

Конденсаторы. Электроёмкость
конденсатора. Энергия
заряжённого конденсатора.
Применение конденсаторов.


Выполнил студент группы 672

Полищук Павел

Титульный лист

- ◇ Понятие конденсатора
- ◇ Конструкция конденсатора
- ◇ Свойства конденсатора
- ◇ Ёмкость конденсаторов
- ◇ Другие характеристики
- ◇ Классификация конденсаторов
- ◇ Применение конденсаторов и их работа
- ◇ Список литературы

Понятие конденсатора

- ◆ **Конденсáтор** (от лат. *condensare* — «уплотнять», «сгущать» или от лат. *condensatio* — «накопление») — двухполюсник с постоянным или переменным значением ёмкости и малой проводимостью; устройство для накопления заряда и энергии электрического поля.
- ◆ Конденсатор является пассивным электронным компонентом.  В простейшем варианте конструкция состоит из двух электродов в форме пластин (называемых *обкладками*), разделённых диэлектриком, толщина которого мала по сравнению с размерами обкладок (см. рис.). Практически применяемые конденсаторы имеют много слоёв диэлектрика и многослойные электроды, или ленты чередующихся диэлектрика и электродов, свёрнутые в цилиндр или параллелепипед со скруглёнными четырьмя рёбрами (из-за намотки). Ёмкость конденсатора измеряется в фарадах.



Конструкция конденсатора

- ◆ Конденсатор является пассивным электронным компонентом. В простейшем варианте конструкция состоит из двух электродов в форме пластин (называемых *обкладками*), разделённых диэлектриком, толщина которого мала по сравнению с размерами обкладок (см. рис.). Практически применяемые конденсаторы имеют много слоёв диэлектрика и многослойные электроды, или ленты чередующихся диэлектрика и электродов, свёрнутые в цилиндр или параллелепипед со скруглёнными четырьмя рёбрами (из-за намотки).

Свойства конденсатора

- ◆ Конденсатор в цепи постоянного тока может проводить ток в момент включения его в цепь (происходит зарядка или перезарядка конденсатора), по окончании переходного процесса ток через конденсатор не течёт, так как его обкладки разделены диэлектриком. В цепи же переменного тока он проводит колебания переменного тока посредством циклической перезарядки конденсатора, замыкаясь так называемым током смещения. С точки зрения метода комплексных амплитуд конденсатор обладает комплексным импедансом

$$\hat{Z}_C = \frac{1}{j\omega C} = -\frac{j}{\omega C} = -\frac{j}{2\pi f C},$$

- ◆ Где j — мнимая единица, ω — циклическая частота протекающего синусоидального тока, f — частота в герц, C — ёмкость конденсатора (фарад). Отсюда также следует, что реактивное сопротивление конденсатора равно $X_C = \frac{1}{\omega C}$. Для постоянного тока частота равна нулю, следовательно, реактивное сопротивление конденсатора бесконечно (в реальном случае).
- ◆ При изменении частоты изменяются диэлектрическая проницаемость диэлектрика и степень влияния паразитных параметров — собственной индуктивности и сопротивления потерь. На высоких частотах любой конденсатор можно рассматривать как последовательный колебательный контур, образуемый ёмкостью, собственной индуктивностью и сопротивлением потерь
- ◆ Резонансная частота конденсатора равна

- ◇ При $f > f_p$ конденсатор в цепи переменного тока ведёт себя как катушка индуктивности. Следовательно, конденсатор целесообразно использовать лишь на частотах $f < f_p$, на которых сопротивление носит ёмкостный характер. Обычно максимальная рабочая частота конденсатора примерно в 2—3 раза ниже резонансной.

Конденсатор может накапливать электрическую энергию. Энергия заряженного конденсатора:

$$W = \frac{CU^2}{2} = \frac{qU}{2} = \frac{q^2}{2C}$$

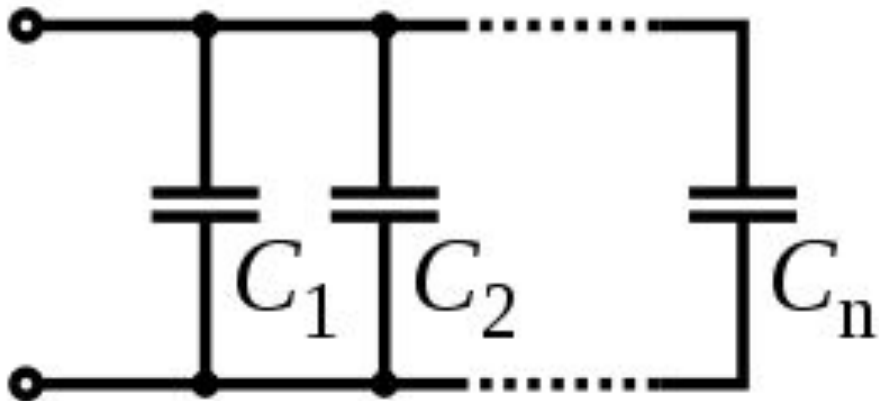
- ◇ где U — напряжение (разность потенциалов), до которого заряжен конденсатор, q — электрический заряд.

