Теория автоматического управления

Интегрирующие звенья

Идеальное интегрирующее звено

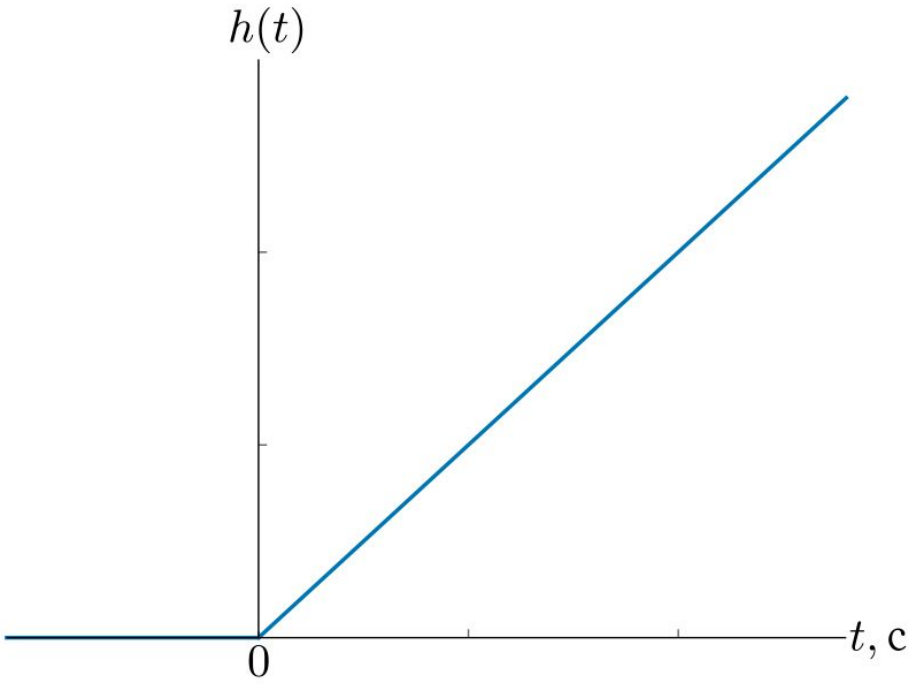
Уравнение движения $\dot{y}(t) = k\mathbf{x}(t)$

