Теория автоматического управления

Типовые звенья

Типовые динамические звенья

Уравнение движения

$$a_0\ddot{y}(t) + a_1\dot{y}(t) + a_2 y(t) = b_1\dot{\mathbf{x}}(t) + b_2\mathbf{x}(t),$$

где $\mathbf{x}(t)$ --- входная переменная, $y(t)$ --- выходная переменная, a_i, b_i --- постоянные коэффициенты

Типовые динамические звенья

Уравнение движения

$$a_0\ddot{y}(t) + a_1\dot{y}(t) + a_2 y(t) = b_1\dot{\mathrm{x}}(t) + b_2\mathrm{x}(t),$$

где $\mathrm{x}(t)$ --- входная переменная, $y(t)$ --- выходная переменная, a_i, b_i --- постоянные коэффициенты

Передаточная функция

$$W(\mathrm{p}) = \frac{b_1\mathrm{p} + b_2}{a_0\mathrm{p}^2 + a_1\mathrm{p} + a_2}$$

Типовые динамические звенья

Уравнение движения

$$a_0\ddot{y}(t) + a_1\dot{y}(t) + a_2 y(t) = b_1\dot{\mathbf{x}}(t) + b_2\mathbf{x}(t),$$

где $\mathbf{x}(t)$ --- входная переменная, $y(t)$ --- выходная переменная, a_i, b_i --- постоянные коэффициенты

Передаточная функция

$$W(\mathrm{p}) = \frac{b_1\mathrm{p} + b_2}{a_0\mathrm{p}^2 + a_1\mathrm{p} + a_2}$$

Классификация по виду установившегося движения

- Позиционные $y_{\text{уст}} = k\mathbf{x}$
- Интегрирующие $y_{\text{уст}} = k\int_0^t \mathbf{x}dt$
- Дифференцирующие $y_{\text{уст}} = k\frac{dx}{dt}$

Пропорциональное звено

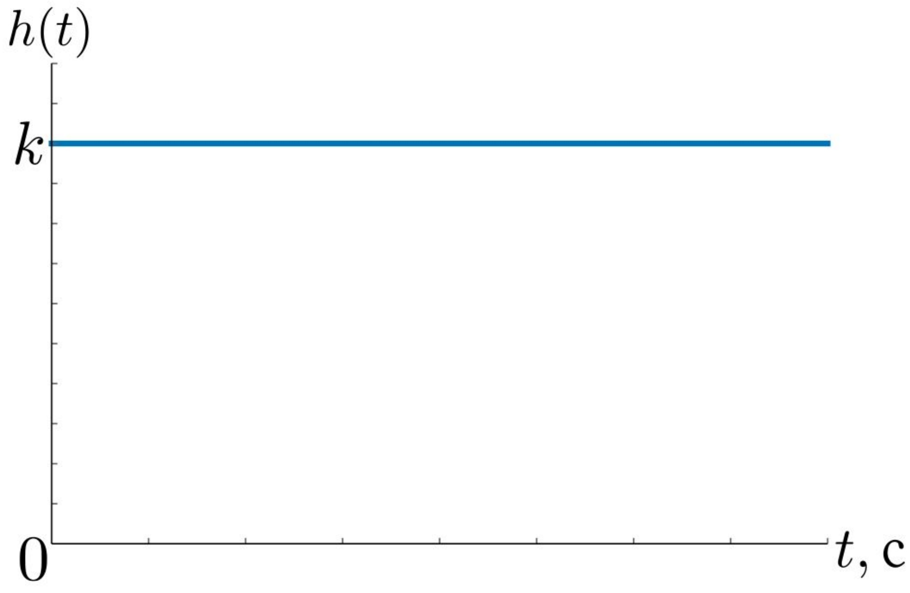
Уравнение движения $y(t) = k\mathbf{x}(t)$, где k --- коэффициент усиления

Пропорциональное звено

Уравнение движения $y(t) = k\mathbf{x}(t)$, где k --- коэффициент усиления

Переходная функция

$$h(t) = k1(t)$$



Пропорциональное звено

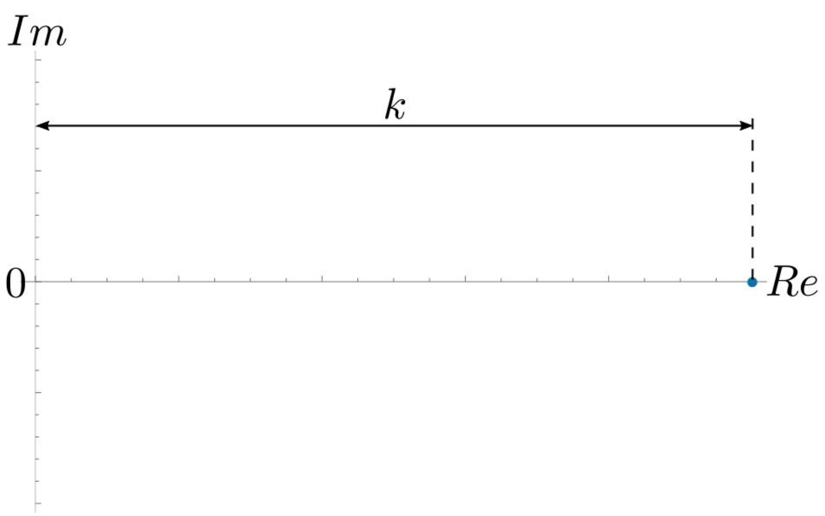
Уравнение движения $y(t) = k\mathbf{x}(t)$, где k --- коэффициент усиления

