

Электрические цепи переменного тока.

Переменный электрический ток и его характеристики

Определение

Переменный ток – электрический ток, который с течением времени t изменяет свою величину I или направление.

Периодический ток – переменный ток, мгновенные значения величины I которого повторяются через равные промежутки времени T :

$$I = I(t) = I(t + k \cdot T),$$

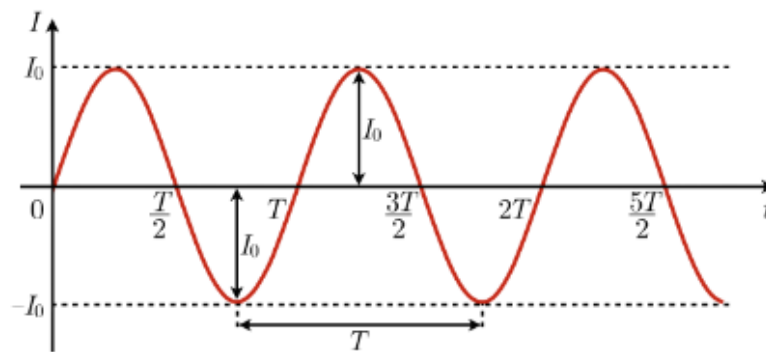
где k – любое натуральное число, T – период колебаний.

Особую роль в электродинамике играет синусоидальный (гармонический) ток, то есть электрический ток, изменяющийся по закону синуса или косинуса:

$$I = I(t) = I_0 \cdot \sin(\omega \cdot t + \varphi_0),$$

где I_0 – амплитуда силы тока, $\varphi = \varphi(t) = \omega t + \varphi_0$ – фаза колебаний, $\varphi_0 = 0$ – начальная фаза колебаний, ω – циклическая (круговая) частота колебаний.

На рисунке ниже приведён пример синусоидального электрического тока $I(t)$, если $\varphi_0 = 0$.



Условное обозначение на электроприборах: \sim , \approx (знак синусоиды) или латинскими буквами AC .

В промышленности наибольшее распространение получил синусоидальный переменный ток, то есть ток, величина которого изменяется со временем по закону синуса или косинуса. Синусоидальный переменный ток имеет целый ряд преимуществ перед постоянным током, что и объясняет его использование в промышленности и в быту.

Основные характеристики

- 1) **Амплитуда колебаний** I_0 силы тока I – максимальное отклонение силы тока I от своего среднего значения. Размерность амплитуды колебаний той или иной физической величины совпадает с размерностью этой величины. В системе СИ единица измерения I_0 – Ампер, то есть размерность $[I_0] = \text{А}$.
- 2) **Циклическая частота** ω колебаний силы тока I – количество полных колебаний силы тока I за 2π секунд. В системе СИ единица измерения ω – радиан в секунду, то есть размерность $[\omega] = \text{рад/с}$. Поскольку радиан – безразмерная величина, то размерность циклической частоты ω можно представить в виде $[\omega] = \text{с}^{-1}$.
- 3) **Период колебаний** T силы тока I – время одного полного колебания силы тока I . В системе СИ единица измерения T – секунда, то есть размерность $[T] = \text{с}$.

За время, равное периоду колебаний T , повторяется не только величина тока I , но и его направление. Он зависит от циклической частоты ω и определяется формулой

$$T = \frac{2\pi}{\omega}.$$

Если за время Δt ток совершает N полных колебаний, то период T определяется формулой

$$T = \frac{\Delta t}{N}.$$

- 4) **Частота колебаний** ν силы тока I – число полных колебаний силы тока I в единицу времени. В системе СИ единица измерения ν – Герц, то есть размерность $[\nu] = \text{Гц}$. Отметим, что $1 \text{ Гц} = 1 \text{ с}^{-1}$. Если за время Δt ток совершает N полных колебаний, то частота ν определяется формулой

$$\nu = \frac{N}{\Delta t}.$$

Видим, что частота ν является величиной, обратной периоду колебаний T , то есть

$$\nu = \frac{1}{T} = \frac{\omega}{2\pi}.$$

В задачах синусоидальный ток может быть представлен различным образом.