Передаточная функция

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

Переходная функция

$$h(t) = kt$$

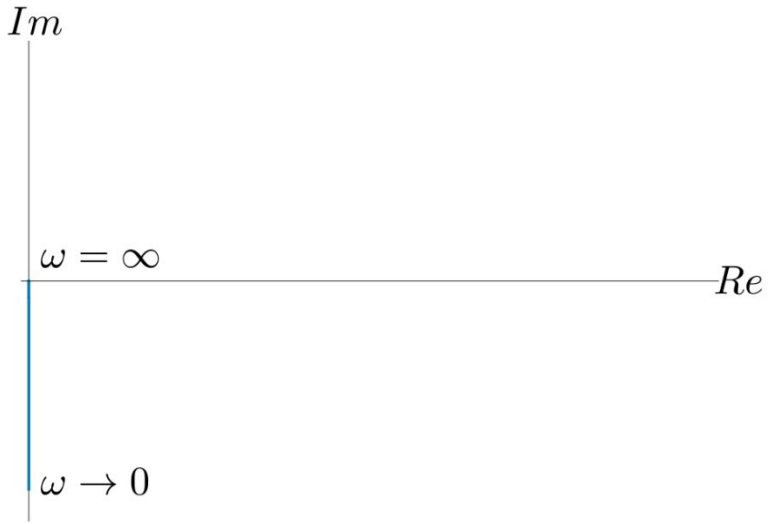


Идеальное интегрирующее звено

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

Частотная передаточная функция

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



Идеальное интегрирующее звено

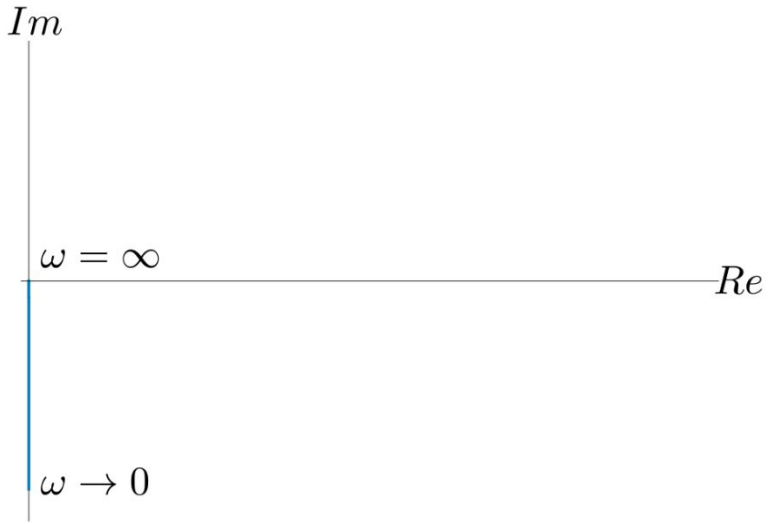
Уравнение движения $\dot{y}(t) = k\mathbf{x}(t)$

