



Saint-Petersburg Electrotechnical University
«LETI»

ЛЕКЦИЯ 17

Расчёт реакций цепи

**операторным методом на аналитически
и графически заданные воздействия**

China

СОДЕРЖАНИЕ

- 1. Расчёт реакций цепи на аналитически заданное воздействие.**
- 2. Расчёт реакций цепи на графически заданное воздействие.**
- 3. Задание на расчёт.**

1. Расчёт реакций цепи на аналитически заданное воздействие

Алгоритм нахождения реакции:

1) Находим изображение воздействия (входного сигнала)

$$f_1(t) \Rightarrow F_1(s)$$

2) Находим изображение реакции (выходного сигнала) цепи

$$F_2(s) = H(s) \cdot F_1(s)$$

3) Найти оригинал реакции

$$F_2(s) \Rightarrow f_2(t)$$

Пример №1

Дана передаточная функция
цепи:

$$H(s) = \frac{1}{s + 5}$$

Дано воздействие
(входной сигнал)

$$f_1(t) = 10e^{-3t}\delta_1(t)$$

Найти

реакцию
(выходной сигнал)
цепи

$$f_2(t) = ?$$

Пример №1 (продолжение)

Решение:

Находим изображение
входного сигнала:

$$F_1(s) = \frac{10}{s+3}$$

Находим изображение
выходного сигнала:

$$F_2(s) = F_1(s) \cdot H(s) = \frac{10}{(s+3)(s+5)}$$

Находим оригинал выходного сигнала:

$$F_2(s) = \frac{10}{(s+3)(s+5)} = \frac{A_1}{(s+3)} + \frac{A_2}{(s+5)}$$

$$A_1 = (s+3)F_2(s)\big|_{s=-3} = 5$$

$$A_2 = (s+5)F_2(s)\big|_{s=-5} = -5$$

Ответ:

$$f_2(t) = (5e^{-3t} - 5e^{-5t})\delta_1(t)$$

Пример №2

Дана передаточная функция
цепи:

$$H(s) = \frac{(s+2)}{2(s+3)}$$

Дано воздействие
(входной сигнал):

$$f_1(t) = (4 - 4e^{-t})\delta_1(t)$$

Найти

реакцию
(выходной сигнал)
цепи

$$f_2(t) = ?$$

Пример №2 (продолжение)

Решение:

Находим изображение
входного сигнала:

$$F_1(s) = \frac{4}{s} - \frac{4}{(s+1)} = \frac{4}{s(s+1)}$$

Находим изображение
выходного сигнала:

$$F_2(s) = F_1(s) \cdot H(s) = \frac{2(s+2)}{s(s+1)(s+3)}$$

Находим оригинал выходного сигнала:

$$F_2(s) = \frac{2(s+2)}{s(s+1)(s+3)} = \frac{A_1}{s} + \frac{A_2}{(s+1)} + \frac{A_3}{(s+3)}$$

$$A_1 = s \cdot F_2(s) \Big|_{s=0} = 4/3$$

$$A_2 = (s+1)F_2(s) \Big|_{s=-1} = -1$$

$$A_3 = (s+3)F_2(s) \Big|_{s=-3} = -1/3$$

Ответ:

$$f_2(t) = \left(\frac{4}{3} - 1e^{-t} - \frac{1}{3}e^{-3t} \right) \delta_1(t)$$

2. Расчёт реакций цепи на графически заданное воздействие

Алгоритм нахождения реакции:

1) Находим математическое выражение входного сигнала.

$$f_1(t) = \sum_n A_n \delta_1(t - t_{3_n}) + \sum_m A_m \delta_2(t - t_{3_m})$$

2) Находим изображение воздействия (входного сигнала).

$$f_1(t) \Rightarrow F_1(s)$$

3) Находим изображение реакции (выходного сигнала) цепи.

$$F_2(s) = H(s) \cdot F_1(s)$$

4) Найти оригинал реакции.

