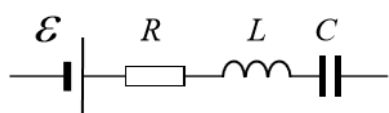


12. Цепи переменного тока, гармонический ток. Импеданс (полное сопротивление), омическое, емкостное и индуктивное сопротивления. Закон Ома и правила Кирхгофа для гармонических токов

Широкое распространение переменного тока обусловлено его преимуществами в получении, передаче и преобразовании.

Переменным называется ток, изменяющийся во времени. Значение тока в любой момент времени называется его мгновенным значением и обозначается малой буквой $i(t)$.

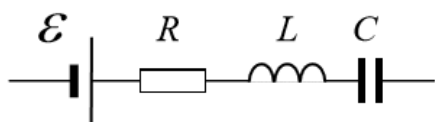
Цепи переменного тока



$$IR = U + \mathcal{E} - L \frac{dI}{dt} - \frac{Q}{C} \quad \left(U = U_R + U_{\mathcal{E}} + U_L + U_C \right)$$

Гармонический ток – переменный ток, являющийся синусоидальной функцией времени вида: $i = A \sin(\omega t + \varphi)$, где i — мгновенное значение тока, A — его амплитуда, ω — угловая частота, φ — начальная фаза.

Гармонический ток

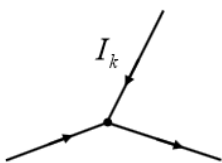


$$Z_i I_{i0} = U_{i0} + \mathcal{E}_{i0}$$

– закон Ома для гармонических токов

Правила Кирхгофа для гармонических токов

При расчете сложных электрических цепей значительно проще использовать правила Кирхгофа, чем законы Ома.



Первое правило Кирхгофа: Алгебраическая сумма токов в узле равна нулю

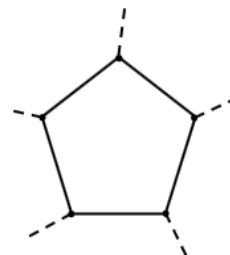
Узлом называют соединение не менее трех проводов. Условились считать, токи подходящие к узлу положительными, а отходящие – отрицательными.

Первое правило Кирхгофа является следствием условия непрерывности для постоянного тока (стационарных токов).

$$\sum I_k = 0$$

Второе правило Кирхгофа: Алгебраическая сумма произведений сил токов на сопротивление отдельных участков произвольного замкнутого контура равна алгебраической сумме ЭДС, действующих на этих участках в замкнутом контуре

Второе правило Кирхгофа применимо к любому замкнутому контуру разветвленной цепи.



$$\sum Z_k I_k = \sum \mathcal{E}_k$$

Импеданс (полное сопротивление), омическое, емкостное и индуктивное сопротивления

$$Z_i = R_i + i\omega L_i + \frac{1}{i\omega C_i}$$

импеданс
(полное сопротивление)

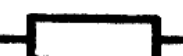
$$\left\{ \begin{array}{ll} R & \text{– омическое (активное) сопротивление} \\ i\omega L & \text{– индуктивное сопротивление} \\ 1/i\omega C & \text{– емкостное сопротивление} \\ i\omega L + \frac{1}{i\omega C} & \text{– реактивное сопротивление} \end{array} \right.$$

Полное сопротивление, или *импеданс*, характеризует сопротивление цепи переменному электрическому току. Данная величина измеряется в омах. Полное сопротивление – это векторная сумма всех сопротивлений: активного, емкостного и индуктивного.

Омическое сопротивление – это сопротивление цепи постоянному току вызывающее безвозвратные потери энергии постоянного тока.

Активное сопротивление – это сопротивление цепи переменному току вызывающее безвозвратные потери энергии переменного тока. Активное сопротивление – это проводник, включенный в цепь переменного тока и не имеющий заметных индуктивности и емкости.

Активное сопротивление:

$$R = \frac{\rho l}{S}$$


Индуктивное сопротивление – это противодействие тока самоиндукции катушки нарастающему току генератора. Индуктивное сопротивление – это проводник, включенный в цепь переменного тока и не имеющий заметного активного сопротивления и емкости, но имеющий заметную индуктивность L.

Емкостное сопротивление – это противодействие электродвижущей силы заряжаемого конденсатора заряду этого конденсатора. Емкостное сопротивление – это проводник, включенный в цепь переменного тока и не имеющий заметного сопротивления и индуктивности, но имеющий заметную емкость C.