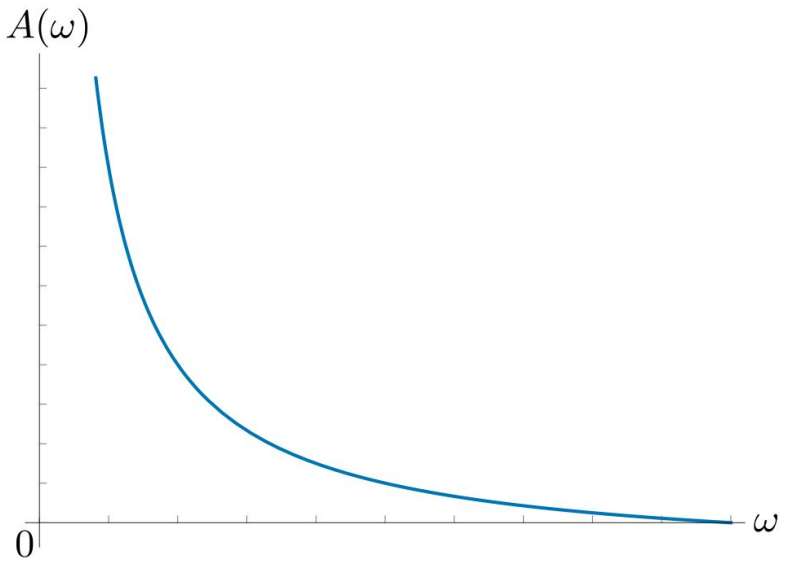
Частотная передаточная функция

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

АЧХ и ФЧХ

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

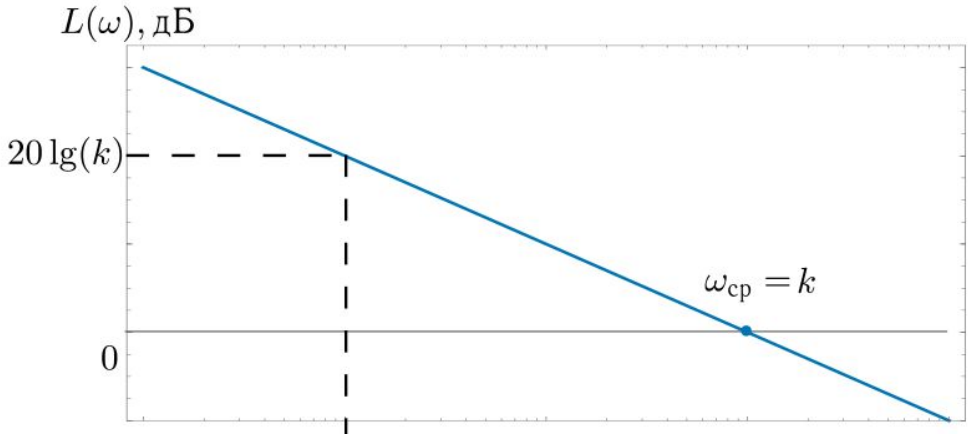




Идеальное интегрирующее звено

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

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

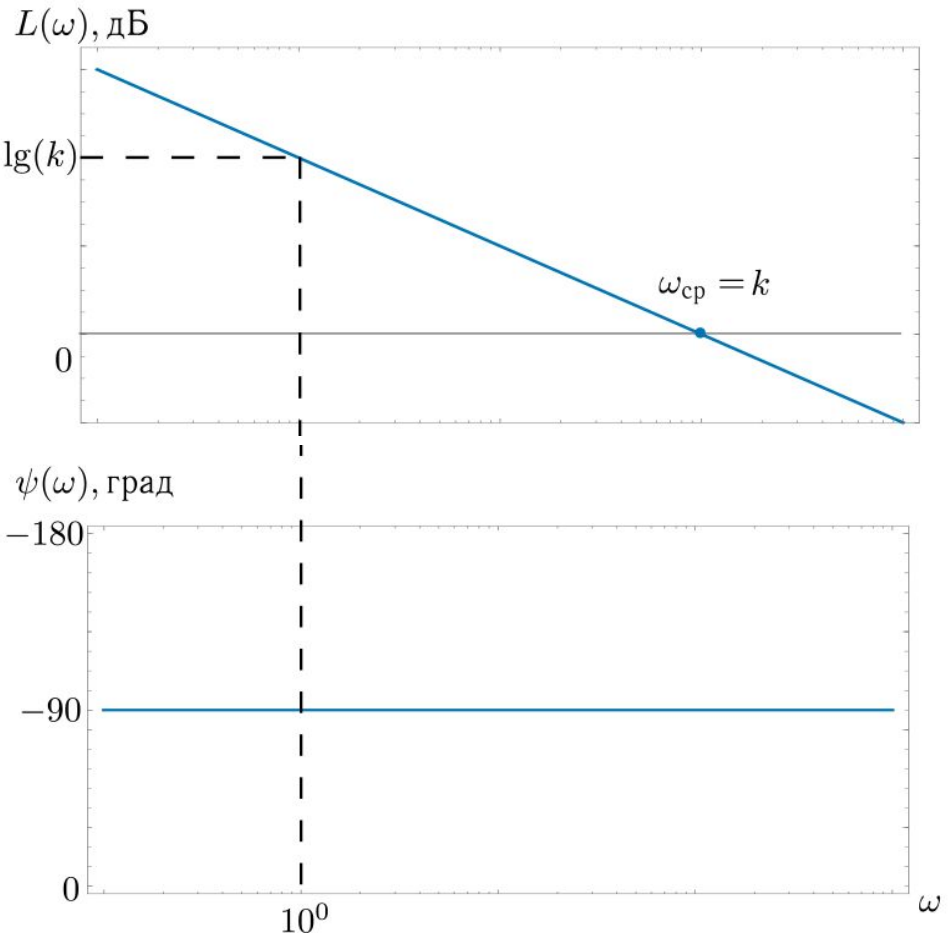


Идеальное интегрирующее звено

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

