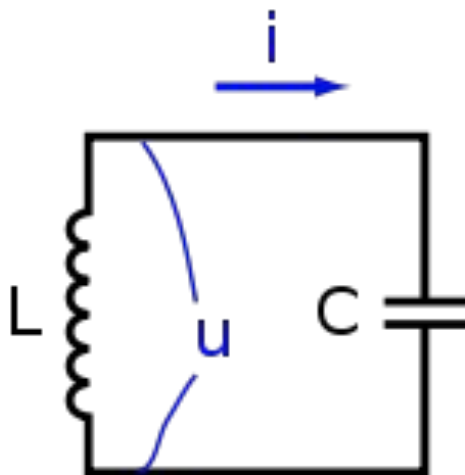


Тема 4. Колебательный контур, частотные фильтры

Цель: Колебательный контур, резонансная частота, широкополосный фильтр, узкополосный фильтр. Полное и реактивное сопротивление

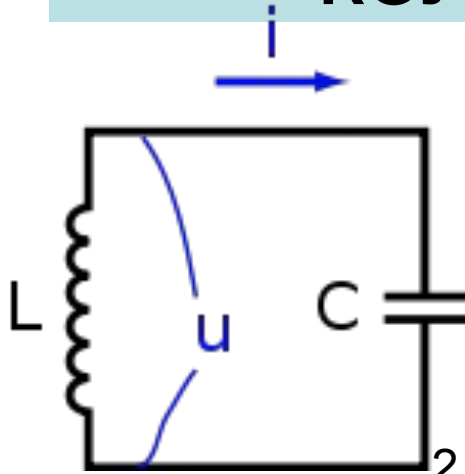
Колебательный контур

- Колебательный контур – это электрическая цепь состоящая из параллельно соединенных конденсатора и индуктивности.
- При зарядке конденсатора энергией в нем возникают свободные электромагнитные колебания.
- Колебательный контур обладает резонансной частотой.



$$f_0 = \frac{1}{2\pi\sqrt{LC}}$$

Принцип действия колебательного контура



1. Если зарядить конденсатор, то он накопит энергию, определяемую формулой:

$$E_C = \frac{CU_0^2}{2}$$

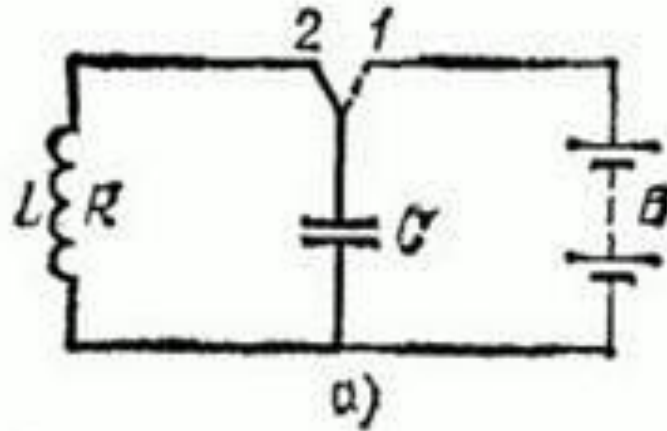
2. При соединении конденсатора с катушкой индуктивности, в цепи потечёт ток, что вызовет в катушке электродвижущую силу (ЭДС) самоиндукции, направленную на уменьшение тока в цепи.

3. Происходит полный разряд конденсатора и накопленная им энергия перейдет в энергию электромагнитного поля индуктивности:

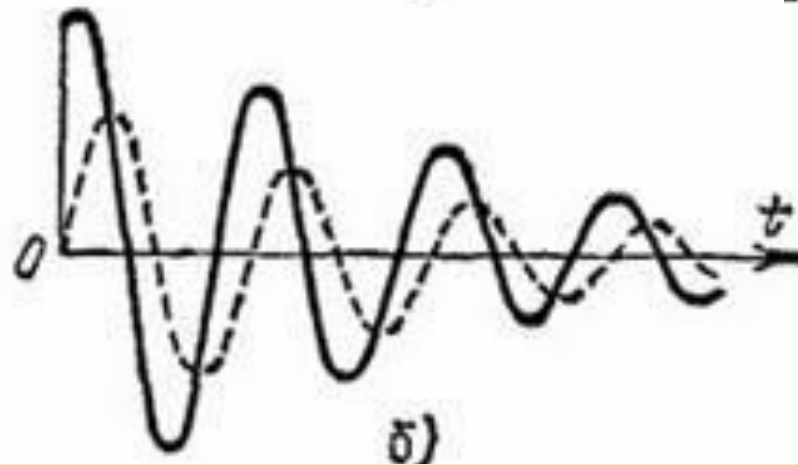
$$E_L = \frac{LI_0^2}{2}$$

4. Самоиндукция вызовет появление в цепи тока другого направления, что приведет к процессу зарядки конденсатора

Затухающие колебания LC контура

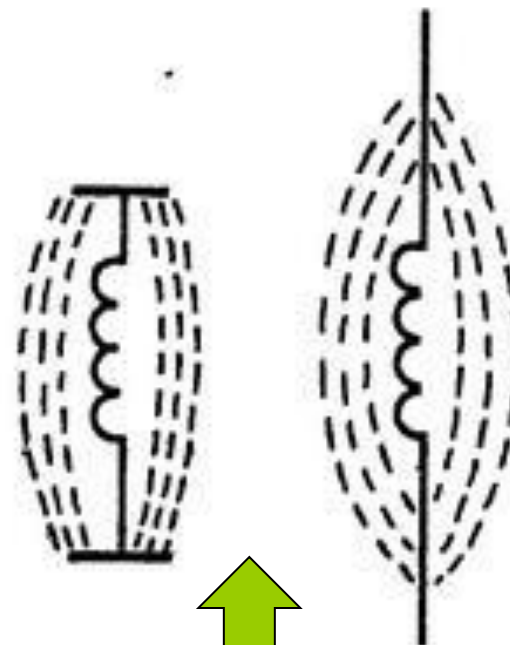
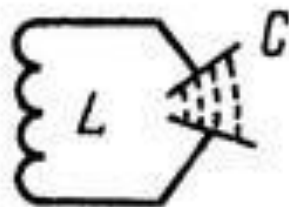
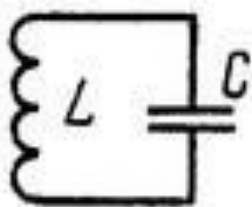


$$f_0 = \frac{1}{2\pi\sqrt{LC}}$$



Уменьшение сигнала связано с потерями энергии на паразитных резисторах

Открытый колебательный контур



Радиоволны делятся на диапазоны:

ДВ- до 100 кГц, 30-100 кГц;

СВ- 100 кГц-1500 кГц;

КВ- 6 мГц- 30 мГц;

УКВ- свыше 30 мГц.

УКВ делятся на:

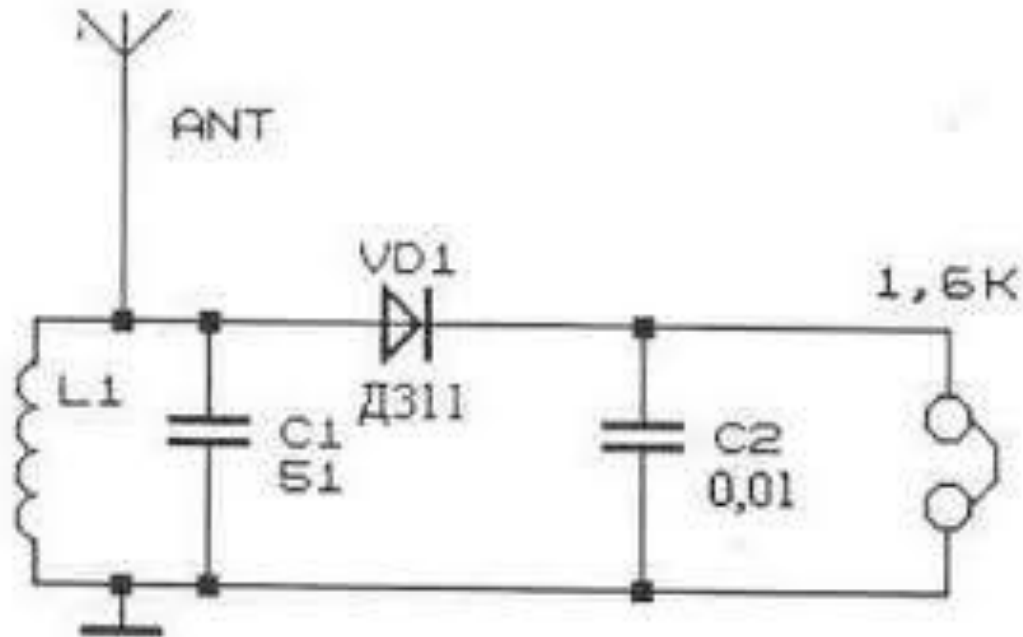
метровые волны 30-300 мГц;