Ёмкость конденсаторов

♦ Ёмкость

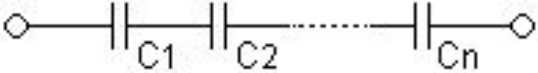
- ♦ Основной характеристикой конденсатора является его *ёмкость*, характеризующая способность конденсатора накапливать электрический заряд. В обозначении конденсатора фигурирует значение номинальной ёмкости, в то время как реальная ёмкость может значительно меняться в зависимости от многих факторов. Реальная ёмкость конденсатора определяет его электрические свойства. Так, по определению ёмкости, заряд на обкладке пропорционален напряжению между обкладками ($q = CU$). Типичные значения ёмкости конденсаторов составляют от единиц пикофарад до тысяч микрофарад. Однако существуют конденсаторы (ионисторы) с ёмкостью до десятков фарад.

◇ Ёмкость плоского конденсатора, состоящего из двух параллельных металлических пластин площадью S каждая, расположенных на расстоянии d друг от друга, в системе СИ выражается формулой $C = \frac{\epsilon \epsilon_0 S}{d}$, где ϵ диэлектрическая проницаемость среды, заполняющая пространство между пластинами (в вакууме равна единице), — электрическая ϵ_0 постоянная, численно равная $8,854187817 \cdot 10^{-12}$ Ф/м. Эта формула справедлива, лишь когда d намного меньше линейных размеров пластин. Для получения больших ёмкостей конденсаторы соединяют параллельно. При этом напряжение между обкладками всех конденсаторов одинаково. Общая ёмкость батареи параллельно соединённых конденсаторов равна сумме ёмкостей всех конденсаторов, входящих в батарею.



$$C = \sum_{i=1}^N C_i \text{ или } C = C_1 + C_2 + \dots + C_n.$$

- ◆ Если у всех параллельно соединённых конденсаторов расстояние между обкладками и свойства диэлектрика одинаковы, то эти конденсаторы можно представить как один большой конденсатор, разделённый на фрагменты меньшей площади.
- ◆ При последовательном соединении конденсаторов заряды всех конденсаторов одинаковы, так как от источника питания они поступают только на внешние электроды, а на внутренних электродах они получают только за счёт разделения зарядов, ранее нейтрализовавших друг друга. Общая ёмкость батареи *последовательносоединённых* конденсаторов равна


$$C = \frac{1}{\sum_{i=1}^N 1/C_i} \text{ или } \frac{1}{C} = \frac{1}{C_1} + \frac{1}{C_2} + \dots + \frac{1}{C_n}.$$

- ◆ Эта ёмкость всегда меньше минимальной ёмкости конденсатора, входящего в батарею. Однако при последовательном соединении уменьшается возможность пробоя конденсаторов, так как на каждый конденсатор приходится лишь часть разницы потенциалов источника напряжения.
- ◆ Если площадь обкладок всех конденсаторов, соединённых последовательно, одинакова, то эти конденсаторы можно представить в виде одного большого конденсатора, между обкладками которого находится стопка из пластин диэлектрика всех составляющих его конденсаторов.

Другие характеристики

- ◆ **Удельная ёмкость**
- ◆ Конденсаторы также характеризуются удельной ёмкостью — отношением ёмкости к объёму (или массе) диэлектрика. Максимальное значение удельной ёмкости достигается при минимальной толщине диэлектрика, однако при этом уменьшается его напряжение пробоя.
- ◆ **Плотность энергии**
- ◆ Плотность энергии электролитического конденсатора зависит от конструктивного исполнения. Максимальная плотность достигается у больших конденсаторов, где масса корпуса невелика по сравнению с массой обкладок и электролита. Например, у конденсатора EPCOS B4345 с ёмкостью 12 000 мкФ, максимально допустимым напряжением 450 В и массой 1,9 кг плотность энергии при максимальном напряжении составляет 639 Дж/кг или 845 Дж/л. Особенно важен этот параметр при использовании конденсатора в качестве накопителя энергии, с последующим мгновенным её высвобождением, например, в пушке Гаусса.
- ◆ **Номинальное напряжение**
- ◆ Другой не менее важной характеристикой конденсаторов является номинальное напряжение — значение напряжения, обозначенное на конденсаторе, при котором он может работать в заданных условиях в течение срока службы с сохранением параметров в допустимых пределах.
- ◆ Номинальное напряжение зависит от конструкции конденсатора и свойств применяемых материалов. Эксплуатационное напряжение на конденсаторе должно быть не выше номинального.

