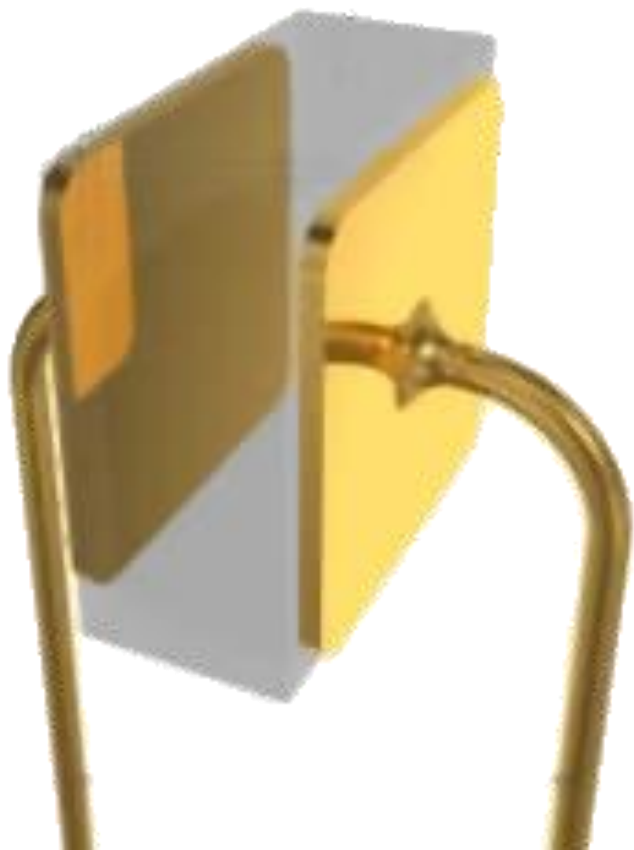


Сопротивление

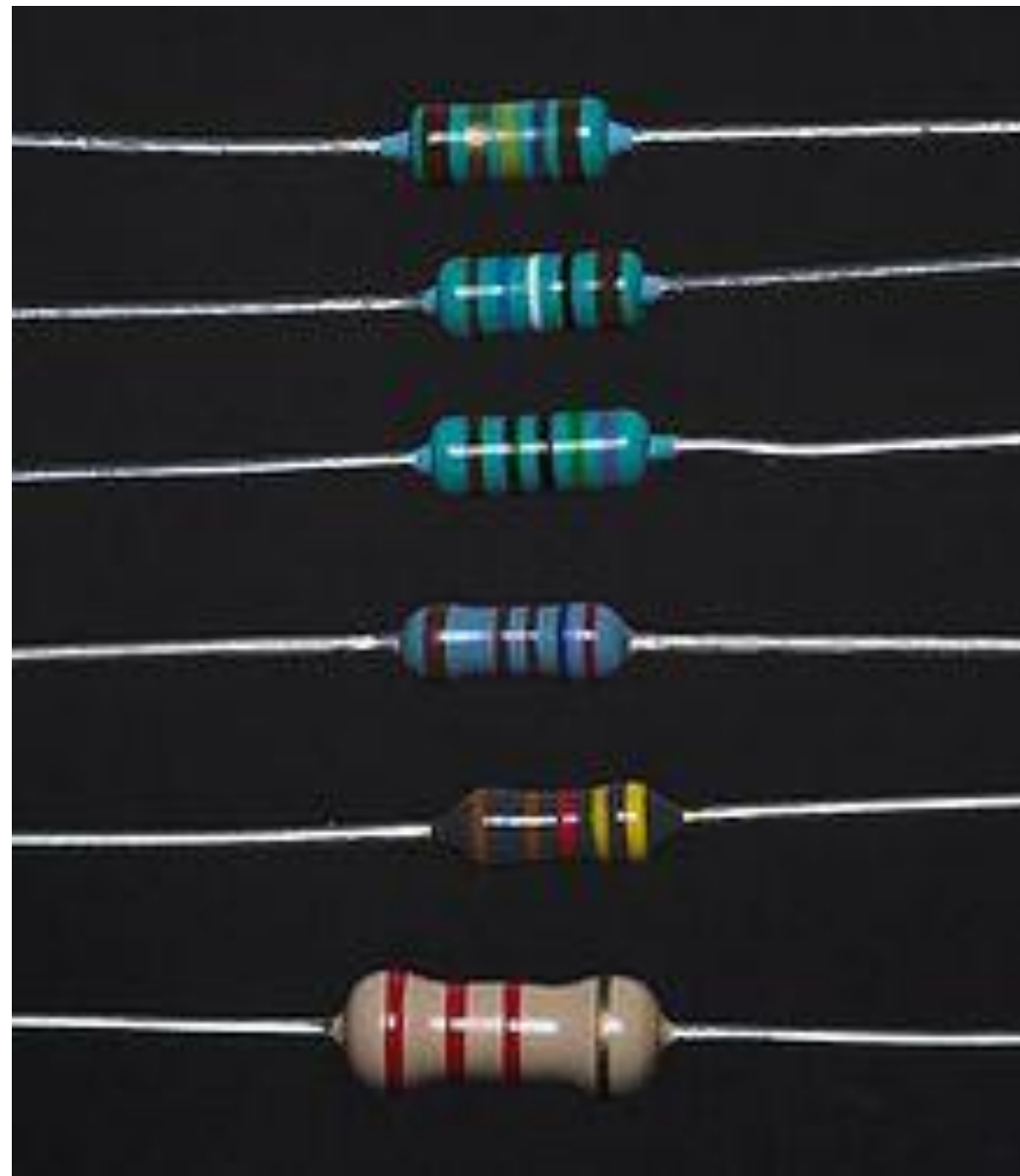


План.

- 1) Резистор
- 2) Типы резисторов. Зависимость сопротивления от температуры
- 3) Условно – графическое обозначение резисторов
- 4) Конденсатор
- 5) Конструкция. Обозначение конденсатора на схемах
- 6) Эквивалентное последовательное сопротивление —
 R_s
- 7) Классификация Конденсаторов
- 8) Катушка индуктивности
- 9) Конструкция катушки индуктивности
- 10) Классификация катушек индуктивности
- 11) Индуктивное сопротивление катушки
- 12) Список используемой литературы

Резистор

Рези́стор или **сопротивление** ([англ.](#) *resistor*, от [лат.](#) *resisto* — сопротивляюсь) — пассивный элемент [электрических цепей](#), обладающий определённым или переменным значением [электрического сопротивления](#)^[1], предназначенный