

# Построение асимптотических ЛАЧХ

---

# Асимптотическая АЛАЧХ

---

Пусть ПФ  $H(s) = \frac{k(s+a)(s+b)\dots}{(s+c)(s+d)\dots}$ , для примера возьмем  $H(s) = \frac{100(s+1)}{(s+10)(s+100)}$

Перепишем ПФ так, чтобы привести все множители вида  $(s+a)$  к  $(s*b+1)$ , в нашем случае  $H(s) = \frac{0.1(1+s/1)}{(1+\frac{s}{10})(1+\frac{s}{100})}$ .

Множители  $s$  в минус первой степени являются сопрягающими частотами (для нашего примера эти частоты: 1 (в числителе ПФ), 10 и 100 (в знаменателе ПФ)).

# Асимптотическая АЛАЧХ $H(s) = \frac{0.1(1+s/1)}{(1+\frac{s}{10})(1+\frac{s}{100})}$

Построение АЛАЧХ начинается, исходя из следующих соображений:

- При отсутствии интеграторов/дифференциаторов АЛАЧХ до сопрягающих частот представляет из себя прямую с нулевым наклоном, которая расположена на высоте  $20 \lg(k)$ , где  $k$  - множитель ПФ.

*В нашем случае  $k=0.1$  и высота прямой равна  $20 \lg(0.1)=-20$ .*

- Если интегратор или дифференциатор есть, то АЛАЧХ до сопрягающих частот представляет из себя прямую с наклоном  $(a-b)*20$  Дб/дек, где  $a$  – кол-во дифференциаторов, а  $b$  – количество интеграторов, причем эта прямая пересекает значение  $20 \lg(k)$  на частоте 1.

*Для ПФ  $W(s) = \frac{5}{s}$  АЛАЧХ представляет из себя прямую с наклоном  $-20$  Дб/дек, которая на частоте 1 проходит через точку  $20 \lg(5) \approx 14$ .*

- При пересечении сопрягающей частоты АЛАЧХ меняет свой наклон на  $+20$  Дб/дек или  $-20$  Дб/дек, в зависимости от принадлежности частоты к нулям или к полюсам ПФ соответственно.

*Для нашего примера, при проходе через частоту 1 наклон прямой изменяется на  $+20$  Дб/дек, а при проходе через частоты 10 и 100 изменяется на  $-20$ /дек.*

# Алгоритм

1. Привести к виду чтобы привести все множители вида  $(s+a)$  к  $(s*b+1)$
2. Определить сопрягающие частоты
3. Есть ли в ПФ интеграторы/дифференциаторы?

Нет	интеграторы	дифференциаторы	интеграторы и дифференциаторы
АЛАЧХ до сопрягающих частот - прямую с нулевым наклоном, которая расположена на высоте $20 \lg(k)$ , где $k$ - множитель ПФ.	до сопрягающих частот - прямая с наклоном $(-b)*20$ Дб/дек, где $b$ – количество интеграторов, причем эта прямая пересекает значение $20\lg(k)$ на частоте равной 1.	до сопрягающих частот - прямая с наклоном $a*20$ Дб/дек, где $a$ – количество дифференциаторов, причем эта прямая пересекает значение $20\lg(k)$ на частоте равной 1.	до сопрягающих частот - прямая с наклоном $(a-b)*20$ Дб/дек, где $a$ – кол-во дифференциаторов, $a$ $b$ – количество интеграторов, причем эта прямая пересекает значение $20\lg(k)$ на частоте 1.

принадлежности частоты в нуль или полюсам ПФ соответственно.

