

## **МОДУЛЬ 4. Электромагнетизм**

### **Урок 4.3** Колебательный контур. Получение электромагнитных колебаний

Определяем понятия: колебательный контур, период колебаний, частота колебаний, длина волны, скорость распространения электромагнитных колебаний, энергия электромагнитных колебаний

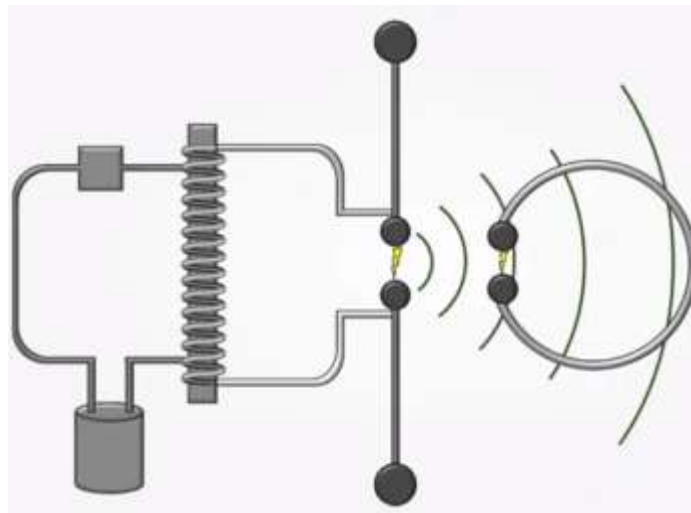
Изучаем: формула Томпсона для электромагнитных колебаний



Генрих Герц  
1857–1894 гг.

Впервые удалось получить и зарегистрировать электромагнитную волну в 1888г. немецкому ученому Г.Герцу. Он смог передать ее на небольшое расстояние и принять.

Г.Герц заметил крошечные искры, проскакивавшие в зазоре медного кольца, когда рядом заряжалась индукционная катушка. Это свидетельствовало о присутствии электромагнитных волн. Ученый принялся изучать это явление. Он сконструировал аппарат, который состоял из передатчика и устройства, способного создавать колебания определенной частоты, и приемника.



## ОПОРНЫЕ ПОНЯТИЯ

Прежде чем приступить к изучению новой темы, повторим основные понятия, которые помогут разобраться в данной теме.

**Явление самоиндукции** заключается в возникновении индукционного тока в проводнике при изменении силы тока в нем.

**Индуктивность контура** — это физическая величина, введенная для оценивания способности проводника противодействовать изменению силы тока в нем.

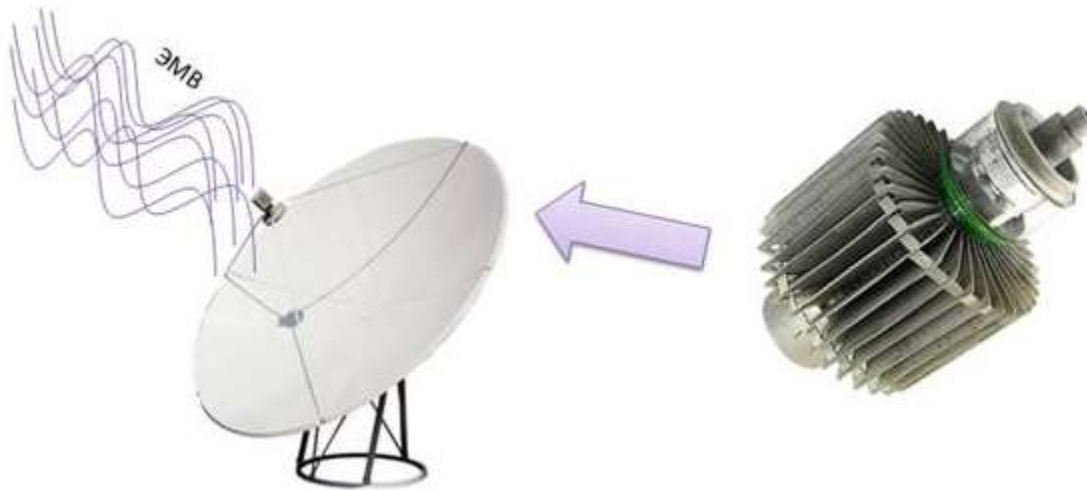
**Конденсатор** — это устройство, предназначенное для накопления заряда и энергии электрического поля.



Джеймс Клерк Максвелл  
1831–1879 гг.

