

Раздел 4. Линейные цепи периодического несинусоидального тока

4.1. Способы представления и параметры несинусоидальных величин

Параметры несинусоидальных величин:

- Действующее значение $U = \sqrt{\frac{1}{T} \cdot \int_0^T u^2 dt}$
- Среднее значение $U_{cp} = \frac{1}{T} \cdot \int_0^T u dt$
- Период (частота)

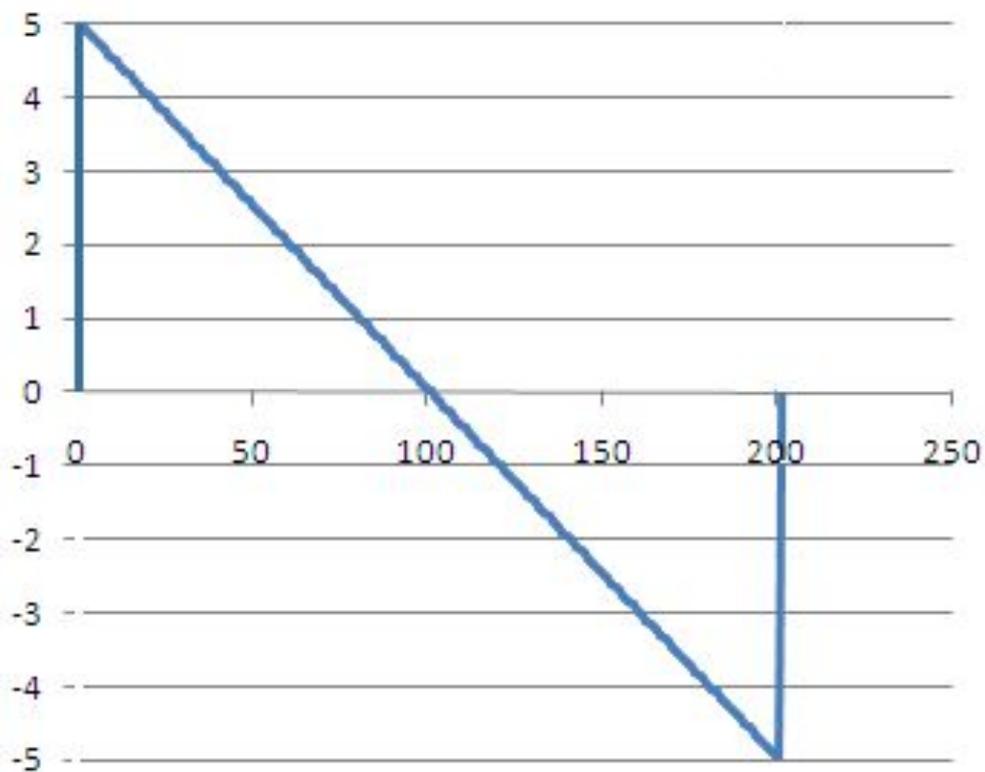
4.1. Способы представления и параметры несинусоидальных величин

Способы представления периодических несинусоидальных величин:

- Графическое изображение
- Разложение в ряд Фурье
- Спектральное представление

4.1. Способы представления и параметры несинусоидальных величин

Пример представления несинусоидальной функции в виде суммы гармоник



4.1. Способы представления и параметры несинусоидальных величин

Разложение в ряд Фурье

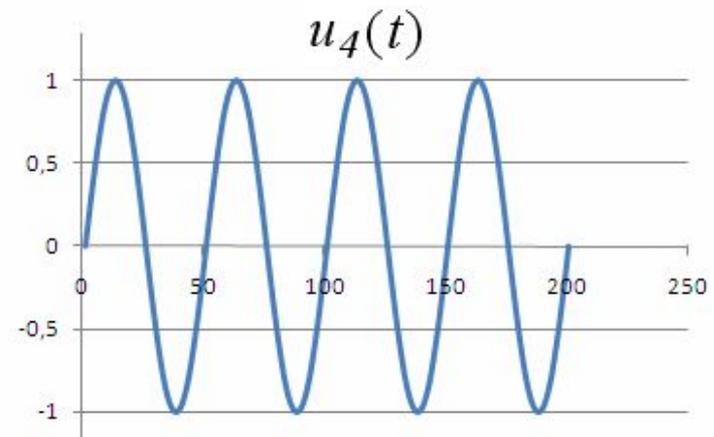
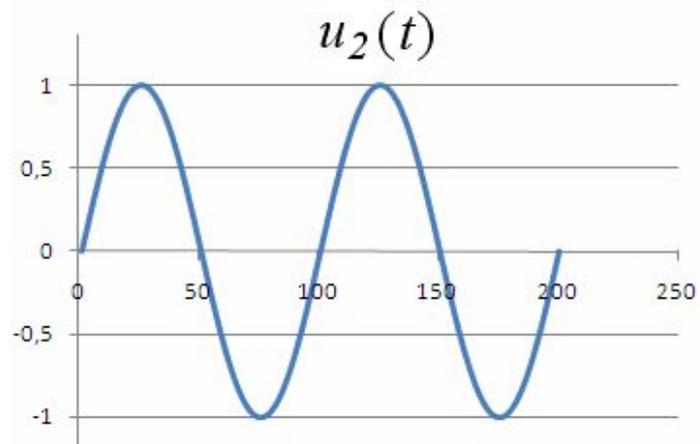
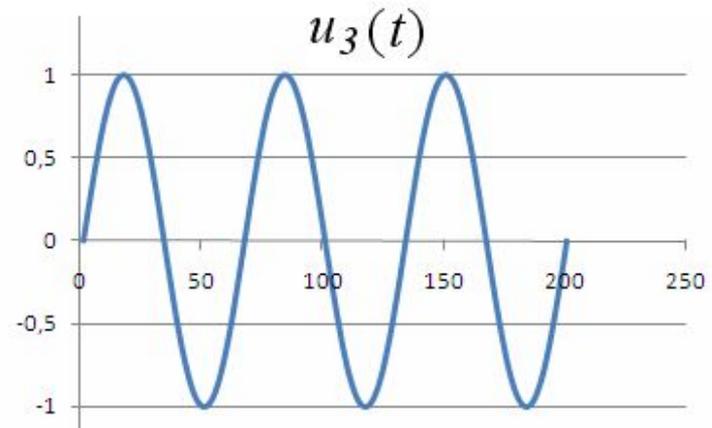
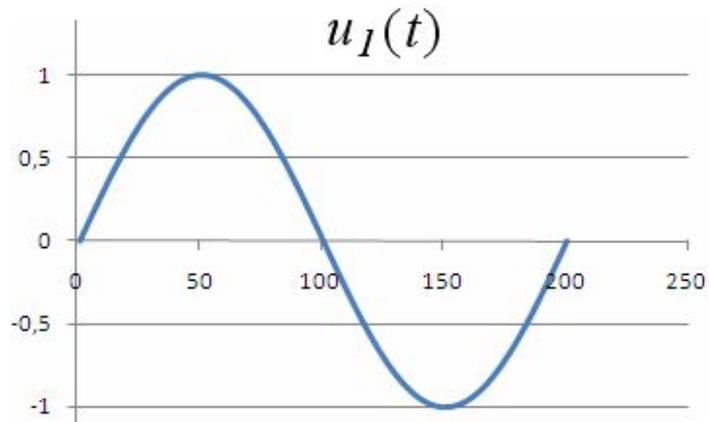
$$u(t) = U + u_1(t) + u_2(t) + u_3(t) + \dots$$