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

ЛФЧХ $\psi(\omega) = -\frac{\pi}{2}$



Идеальное интегрирующее звено

Примеры

- Гидравлический демпфер
- Электронный интегратор

Интегрирующее звено с замедлением

Уравнение движения $T\ddot{y}(t) + y(t) = k\mathbf{x}(t)$

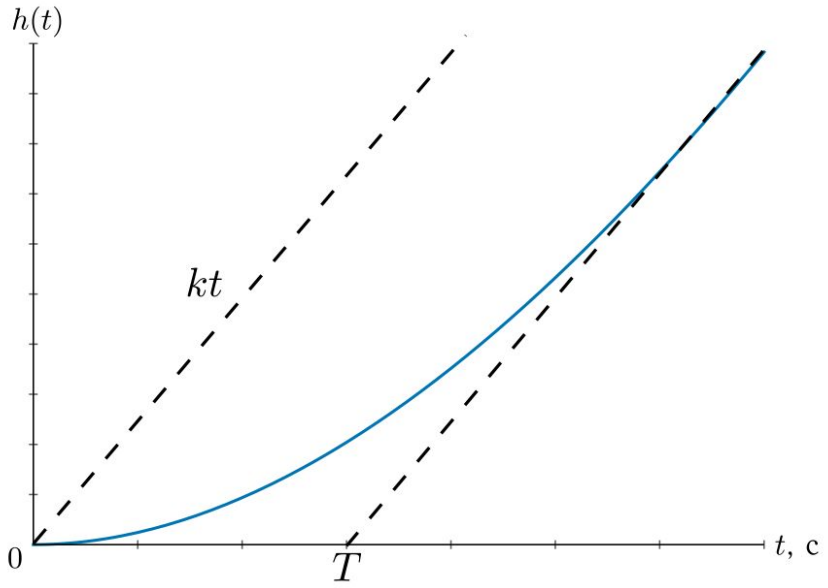
T – постоянная времени

Передаточная функция

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

Переходная функция

$$h(t) = k(t - T(1 - e^{-t/T}))1(t)$$

