Свободные электромагнитные колебания в контуре быстро затухают, и поэтому они практически не используются. Напротив, незатухающие вынужденные колебания имеют огромное практическое значение.

Переменный ток в осветительной сети квартиры, применяемый на заводах и фабриках и т. д., представляет собой не что иное, как вынужденные электромагнитные колебания. Сила тока и напряжение меняются со временем по гармоническому закону.

Частота переменного тока — это число колебаний в 1 с. Стандартная частота промышленного переменного тока равна 50 Гц. Это означает, что на протяжении 1 с ток 50 раз идет в одну сторону и 50 раз — в противоположную.

Если напряжение на концах цепи меняется по гармоническому закону, то и напряженность электрического поля внутри проводников будет также меняться гармонически. Эти гармонические изменения напряженности поля, в свою очередь, вызывают гармонические колебания скорости упорядоченного движения заряженных частиц и, следовательно, гармонические колебания силы тока.

Но при изменении напряжения на концах цепи электрическое поле не меняется мгновенно во всей цепи. Изменения поля распространяются хотя и с очень большой, но не с бесконечно большой скоростью.

Однако, если время распространения изменений поля в цепи много меньше периода колебаний напряжения, можно считать, что электрическое поле во всей цепи сразу же меняется при изменении напряжения на концах цепи. При этом сила тока в данный момент времени будет иметь практически одно и то же значение во всех сечениях неразветвленной цепи.

Переменное напряжение в гнездах розетки осветительной сети создается генераторами на электростанциях. Проволочную рамку, вращающуюся в постоянном однородном магнитном поле, можно рассматривать как простейшую модель генератора переменного тока. Поток магнитной индукции Ф, пронизывающий проволочную рамку площадью S, пропорционален косинусу угла *α* между нормалью к рамке и вектором магнитной индукции:

Ф=*BScosα*

При равномерном вращении рамки угол *α* увеличивается прямо пропорционально времени:

*α*=*ωt*,

где *ω* – это угловая скорость вращения рамки.

Поток магнитной индукции меняется по гармоническому закону:

Ф=*BScosωt*

Здесь величина *ω* играет уже роль циклической частоты.

Согласно закону электромагнитной индукции ЭДС индукции в рамке равна взятой со знаком «-» скорости изменения потока магнитной индукции, т. е. производной потока магнитной индукции по времени:

*E*=−Ф’=−*BS*(*cosωt*)’=*BSω*⋅*sinωt*=*εm*​*sinωt*,

где *εm*​=*BSω* – это амплитуда ЭДС индукции.

Если к рамке подключить колебательный контур, то угловая скорость *ω* вращения рамки определит частоту со колебаний значений ЭДС, напряжения на различных участках цепи и силы тока.

В дальнейшем изучаются вынужденные электрические колебания, происходящие в цепях под действием напряжения, меняющегося с циклической частотой *ω* по закону синуса или косинуса:

*u*=*Um*​*sinωt*

или

*u*=*Um*​*cosωt*,

где *Um*​ — это амплитуда напряжения, т. е. максимальное по модулю значение напряжения.

Если напряжение меняется с циклической частотой *ω*, то и сила тока в цепи будет меняться с той же частотой. Но колебания силы тока не обязательно должны совпадать по фазе с колебаниями напряжения. Поэтому в общем случае сила тока i в любой момент времени (мгновенное значение силы тока) определяется по формуле:

*I*=*Im*​*sin*(*ωt*+*φ*с​)

Здесь *Im*​ — амплитуда силы тока, т. е. максимальное по модулю значение силы тока, а *φ*с​ — разность (сдвиг) фаз между колебаниями силы тока и напряжения.