Передаточная функция

$$W(\mathrm{p}) = W(j\omega) = k$$

Частотная передаточная функция

$$W(j\omega) = k$$



Пропорциональное звено

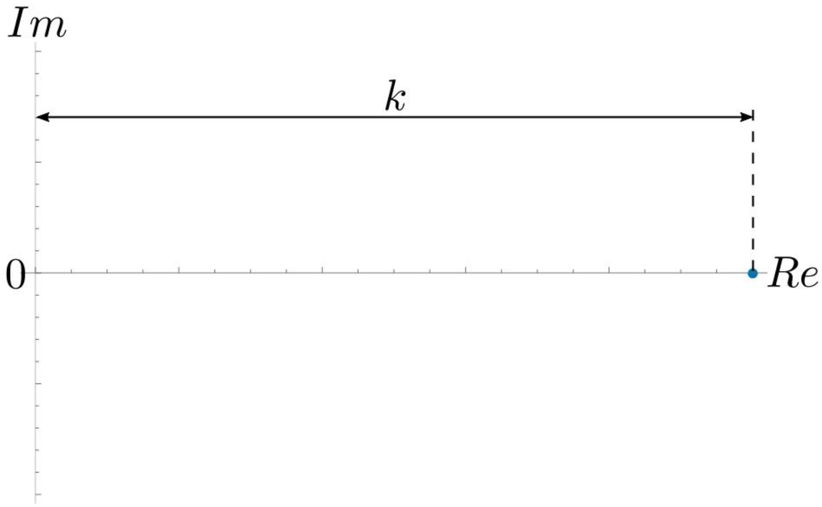
Уравнение движения $y(t) = k\mathbf{x}(t)$, где k --- коэффициент усиления