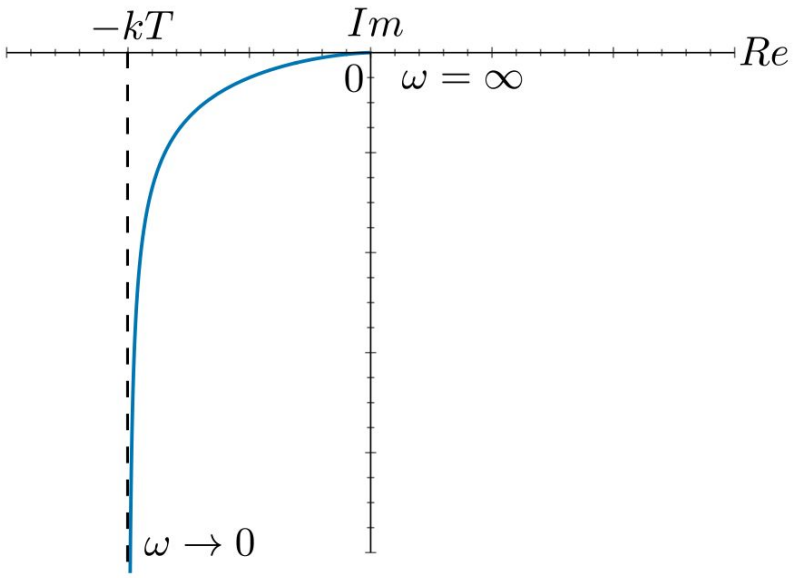


Интегрирующее звено с замедлением

Уравнение движения $T\ddot{y}(t) + y(t) = k\mathbf{x}(t)$

Частотная передаточная функция

$$W(j\omega) = \frac{k}{j\omega(1 + j\omega T)}$$

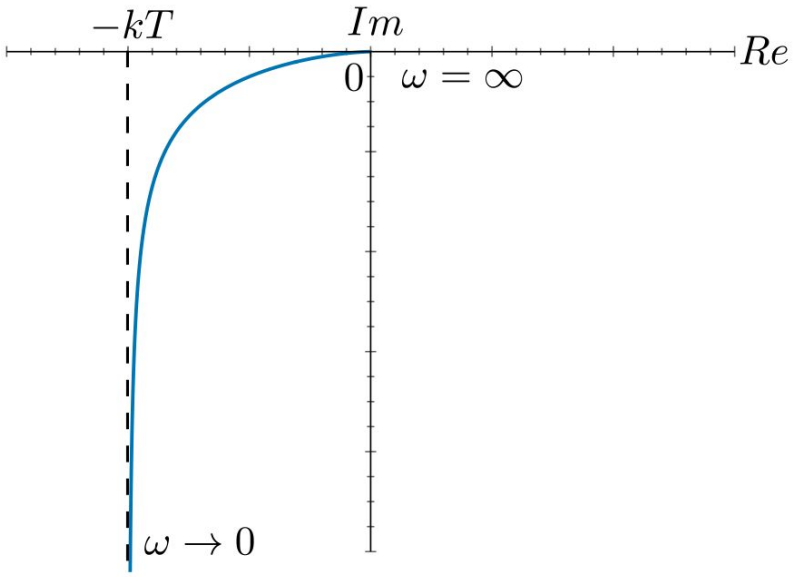


Интегрирующее звено с замедлением

Уравнение движения $T\ddot{y}(t) + y(t) = k\mathbf{x}(t)$

Частотная передаточная функция

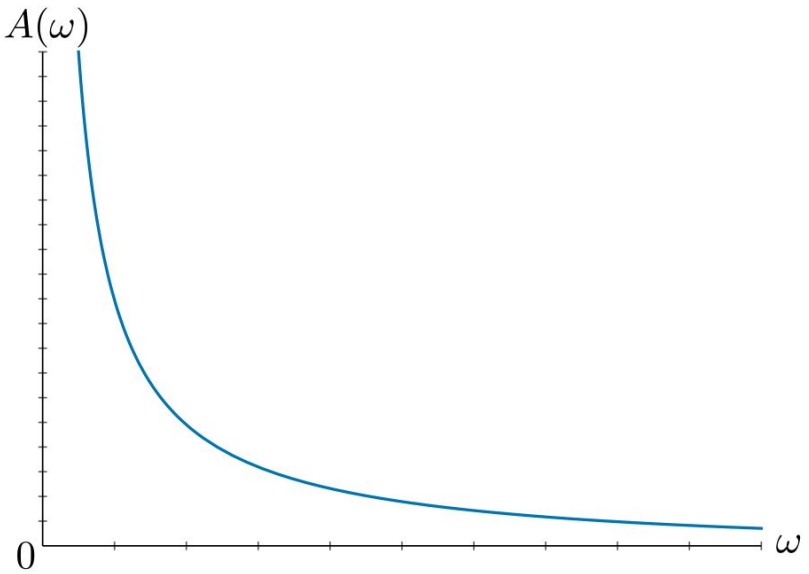
$$W(j\omega) = \frac{k}{j\omega(1 + j\omega T)}$$