для линейного преобразования [силы тока](#) в напряжение и [напряжения](#) в силу тока, ограничения тока, поглощения электрической энергии и др.^[2]. Весьма широко используемый компонент практически всех электрических и электронных устройств. [Схема замещения](#) резистора чаще всего имеет вид параллельно соединённых сопротивления и ёмкости. Иногда на высоких частотах последовательно с этой цепью включают индуктивность. В схеме замещения сопротивление — основной параметр резистора, ёмкость и индуктивность — паразитные параметры. Закон Ома для мгновенных значений тока и напряжения справедлив только в резистивных цепях



Типы резисторов

Все резисторы делятся на линейные и нелинейные.

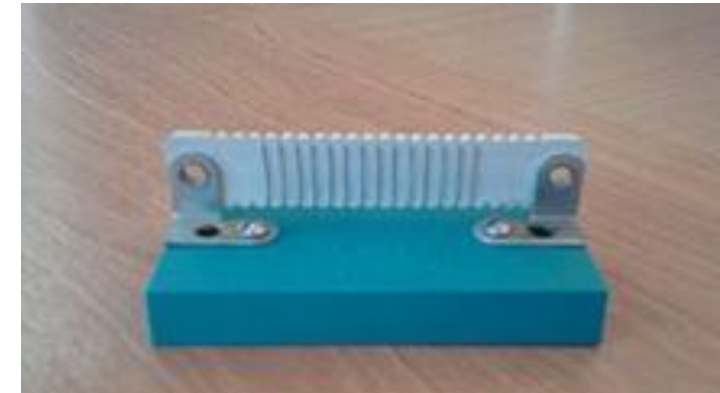
Сопротивления линейных резисторов не зависят от приложенного напряжения или протекающего тока.