Передаточная функция

$$W(\mathrm{p}) = W(j\omega) = k$$

Частотная передаточная функция

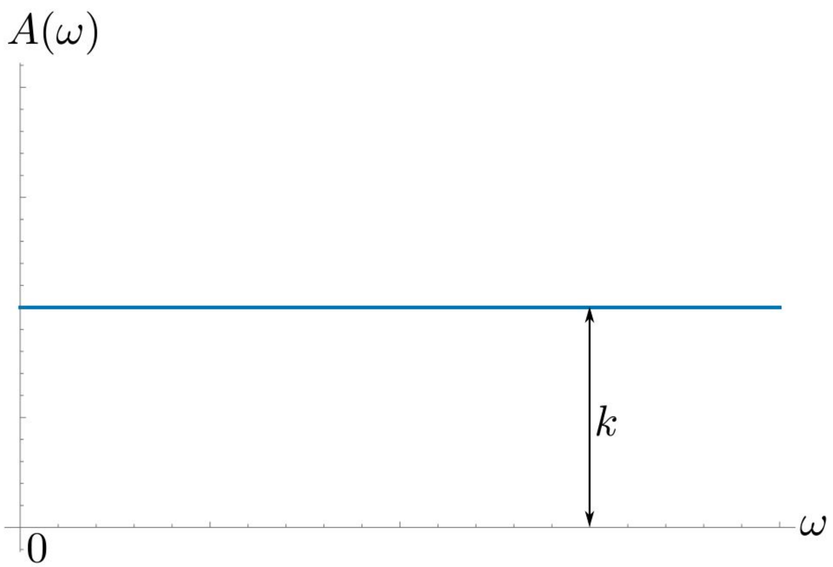
$$W(j\omega) = k$$



АЧХ и ФЧХ

$$A(\omega) = k,$$

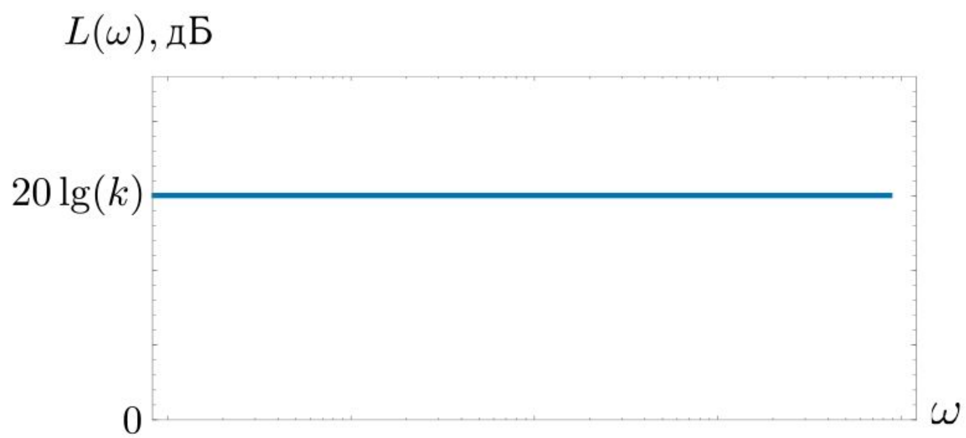
$$\psi(\omega) = 0$$



Пропорциональное звено

Уравнение движения $y(t) = k\mathbf{x}(t)$, где k --- коэффициент усиления

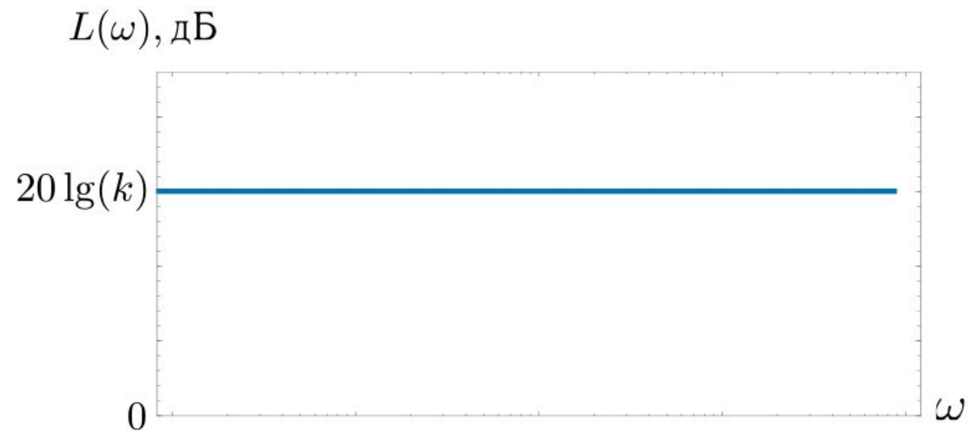
ЛАЧХ $L(\omega) = 20 \lg k$

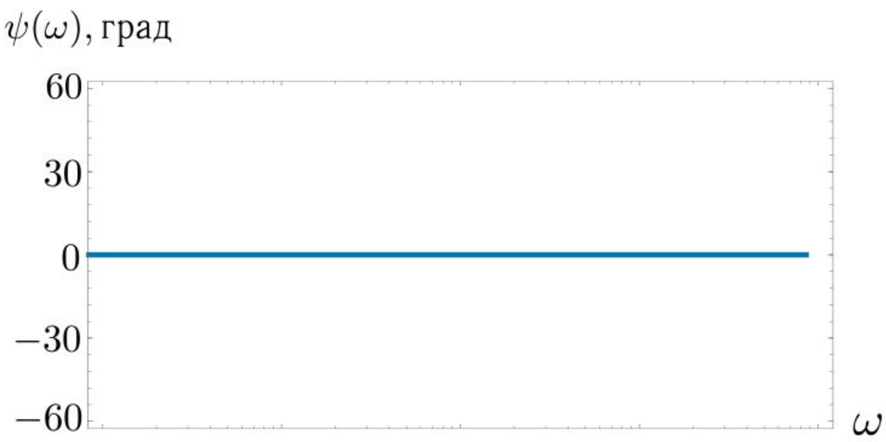


Пропорциональное звено

Уравнение движения $y(t) = k\mathbf{x}(t)$, где k --- коэффициент усиления

ЛАЧХ $L(\omega) = 20\lg k$





ЛФЧХ $\psi(\omega) = 0$

Пропорциональное звено

Примеры

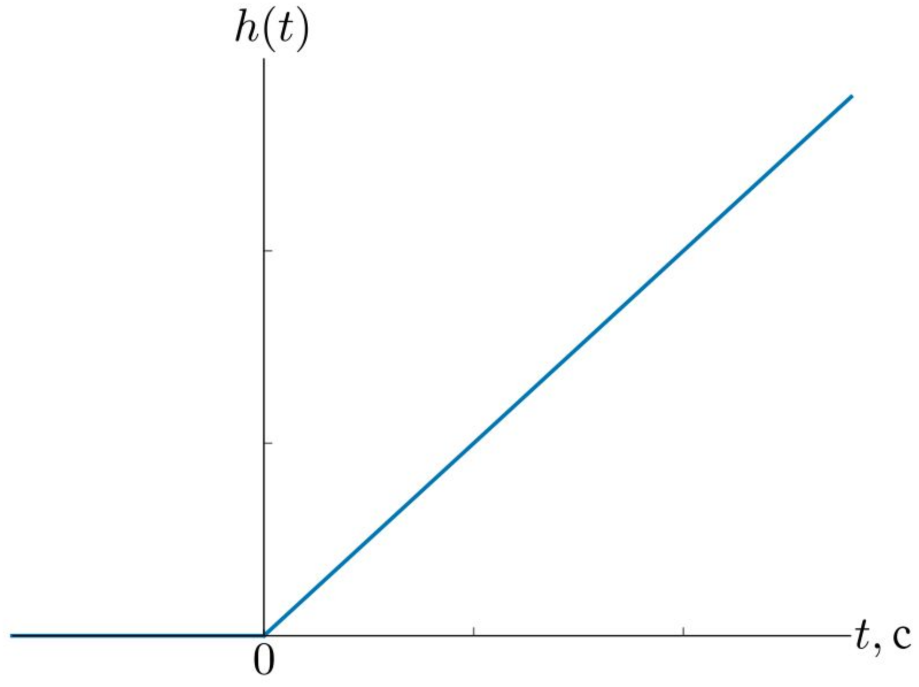
- Потенциометрический датчик
- Редуктор
- Широкополосный усилитель напряжения