$$\text{где : } u_1(t) = U_{m1} \cdot \text{Sin}(\omega t);$$

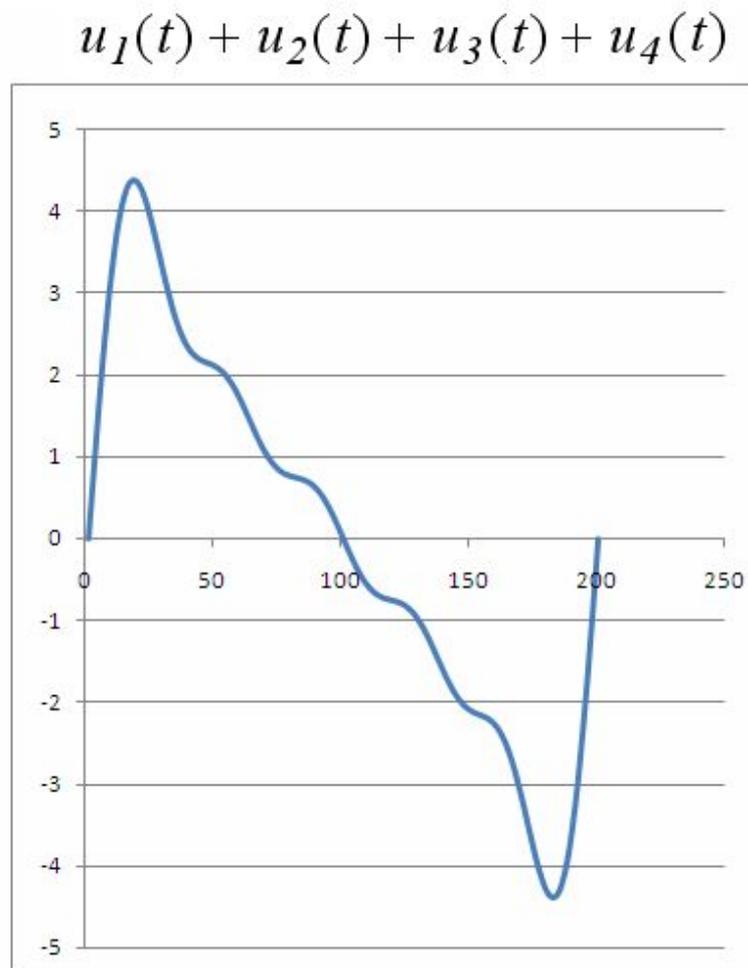
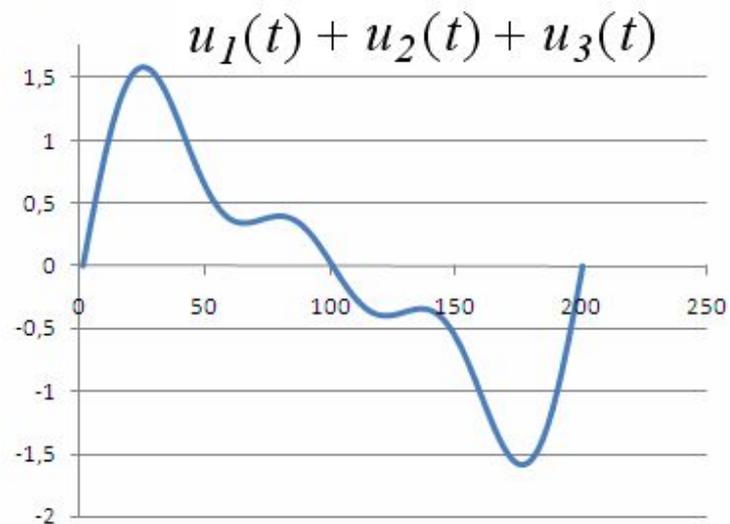
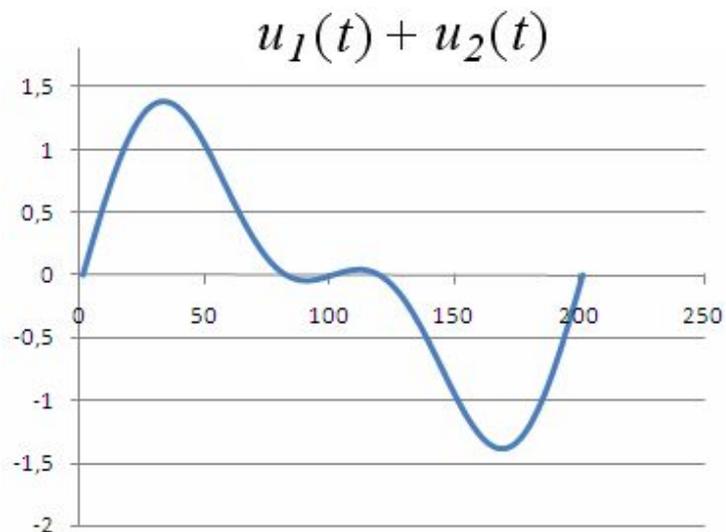
$$u_2(t) = U_{m2} \cdot \text{Sin}(2\omega t);$$

$$u_3(t) = U_{m3} \cdot \text{Sin}(3\omega t) \dots$$

4.1. Способы представления и параметры несинусоидальных величин



4.1. Способы представления и параметры несинусоидальных величин



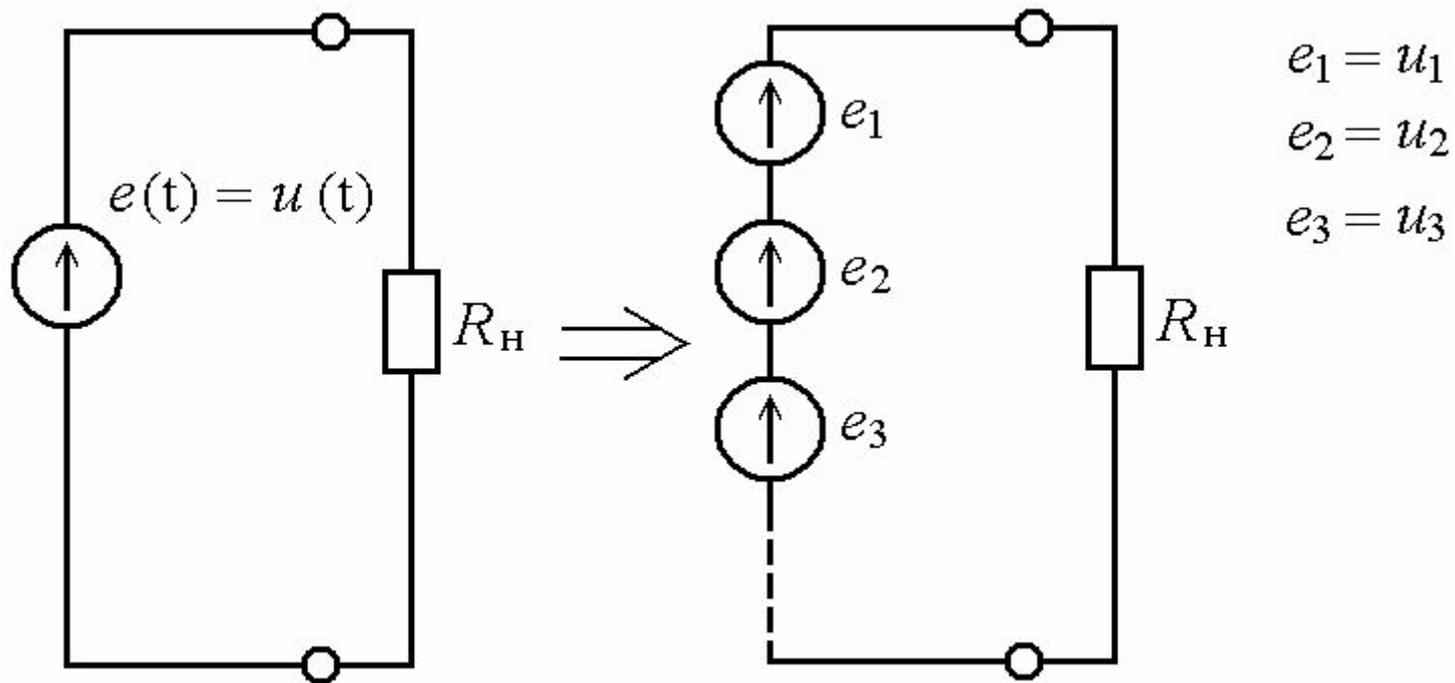
4.2. Анализ линейных цепей несинусоидального тока