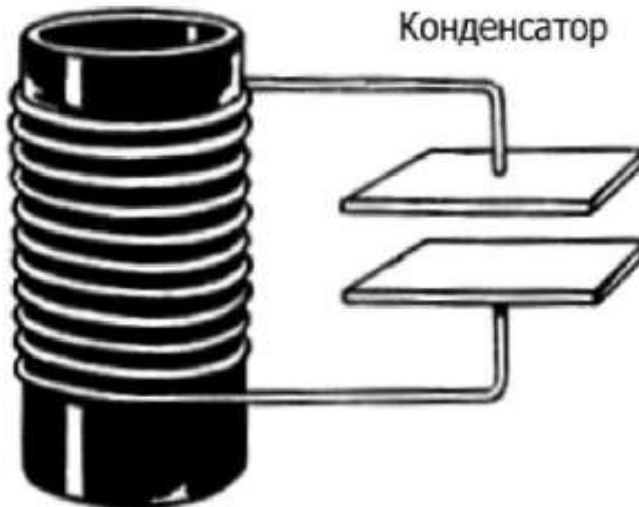
Известно, что источником электромагнитных волн являются ускоренно **движущиеся заряженные частицы** (свободные электроны) (Д.К. Максвелл).

Электромагнитная волна характеризуется периодически изменяющимися во времени электрическими и магнитными величинами (заряда, силы тока, напряжения, напряженности, магнитной индукции и др.) в электрической цепи.



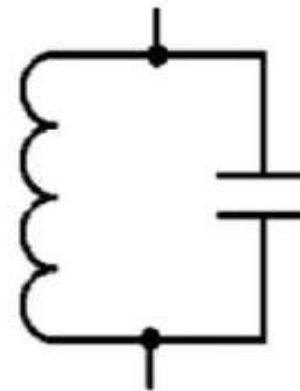
Одной из основных частей генератора является **колебательный контур** — это колебательная система, состоящая из включенных последовательно катушки индуктивностью  $L$  и конденсатора емкостью  $C$ .

Катушка индуктивности

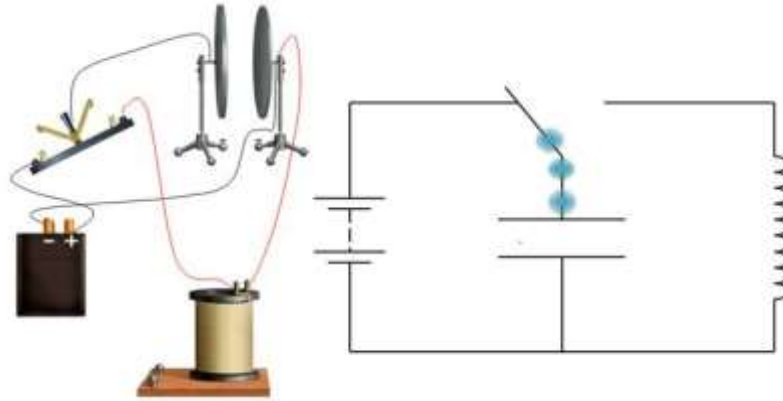


Конденсатор

Изображение на принципиальных схемах



Рассмотрим свободные электромагнитные колебания, т.е. колебания, происходящие в идеальном колебательном контуре за счет расходования сообщенной этому контуру энергии, которая в дальнейшем не пополняется.

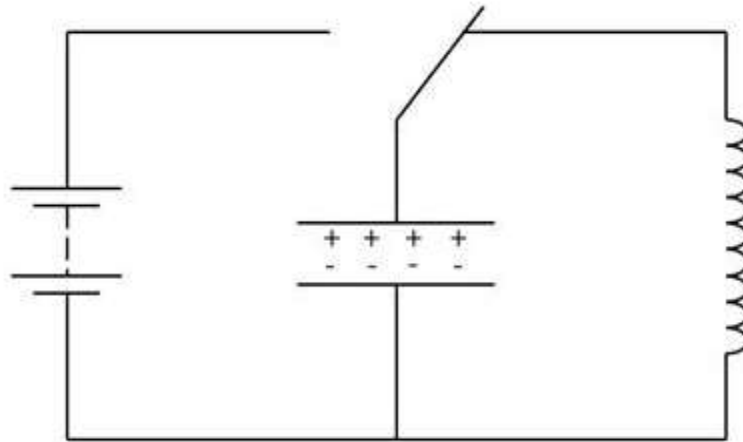


Катушка и конденсатор, соединенные друг с другом через переключатель, составляют колебательный контур. На некоторое время с помощью переключателя зарядим конденсатор, замкнув его на источник тока.