Сопротивления нелинейных резисторов изменяются в зависимости от значения приложенного напряжения или протекающего тока. Например, сопротивление осветительной лампы накаливания при отсутствии тока в 10-15 раз меньше, чем в режиме освещения. В линейных резистивных цепях форма тока совпадает с формой напряжения, вызвавшего этот ток.

Зависимость сопротивления от температуры


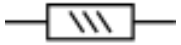




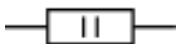
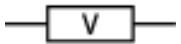
Сопротивление металлических и проволочных резисторов немного зависит от температуры. При этом зависимость от температуры практически линейная так как коэффициенты 2 и 4 порядка достаточно малы и при обычных измерениях ими можно пренебречь. Коэффициент α называют температурным коэффициентом сопротивления. Такая зависимость сопротивления от температуры позволяет использовать резисторы в качестве [термометров](#).

Сопротивление полупроводниковых резисторов может зависеть от температуры сильнее, возможно, даже экспоненциально по [закону Аррениуса](#), однако в практическом диапазоне температур и эту экспоненциальную зависимость можно заменить линейной



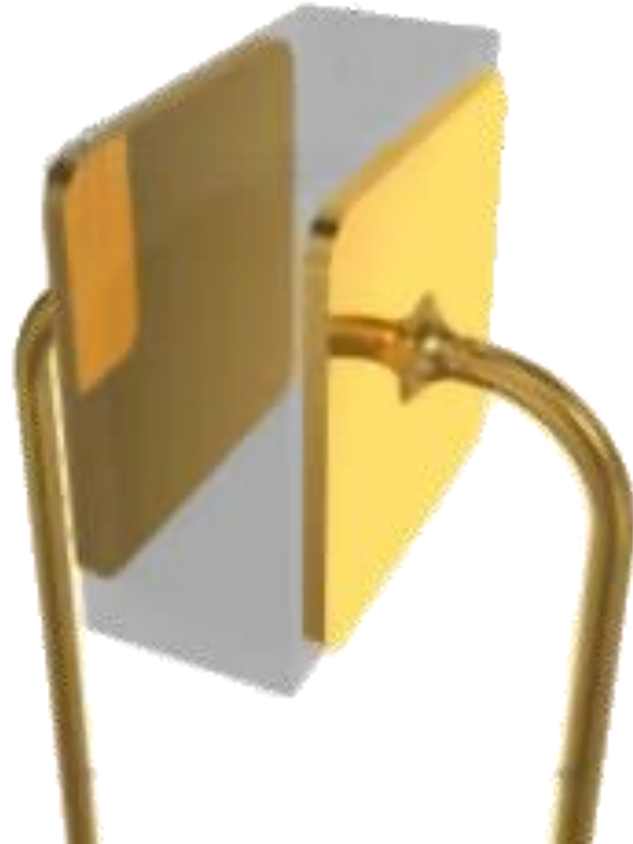
Лабораторный резистор

Условно – графическое обозначение резисторов

Обозначение по ГОСТ 2.728-74	Описание
	Постоянный резистор без указания номинальной мощности рассеивания
	Постоянный резистор номинальной мощностью рассеивания 0,05 Вт
	Постоянный резистор номинальной мощностью рассеивания 0,125 Вт
	Постоянный резистор номинальной мощностью рассеивания 0,25 Вт
	Постоянный резистор номинальной мощностью рассеивания 0,5 Вт
	Постоянный резистор номинальной мощностью рассеивания 1 Вт
	Постоянный резистор номинальной мощностью рассеивания 2 Вт
	Постоянный резистор номинальной мощностью рассеивания 5 Вт

Конденсатор

Конденсáтор (от [лат.](#) *condensare* — «уплотнять», «сгущать» или от [лат.](#) *condensatio* — «накопление») — [двухполюсник](#) с постоянным или переменным значением [ёмкости](#)^[1] 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

Конденсатор является пассивным электронным компонентом^[4]. 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)



Обозначение конденсаторов на схемах

Обозначение по ГОСТ 2.728-74	Описание
	Конденсатор постоянной ёмкости
	Поляризованный (полярный) конденсатор
	Подстроечный конденсатор переменной ёмкости
	Варикап