Анализ проводится методом суперпозиции

Алгоритм расчета:

1. Раскладываем периодическую ЭДС в ряд Фурье. Получаем цепь, в которой существует N синусоидальных ЭДС

4.2. Анализ линейных цепей несинусоидального тока



4.2. Анализ линейных цепей несинусоидального тока

- Проводим расчет цепи для каждой гармоники
- Результирующий ток находим как сумму токов каждой гармоники

$$U = \sqrt{\frac{1}{T} \int_0^T (u(t))^2 dt} = \sqrt{U_0^2 + \sum_k U_k^2}$$

$$U = \sqrt{U_0^2 + U_1^2 + U_2^2 + U_3^2 + \dots}$$

Раздел 5.
Четырехполюсники

Четырехполюсники

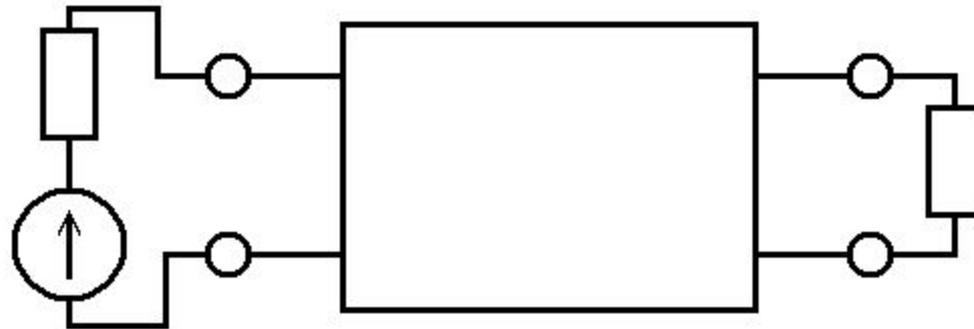
Часть электрической цепи, рассматриваемая по отношению к любым двум парам её зажимов, называется **четырёхполюсником**.

Зажимы **четырёхполюсника**, к которым присоединяется источник электрической энергии, называются **ВХОДНЫМИ**.

Зажимы **четырёхполюсника**, к которым присоединяется нагрузка, называются **ВЫХОДНЫМИ**.

Четырехполюсники

Четырехполюсником можно представить однофазную линию передачи электрической энергии, трансформатор, электрический фильтр, усилитель или любое другое устройство, имеющее два зажима ВХОДНЫХ и два зажима ВЫХОДНЫХ.



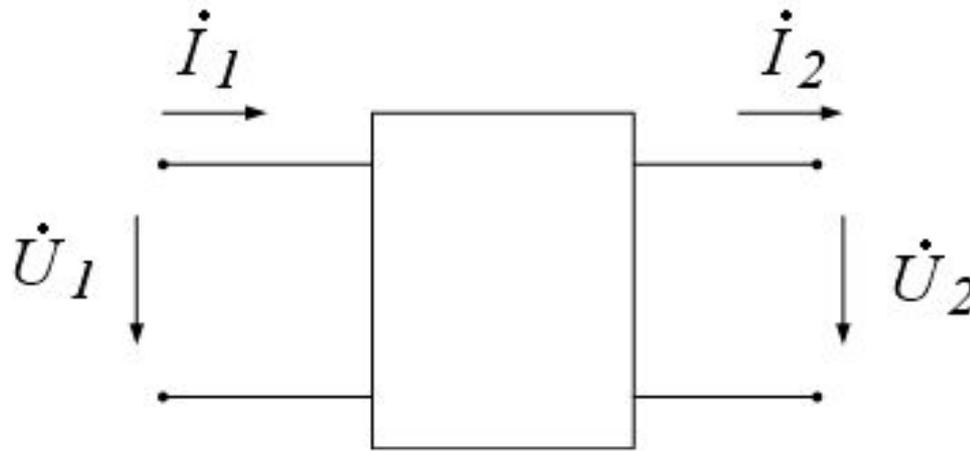
Четырехполюсники

Четырехполюсники подразделяются на
активные и **пассивные**.