Интегрирующее звено

Уравнение движения $\dot{y}(t) = k\mathbf{x}(t)$

Переходная функция

$$h(t) = kt$$



Интегрирующее звено

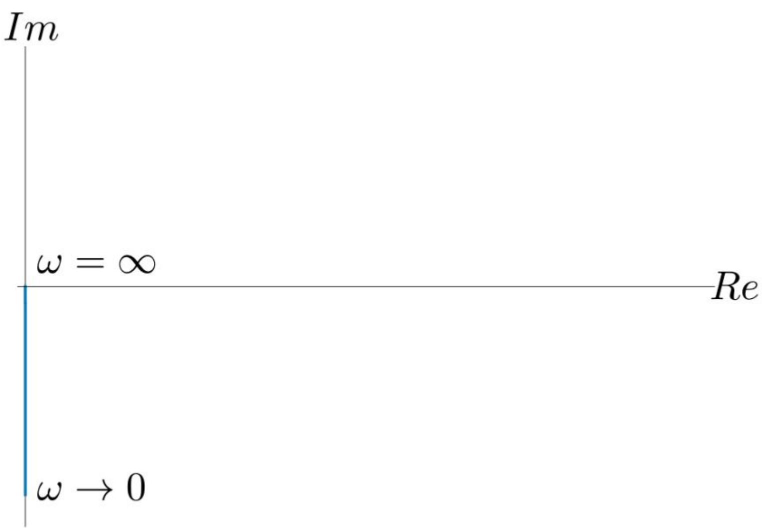
Уравнение движения $\dot{y}(t) = k\mathbf{x}(t)$

Передаточная функция

$$W(\mathrm{p}) = \frac{1}{\mathrm{p}}$$

Частотная передаточная функция

$$W(j\omega) = -j\frac{1}{\omega}$$



Интегрирующее звено

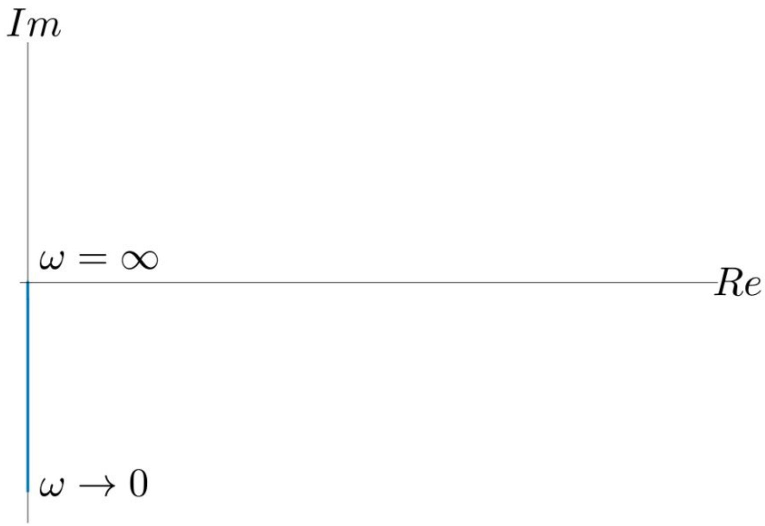
Уравнение движения $\dot{y}(t) = k\mathbf{x}(t)$