На [электрических принципиальных схемах](#) номинальная ёмкость конденсаторов обычно указывается в [микрофарадах](#) ($1 \text{ мкФ} = 1 \cdot 10^6 \text{ пФ} = 1 \cdot 10^{-6} \text{ Ф}$) и пикофарадах ($1 \text{ пФ} = 1 \cdot 10^{-12} \text{ Ф}$), но нередко и в нанофарадах ($1 \text{ нФ} = 1 \cdot 10^{-9} \text{ Ф}$). При ёмкости не более $0,01 \text{ мкФ}$, ёмкость конденсатора указывают в пикофарадах, при этом допустимо не указывать единицу измерения, то есть постфикс «пФ» опускают. При обозначении номинала ёмкости в других единицах указывают единицу измерения. Для электролитических конденсаторов, а также для высоковольтных конденсаторов на схемах, после обозначения номинала ёмкости, указывают их максимальное рабочее напряжение в вольтах (В) или киловольтах (кВ). Например так: « $10 \text{ мкФ} \times 10 \text{ В}$ ». Для [переменных конденсаторов](#) указывают диапазон изменения ёмкости, например так: « $10—180$ ». В настоящее время изготавливаются конденсаторы с номинальными ёмкостями из [десятичнологарифмических рядов значений E3, E6, E12, E24](#), то есть на одну декаду приходится 3, 6, 12, 24 значения, так, чтобы значения с соответствующим допуском (разбросом) перекрывали всю декаду.

Эквивалентное последовательное сопротивление — R_s

Эквивалентное последовательное сопротивление (ЭПС ([англ. ESR](#)), [внутреннее сопротивление](#)) обусловлено, главным образом, электрическим сопротивлением материала обкладок и выводов конденсатора и контакта(-ов) между ними, а также учитывает потери в диэлектрике. Обычно ЭПС возрастает с увеличением частоты тока, протекающего через конденсатор, вследствие [поверхностного эффекта](#).

В большинстве практических случаев этим параметром можно пренебречь, но, иногда (напр., в случае использования [электролитических конденсаторов](#) в [фильтрах импульсных блоков питания](#)), достаточно малое его значение существенно для надёжности и устойчивости работы устройства. В электролитических конденсаторах, где один из электродов является [электролитом](#), этот параметр при эксплуатации со временем деградирует, вследствие испарения растворителя из жидкого электролита и изменения его химического состава, вызванного взаимодействием с металлическими обкладками, что происходит относительно быстро в низкокачественных изделиях (см. [Capacitor plague](#) (англ.)).

Некоторые схемы (например, стабилизаторы напряжения) критичны к диапазону изменения ЭПС конденсаторов в своих цепях. Это связано с тем, что при проектировании таких устройств инженеры учитывают этот параметр в фазочастотной характеристике (ФЧХ) обратной связи стабилизатора. Существенное изменение со временем ЭПС применённых конденсаторов изменяет ФЧХ, что может привести к снижению [запаса устойчивости](#) контуров авторегулирования, и, даже, к самовозбуждению.

Существуют специальные приборы ([ESR-метр](#) ([англ.](#))) для измерения этого достаточно важного параметра конденсатора, по которому можно часто определить пригодность его дальнейшего использования в определённых целях. Этот параметр, кроме собственно ёмкости (ёмкость — это основной параметр) — часто имеет решающее значение в исследовании состояния старого конденсатора и принятия решения, стоит ли использовать его в определённой схеме, или он прогнозируемо выйдет за пределы допустимых отклонений.

Классификация конденсаторов

- **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.

