



Санкт-Петербургский государственный университет телекоммуникаций им. проф. М.А. Бонч-Бруевича

Кафедра: Конструирования и производства радиоэлектронных средств (КПРЭС)

Дисциплина: Компоненты электронной техники

Раздел 3

Конденсаторы

Старший преподаватель кафедры КПРЭС
Капралов Дмитрий Дмитриевич


2020 г.

СПб ГУТ)))



Учебные вопросы

1. Назначение
2. Классификация
3. Условно-графическое обозначение в электрических схемах
4. Обозначение конденсаторов в конструкторской документации
5. Сравнительная характеристика конденсаторов (керамических, танталовых, алюминиевых SMT-конденсаторов)
6. Размеры корпусов конденсаторов
7. Стандартные значения емкости



3. Определение, классификация, условно-графическое обозначение конденсаторов. Основные параметры.

КОНДЕНСАТОР – это компонент электронной аппаратуры, предназначенный для накопления электрического заряда. В простейшем случае он состоит из двух металлических электродов-обкладок, между которыми находится **диэлектрик**.

В качестве **диэлектрика** используется керамика, стекло, бумага, слой окиси металлов, вакуум (воздух), органические пленки. Вид диэлектрика в сильной степени определяет свойства конденсатора, его параметры и области применения

По областям применения конденсаторы, используемые в радиоэлектронике, можно разделить на следующие функциональные классы:

конденсаторы общего назначения;

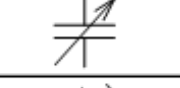
- конденсаторы высокостабильные;
- конденсаторы высокочастотные;
- конденсаторы высоковольтные.

По возможности регулирования емкости в процессе эксплуатации конденсаторы подразделяются на:

- конденсаторы постоянной емкости;
- конденсаторы переменной емкости.

Условно-графическое обозначение конденсаторов

ГОСТ РФ

| КОНДЕНСАТОРЫ ГОСТ 2728-74 | |
|-------------------------------|---|
| Название | Обозначение |
| Общее обозначение |  |
| Электролитический полярized |  |
| Переменной емкости |  |
| Подстроечный |  |
| Широкополосный |  |
| Помехоподавляющий |  |
| В экранирующем корпусе |  |
| Электролитический неполярized |  |
| Проходной |  |
| Опорный |  |

Немецкий институт по стандартизации (DIN)

| КОНДЕНСАТОРЫ | |
|-------------------------------|---|
| Название | Обозначение |
| Неполярный постоянной емкости |  |
| Полярный постоянной емкости |  |
| Переменной емкости |  |
| Подстроечный |  |

Американский национальный институт стандартов (ANSI)

| КОНДЕНСАТОРЫ | |
|-------------------------------|---|
| Название | Обозначение |
| Неполярный постоянной емкости |  |
| Полярный постоянной емкости |  |
| Переменной емкости |  |
| Подстроечный |  |

Классификация конденсаторов

1. По изменению емкости:

- **Постоянной емкости.** Не имеют возможности изменения емкости.
- **Переменной емкости.** Они могут изменять значение емкости при воздействии на них температуры, напряжения, регулировки положения обкладок.

К конденсаторам переменной емкости относятся:

— **Подстроечные конденсаторы** не предназначены для постоянной работы, связанной с быстрой настройкой емкости. Они служат только для одноразовой наладки оборудования и периодической подстройки емкости.

— **Нелинейные конденсаторы** изменяют свою емкость от воздействия температуры и напряжения по нелинейному графику. Конденсаторы, емкость которых зависит от напряжения, называются **варикондами**, от температуры – **термоконденсаторами**.



2. По способу защиты:

- **Незащищенные** работают в обычных условиях, не имеют никакой защиты.
- **Защищенные** конденсаторы выполнены в защищенном корпусе, поэтому могут работать при высокой влажности.
- **Неизолированные** имеют открытый корпус и не имеют изоляции от возможного соприкосновения с различными элементами схемы.
- **Изолированные** конденсаторы выполнены в закрытом корпусе.
- **Уплотненные** имеют корпус, заполненный специальными материалами.
- **Герметизированные** имеют герметичный корпус, полностью изолированы от внешней среды.



