

Тема 7. Типовые динамические звенья и их характеристики: усилительное, дифференцирующее, интегрирующее звено

Типовые динамические звенья САР

Любая САР состоит из блоков, каждый из которых выполняет определенную функцию. Для анализа САР целесообразно разделять ее блоки не по конструктивным или функциональным признакам, а по динамическим свойствам. При этом оказывается возможным все многообразие различных звеньев свести к нескольким типовым динамическим звеньям, описываемым одинаковыми дифференциальными уравнениями и имеющими одинаковые передаточные функции.

Различаются динамические звенья по виду переходного процесса, который возникает при изменении входной величины. Для сравнения звеньев принято рассматривать переходный процесс при единичном ступенчатом воздействии на входе звена.

Типовые звенья характеризуются следующими признаками:

- 1) Имеют одну входную и одну выходную величину.
- 2) Описываются дифференциальными уравнениями не выше второго порядка.
- 3) Имеют детектирующее свойство, т.е. пропускают сигнал только в одном направлении.

Рассмотрим 6 типовых звеньев.

Усилительное звено.

Усилительным называют звено, которое описывается уравнением $y=kx$, где k – коэффициент передачи звена.

Примером усилительного звена является рычаг, представленный на рисунке 7.1, для которого $k=b/a$.

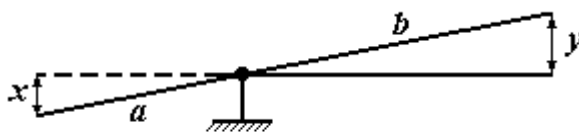


Рисунок 7.1

Переходная характеристика звена (рисунок 7.2) в точности воспроизводит входной воздействию и описывается уравнением $h(t) = k \cdot 1(t)$.

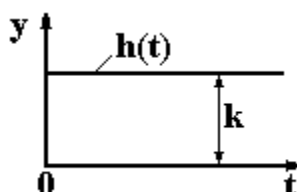


Рисунок 7.2

Передаточная функция звена $W(p) = k$. Частотные характеристики звена определяются уравнениями: $W(j\omega)=k$; $A(\omega)=k$; $\varphi(0)=0$; $L(\omega)=20\lg k$ и показаны на рисунке 7.3.

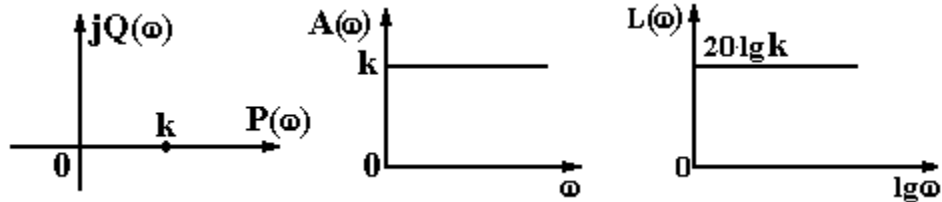


Рисунок 7.3

АФХ звена есть точка k на действительной оси; АЧХ параллельна оси частот и проходит на уровне k ; ЛФЧХ параллельна оси частот и проходит на уровне $20\lg k$.

Интегрирующее звено.

Интегрирующим называется звено, которое описывается уравнением

$$y = k \int_0^t x dt$$

или

$$\frac{dy}{dt} = kx,$$

где k – коэффициент передачи звена.

Численно этот коэффициент равен скорости изменения выходной величины при изменении входной величины на единицу ее измерения. Примером интегрирующего звена служит ранее рассмотренный нами резервуар с выходным насосом. Переходная характеристика звена определяется выражением $h(t)=kt$ и показана на рисунке 7.4.

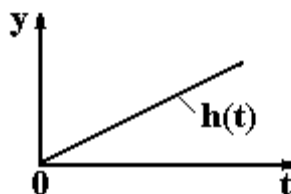


Рисунок 7.4

Передаточная функция звена $W(p) = \frac{k}{p}$. АЧХ звена

$$W(j\omega) = \frac{k}{j\omega} = -j \frac{k}{\omega} = \frac{k}{\omega} e^{-j\frac{\pi}{2}},$$

и показана на рисунке 7.5 а.

