



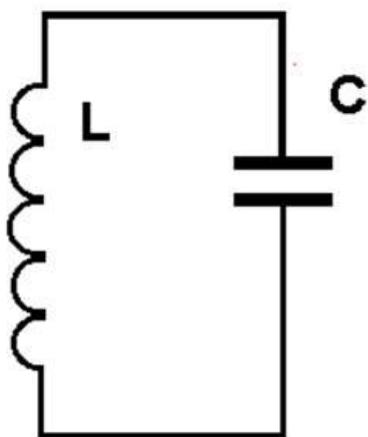
Зарулем

# РЕЗОНАНС

В начале описание расчета добротности взятое из общедоступных источников.

## Колебательный контур

**Колебательный контур** – это электрическая цепь, состоящая из конденсатора и катушки, в которой могут происходить свободные электрические колебания.



$$W_p = \frac{q^2}{2C}$$

энергия электрического поля конденсатора

$$W_m = \frac{Li^2}{2}$$

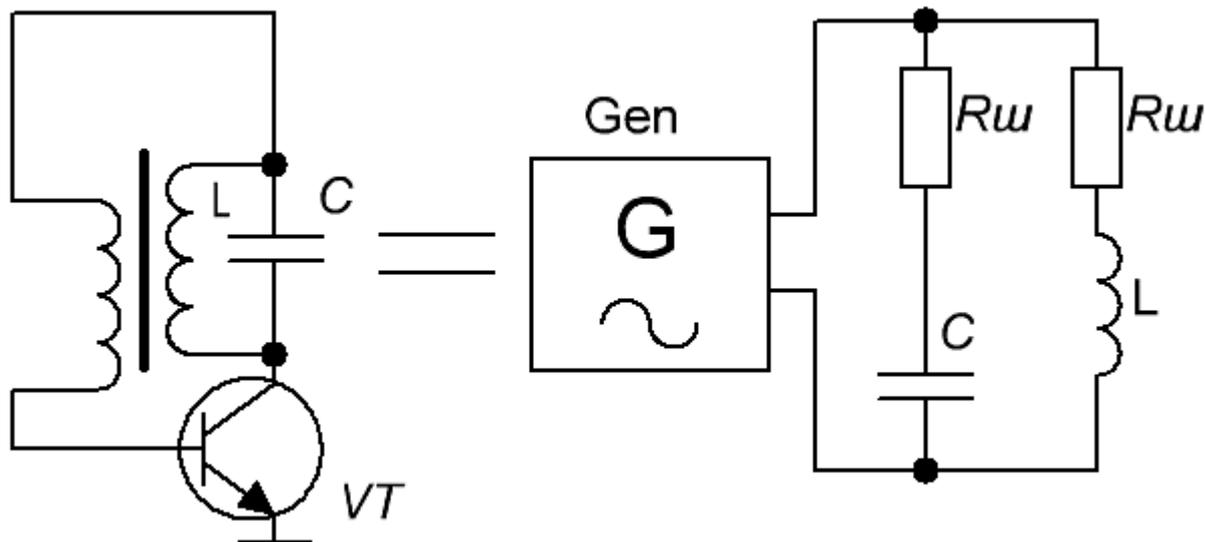
энергия магнитного поля катушки

$$W = \frac{Li^2}{2} + \frac{q^2}{2C} = \frac{LI^2}{2}$$

рис. 4.4 стр.83

Первый вопрос стоит по энергии контура. Почему в формулах энергии реактивных элементов всегда энергия равна половинной? Контур замкнут и ток внутри контура одинаков, за исключением случая накачки энергии из вне. Почему действующий ток контура делится на два? Вот вы попробуйте замерить действующий ток амперметром у лампочки включенной в розетку, а затем разделить ток на два и посчитайте мощность. Если такой фокус с обычной лампочкой не проходит то почему в резонансной системе должно применяться правило деления энергии на два? Ответ на этот вопрос находится в первом файле на ветке, там всё описано и объяснено графиками и формулами. ЗСЭ выведен полностью для замкнутых цепей, потому как разомкнутых цепей не бывает. В мире всё взаимосвязано.

Для начала возьмём простой генератор синусоидальных колебаний и упростим схему оставив только элементы контура. Получим генератор напряжения, реактивные элементы и активное сопротивление контура. Это будет схема замещения согласно классическим канонам, но в упрощённом виде.