Полюс (корень числителя), тогда  $+20$ Дб/дек к наклону АЛАЧХ  
 Ноль (корень знаменателя), тогда  $-20$ Дб/дек к наклону АЛАЧХ

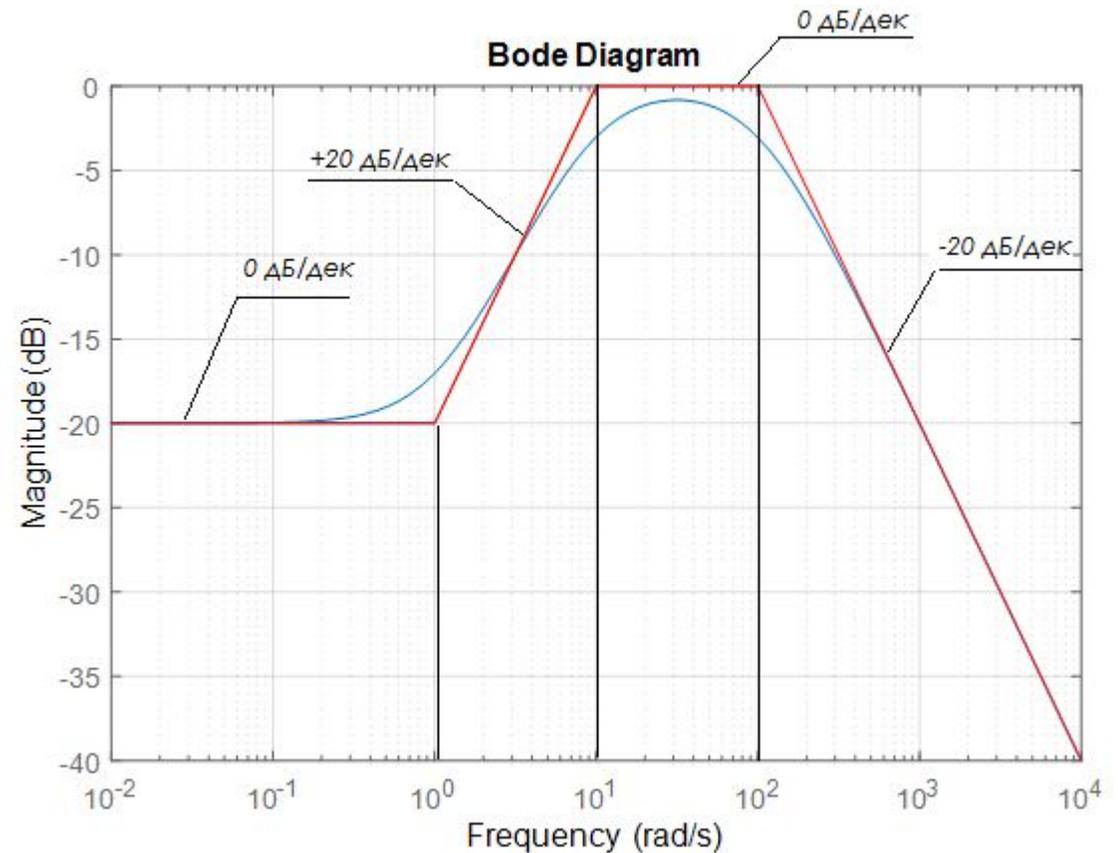
ТИ ОТ

# Пример построения АЛАЧХ в Matlab

Таким образом, последовательность команд для построения данной АЛАЧХ поверх ЛАЧ вышла следующей :

$$H(s) = \frac{0.1(1+s/1)}{(1+\frac{s}{10})(1+\frac{s}{100})}$$

```
>> hold on  
>> loglog([10^-2 10^0],[-20 -20],'r')  
>> loglog([10^0 10^1],[-20 0],'r')  
>> loglog([10^1 10^2],[0 0],'r')  
>> loglog([10^2 10^4],[0 -40],'r')
```



# Рассмотрим пример с интегратором

---

Пусть  $H(s) = \frac{5(s+20)}{s(4s+300)}$ .

Приведем все множители вида  $(s+a)$  к  $(s*b+1)$ :  $H(s) = \frac{5(s+20)}{s(s+300)} = \frac{5*20(\frac{s}{20}+1)}{s*300(\frac{4s}{30}+1)} = \frac{1(\frac{s}{20}+1)}{3s(\frac{4s}{300}+1)}$ .

