UI \cos \varphi = UI_а$;
- реактивная составляющая тока - реактивную мощность
- $Q = UI \sin \varphi = UI_р$.

Активная проводимость

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

Реактивная проводимость

- Реактивная составляющая тока I_1 равна
- $I_{1р} = I_1 \sin \varphi_1 = Ux_L/z_1^2 = Ub_1$.
- Величина $\boldsymbol{b_1 = x_L/z_1^2}$ называется реактивной проводимостью ветви

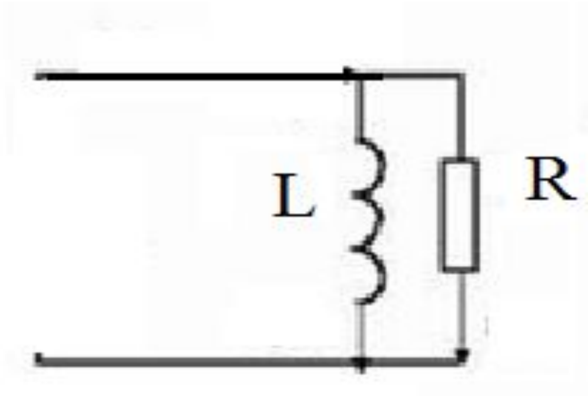
Полная проводимость

- 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 $x_э$ будет индуктивным,
- если $\Sigma b_C > \Sigma b_L$ —емкостным.

Цепь с R и L



Ток в ветви с индуктивностью

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

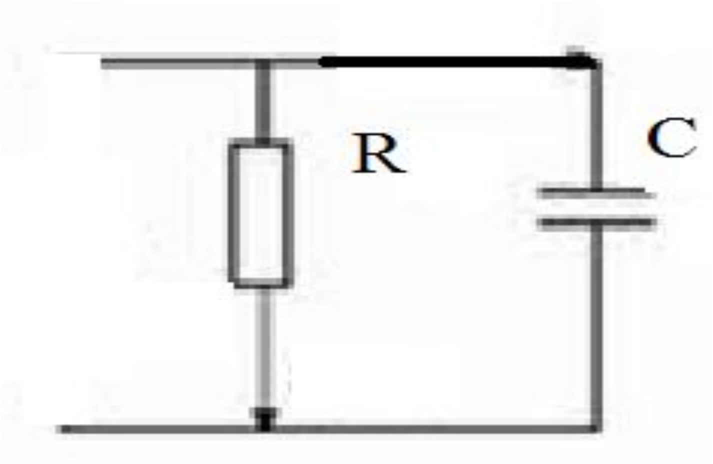
Ток в ветви с активным сопротивлением

- *Ток* $I_{2a} = I_2 \cos \varphi_2 = Ug_2$;
- 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

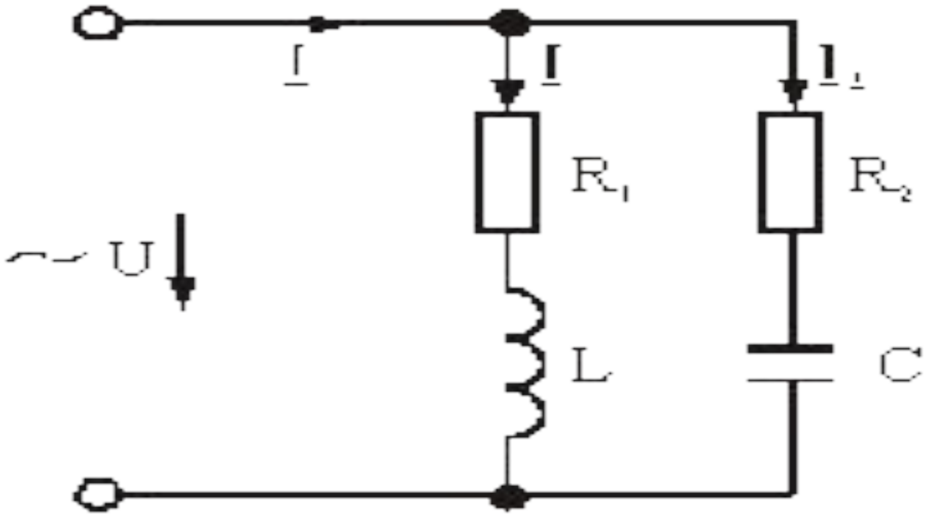
- Ток $I_{1а} = I_1 \cos \varphi_1 = Ur_1/z_1^2 = Ug_1$
- Проводимость $g_1 = r_1/z_1^2 = 1/R$

Ток в ветви с емкостью

- Ток $I_{2р} = I_2 \sin \varphi_2 = U\, b_2$;
- 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