Теперь наш заряженный конденсатор подсоединим обратно с катушкой. Что же происходит дальше.

Так как цепь замкнута (в данном случае через катушку индуктивности), то электроны начнут перемещаться по проводнику от отрицательно заряженной обкладки конденсатора к положительной. Перемещаясь, электроны уравновесят напряжение на обкладках конденсатора и сделают его равным нулю, но в тот момент, когда напряжение на пластинах конденсатора будет нулевым, ток в катушке индуктивности, а, следовательно, и энергия магнитного поля вокруг ее витков, будут максимальными.

При нулевом напряжении ток должен был бы перестать течь, но этого не происходит. А ток продолжает течь из-за явления самоиндукции, т.е. под действием рассеивающегося магнитного поля катушки в проводнике наводится электрический ток, возникает электродвижущая сила самоиндукции, которая двигает электроны. При этом на месте этих электронов остаются «дырки», которые притягивают к себе другие электроны, таким образом, минус конденсатора заряжается положительно, а положительно заряженная обкладка становится отрицательно заряженной.



Затем электрический ток в колебательном контуре вновь течет от минуса к плюсу. Описанное выше повторяется. Когда минус второй раз стал плюсом, а плюс - минусом, говорят, что **в колебательном контуре было совершено одно полное колебание**. Вот так и происходят электромагнитные колебания в контуре.

Формула для определения периода свободных электромагнитных колебаний была получена английским физиком Уильямом Томсоном в 1853 г. Она называется формулой Томсона и выглядит так:

$$T = 2\pi\sqrt{LC}$$

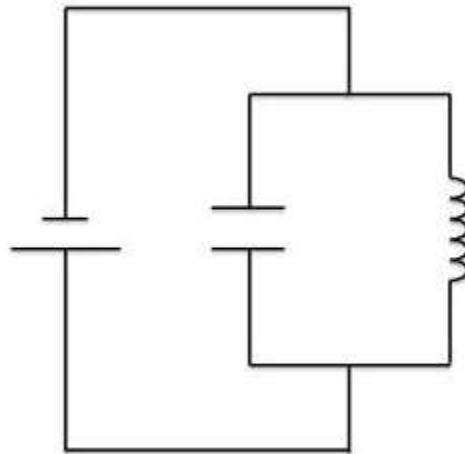


$$L \downarrow, C \downarrow \Rightarrow T \downarrow, \nu \uparrow \quad L \uparrow, C \uparrow \Rightarrow T \uparrow, \nu \downarrow$$

Данная формула показывает, что период колебательного контура определяется параметрами составляющих его элементов: индуктивностью катушки и емкостью конденсатора. Из формулы Томсона следует, например, что при уменьшении емкости или индуктивности период колебаний должен уменьшиться, а их частота — увеличиться и, наоборот, при увеличении емкости или индуктивности период колебаний увеличивается, а их частота уменьшается.



Но надо отметить еще одну важную особенность. Изначально между обкладками конденсатора запасено определенное количество энергии. Эта **энергия неизбежно будет расходоваться на совершаемую работу**, а именно, на передвижение электронов по проводнику, а это означает, что **колебания в контуре рано или поздно прекратятся**. Но избежать прекращения колебательного процесса в контуре довольно не сложно, для этого необходимо всего лишь подключить контур к источнику тока, который будет вбрасывать внутрь цепи новые порции энергии, не давая энергии израсходоваться полностью. В генераторе это осуществляется автоматически.



## Основные выводы:

- **Колебательный контур** — это колебательная система, состоящая из включенных последовательно катушки и конденсатора.
- **Свободные электромагнитные колебания** — это колебания, происходящие в идеальном колебательном контуре за счет расходования сообщенной этому контуру энергии, которая в дальнейшем не пополняется.
- **Период свободных электромагнитных колебаний** можно рассчитать с помощью формулы Томсона.

$$T = 2\pi\sqrt{LC}$$

- Из этой формулы следует, что период колебательного контура определяется параметрами составляющих его элементов: индуктивности катушки и емкости конденсатора.

**Радиовещание (т.е. передача звуковой информации на большие расстояния)** осуществляется посредством электромагнитных волн, излучаемых антенной радиопередающего устройства. Как известно, для создания мощной электромагнитной волны, которую можно было бы зарегистрировать приборами на больших расстояниях от излучающей антенны, необходимо, чтобы частота волны была не меньше 0,1 МГц. Колебания таких больших частот невозможно получить от генератора переменного электрического тока, поэтому они подаются на антенну от генератора высокочастотных электромагнитных колебаний, имеющегося в каждом радиопередающем устройстве.