дециметровые 300 -3000 мГц;

сантиметровые 3000-30000 мГц.

Излучающая антенна

Детекторный приемник



Колебательный контур с помощью подстройки резонансной частоты может настраиваться на определенную электромагнитную волну эфира

Линейные элементы

- **Определение.** Если на вход линейной схемы подан синусоидальный сигнал с частотой f , то на выходе будет получен также синусоидальный сигнал с такой же частотой, но, возможно с другой амплитудой и фазой.
- Резисторы, конденсаторы и индуктивности являются линейными элементами.

Полное и реактивное сопротивление

- Конденсаторы и индуктивности меняют свои характеристики в зависимости от частоты рабочего сигнала.
- Реактивным сопротивлением называют следующие значения:

$$Z_R = R$$

Для резистора

$$Z_C = -j / \omega C$$

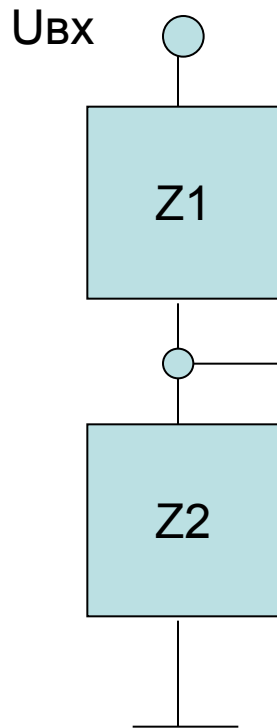
Для конденсатора

$$Z_L = j\omega L$$

Для индуктивности

J – обозначение комплексного числа.

Обобщенная схема делителя с участием индуктивностей и конденсаторов



$$I = U_{\text{ВХ}} / Z_{\text{ПОЛН}}$$

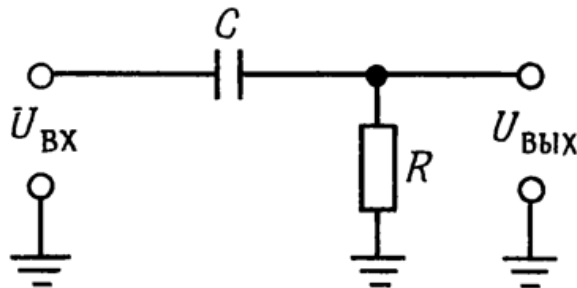
$$Z_{\text{ПОЛН}} = Z_1 + Z_2$$

$$U_{\text{ВЫХ}} = U_{\text{ВХ}} \times [Z_2 / (Z_1 + Z_2)]$$

Подставляя в формулу значение реактивного сопротивления можно порождать формулы позволяющие проводить частотный анализ схем.

RC Фильтр высоких частот

- **ФВЧ** — электронный или любой другой фильтр, пропускающий высокие частоты входного сигнала, при этом подавляя частоты сигнала ниже частоты среза.