3. По виду монтажа:

- **Навесные** делятся на несколько видов:

- с ленточными выводами;

- с опорным винтом;

- с круглыми электродами;

- с радиальными или аксиальными выводами.

- **Конденсаторы с винтовыми выводами** оснащены резьбой для соединения со схемой, применяются в силовых цепях. Подобные выводы проще фиксировать на охлаждающих радиаторах для снижения тепловых нагрузок.

- **Конденсаторы с защелкивающимися выводами** являются новой разработкой, при монтаже на плату они защелкиваются. Это очень удобно, так как нет необходимости использовать пайку.

- **Конденсаторы, предназначенные для поверхностной установки,** имеют особенность конструкции: части корпуса являются выводами.


- **Конденсаторы для печатной установки** изготавливают с круглыми выводами для расположения на плате.



4. По материалу диэлектрика:

Сопротивление изоляции между пластинами зависит от параметров изоляционного материала. Также от этого зависят допустимые потери и другие параметры.

- **Конденсаторы с неорганическим изолятором из стеклокерамики, стеклоэмали, слюды.** На диэлектрический материал нанесено металлическое напыление или фольга.
- **Низкочастотные конденсаторы** включают в себя изоляционный материал в виде слабополярных органических пленок, у которых диэлектрические потери зависят от частоты тока.
- **Высокочастотные** содержат пленки из фторопласта и полистирола.
- **Импульсные** высокого напряжения имеют изолятор из комбинированных материалов.

- 
- **Низковольтные** работают при напряжении до 1,6 кВ.
 - **Высоковольтные** функционируют при напряжении свыше 1,6 кВ.
 - **Дозиметрические конденсаторы** служат для работы с малым током, имеют незначительный саморазряд и большое сопротивление изоляции.
 - **Помехоподавляющие** емкости уменьшают помехи, возникающие от электромагнитного поля, имеют низкую индуктивность.
 - **Емкости с органическим изолятором** выполнены с применением конденсаторной бумаги и различных пленок.
 - **Вакуумные, воздушные, газонаполненные** конденсаторы обладают малыми диэлектрическими потерями, поэтому их применяют в аппаратуре с высокой частотой тока и напряжения.



5. По форме пластин:

- Сферические;
- Плоские;
- Цилиндрические.

6. Полярности:

- Электролитические** конденсаторы называют оксидными. При их подключении обязательным является соблюдение полярности выводов. Электролитические конденсаторы содержат диэлектрик, состоящий из оксидного слоя, образованный электрохимическим способом на аноде из тантала или алюминия. Катодом является электролит в жидком или гелеобразном виде.
- Неполярные** конденсаторы могут включаться в схему без соблюдения полярности.

Конструктивные особенности

1. Воздушные конденсаторы

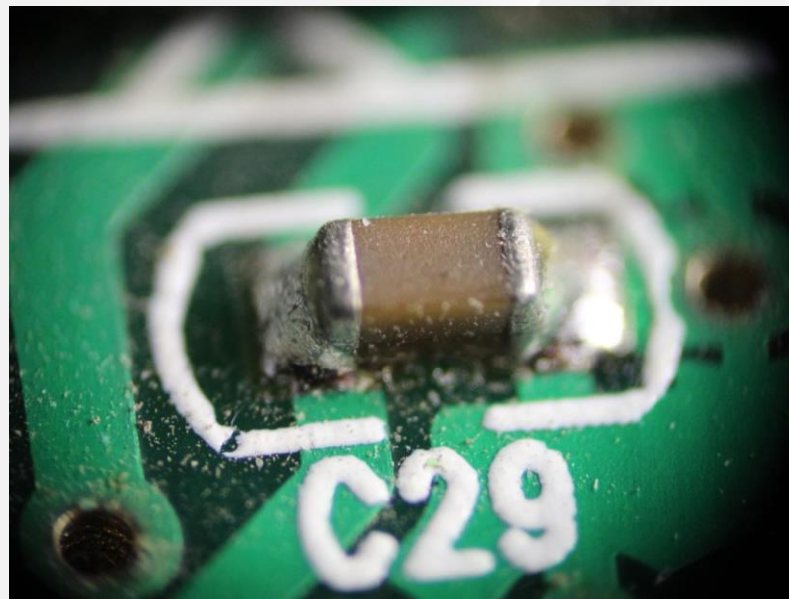
В качестве диэлектрика используется воздух. Такие виды конденсаторов хорошо зарекомендовали себя при работе на высокой частоте, в качестве настроечных конденсаторов с изменяемой емкостью. Подвижная пластина конденсатора является ротором, а неподвижную называют статором. При смещении пластин друг относительно друга, изменяется общая площадь пересечения этих пластин и емкость конденсатора. Раньше такие конденсаторы были очень популярны в радиоприемниках для настраивания радиостанций.





