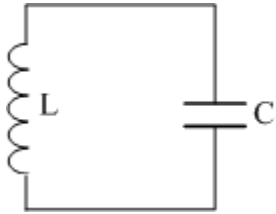


Тема 4.2.3

Колебательный контур.

Переменный ток представляет собой вынужденные колебания. В электрических цепях могут возникать и **свободные колебания**. Простейшей электрической системой, способной совершать свободные колебания, является колебательный контур – цепь, состоящая из катушки и конденсатора, соединенных последовательно.



Рассмотрим контур с очень маленьким сопротивлением. ($R=0$). Для возникновения колебаний контуру необходимо сообщить энергию. Это можно сделать, например, зарядив конденсатор от источника. При этом энергия электрического поля

$$W_{\text{Э}} = \frac{CU_m^2}{2}.$$

Т.к. обкладки конденсатора замкнуты на катушку, то конденсатор начнет разряжаться. Однако из-за самоиндукции ток разрядки будет расти медленно. Этот ток создаст магнитное поле катушки.

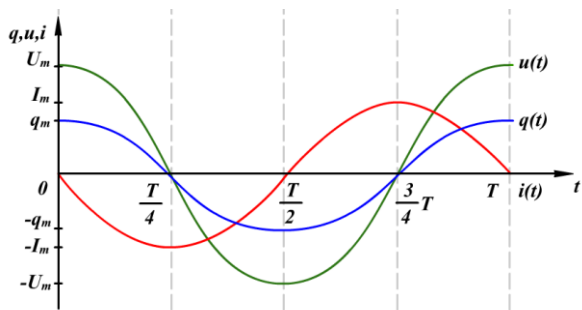
По мере увеличения тока и уменьшения напряжения на конденсаторе энергия электрического поля $W_{\text{Э}}$ преобразуется в энергию магнитного поля катушки $W_{\text{М}}$. В момент полной разрядки конденсатора ток в катушке и энергия магнитного поля достигают своего максимального значения

$$W_{\text{М}} = \frac{LI_m^2}{2}$$

Т.к. конденсатор разрядился, ток в катушке должен уменьшиться до нуля. Однако этот процесс замедляется из-за самоиндукции, и продолжающий течь ток вновь заряжает конденсатор.(меняется полярность зарядки). Далее процесс повторяется в обратную сторону и к концу периода заканчивается одно полное колебание.

При $R=0$ энергия электрического поля полностью преобразуется в энергию магнитного поля и обратно. При этом колебания *незатухающие*.

$t = 0$	$t = \frac{T}{4}$	$t = \frac{T}{2}$	$t = \frac{3T}{4}$	$t = T$
$W_{\text{Э}} = \frac{CU_m^2}{2}$	$W_{\text{М}} = \frac{LI_m^2}{2}$	$W_{\text{Э}} = \frac{CU_m^2}{2}$	$W_{\text{М}} = \frac{LI_m^2}{2}$	$W_{\text{Э}} = \frac{CU_m^2}{2}$

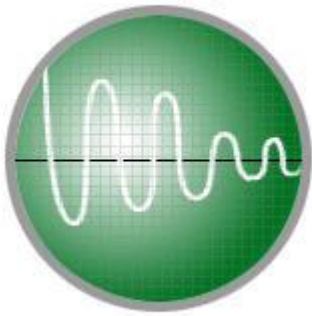


$$q = CU = CU_m \cdot \cos \omega t; \quad q = q_m \cdot \cos \omega t$$

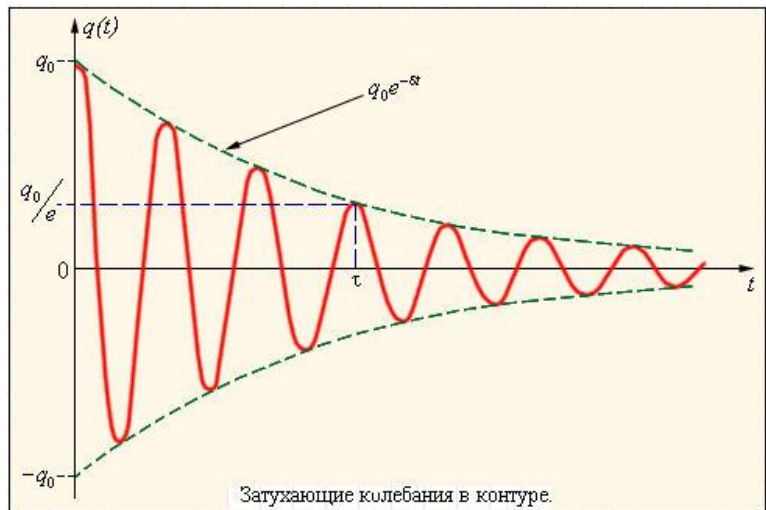
$$I = q'(t) = (q_m \cdot \cos \omega t)' = q_m (-\sin \omega t) \cdot \omega = -q_m \omega \sin \omega t = -I_m \sin \omega t$$

Любые реальные свободные колебания будут затухающими, т.к. энергия будет расходоваться на преодоление силы трения. В реальном колебательном контуре роль силы трения выполняет активное сопротивление. Энергия расходуется на выделение тепла, поэтому там возникают свободные затухающие колебания.

Экран электронного осциллографа



Затухающие электромагнитные колебания



Затухающие колебания в контуре.

Частота и период собственных колебаний в контуре.

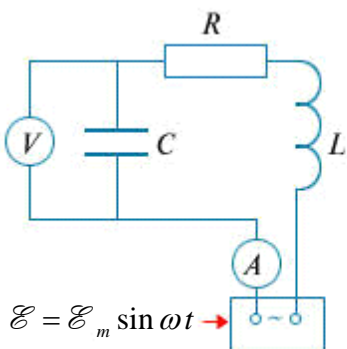
Собственная (циклическая) частота колебаний

$$\omega_0 = \frac{1}{\sqrt{LC}}$$

Период собственных колебаний в контуре

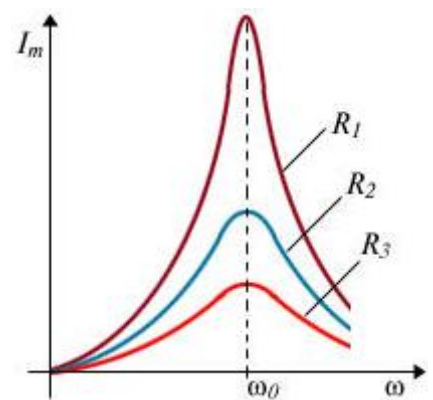
$$T = 2\pi\sqrt{LC} \text{ - формула Томсона}$$

Резонанс в колебательном контуре.



Если подключить колебательный контур к источнику переменной ЭДС, то в нем возникнут вынужденные колебания с частотой этой ЭДС.

При совпадении частоты этой ЭДС с частотой собственных колебаний контура, возникает резонанс – резкое увеличение амплитуды колебаний силы тока.



$$I_m = \frac{U_m}{R}$$

$$R_1 < R_2 < R_3$$