Классификация конденсаторов

- ❖ *Конденсаторы вакуумные* (между обкладками находится вакуум).
- ❖ *Конденсаторы с газообразным диэлектриком.*
- ❖ *Конденсаторы с жидким диэлектриком.*
- ❖ *Конденсаторы с твёрдым неорганическим диэлектриком:* стеклянные (стеклоэмалевые, стеклокерамические, стеклоплёночные), слюдяные, керамические, тонкослойные из неорганических плёнок.
- ❖ *Конденсаторы с твёрдым органическим диэлектриком:* бумажные, металлобумажные, плёночные, комбинированные — бумажноплёночные, тонкослойные из органических синтетических плёнок.
- ❖ *Твердотельные конденсаторы* — вместо традиционного жидкого электролита используется специальный токопроводящий органический полимер или полимеризованный органический полупроводник. Время наработки на отказ ~50000 часов при температуре 85°C. ЭПС меньше чем у жидко-электролитических и слабо зависит от температуры. Не взрываются.

- ◇ Кроме того, конденсаторы различаются по возможности изменения своей ёмкости:
- ◇ *Постоянные конденсаторы* — основной класс конденсаторов, не меняющие своей ёмкости (кроме как в течение срока службы).
- ◇ *Переменные конденсаторы* — конденсаторы, которые допускают изменение ёмкости в процессе функционирования аппаратуры. Управление ёмкостью может осуществляться механически, электрическим напряжением (вариконды, варикапы) и температурой (термоконденсаторы). Применяются, например, в радиоприёмниках для перестройки частоты резонансного контура.
- ◇ *Подстроечные конденсаторы* — конденсаторы, ёмкость которых изменяется при разовой или периодической регулировке и не изменяется в процессе функционирования аппаратуры. Их используют для подстройки и выравнивания начальных ёмкостей сопрягаемых контуров, для периодической подстройки и регулировки цепей схем, где требуется незначительное изменение ёмкости.

Применение конденсаторов и их работа

- ◆ Конденсаторы находят применение практически во всех областях электротехники.
- ◆ Конденсаторы (совместно с катушками индуктивности и/или резисторами) используются для построения различных цепей с частотно-зависимыми свойствами, в частности, фильтров, цепей обратной связи, колебательных контуров и т. п.
- ◆ Во вторичных источниках электропитания конденсаторы применяются для сглаживания пульсаций выпрямленного напряжения.
- ◆ При быстром разряде конденсатора можно получить импульс большой мощности, например, в фотовспышках, электромагнитных ускорителях, импульсных лазерах с оптической накачкой, генераторах Маркса, (ГИН; ГИТ), генераторах Кокрофта-Уолтона и т. п.
- ◆ Так как конденсатор способен длительное время сохранять заряд, то его можно использовать в качестве элемента памяти (см. DRAM, Устройство выборки и хранения).
- ◆ Конденсатор может использоваться как двухполюсник, обладающий реактивным сопротивлением, для ограничения силы переменного тока в электрической цепи (см. Балласт).
- ◆ Процесс заряда и разряда конденсатора через резистор (см. RC-цепь) или генератор тока занимает определённое время, что позволяет использовать конденсатор во *вреязадающих цепях*, к которым не предъявляются высокие требования временной и температурной стабильности (в схемах генераторов одиночных и повторяющихся импульсов, реле времени и т. п.).

- ◆ Измерительный преобразователь малых перемещений: малое изменение расстояния между обкладками очень заметно сказывается на ёмкости конденсатора.
- ◆ Измерительный преобразователь влажности воздуха, древесины (изменение состава диэлектрика приводит к изменению ёмкости).
- ◆ В схемах РЗиА конденсаторы используются для реализации логики работы некоторых защит. В частности, в схеме работы АПВ использование конденсатора позволяет обеспечить требуемую кратность срабатывания защиты.
- ◆ Измерителя уровня жидкости. Непроводящая жидкость заполняет пространство между обкладками конденсатора, и ёмкость конденсатора меняется в зависимости от уровня.
- ◆ Фазосдвигающего конденсатора. Такой конденсатор необходим для пуска, а в некоторых случаях и работы однофазных асинхронных двигателей. Также он может применяться для пуска и работы трёхфазных асинхронных двигателей при питании от однофазного напряжения.
- ◆ Аккумуляторов электрической энергии (см. Ионистор). В этом случае на обкладках конденсатора должно быть достаточно постоянное значения напряжения и тока разряда. При этом сам разряд должен быть значительным по времени. В настоящее время идут опытные разработки электромобилей и гибридов с применением конденсаторов. Также существуют некоторые модели трамваев, в которых конденсаторы применяются для питания тяговых электродвигателей при движении по обесточенным участкам.

Список литературы

- ◇ https://ru.wikipedia.org/wiki/%D0%AD%D0%BB%D0%B5%D0%BA%D1%82%D1%80%D0%B8%D1%87%D0%B5%D1%81%D0%BA%D0%B8%D0%B9_%D0%BA%D0%BE%D0%BD%D0%B4%D0%B5%D0%BD%D1%81%D0%B0%D1%82%D0%BE%D1%80
- ◇ <http://fb.ru/article/54817/chto-takoe-kondensator-i-dlya-chego-on-nujen>
- ◇ https://pikabu.ru/story/kondensatoryi_vsyo_chno_vyi_khoteli_znat_no_boyalis_sprosit_4703296