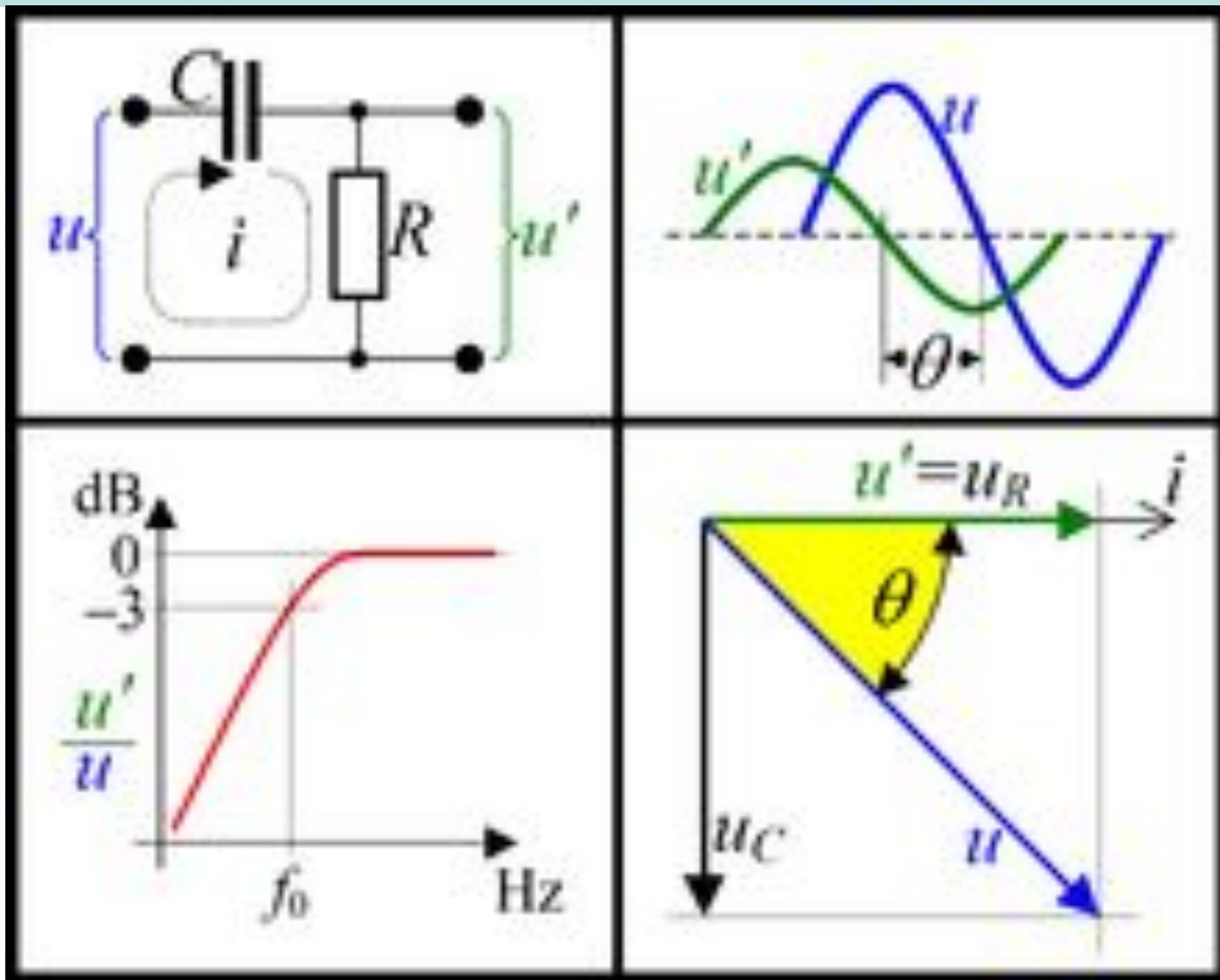


$$f_0 = \frac{1}{2\pi RC}$$

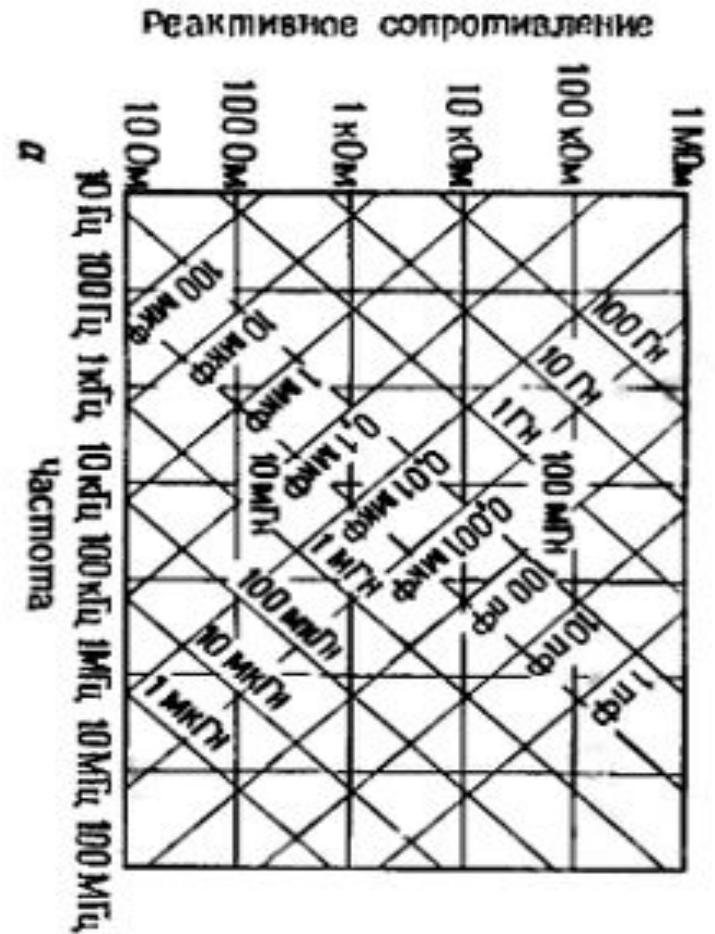
$$I = \frac{U_{ВХ}}{Z_{ПОЛН}} = \frac{U_{ВХ}}{R - (j/\omega C)} = \frac{U_{ВХ} [R + (j/\omega C)]}{R^2 + 1/\omega^2 C^2}$$

$$U_{ВЫХ} = I \times Z_R = IR = \frac{U_{ВХ} U_{ВХ} [R + (j/\omega C)] R}{R^2 + 1/\omega^2 C^2}$$

Фильтр высоких частот