Передаточная функция

$$W(\mathrm{p}) = \frac{1}{\mathrm{p}}$$

Частотная передаточная функция

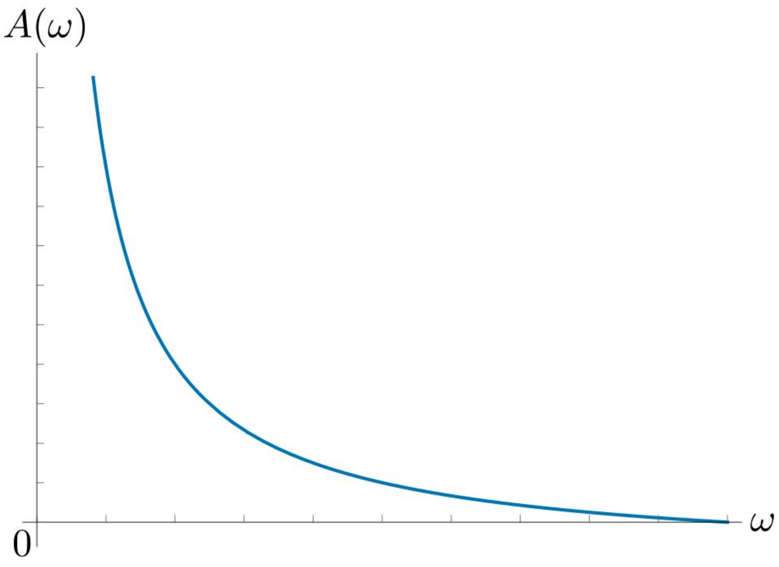
$$W(j\omega) = -j\frac{1}{\omega}$$



АЧХ и ФЧХ

$$A(\omega) = \frac{k}{\omega},$$

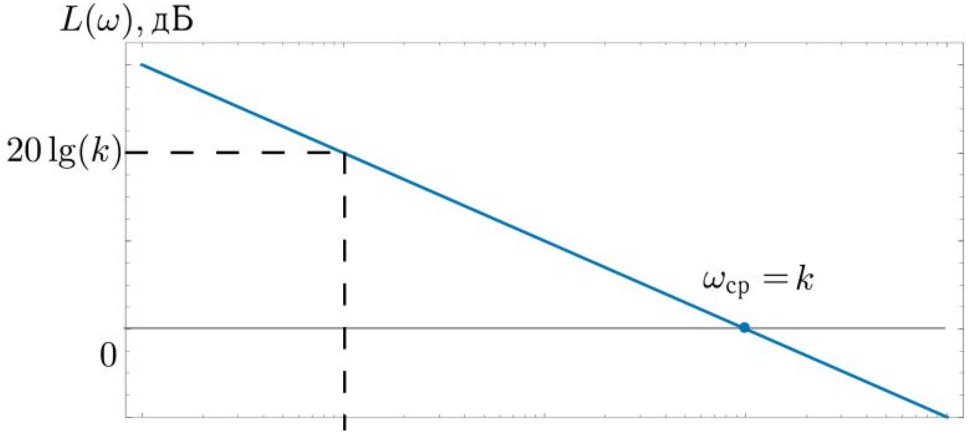
$$\psi(\omega) = -\frac{\pi}{2}$$



Интегрирующее звено

Уравнение движения $\dot{y}(t) = k\mathbf{x}(t)$

ЛАЧХ $L(\omega) = 20\lg k - 20\lg\omega$

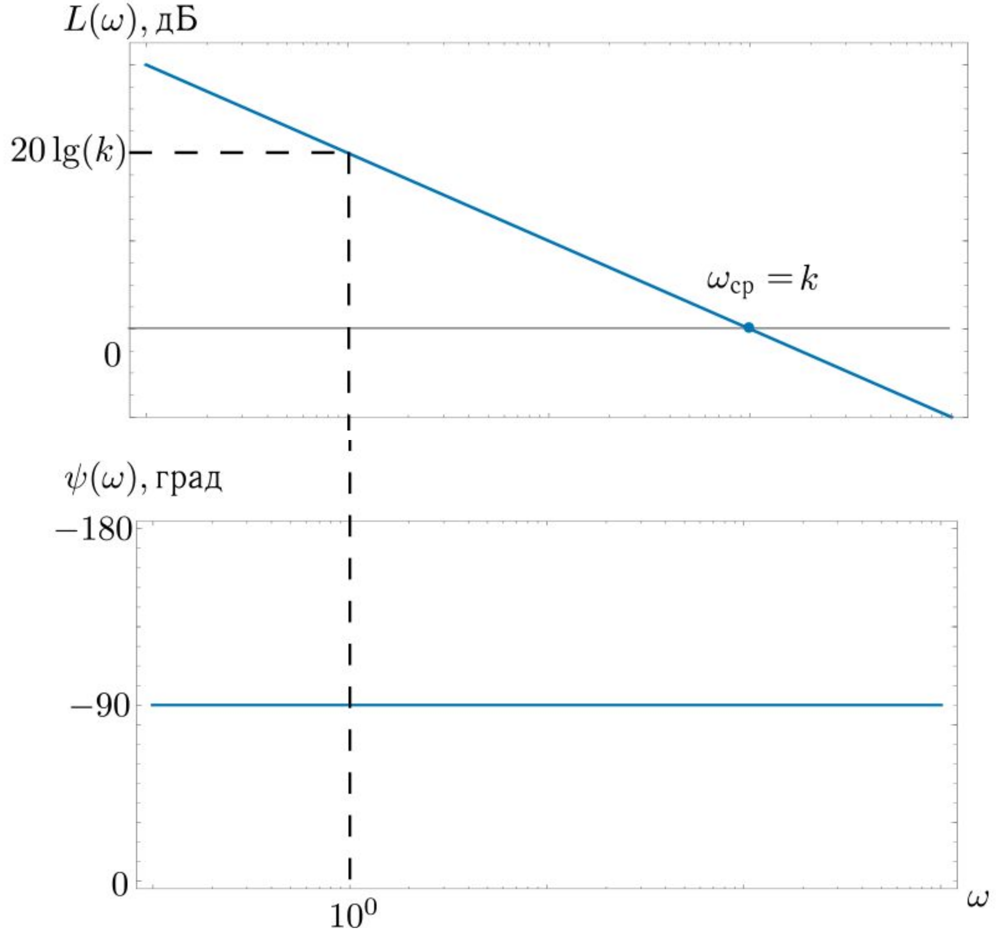


Интегрирующее звено

Уравнение движения $\dot{y}(t) = k\mathbf{x}(t)$

ЛАЧХ $L(\omega) = 20\lg k - 20\lg \omega$

ЛФЧХ $\psi(\omega) = -\dfrac{\pi}{2}$



Интегрирующее звено

Примеры

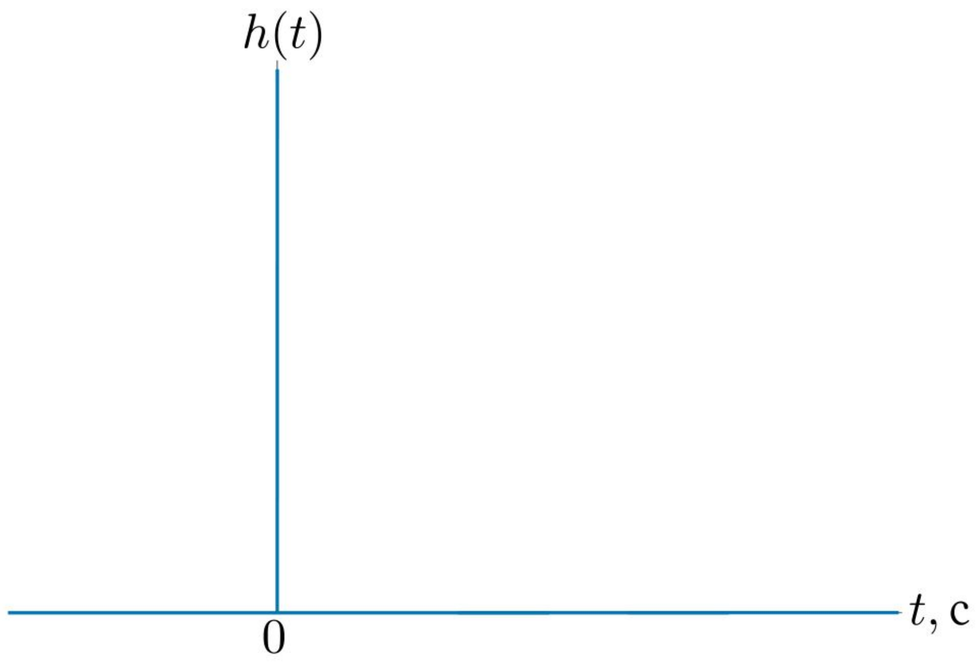
- Гидравлический демпфер
- Электронный интегратор