Итак нам нужно рассчитать параметры контура для некоего устройства. Допустим нам нужно создать контурный ток в 1 Ампер при частоте 100 Гц. Просто нам так нужно и всё. Какие формулы нам нужны? Насколько я знаю формул для расчета внутреннего тока контура вроде как и нет. Точнее они есть через дельты по времени и частоте от реактивных элементов, но никто в здравом уме ими не пользуется для создания схем. Поэтому начинать буду с нуля.

Дано: Ток контура – 1 А, частота контура (и генератора) – 100 Гц.

Так как на схеме замещения уже не радиотехническое устройство а часть цепи из области электрики, то и расчет должен быть соответствующий. Наш генератор даёт частоту 100 Гц. При этом у нас условие что конденсатор с катушкой совместно составляют параллельный колебательный контур. Таким образом нужно будет исходить из того, что расчет будет вестись для параллельного резонанса.

Реактивные сопротивления катушки и конденсатора в резонансном контуре всегда равны,

$$X_L = X_C,$$

где  $X_L$  - реактивное сопротивление катушки индуктивности, Ом;

$X_C$  – реактивное сопротивление конденсатора, Ом.

А вот формулы описывающие суть реактивного сопротивления:

$$X_L = \omega L = 2\pi f L$$

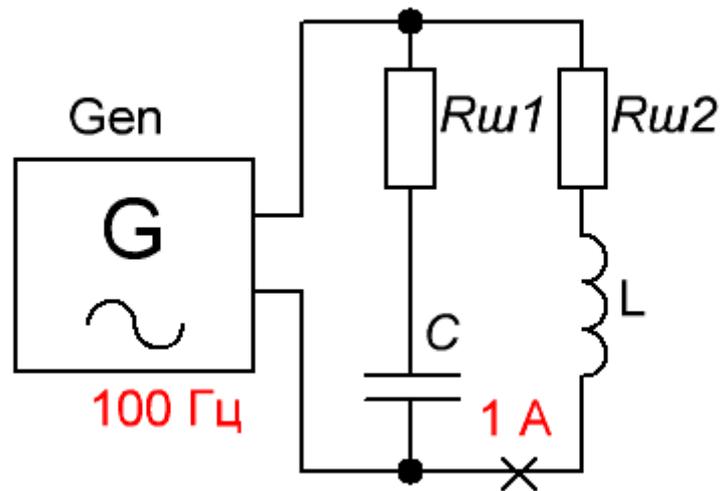
$$X_C = \frac{1}{\omega C} = \frac{1}{2\pi f C}$$

Есть ещё и формула Томпсона указывающая на резонансную частоту контура:

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

Более подробно резонанс описан по ссылке: <http://www.meanders.ru/kontur.shtml>

Вернёмся к нашей задаче.



Так как реактивные сопротивления считаются по закону Ома, то мы смело можем вычислить сопротивление конденсатора или катушки.

$$X_{(L,C)}=U/I$$

В задаче было сказано только про номинальный расчетный ток и ничего про напряжение, поэтому напряжение можем взять любое подходящее для нас. К примеру возьмём распространённое напряжение 12 Вольт.

$$X_{(L,C)}=12/1=12 \text{ Ом.}$$

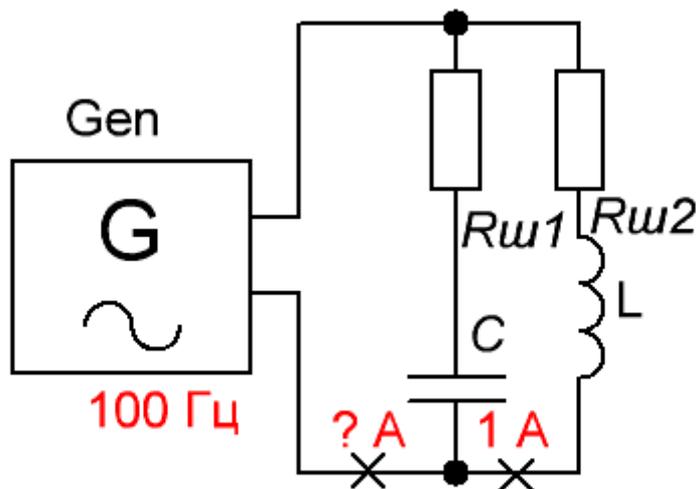
Таким образом конденсатор и катушка индуктивности на частоте 100 Гц имеют сопротивление по 100 Ом. Параметры ёмкости конденсатора и индуктивности считаются по выше приведёнными формулами.