АЧХ и ФЧХ

$$A(\omega) = \frac{k}{\omega\sqrt{1 + \omega^2 T^2}},$$

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

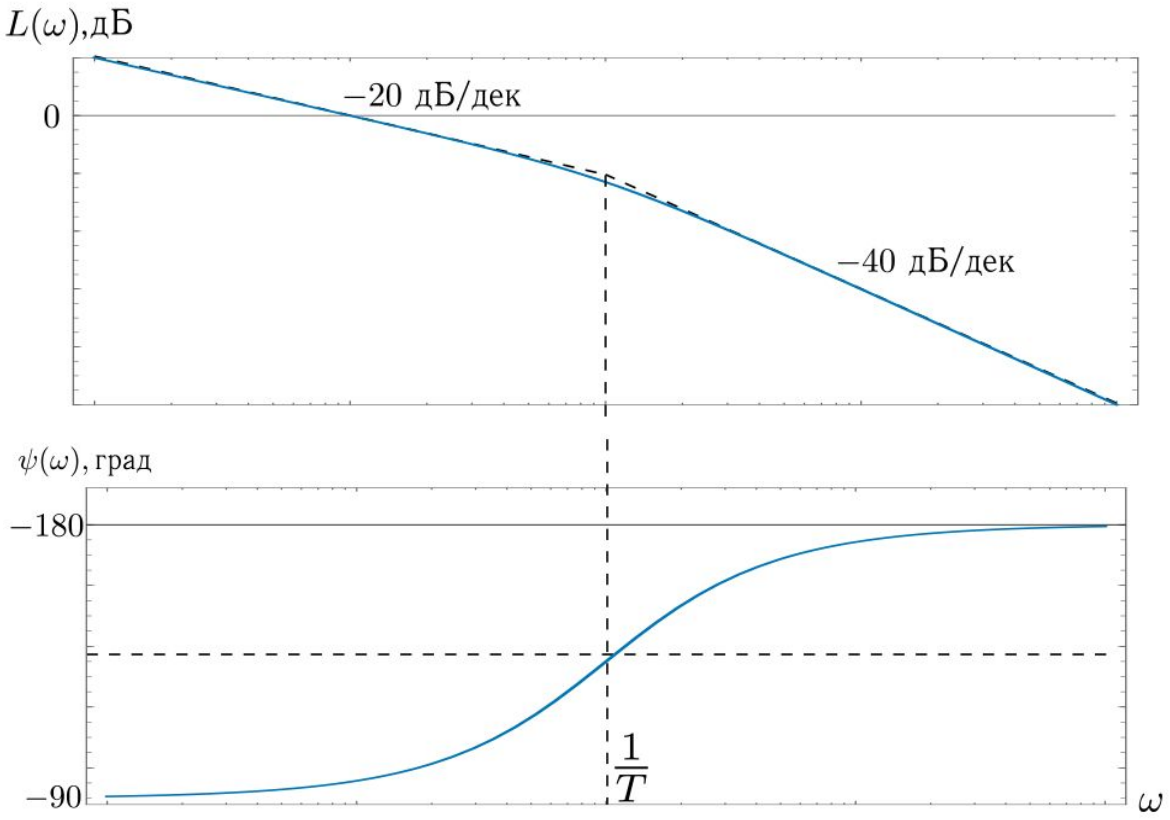


Интегрирующее звено с замедлением

Уравнение движения $T\ddot{y}(t) + y(t) = k\mathbf{x}(t)$

ЛАЧХ

ЛФЧХ



Интегрирующее звено с замедлением

Примеры

- Двигатель
- Демпфер
- Серводвигатель

Изодромное звено

Уравнение движения $\dot{y}(t) = k_1\dot{x}(t) + kx(t)$

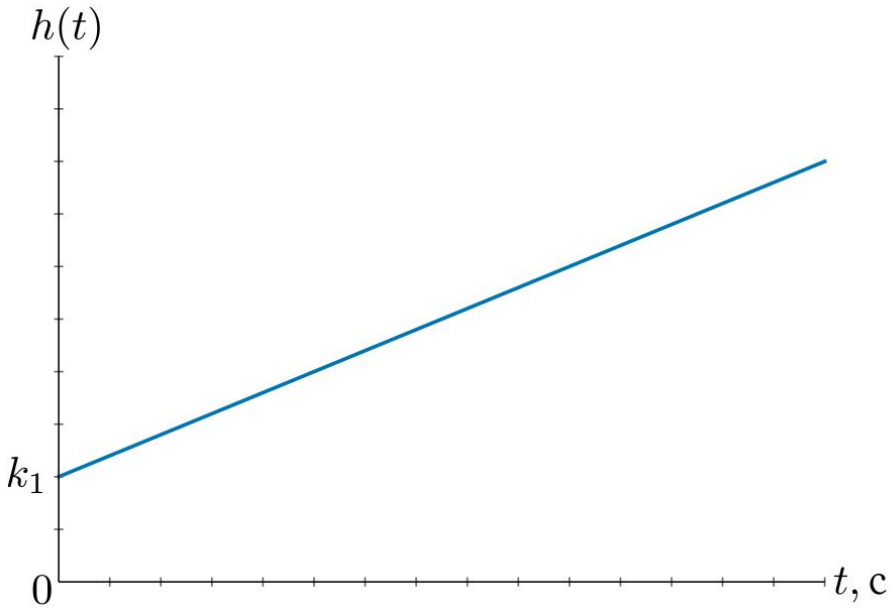
Передаточная функция

$$W(p) = \frac{k}{p} + k_1 = \frac{k(1+Tp)}{p},$$

$T = \frac{k_1}{k}$ — постоянная времени

Переходная функция

$$h(t) = (kt + k_1)1(t)$$



Изодромное звено

Уравнение движения $\dot{y}(t) = k_1\dot{x}(t) + kx(t)$