Идеальное дифференцирующее звено

Уравнение движения $y(t) = k\dot{x}(t)$

Переходная функция

$$h(t) = k\delta(t)$$



Идеальное дифференцирующее звено

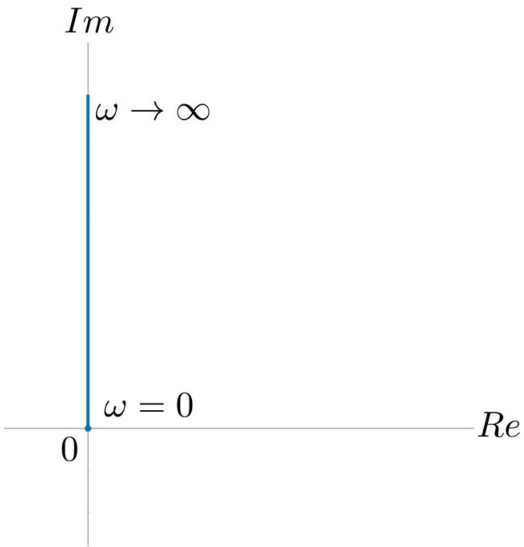
Уравнение движения $y(t) = k\dot{x}(t)$

Передаточная функция

$$W(p) = p$$

Частотная передаточная функция

$$W(j\omega) = j\omega$$



Идеальное дифференцирующее звено

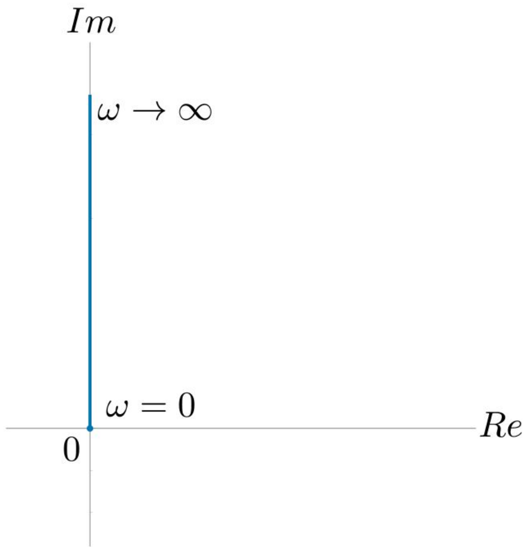
Уравнение движения $y(t) = k\dot{x}(t)$

Передаточная функция

$$W(p) = p$$

Частотная передаточная функция

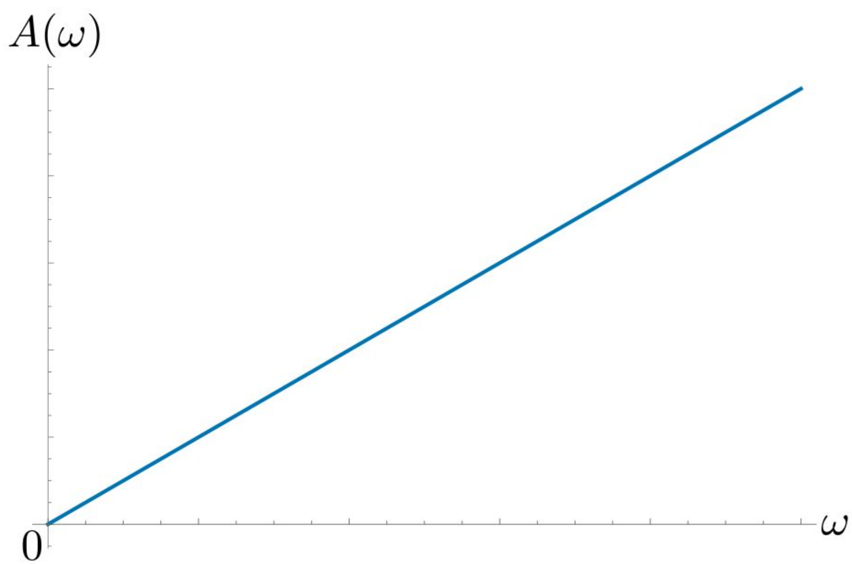
$$W(j\omega) = j\omega$$



