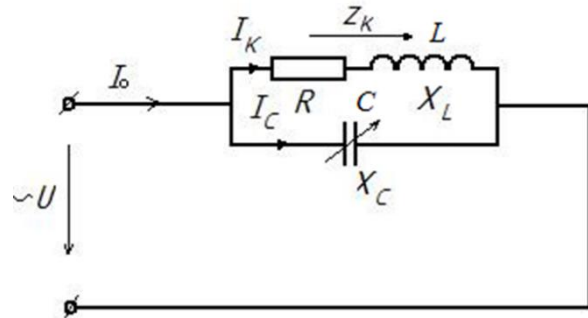


Лекция 5. Резонанс токов

Имеет место при параллельном соединении катушки индуктивности и ёмкости, а также при $B_L = B_C$.

$R, X_L = \omega L$ – активное, индуктивное сопротивление катушки индуктивности;

$X_C = \frac{1}{\omega C}$ – ёмкостное сопротивление;

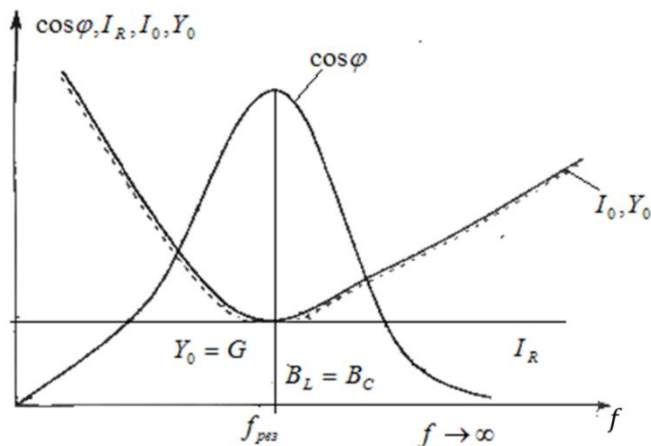


I_K, I_C – токи катушки ёмкости; Рис. 1.24. Принципиальная схема резонанса токов
 I_0 – общий ток; $U = \text{const}$.

Условие резонанса тока:

$B_L = B_C$ (т.е. $B_0 = 0$) – реактивная проводимость.

$$B_L = \frac{X_L}{Z_K^2} = \frac{X_L}{R^2 + X_L^2} = \frac{\omega L}{R^2 + (\omega L)^2}; \quad B_C = \frac{X_C}{Z_C^2} = \frac{X_C}{X_C^2} = \frac{1}{X_C} = \omega C.$$



$$1) Y_0 = \sqrt{G_0^2 + (B_L - B_C)^2} = G_0;$$

$$2) I_0 = UY_0 = UG_0;$$

$$3) \cos \phi_0 = \frac{G_0}{Y_0} = \frac{G_0}{G_0} = 1.$$

Рис. 1.25. Зависимость $\cos \phi, I_R, I_0, Y_0$ от частоты f

Выводы:

При резонансе токов ($B_L = B_C$) имеют место следующие соотношения:

1) Полная проводимость цепи минимальная – $Y_{\text{рез}} = G \Rightarrow \min$ (активная проводимость катушки);

2) Общий ток минимальный (активная составляющая I_R) $I_{0 \text{ рез}} = UY_{\text{рез}} = I_R \Rightarrow \min$;

3) Коэффициент мощности максимальный

$$\cos \varphi_{\text{рез}} = \frac{G_0}{Y_{0 \text{ рез}}} = \frac{G_0}{G_0} = 1, \quad (\sin \varphi_{\text{рез}} = 0);$$

4) Реактивная мощность равна нулю: $Q_{\text{рез}} = Q_L - Q_C = UI_{0 \text{ рез}} \sin \varphi_{\text{рез}} = 0$;

5) Реактивные токи равны по величине:

$$I_{BK} = I_{BC}, \text{ т.к.: } I_{BC} = I_C = UB_C, I_{BL} = UB_L (B_L = B_C);$$

6) **Резонанс токов** широко применяется в электронных установках, а в силовых электроустановках – **для увеличения коэффициента мощности.**