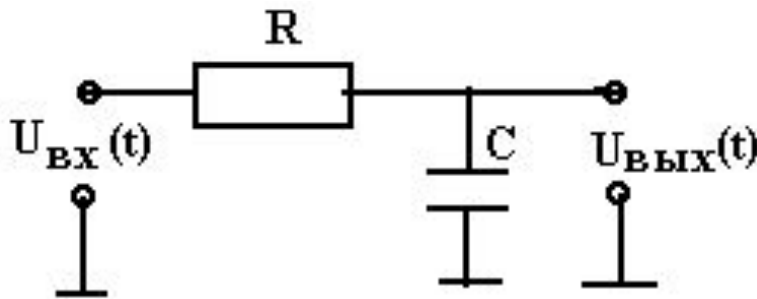


Изменение реактивного сопротивления от частоты

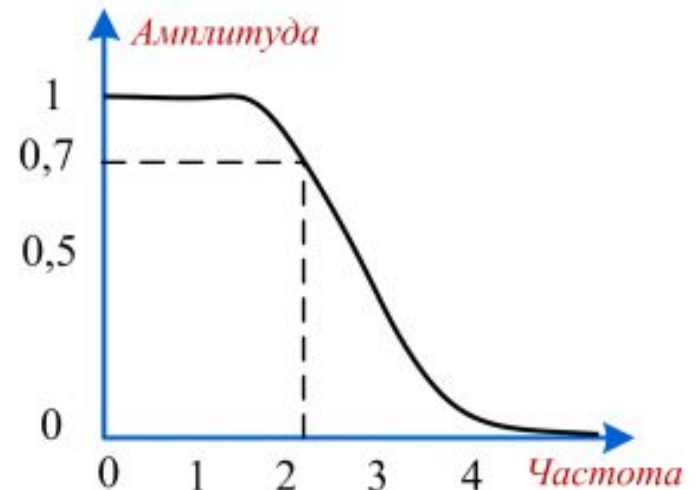


RC фильтр низких частот

- ФНЧ — электронный фильтр, эффективно пропускающий частотный спектр сигнала ниже некоторой частоты (частоты среза) и уменьшающий (подавляющий) частоты сигнала выше этой частоты.



