

84 Понятие о резонансе в электрической цепи

Явление резкого увеличения амплитуды колебаний при совпадении частоты вынуждающих колебаний с собственной частотой системы называется резонансом.

В электрических цепях также возможны резонансные явления. Цепь, содержащая электрическую емкость и индуктивность, может являться колебательным контуром (рис. 10.5).

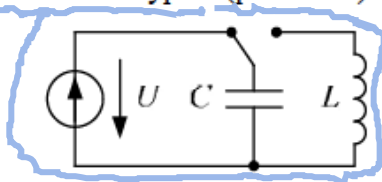


Рис. 10.5. Схема колебательного контура

Если конденсатор зарядить до некоторого напряжения U , а затем замкнуть на индуктивность L , то в контуре возникает постепенно увеличивающийся разрядный ток. По мере увеличения силы тока в магнитном поле индуктивности L накапливается энергия $\frac{Li^2}{2}$. Благодаря этому ток в контуре не прекращается, когда емкость конденсатора полностью разряжается, поскольку ЭДС самоиндукции противодействует уменьшению тока. Она поддерживает ток в том же направлении, в каком он протекал при разряде кон-

денсатора, но уже за счет энергии магнитного поля индуктивности. Этот ток для электрической емкости становится током, заряжающим ее в обратном направлении, т. е. в обкладке, имевшей вначале положительный заряд, теперь сообщается отрицательный заряд. Если в колебательном контуре нет потерь, перезарядка конденсатора будет продолжаться до тех пор, пока он не зарядится до первоначального напряжения U . При этом вся энергия из магнитного поля индуктивности вернется в электрическое поле конденсатора, после чего начнется разряд его на индуктивность при обратном направлении тока и т. д. В идеальном контуре (активное сопротивление контура $R = 0$) эти колебания будут незатухающими.

Таким образом, колебания тока в рассматриваемом контуре связаны с периодическим преобразованием энергии электрического поля $W_э = \frac{Cu^2}{2}$ в энергию магнитного поля $W_м = \frac{Li^2}{2}$ и обратно.

Обмен энергиями происходит с некоторой частотой, которая называется *частотой свободных колебаний*, так как в цепи нет источника. Колебания, которые возникают под действием внешних сил, называются *вынужденными*. В электрических цепях к таким внешним силам относятся источники ЭДС и источники тока. При наличии колебательного контура и вынужденной силы в электрической цепи могут возникнуть резонансные явления. Характеризовать интенсивность колебаний можно по различным проявлениям, например по наибольшему возможному амплитудному значению напряжения на конденсаторе (амплитудный критерий).

Рассматривая электрические цепи с одним источником питания, в качестве критерия режима резонанса принимают совпадение по фазе тока и напряжения на входе электрической цепи. Это так называемый фазовый резонанс.

Резонанс в электрической цепи – явление, при котором разность фаз напряжения и тока на входе цепи равна нулю, хотя она содержит участки с индуктивными и емкостными элементами. То есть это режим работы электрической цепи, когда при наличии емкости и индуктивности входное реактивное сопротивление цепи или входная реактивная проводимость цепи равны нулю.

Электрический резонанс имеет большое практическое значение. Электрические резонансные контуры широко используются в

радиотехнике, измерительной технике, телеуправлении, различных схемах автоматики, рентгенографии. Явления резонанса применяются для изменения (компенсации) параметров линии электропередачи. То, что при резонансе токов колебания больших магнитных и электрических полей поддерживаются при относительно малом токе в неразветвленной цепи, широко используется для повышения коэффициента мощности промышленных установок.

Однако в некоторых случаях резонансные явления могут быть очень опасными как для жизни обслуживающего персонала, так и для целостности электрического оборудования. Особенно опасны резкие увеличения напряжения на реактивных элементах при резонансе напряжения: может нарушиться электрическая прочность изоляции конденсатора и катушки. Характерным примером служит включение кабельной линии на генераторное напряжение. Кабель обладает большой электрической емкостью, а генератор индуктивным сопротивлением, может создаться резонансный контур.

В простейших электрических цепях различают резонанс напряжений и резонанс токов.