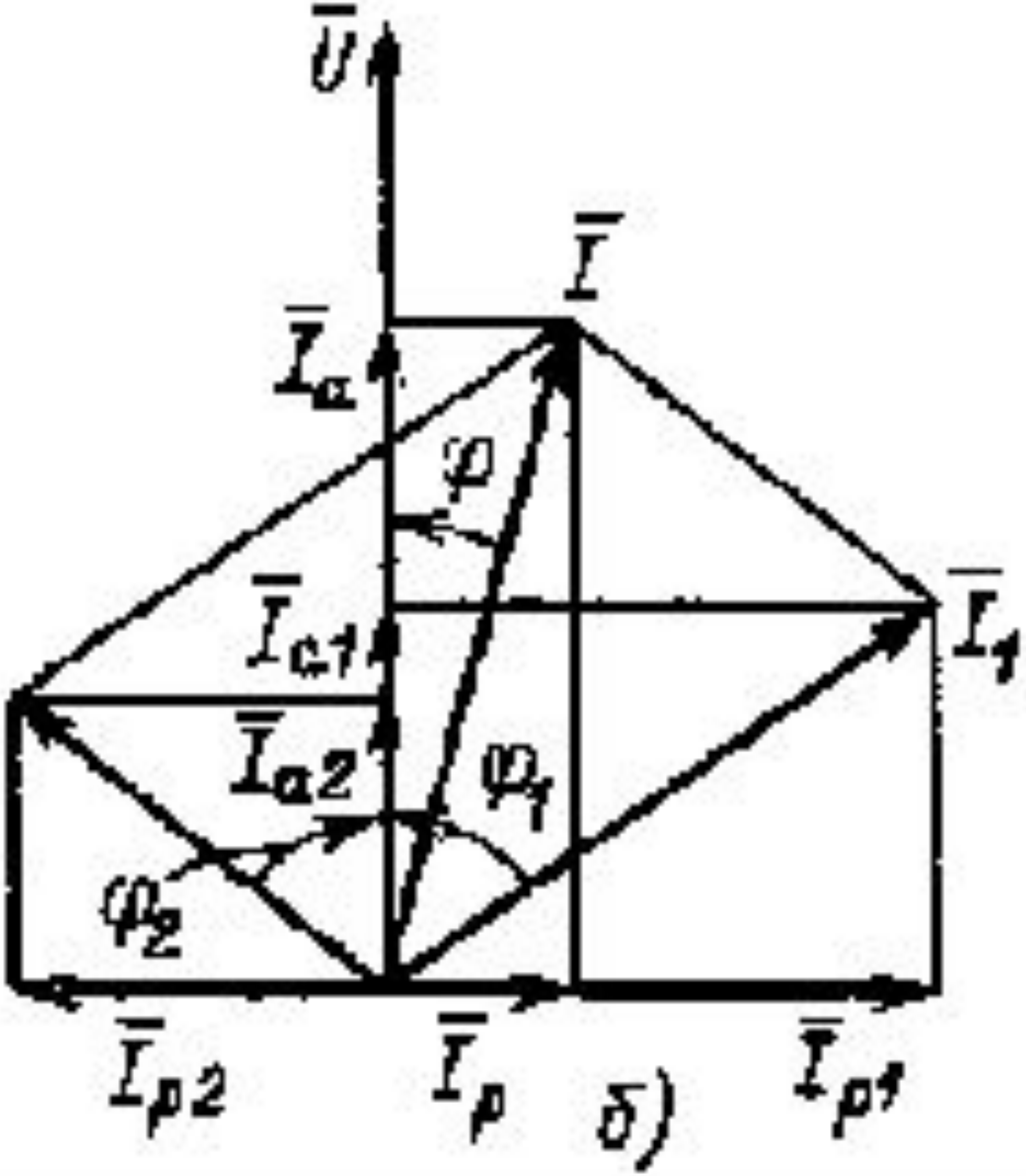
- Расчет цепи при смешанном соединении может быть произведен путем замены ее простейшей эквивалентной цепью. Для этого вначале определяют активные, реактивные и полные проводимости параллельно включенных ветвей: g_1, g_2, b_1, b_2, y_1, y_2.

- Затем находят эквивалентные активную, реактивную и полную проводимости параллельного участка цепи:
- $g_э = g_1 + g_2;$
  $b_э = b_1 + b_2;$
  $y_э = \sqrt{g_э^2 + b_э^2}.$

- Далее определяют эквивалентные активное, реактивное и полное сопротивления параллельного участка цепи:
- $r_э = g_э z_э^2$; $x_э = b_э z_э^2$; $z_э = 1/y_э$.
- 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
- $U_{ab} = Iz_э = I/y_э$.
- Токи в параллельных ветвях равны
  $I_1 = U_{ab}\, y_1$, $I_2 = U_{ab}\, y_2$.


$\bar{U}$
$\bar{I}$
$\bar{I}_a$
φ
$\bar{I}_{a1}$
$\bar{I}_1$
$\bar{I}_{a2}$
φ_1
φ_2
$\bar{I}_{p2}$
$\bar{I}_p$
б)
$\bar{I}_{p1}$