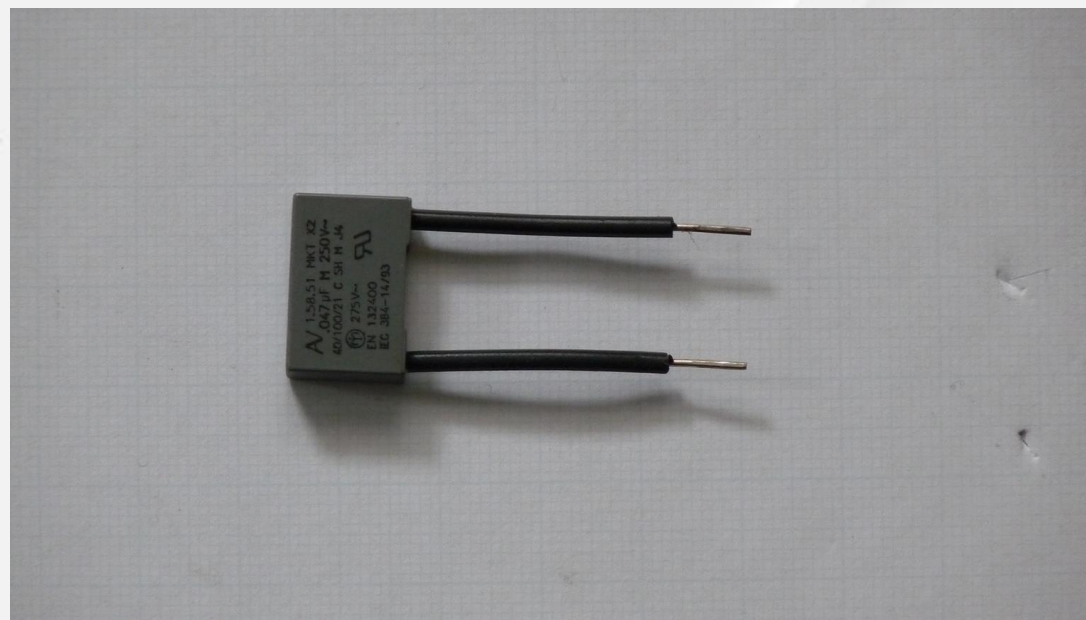
2. Керамические

Такие конденсаторы изготавливают в виде одной или нескольких пластин, выполненных из специальной керамики. Металлические обкладки изготавливают путем напыления слоя металла на керамическую пластину, затем соединяют с выводами. Материал керамики может применяться с различными свойствами.