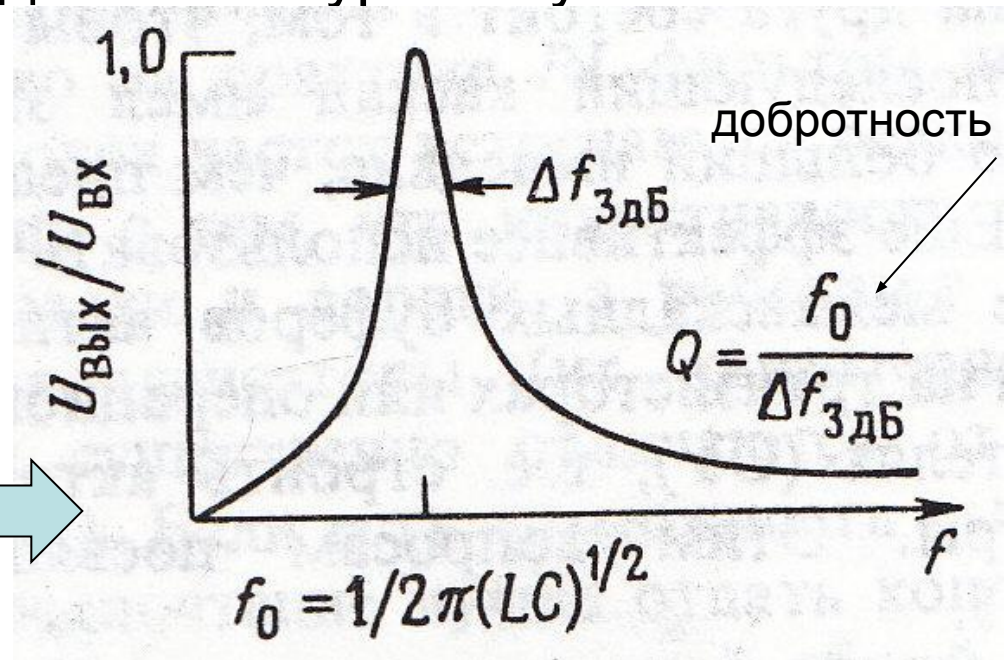
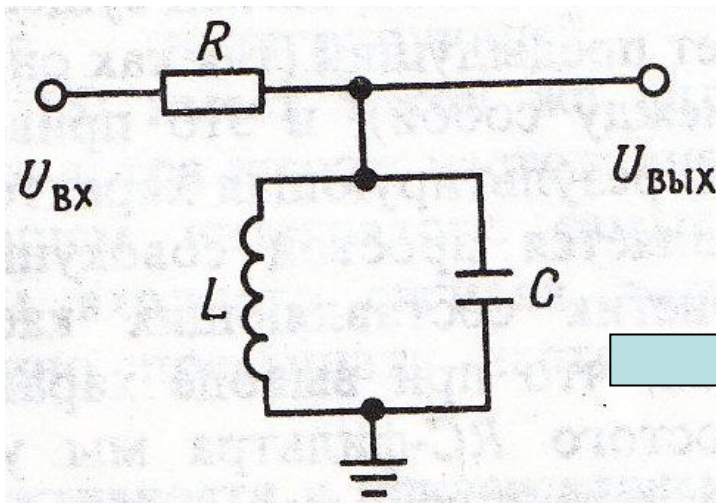
$$f_0 = \frac{1}{2\pi RC}$$



Резонансные схемы и активные фильтры

- LC схемы позволяют изменить частотную характеристику схемы.
- Широкополосный фильтр позволяет выделить частотный сигнал определенного уровня усиления