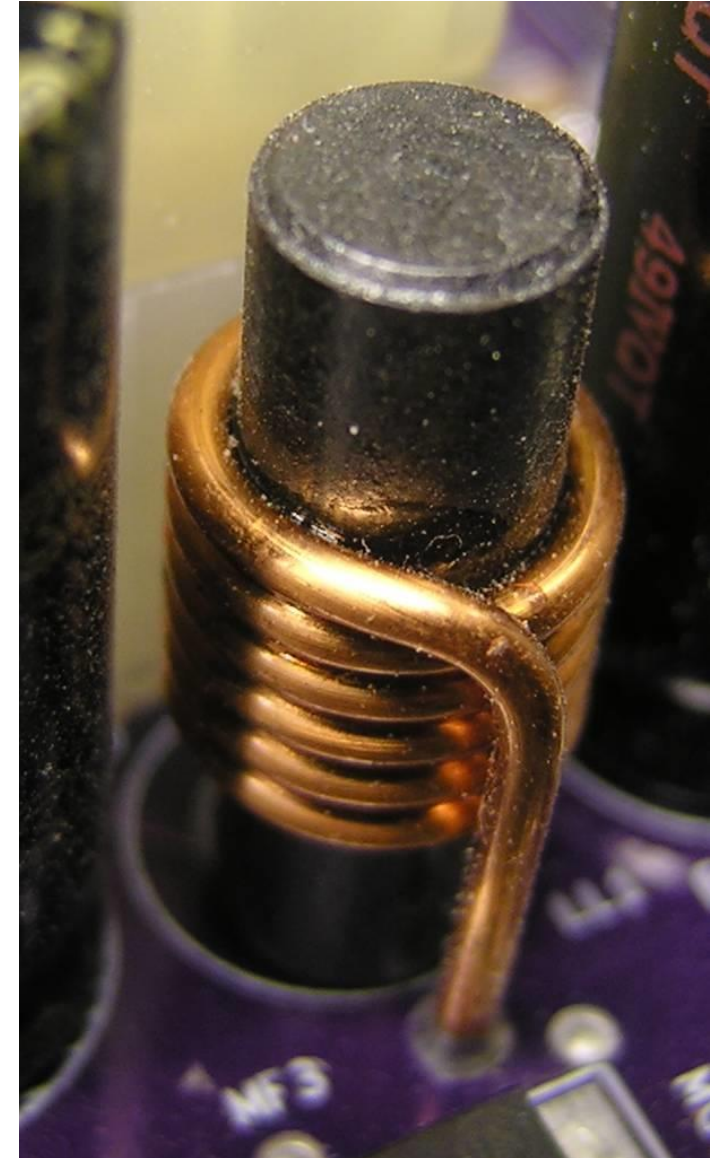


Катушка

ИНДУКТИВНОСТИ

Катушка индуктивности — [винтовая](#), [спиральная](#) или винтоспиральная катушка из свёрнутого изолированного [проводника](#), обладающая значительной [индуктивностью](#) при относительно малой [ёмкости](#) и малом [активном сопротивлении](#). Как следствие, при протекании через катушку переменного [электрического тока](#) наблюдается её значительная инерционность.

Применяются для подавления [помех](#), сглаживания биений, накопления энергии, ограничения [переменного тока](#), в [резонансных](#) ([колебательный контур](#)) и [частотно-избирательных](#) цепях, в качестве элементов индуктивности искусственных [линий задержки](#) с сосредоточенными параметрами, создания [магнитных полей](#), [датчиков перемещений](#) и так далее.



Конструкция катушки индуктивности

Конструктивно выполняется в виде [винтовых](#) или винтоспиральных (диаметр намотки изменяется по длине катушки) катушек однослойных или многослойных намоток [изолированного](#) одножильного или многожильного ([литцендрат](#)) [проводника](#) на [диэлектрическом каркасе](#) круглого, прямоугольного или квадратного сечения, часто на [тороидальном](#) каркасе или, при использовании толстого провода и малом числе витков — без каркаса. Иногда, для снижения распределённой [паразитной ёмкости](#), при использовании в качестве *высокочастотного дросселя* однослойные катушки индуктивности наматываются с «прогрессивным» шагом — шаг намотки плавно изменяется по длине катушки. Намотка может быть как *однослойной* (рядовая и с шагом), так и *многослойной* (рядовая, внавал, типа «универсал»). Намотка «универсал» имеет меньшую паразитную ёмкость. Часто, опять же, для снижения паразитной ёмкости, намотку выполняют секционированной, группы витков отделяются пространственно (обычно по длине) друг от друга.