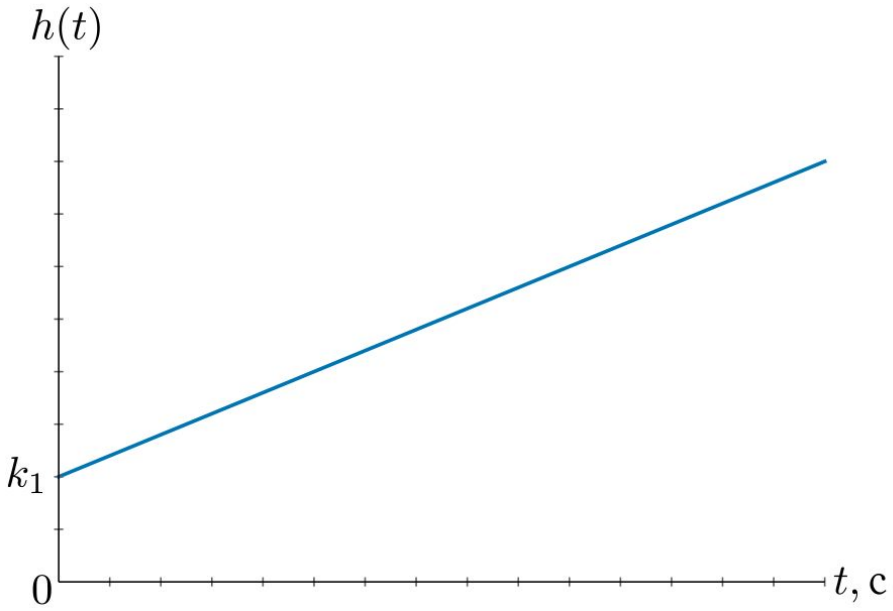
Передаточная функция

$$W(p) = \frac{k}{p} + k_1 = \frac{k(1+Tp)}{p},$$

$T = \frac{k_1}{k}$ — постоянная времени

Переходная функция

$$h(t) = (kt + k_1)1(t)$$

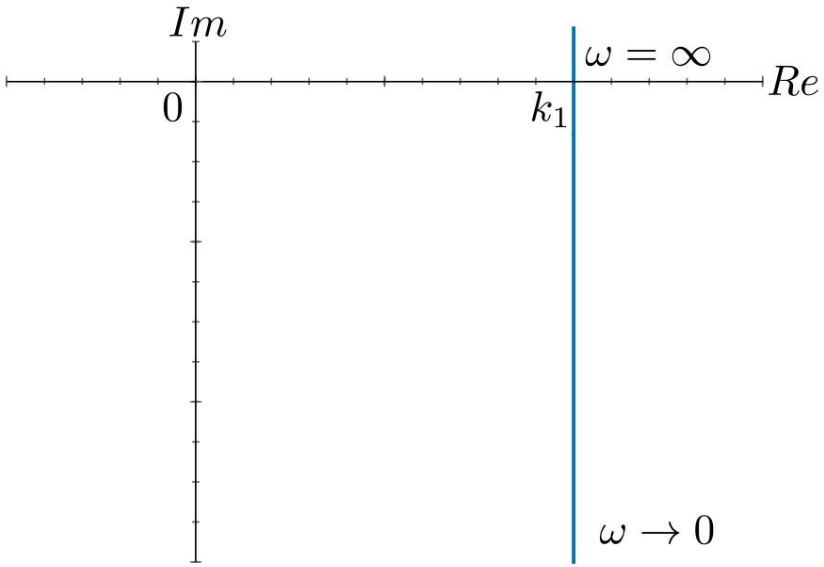


Изодромное звено

Уравнение движения $\dot{y}(t) = k_1\dot{\mathbf{x}}(t) + k\mathbf{x}(t)$

Частотная передаточная функция

$$W(j\omega) = \frac{k}{j\omega} + k_1 = \frac{k(1 + j\omega T)}{j\omega}$$



Изодромное звено

Уравнение движения $\dot{y}(t) = k_1\dot{x}(t) + kx(t)$

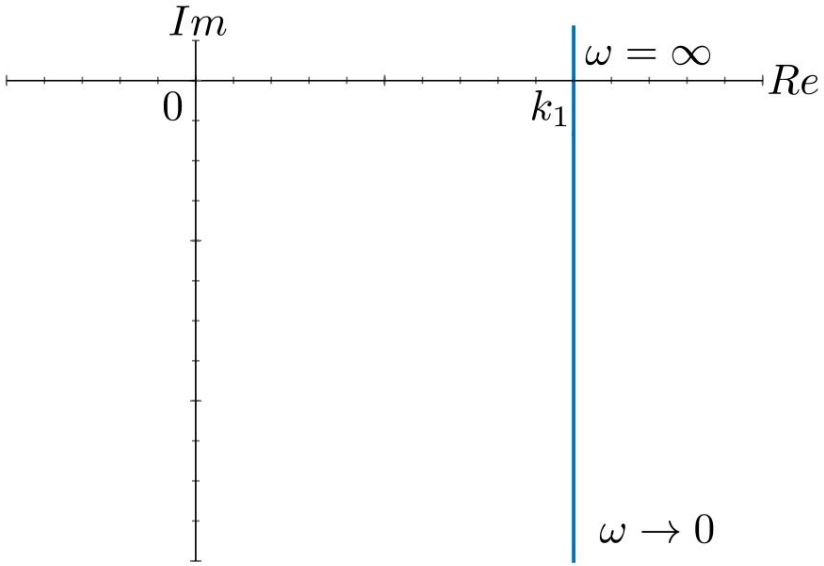
Частотная передаточная функция

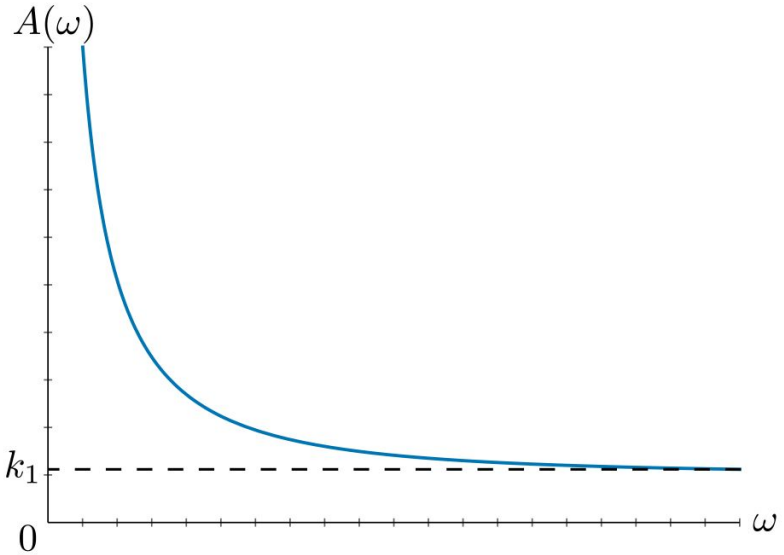
$$W(j\omega) = \frac{k}{j\omega} + k_1 = \frac{k(1 + j\omega T)}{j\omega}$$