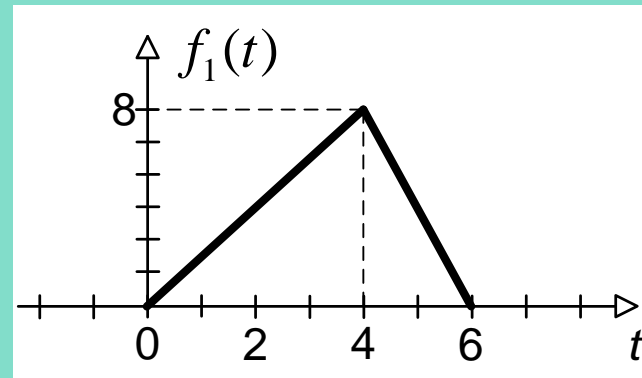
$$F_2(s) \Rightarrow f_2(t)$$

Пример №3

Дана передаточная функция:

$$H(s) = \frac{1}{s+5}$$

Дано воздействие
(входной сигнал):



Найти

реакцию
(выходной сигнал)
цепи

$$f_2(t) = ?$$

Пример №3 (продолжение)

Решение:

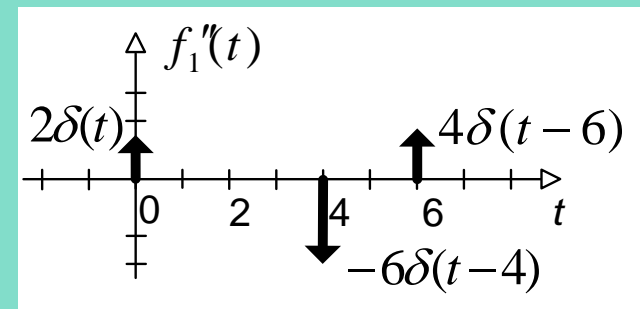
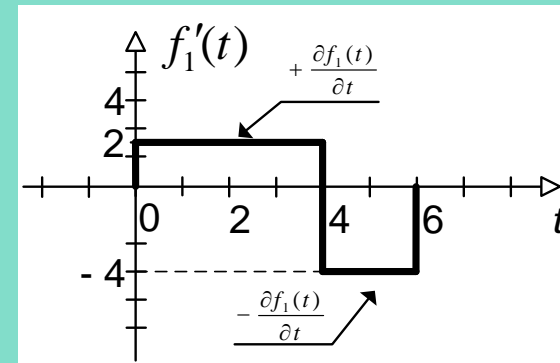
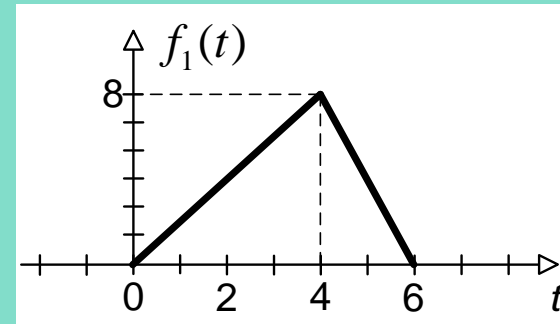
Находим математическое
выражение входного
сигнала:

$$f_1(t) = 2\delta_2(t) - 6\delta_2(t-4) + 4\delta_2(t-6)$$

Находим изображение входного
сигнала:

$$F_1(s) = \frac{2}{s^2} - \frac{6}{s^2} e^{-4s} + \frac{4}{s^2} e^{-6s}$$

$$F_1(s) = \frac{2}{s^2} (1 - 3e^{-4s} + 2e^{-6s})$$



Пример №3 (продолжение)

Находим изображение выходного сигнала:

$$F_2(s) = F_1(s) \cdot H(s) = \frac{2}{s^2(s+5)} (1 - 3e^{-4s} + 2e^{-6s})$$

Находим оригинал выходного сигнала:

применяем свойство
преобразования Лапласа:

$$H_2(s) = \frac{H(s)}{s^2} \div h_2(t)$$

Ответ:

$$f_2(t) = 2h_2(t) - 6h_2(t-4) + 4h_2(t-6)$$

3. Задание на расчёт

Даны: передаточная функция $H(s)$
и воздействие (входной сигнал).

Найти реакцию (выходной сигнал).

№1
$$H(s) = \frac{2(s+1)}{(s+2)(s+3)}$$

$$f_1(t) = (0,5 - 0,5e^{-t})\delta_1(t)$$

№2
$$H(s) = \frac{-5}{3s(s+4)}$$

$$f_1(t) = 0,4e^{-3t}\delta_1(t)$$

№3
$$H(s) = \frac{7s}{2(s+1)(s+5)}$$

$$f_1(t) = (14 - 14e^{-2t})\delta_1(t)$$

№4
$$H(s) = \frac{2(s+2)}{4s(s+3)}$$

$$f_1(t) = 5e^{-4t}\delta_1(t)$$