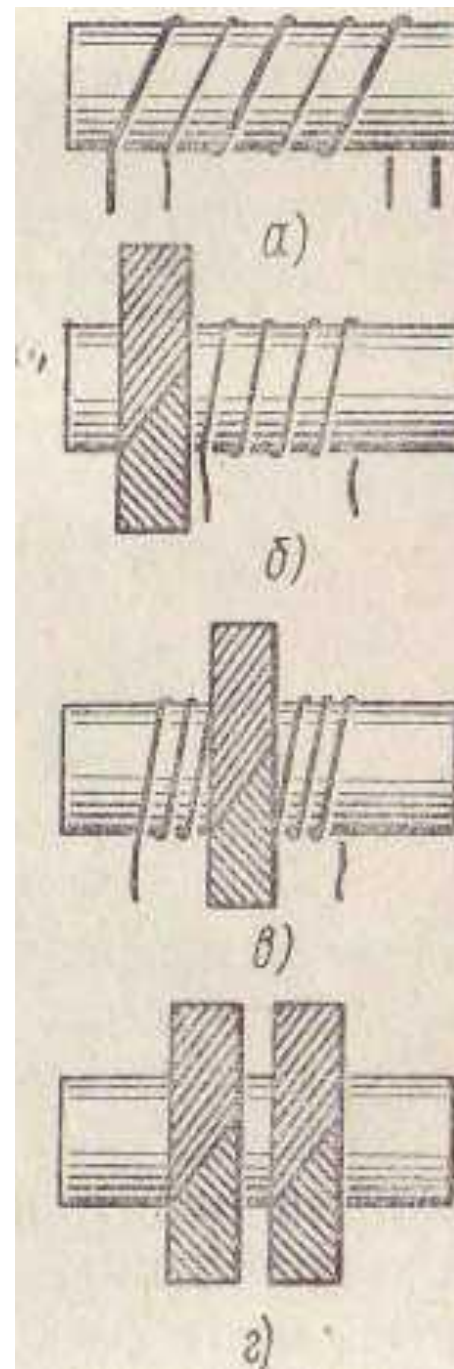
Для увеличения индуктивности катушки часто снабжают замкнутым или разомкнутым ферромагнитным сердечником. Дроссели подавления высокочастотных помех имеют ферродиэлектрические сердечники: [ферритовые](#), флюкстроловые, из [карбонильного железа](#). Дроссели, предназначенные для сглаживания пульсаций промышленной и звуковой частот, имеют сердечники из электротехнических сталей или магнитомягких сплавов ([пермаллоев](#)). Также сердечники (в основном ферромагнитные, реже [диамагнитные](#)) используют для изменения индуктивности катушек в небольших пределах путём изменения положения сердечника относительно обмотки. На [сверхвысоких частотах](#), когда ферродиэлектрики теряют свою магнитную проницаемость и резко увеличивают потери, применяются металлические ([латунные](#)) сердечники.

На печатных платах электронных устройств также иногда делают плоские «катушки» индуктивности: геометрия печатного проводника выполняется в виде круглой или прямоугольной спирали, волнистой линии или в виде [меандра](#). Такие «катушки индуктивности» часто используются в сверхбыстродействующих цифровых устройствах для выравнивания времени распространения группы сигналов по разным печатным проводникам от источника до приемника, например, в шинах [данных](#) и [адреса](#)

Классификация катушек ИНДУКТИВНОСТИ

Контурные катушки индуктивности. Эти катушки используются совместно с конденсаторами для получения резонансных контуров. Они должны иметь высокую стабильность, точность и добротность.

Катушки связи. Такие катушки применяются для обеспечения индуктивной связи между отдельными цепями и каскадами. Такая связь позволяет разделить по постоянному току цепи базы и коллектора и т. д. К таким катушкам не предъявляются жёсткие требования на добротность и точность, поэтому они выполняются из тонкого провода в виде двух обмоток небольших габаритов. Основными параметрами этих катушек являются индуктивность и коэффициент связи.