Активный – если четырехполюсник содержит
внутри источник электрической энергии.

Пассивный – если не содержит внутри источник.

5.1. Способы описания четырёхполюсников



$$\dot{U}_1 = \underline{h}_{11} \cdot \dot{I}_1 + \underline{h}_{12} \cdot \dot{U}_2$$

$$\dot{I}_2 = \underline{h}_{21} \cdot \dot{I}_1 + \underline{h}_{22} \cdot \dot{U}_2$$

5.1. Способы описания четырехполюсников

Смысл H-параметров:

h_{11} - входное сопротивление при к.з. на выходе

h_{12} - коэффициент обратной связи при х.х. на входе

h_{21} - коэффициент передачи по току при к.з. на выходе

h_{22} - выходная проводимость при х.х. на входе

5.2. Способы описания четырехполюсника

Существуют уравнения четырехполюсника в A, B, Y, H, G, Z - параметрах

Описание в Z-параметрах

$$U_1 = h_{11} \cdot I_1 + h_{12} \cdot I_2$$

$$U_2 = h_{21} \cdot I_1 + h_{22} \cdot I_2$$

5.2. Способы описания четырехполюсника

Смысл Z-параметров:

Z_{11} - входное сопротивление при х.х. на выходе

Z_{12} - передаточное сопротивление при х.х. на входе

Z_{21} - передаточное сопротивление при х.х. на выходе

Z_{22} - выходное сопротивление при х.х. на входе

5.2. Простейшие фильтры

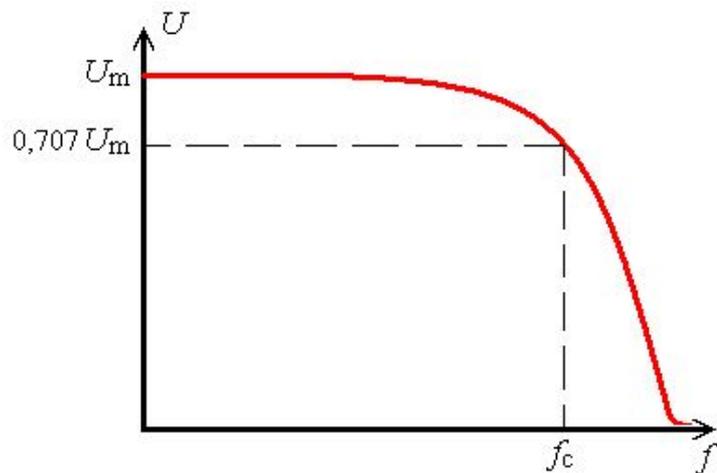
Электрический фильтр – это четырехполюсник, предназначенный для выделения или подавления на нагрузочном устройстве напряжения заданного диапазона частот.

Основные характеристики фильтров:

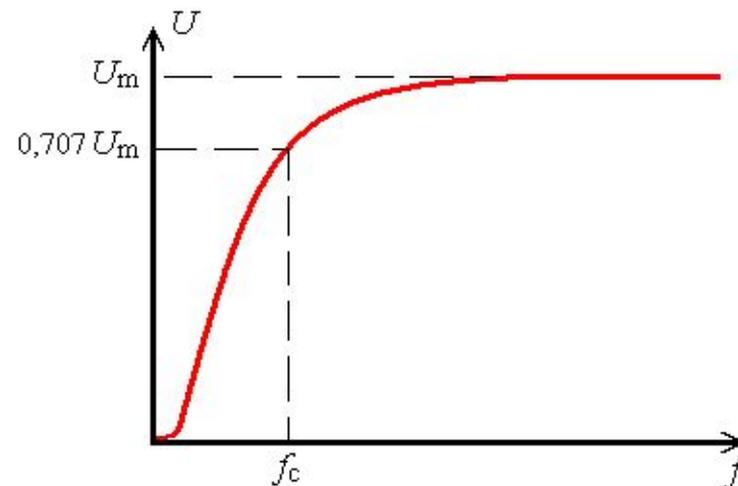
- АЧХ (амплитудно-частотная характеристика),
- ФЧХ (фазо-частотная характеристика)