АЧХ и ФЧХ

$$A(\omega) = \frac{k}{\omega}\sqrt{1 + \omega^2 T^2},$$

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

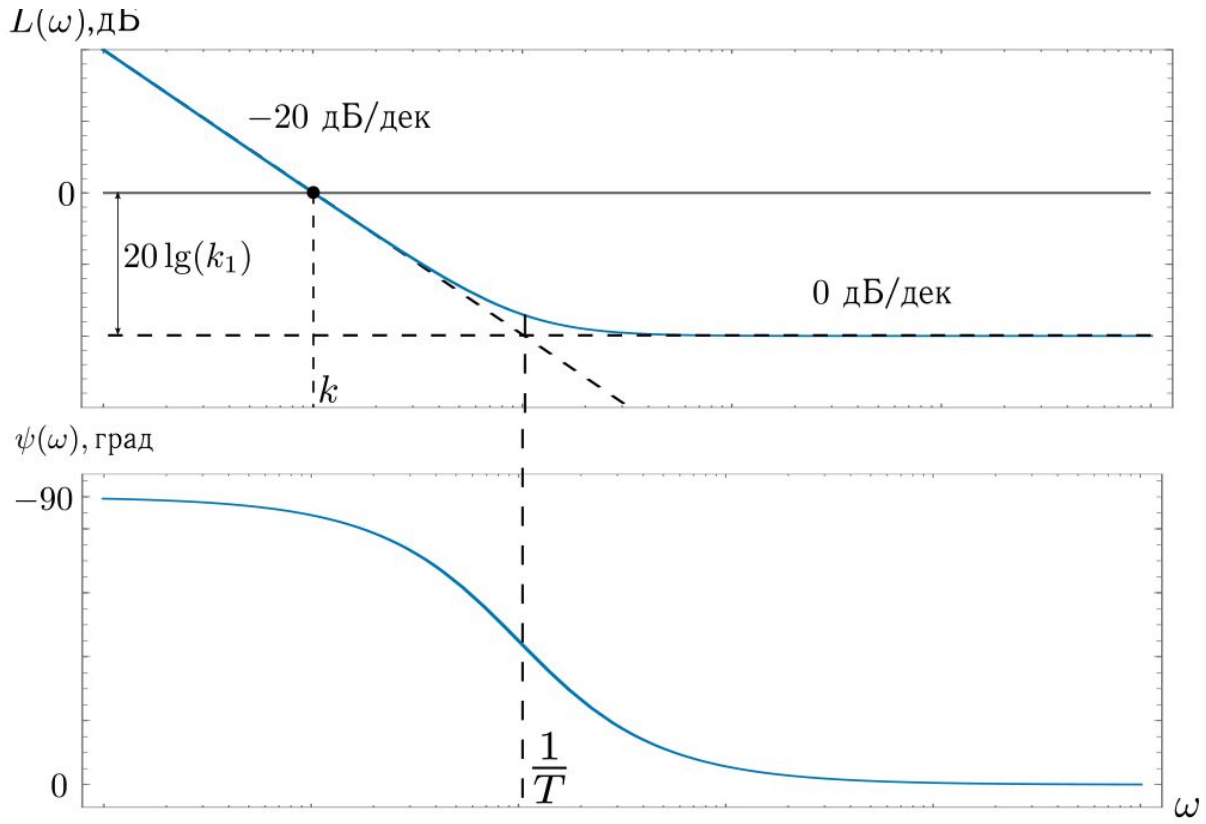




Изодромное звено

Уравнение движения $\dot{y}(t) = k_1\dot{\mathbf{x}}(t) + k\mathbf{x}(t)$

ЛАЧХ



ЛФЧХ

Изодромное звено

Примеры

- Комбинация пружины и демпфера
- Операционный усилитель с RC-цепью в обратной связи