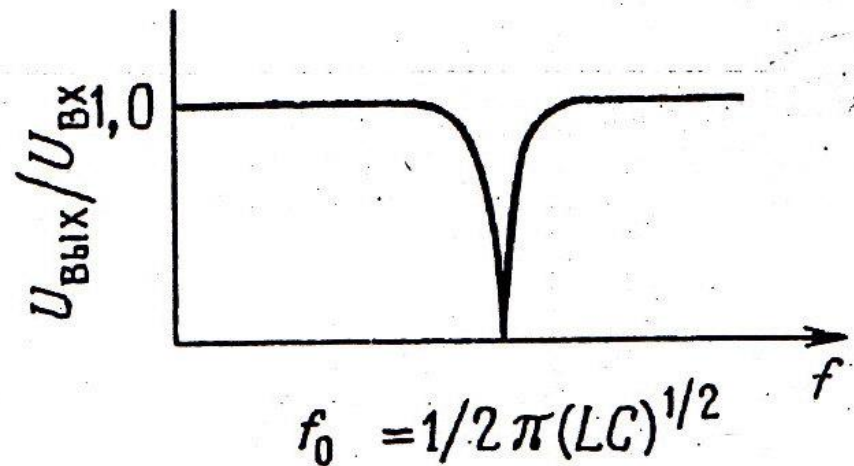
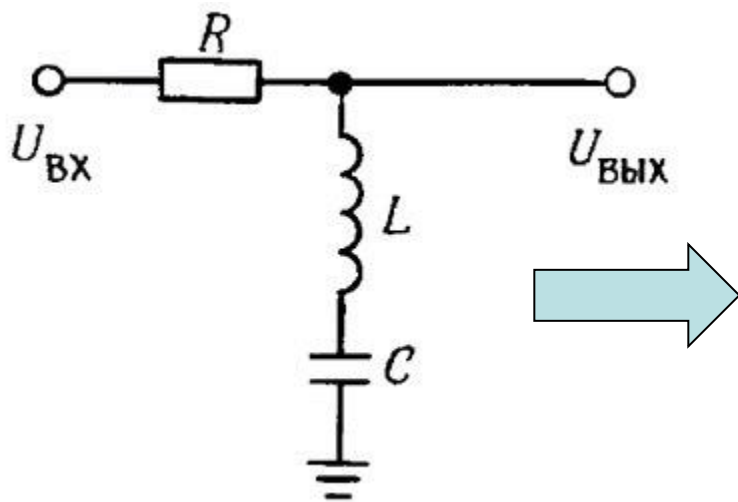
Схема LC с R создает делитель напряжения



Частотная характеристика

Узкополосный LC фильтр

- Позволяет вырезать из сигнала участок с определенной частотой.



Несколько слов о проводах

Диаметр проводника, мм	Сечение проводника, мм ²	Ток, А, для проводов, проложенных					
		открыто	в одной трубе				
			двух одно-жильных	трех одно-жильных	четырех одно-жильных	одного двух-жильного	одного трех-жильного
0.8	0.5	11					
1	0.75	15					
1.1	1	17	16	15	14	15	14
1.2	1.2	20	18	16	15	16	14.5
1.4	1.5	23	19	17	16	18	15
1.6	2	26	24	22	20	23	19
1.8	2.5	30	27	25	25	25	21
2	3	34	32	28	26	28	24
2.3	4	41	38	35	30	32	27
2.5	5	46	42	39	34	37	31
2.8	6	50	46	42	40	40	34
3.2	8	62	54	51	46	48	43
3.6	10	80	70	60	50	55	50
4.5	16	100	85	80	75	80	70

Несколько слов о проводах

Открытая проводка						Сечение кабеля мм ²	Скрытая проводка					
Медь (Cu)			Алюминий (Al)				Медь (Cu)			Алюминий (Al)		
Ток А	Мощность кВт		Ток (Ампер)	Мощность кВт			Ток А	Мощность кВт		Ток (Ампер)	Мощность кВт	
	220 В	380 В		220 В	380 В	220 В		380 В	220 В		380 В	
11	2,4	-	-	-	-	0,5	-	-	-	-	-	
15	3,3	-	-	-	-	0,75	-	-	-	-	-	
17	3,7	6,4	-	-	-	1	14	3,0	5,3	-	-	
23	5,0	8,7	-	-	-	1,5	15	3,3	5,7	-	-	
26	5,7	9,8	21	4,6	7,9	2,0	19	4,1	7,2	14	3,0	5,3
30	6,6	11	24	5,2	9,1	2,5	21	4,6	7,9	16	3,5	6,0
41	9	15	32	7,0	12	4	27	5,9	10	21	4,6	7,9
50	11	19	39	8,5	14	6	34	7,4	12	26	5,7	9,8
80	17	30	60	13	22	10	50	11	19	38	8,3	14
100	22	38	75	16	28	16	80	17	30	55	12	20
140	30	53	105	23	39	25	100	22	38	65	14	24
170	37	64	130	28	49	35	135	29	51	75	16	28