5.2. Простейшие фильтры

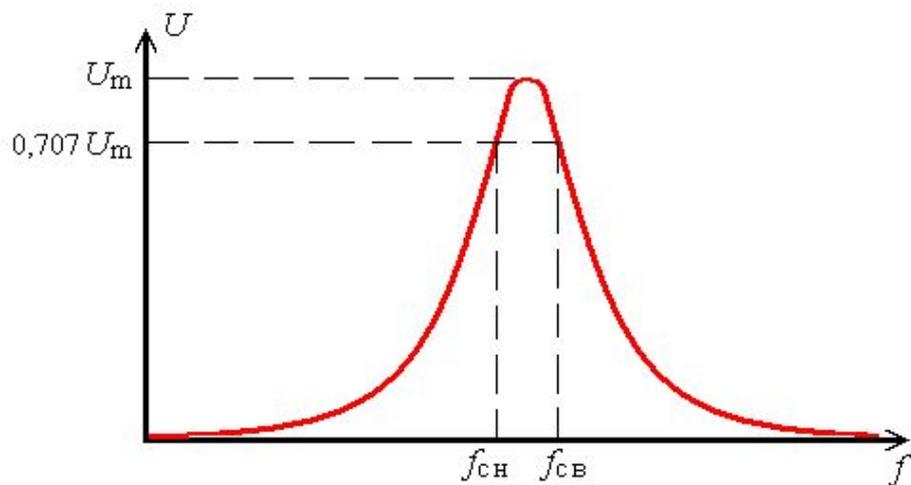
Фильтр нижних частот



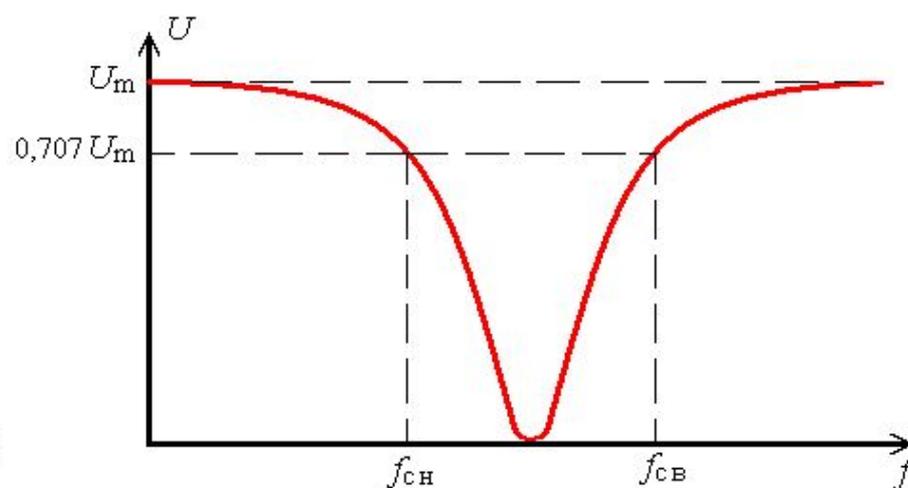
Фильтр верхних частот



Полосовой фильтр



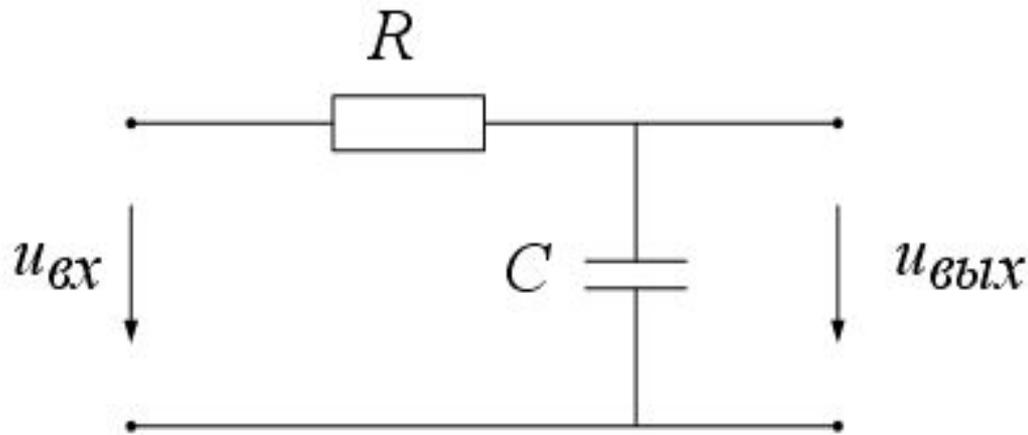
Загородительный фильтр



5.2. Простейшие фильтры

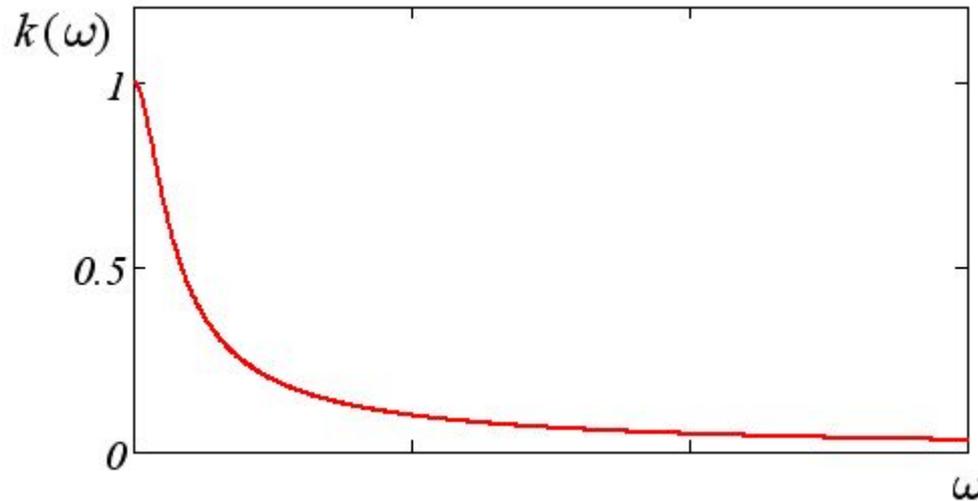
1. Фильтр нижних частот (ФНЧ)