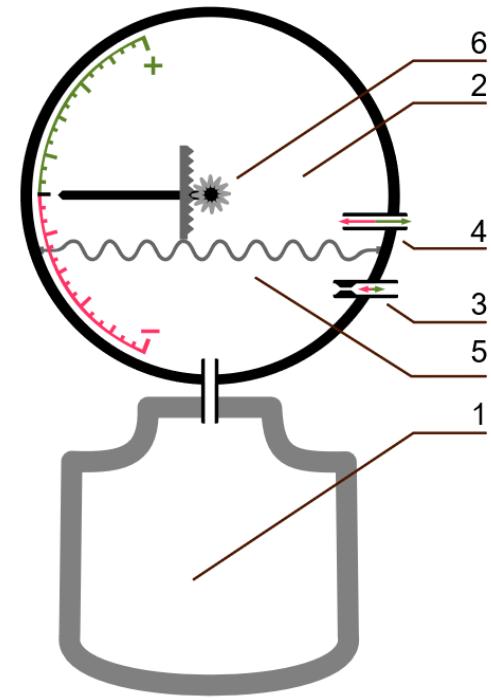
Условное
обозначение
катушки
ИНДУКТИВНОСТИ

а) – две однослойные;
б) – однослойная и
многослойная; в) -
однослойная (раздвоенная)
и многослойная; г) – две
многослойные.

**Рисунок 5.9 –
Варианты конструкций
катушек связи.**

Вариометры. Это катушки, индуктивность которых можно изменять в процессе эксплуатации для перестройки колебательных контуров. Они состоят из двух катушек, соединённых последовательно. Одна из катушек неподвижная (статор), другая располагается внутри первой и вращается (ротор). При изменении положения ротора относительно статора изменяется величина взаимной индукции, а следовательно, индуктивность вариометра. Такая система позволяет изменять индуктивность в 4 – 5 раз. В ферровариометрах индуктивность изменяется перемещением ферромагнитного сердечника.

Дроссели. Это катушки индуктивности, обладающие высоким сопротивлением переменному току и малым сопротивлением постоянному. Применяются в цепях питания радиотехнических устройств в качестве фильтрующего элемента. Для сетей питания с частотами 50-60 Гц выполняются на сердечниках из трансформаторной стали. На более высоких частотах также применяются сердечники из пермаллоя или феррита. Особая разновидность дросселей — помехоподавляющие ферритовые бочонки (бусины) на проводах.