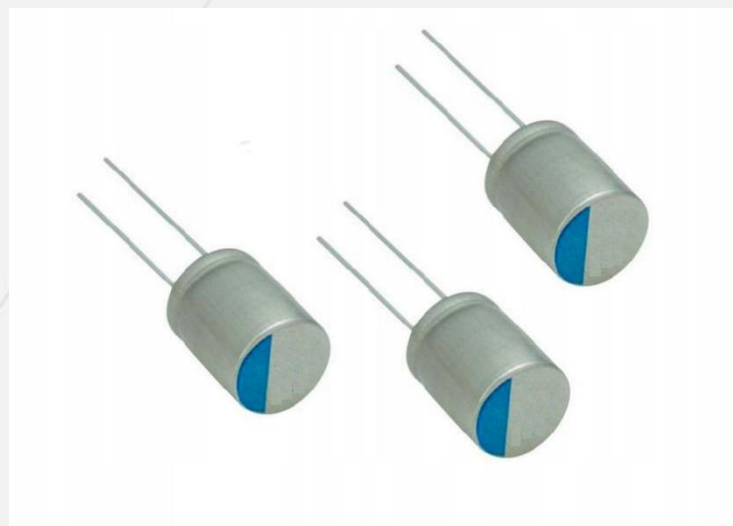
3. Пленочные

В таких конденсаторах в качестве диэлектрика выступает пластиковая пленка: поликарбонат, полипропилен или полиэстер. Обкладки конденсатора напыляют или выполняют в виде фольги. Новым материалом служит полифениленсульфид.



4. Полимерные

Имеют отличие от электролитических емкостей наличием полимерного материала, вместо оксидной пленки между обкладками. Они не подвергаются утечке заряда и раздуванию. Параметры полимера обеспечивают значительный импульсный ток, постоянный температурный коэффициент, малое сопротивление. Полимерные модели способны заменить электролитические модели в фильтрах импульсных источников и других устройствах.



5. Электролитические

От бумажных электролитические конденсаторы отличаются материалом диэлектрика, которым является оксид металла, созданный электрохимическим методом на плюсовой обкладке. Вторая пластина выполнена из сухого или жидкого электролита. Electrodes обычно выполнены из тантала или алюминия. Все электролитические емкости считаются поляризованными, и способны нормально работать только на постоянном напряжении при определенной полярности



6. Танталовые электролитические

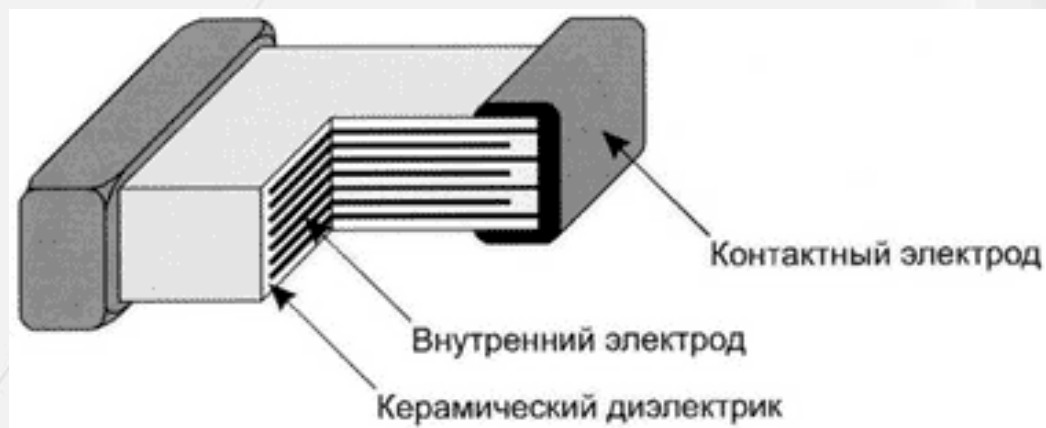
Устройство танталовых электролитов имеет особенность в электроде из тантала. Диэлектрик состоит из пентаоксида тантала.