ФНЧ выделяет постоянную составляющую и подавляет переменные составляющие



5.2. Простейшие фильтры

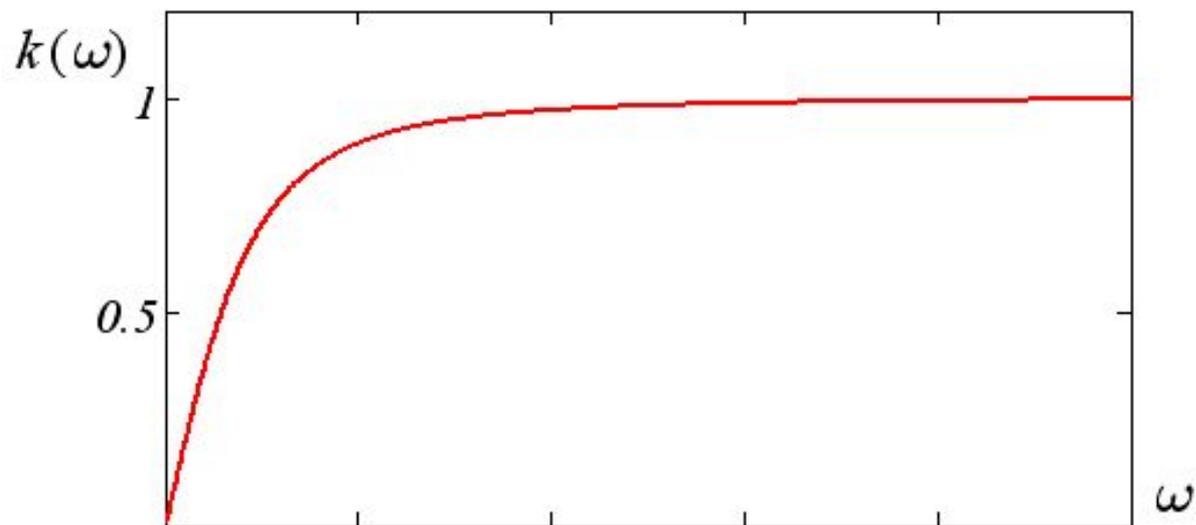
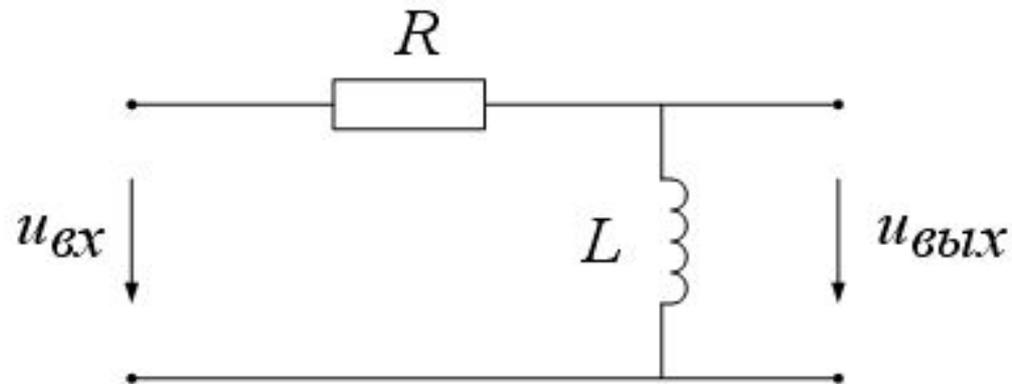
АЧХ ФНЧ



$$K_u = \frac{U_{\text{вых}}}{U_{\text{вх}}} = \frac{1}{\sqrt{1 + (\omega \cdot R \cdot C)^2}}$$