АЧХ и ФЧХ

$$A(\omega) = k\omega,$$

$$\psi(\omega) = \frac{\pi}{2}$$

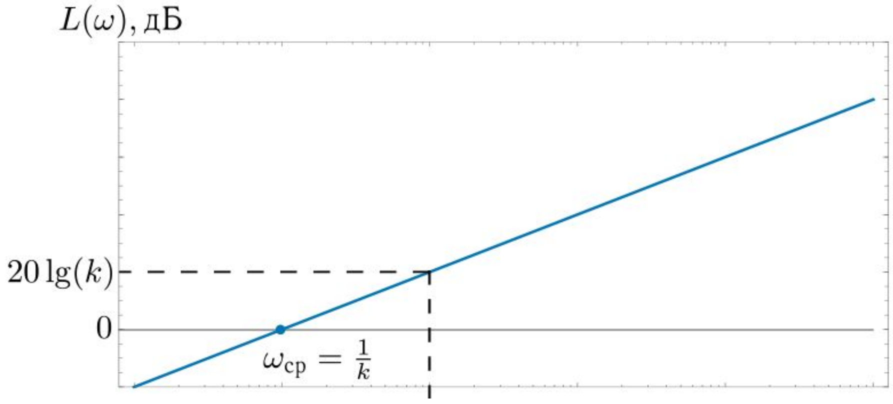


Идеальное дифференцирующее звено

Уравнение движения $y(t) = k\dot{x}(t)$

ЛАЧ
Х

$L(\omega) = 20\lg k + 20\lg\omega$



Идеальное дифференцирующее звено

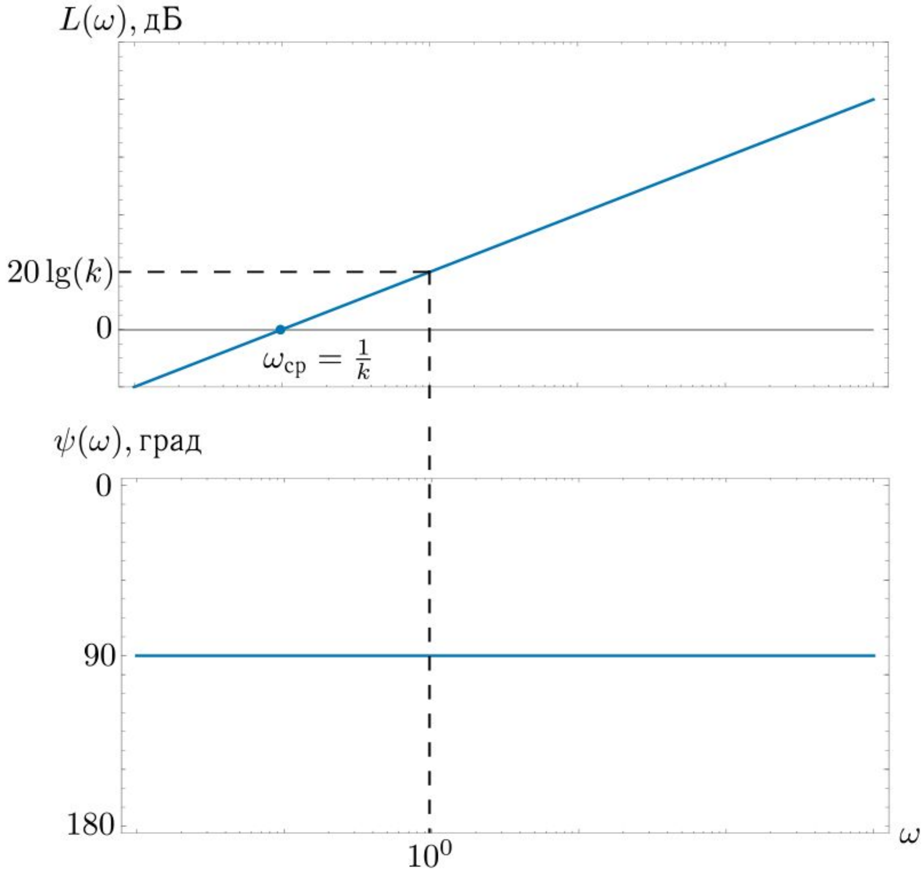
Уравнение движения $y(t) = k\dot{x}(t)$

ЛАЧ
Х

$$L(\omega) = 20\lg k + 20\lg\omega$$

ЛФЧ
Х

$$\psi(\omega) = \frac{\pi}{2}$$



Идеальное дифференцирующее звено

Примеры

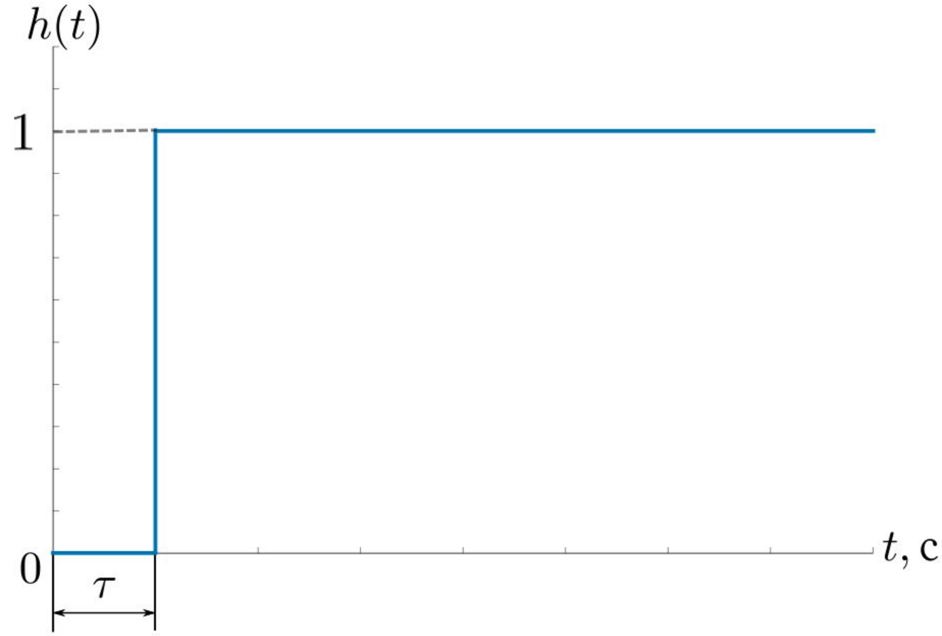
- Тахогенератор
- Электронный дифференциатор