Формы представления переменного тока: аналитическое (решение задач), графическое, табличное.

Если мгновенные значения тока повторяются через равные промежутки времени, такой ток называется периодическим.

Наименьший интервал времени, по истечению которого мгновенные значения периодического электрического тока повторяются, называется *периодом* и обозначается T (сек). Величина обратная периоду называется *частотой* $f=1/T$ (Гц).

Промышленная стандартная частота 50 Гц, что соответствует периоду $T=0,02$ сек, а авиационная частота 400Гц, период равен 0,0025сек.

Существует два вида цепей переменного тока – одно- и трехфазные.

Однофазные

В однофазной цепи генератор имеет одну обмотка для индукции ЭДС и к ней подключен один проводник. Источников тока может быть и несколько, но они должны работать в одной фазе и на одной частоте. В однофазном токе один провод это, непосредственно, фаза; 2 провода, это фаза и ноль. В этих проводах напряжение 220 В.

Трёхфазные

В статоре генератора 3-фазной цепи имеется 3 обмотки для индукции, сдвинутые друг относительно друга на угол в 120 п градусов, где п — число пар полюсов. Соответственно, наводимые в каждой обмотке ЭДС отличаются по фазе на угол в 120 градусов (электрический угол).

Трёхфазный ток без особого труда можно передавать на достаточно большие расстояния. Паре фазных проводов свойственно напряжение 380В. Если в паре фаза и ноль – 220В.

Применение переменного тока

В основном переменный электрический ток используют для передачи энергии по линиям электропередачи (ЛЭП) на дальние расстояния. Предпочтение переменному току объясняется тем, что тепловые потери при его передаче значительно меньше, чем при передаче постоянного. Поэтому производители электроэнергии (ГЭС, ТЭС, ТЭЦ, атомные и другие электростанции) генерируют переменный гармонический ток. Его частота стандартизирована. В разных странах она принимает различные значения. Например, в Российской Федерации $\nu = 50$ Гц, в США и Канаде $\nu = 60$ Гц).

Промышленный переменный электрический ток получают при помощи электрических генераторов, принцип работы которых основан на законе электромагнитной индукции. Вращение генератора осуществляется механическим двигателем, использующим тепловую, гидравлическую или атомную энергию.

Применение на летательных аппаратах переменного тока вместо постоянного дает возможность повысить напряжение в системе электроснабжения до 200-400В и тем самым снизить передаваемые токи, а следовательно, и массу бортовой сети; применить безколлекторные генераторы и электродвигатели, которые более надежны, чем коллекторные машины; получить постоянный ток с помощью трансформаторно-выпрямительных блоков, имеющих высокий КПД. Поэтому на современных самолетах применение переменного тока вместо постоянного, находит широкое распространение.

Преимущества и недостатки применения переменного напряжения

К основным преимуществам систем электроснабжения переменным напряжением относятся:

— простота трансформации напряжения до требуемых значений для каждого вида потребителей энергии, обеспечивается гальваническая развязка отдельных устройств;

— возможность использования повышенных напряжений обеспечивает возможность передачи большей мощности без увеличения сечения проводов, снижает габариты и массу сетевого оборудования;

— отсутствие электролиза, возникающего при использовании однопроводной сети постоянного тока), а следовательно и коррозии контактных элементов и металлических частей корпуса самолета;

— простота преобразования в постоянный ток с помощью статических выпрямителей.

К недостаткам энергоснабжения при использовании для этого генератора переменного напряжения относятся следующие:

— когда требуется стабильная частота генерируемого напряжения, необходимо использовать устройства стабилизации частоты вращения, так как авиационный двигатель имеет различные частоты вращения в зависимости от режима полета;

— сложно обеспечить параллельную работу нескольких генераторов с приводом от авиадвигателей;

— нельзя использовать аккумуляторные батареи в качестве резерва (прямым подключением);

— пусковой момент электрических машин постоянного тока больше, поэтому электрические машины переменного тока целесообразно использовать для привода потребителей, не требующих больших пусковых моментов.