ДОБРОТНОСТЬ

Под добротностью подразумевают разницу в количественном отношении тока (напряжения) колебательного контура к питающему току (напряжению). Мы рассматриваем только добротность параллельного колебательного контура.

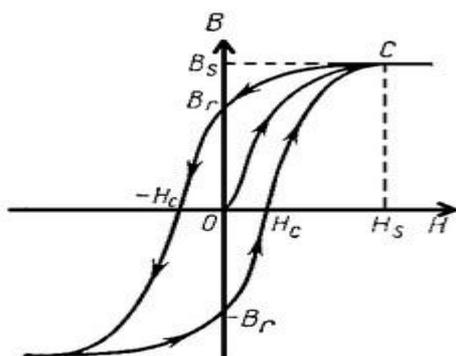
$$Q = \frac{I_{\text{конт.}}}{I_{\text{пит.}}}$$



Как видно из рисунка помимо реактивных элементов присутствуют ещё два резистора потребляющие активную энергию контура. В цепи конденсатора активным элементом являются проводники конденсатора а также внутренние потери диэлектрика и прочее. В цепи катушки активным сопротивлением является сопротивление обмотки проводника и потери на индукцию при сердечнике с плохими параметрами и большими токами рассеивания. Если брать идеальный случай резонанса и убрать все потери, то контур не будет потреблять энергию из вне, потому как количество накопленной энергии конденсатора равно накапливающей энергии катушки индуктивности. Следовательно мы можем простым замером потребления тока контура вычислить тратящуюся энергию в самом контуре и вычислить добротность.

$$Q = \frac{I_{\text{конт.}}}{I_{\text{потр.}}}$$

По классическому представлению добротность контура зависит только от активного сопротивления контура и реактивных сопротивлений её элементов. В реальности контур может менять свою добротность. С ростом напряжения на генераторе параллельного резонанса если неграмотно были подобраны элементы ток потребления растёт скачкообразно. Виной всему насыщение магнитопровода (сердечника) катушки индуктивности.



Индуктивность зависит только от проницаемости сердечника катушки, от количества витков и габаритов намотки. Таким образом у каждой катушки есть свой запас по накоплению индукции. Это всёравно что у каждого конденсатора есть своё рабочее напряжение, превысив которое наступит пробой. У катушки пороговой зоной является точка С на картинке. В реальности используют пологую характеристику магнетика, насыщая катушку до половины показанной кривой. В противном случае реактивное сопротивление катушки уменьшается и катушка становится в точке С обычным активным сопротивлением.

В противном случае реактивное сопротивление катушки уменьшается и катушка становится в точке С обычным активным сопротивлением.

В виду всего сказанного подведём итог:

- Реактивные сопротивления катушки и конденсатора в резонансном контуре всегда равны,
- Добротность контура изменяется с ростом напряжения питания самого контура.
- Любой резонансный контур считается как любая энергетическая установка с минимальными потерями на реактивную энергию.

## ПОСЛЕСЛОВИЕ

Автором были произведены неоднократные опыты в области электродинамики показывающие что метод замера индуктивности не всегда правильный исходя из классических накопительных методов энергии в катушках индуктивности. Неоднократно было проверено расхождение расчетов и замеров в области опытов резонансных систем и проверок разных типов трансформаторов и дросселей. Были выведены пока эмпирически новые зависимости и направления в малоизученных областях электродинамики. Результат проверялся неоднократно с разными конструкциями и формами индуктивностей. Были найдены новые малоизученные типы трансформаторов и дросселей. С проблемой расчета резонанса пришлось столкнуться при опытных замерах поведения разных индуктивностей при одних и тех же параметрах системы. Одни и те же индуктивности по номиналу работая в параллельном резонансном контуре потребляли разное количество энергии ухудшая параметр добротности.

Дополнительная информация: [http://zistons.ru/o\\_elektrotexniki/index.htm](http://zistons.ru/o_elektrotexniki/index.htm)