Звено чистого запаздывания

Уравнение движения $y(t) = \mathbf{x}(t - \tau)$

Переходная функция

$$h(t) = k1(t - \tau)$$



Звено чистого запаздывания

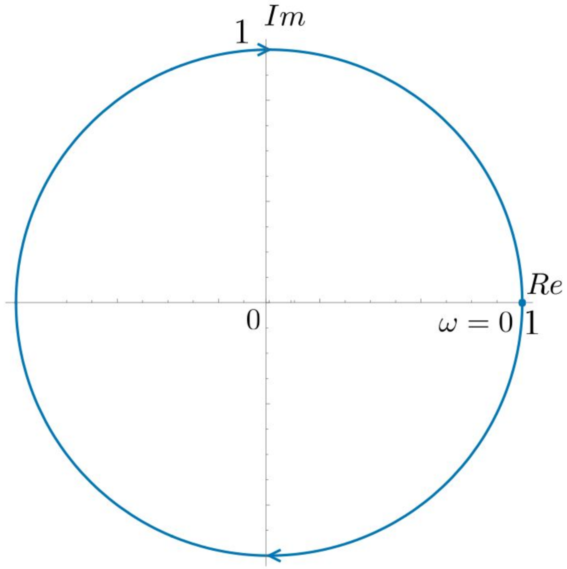
Уравнение движения $y(t) = \mathbf{x}(t - \tau)$

Передаточная функция

$$W(p) = e^{-\tau p}$$

Частотная передаточная функция

$$W(j\omega) = e^{-j\omega\tau}$$



Звено чистого запаздывания

Уравнение движения $y(t) = \mathbf{x}(t-\tau)$

Передаточная функция

$$W(p) = e^{-\tau p}$$

АЧХ и ФЧХ

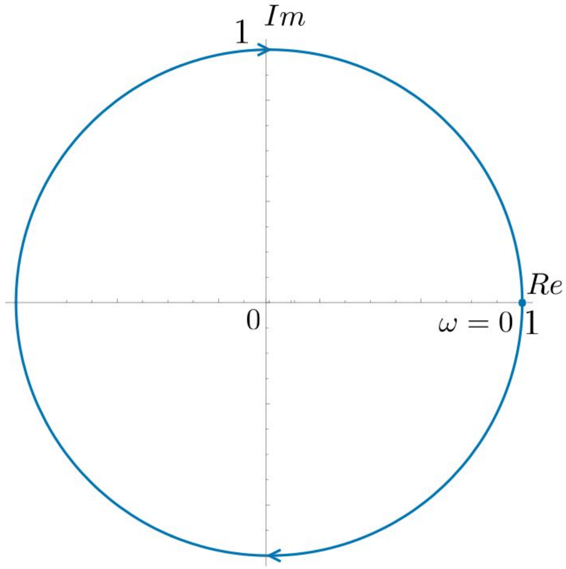
$$A(\omega) = 1,$$
$$\psi(\omega) = -\omega\tau$$

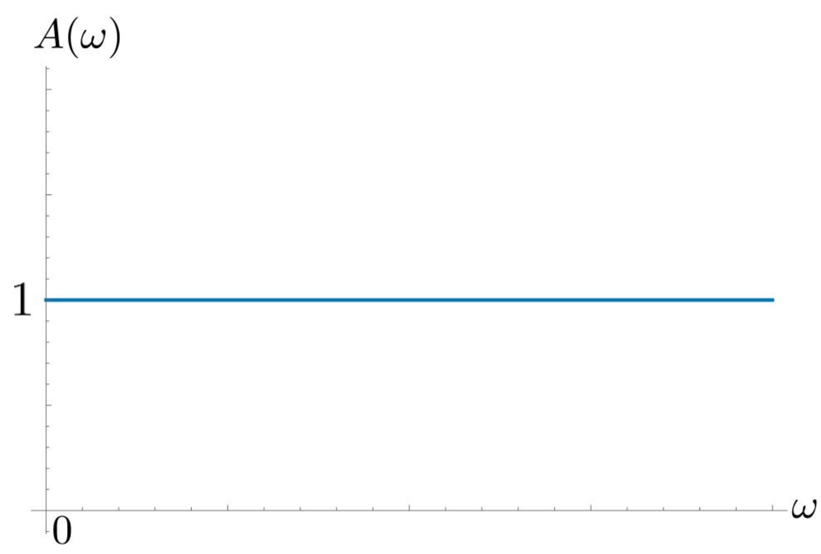
ЛАЧХ

$$L(\omega) = 0$$

Частотная передаточная функция

$$W(j\omega) = e^{-j\omega\tau}$$





Звено чистого запаздывания

Примеры

- Акустическая линия связи
- Трубопровод