Индуктивное сопротивление катушки

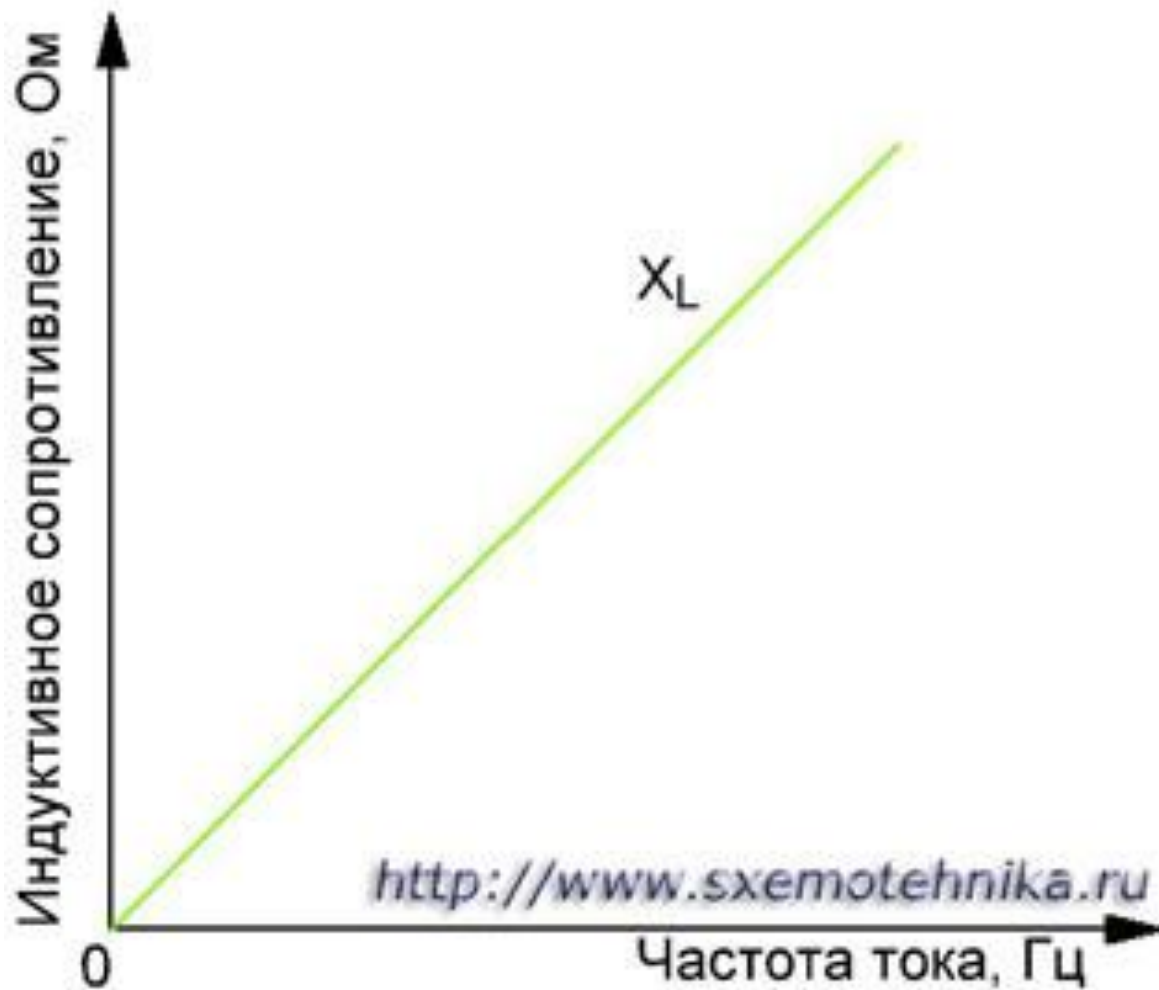
Так как самоиндукция препятствует всякому резкому изменению силы тока в цепи, то, следовательно, она представляет собой для переменного тока особого рода сопротивление, называемое **индуктивным сопротивлением**.

Чисто индуктивное сопротивление отличается от обычного (омического) сопротивления тем, что при прохождении через него переменного тока в нем не происходит потери мощности.

Под *чисто индуктивным сопротивлением* мы понимаем сопротивление, оказываемое переменному току катушкой, проводник которой не обладает вовсе омическим сопротивлением. В действительности же всякая катушка обладает некоторым омическим сопротивлением. Но если это сопротивление невелико по сравнению с индуктивным сопротивлением, то им можно пренебречь.

При этом наблюдается следующее явление: в течение одной четверти периода, когда ток возрастает, магнитное поле потребляет энергию из цепи, а в течение следующей четверти периода, когда ток убывает, возвращает ее в цепь. Следовательно, в среднем за период в индуктивном сопротивлении мощность не затрачивается. Поэтому индуктивное сопротивление называется реактивным (прежде его неправильно называли безваттным).

Индуктивное сопротивление одной и той же катушки будет различным для токов различных частот. Чем выше частота переменного тока, тем большую роль играет индуктивность и тем больше будет индуктивное сопротивление данной катушки. Наоборот, чем ниже частота тока, тем индуктивное сопротивление катушки меньше. При частоте, равной нулю (установившийся постоянный ток), индуктивное сопротивление тоже равно нулю.



Зависимость индуктивного сопротивления катушки от частоты переменного тока. **Реактивное сопротивление катушки возрастает с увеличением частоты тока.**

Список используемой литературы

- *Котенёв С. В., Евсеев А. Н.* Расчет и оптимизация тороидальных трансформаторов и дросселей. — М.: Горячая линия — Телеком, 2013. — 360 с. — 500 экз. — [ISBN 978-5-9912-0186-5](https://www.isbn-international.org/product/978-5-9912-0186-5).
- Справочник по элементам радиоэлектронных устройств / под ред. В. Н. Дулина, М. С. Жука — М.: Энергия, 1978
- Учебник физики для средних специальных учебных заведений. Авторы: Л. С. Жданов, Г. Л. Жданов.
- <https://ru.wikipedia.org>