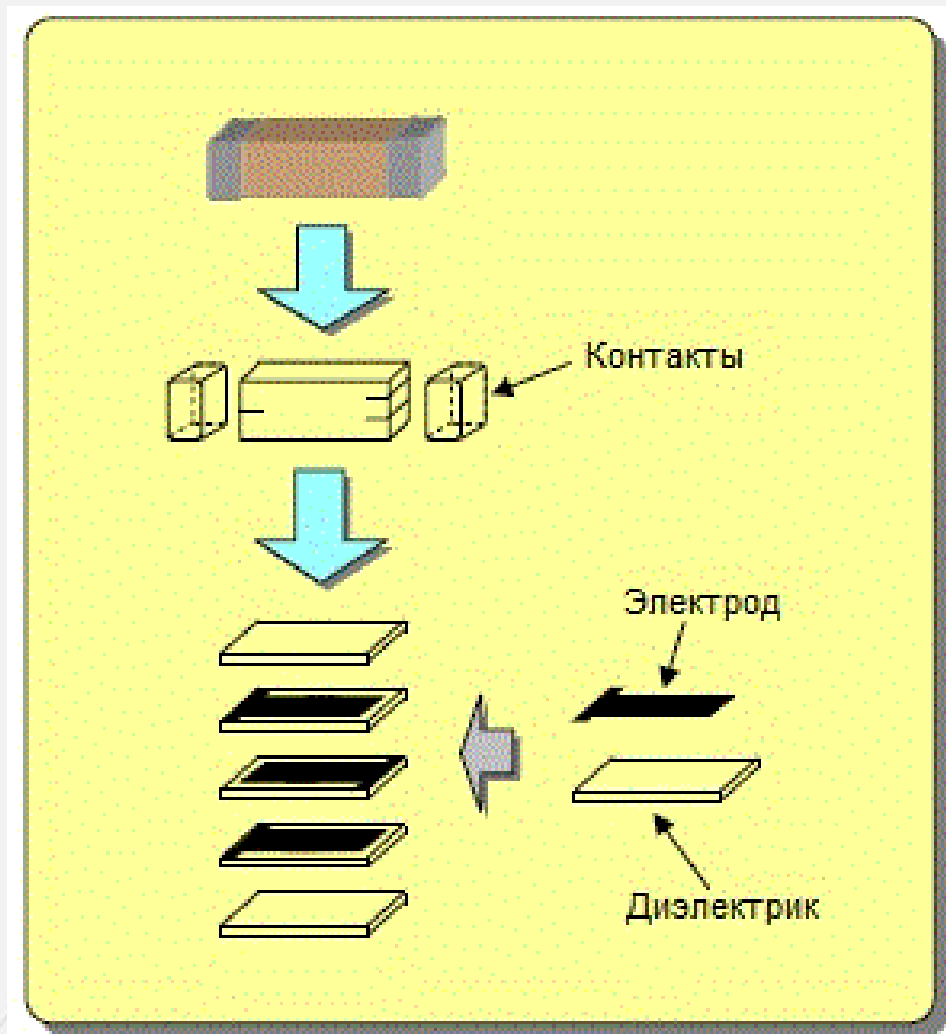
Конденсаторы поверхностного монтажа

Все используемые для поверхностного монтажа накопительные устройства бывают трех основных видов: керамические, электролитические и танталовые.

Наиболее распространенными в настоящее время являются керамические. Конструктивно они представляют собой параллельное соединение плоских конденсаторов, нанесенных на керамическую подложку. Параллельное соединение позволяет увеличивать емкость конденсатора, не увеличивая при этом площадь, занимаемую конденсатором на печатной плате.



Упрощенное внутреннее устройство конденсаторов поверхностного монтажа (smd конденсаторов):



К **основным параметрам** конденсаторов относят следующие:

- емкость конденсаторов C ;

$$C = \frac{Q}{U} \quad C = \frac{\varepsilon_0 \varepsilon S}{d}$$

- сопротивление изоляции $R_{из}$;

$$R_{из} = \frac{U}{I_{ум}} \quad U = U_{exp} \left(-\frac{t}{R_{из}} \right) \quad \tau_c = R_{из} C$$

- потери энергии в конденсаторе $P_{ном}$;

$$P_{ном} = P_M + P_\delta = \frac{l}{\ell R} \omega C U_m^2 \left(\omega C R_M + \frac{l}{\omega \delta} \right) \quad tg \delta = \frac{P_{ном}}{P_{реактив}} = \omega C R_M + \frac{l}{\omega C R_\delta} = tg \delta_m + tg \delta$$

- стабильность конденсаторов $\alpha_{ТКЕ}$;

$$\alpha_{ТКЕ} = \frac{l}{C} \times \frac{dC}{dT} \approx \frac{\Delta C}{C_0 \Delta T}$$

- электрическая прочность конденсатора.

Электрическая прочность характеризуется:

номинальным U_H , **испытательным** $U_{исп}$ и **пробивным** $U_{пр}$ напряжением