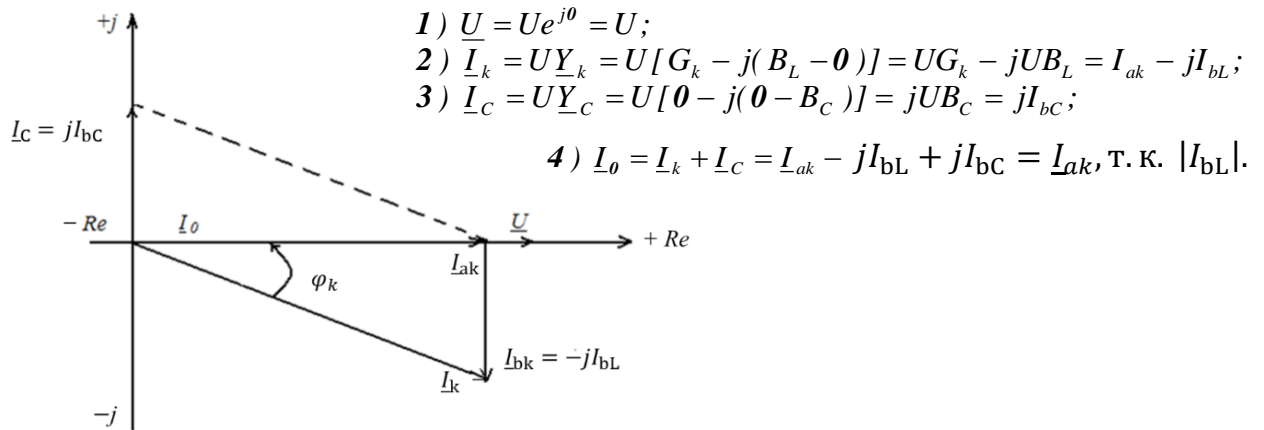


Рис. 1.26. Векторная диаграмма при резонансе токов

Коэффициент мощности ($\cos \varphi$) и его экономическое значение

При $U = \text{const}$, активная мощность цепи $P = UI \cos \varphi$. Из графика зависимости I_0 и $\cos \varphi$ от f (рис. 1.25) следует, что I_0 в электроустановках с ростом $\cos \varphi$ уменьшается. Потери мощности в них ($\Delta P_3 = \sum I^2 R$) падают пропорционально квадрату тока I . Поэтому $\cos \varphi$ следует поддерживать высоким. По существующим техническим условиям $\cos \varphi \geq 0,96$.

Треугольники мощности

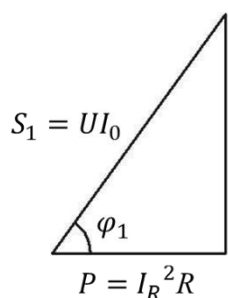


Схема без ёмкости

$$Q_1 = Q_L = I_L^2 X_L = P \operatorname{tg} \varphi_1$$

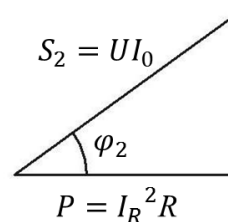


Схема с ёмкостью

Так как $Q_2 < Q_1$, найдем их разность:

$$Q_1 - Q_2 = Q_c = P(\operatorname{tg} \varphi_1 - \operatorname{tg} \varphi_2) \text{ или } Q_c = I_c^2 X_c = \frac{U^2}{X_c} = U^2 \omega C.$$

Отсюда ёмкость $C = \frac{P(\operatorname{tg} \varphi_1 - \operatorname{tg} \varphi_2)}{\omega U^2}$; $\omega = 2\pi f = 314 \text{ c}^{-1}$, при $f = 50 \text{ Гц}$.

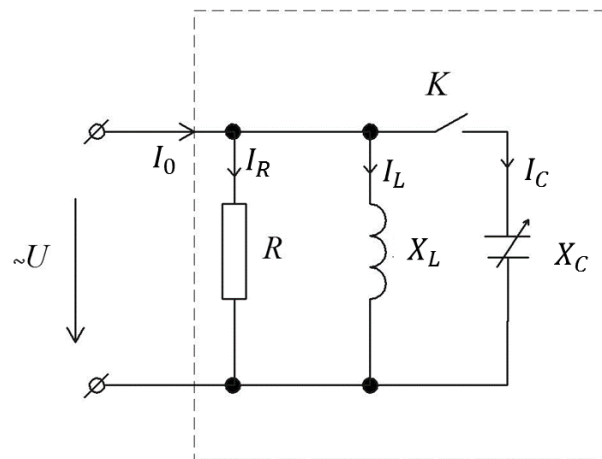


Рис. 1.27. Схема способа увеличения $\cos \varphi$

Вывод: Для *увеличения коэффициента мощности* на крупных предприятиях используются *блоки емкостей* по схеме рис. 1.27, или *синхронные электродвигатели*, потребляющие кроме активной мощности емкостную (работают как ёмкость).