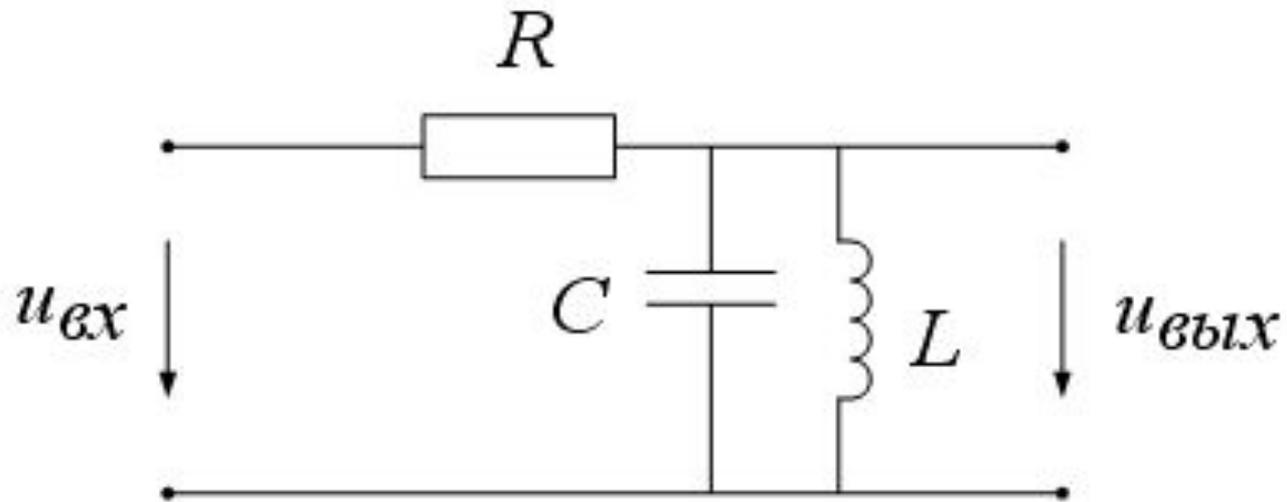
5.2. Простейшие фильтры

2. Фильтр высоких частот (ФВЧ)



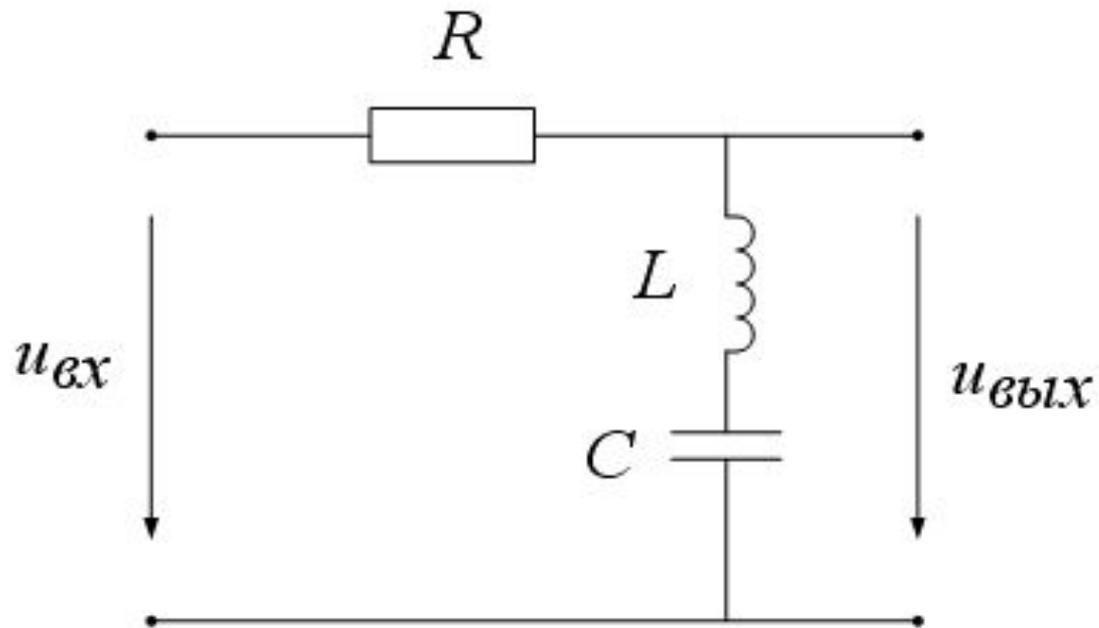
5.2. Простейшие фильтры

3. Избирательный фильтр



5.2. Простейшие фильтры

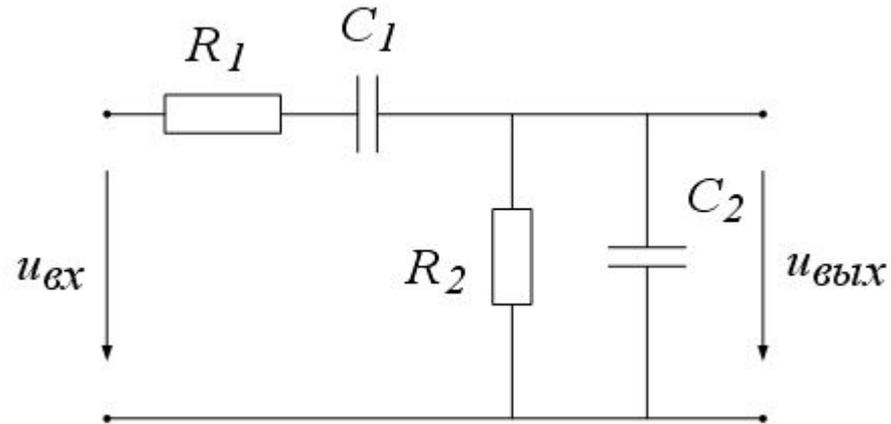
4. Загородительный фильтр



5.2. Простейшие фильтры

5. Полосовые RC-фильтры

Мост Вина



Двойной избирательный Т-мост