Другие частотные характеристики звена определяются выражениями

$$A(\omega) = \frac{k}{\omega}; \quad \varphi(\omega) = -\frac{\pi}{2}; \quad L(\omega) = 20 \lg k - 20 \lg \omega.$$

Интегрирующее звено для всех частот дает отставание по фазе выходных колебаний от входных на угол $\pi/2$.

ЛАЧХ звена, показанная на рисунке 7.5 б, имеет наклон -20 дБ/дек и проходит через точку с координатами $(\omega = 1; L(\omega) = 20 \cdot \lg k)$ (рисунок 2.28б).

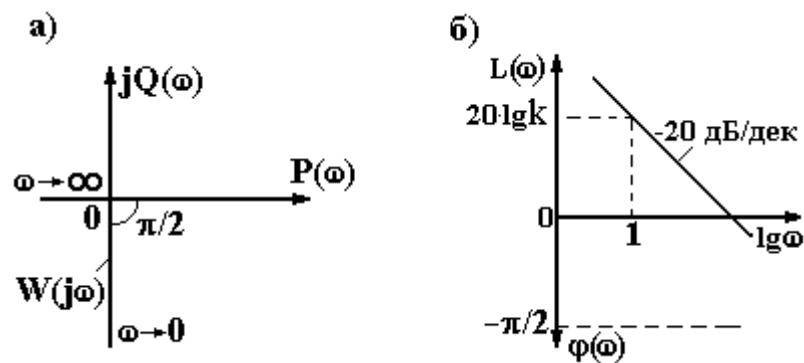


Рисунок 7.5

Дифференцирующее звено.

Дифференцирующим называют звено, которое описывается уравнением $y = k \frac{dx}{dt}$, где k – коэффициент передачи звена с размерностью (ед. времени \times ед. вых. величины/ед. вх. величины).

Примером дифференцирующего звена может служить дифференцирующий трансформатор.

Переходная характеристика звена определяется выражением $h(t) = \delta(t)$ и показана на рисунке 7б. Передаточная функция звена $W(p) = kp$.

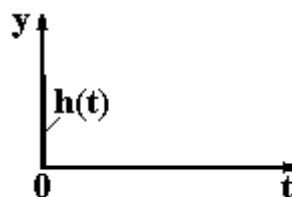


Рисунок 7.6

АФХ звена

$$W(j\omega) = j\omega k = \omega k e^{j\frac{\pi}{2}}$$

и показана на рисунке 7.7 а.

Другие частотные характеристики звена определяются выражениями

$$A(\omega) = k\omega; \quad \varphi(\omega) = \frac{\pi}{2};$$

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

Дифференцирующее звено для всех частот дает опережение по фазе выходных колебаний относительно входных на угол $\pi/2$. ЛАЧХ звена, показанная на рисунке 7.7 б, имеет наклон +20 дБ/дек и проходит через точку с координатами $(\omega=1; L(\omega)=20 \cdot \lg k)$ (рисунок 7.7 б).

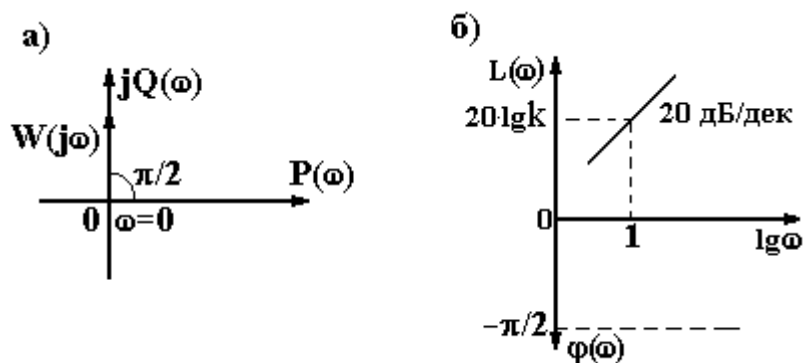


Рисунок 7.7