Найдем сопрягающие частоты:

- Частоты, принадлежащие к нулям:  $\omega=20$ .
- Частоты, принадлежащие к полюсам:  $\omega=300/4=75$ .

Т.к. имеем интегратор, надо найти точку пересечения частоты  $\omega = 1$ :

- $20\lg(1/3)=-9.54$

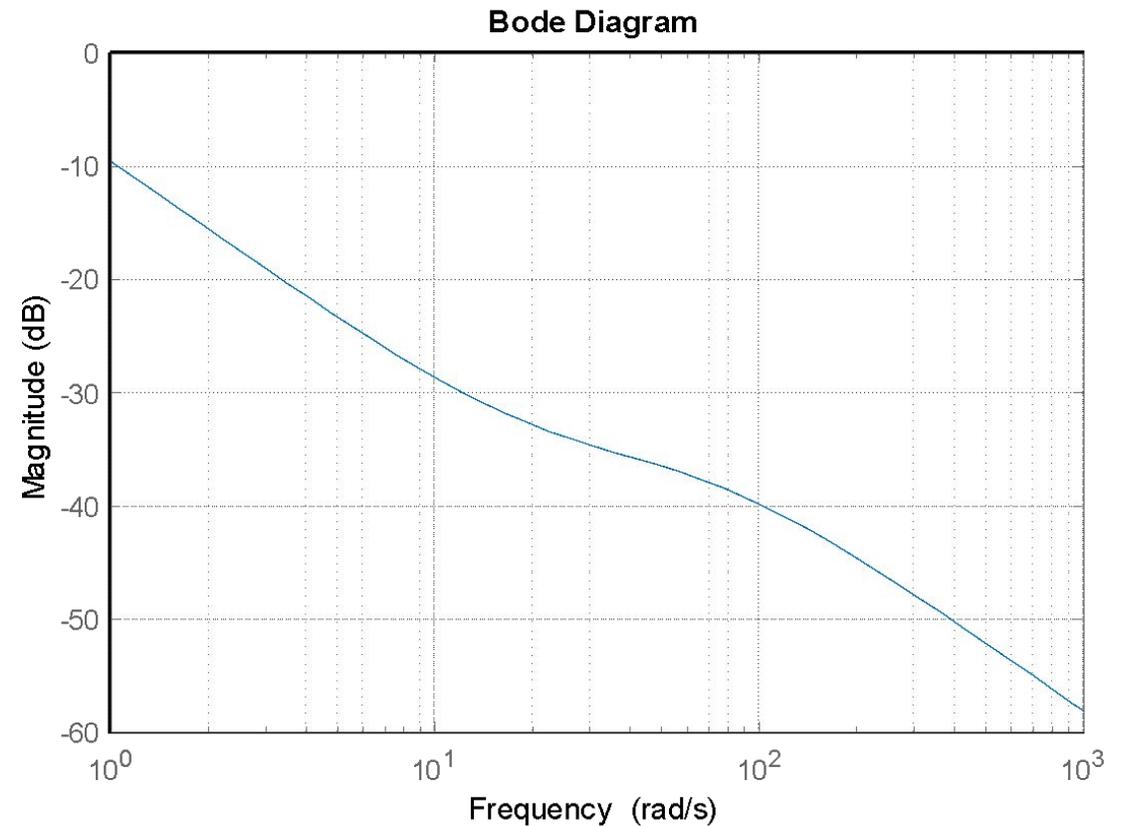
# Пример построения АЛАЧХ в Matlab

Итого, начальная функция АЛАЧХ

$L(\omega) = -20 \lg(\omega) - 9.54$ . (-20lg т.к. в ПФ есть только один интегратор).

Построим реальную ЛАЧХ звена.

$$H(s) = \frac{5(s+2)}{s(s+30)} = \frac{1(\frac{s}{20}+1)}{3s(\frac{4s}{300}+1)}$$



# Пример построения АЛАЧХ в Matlab

---

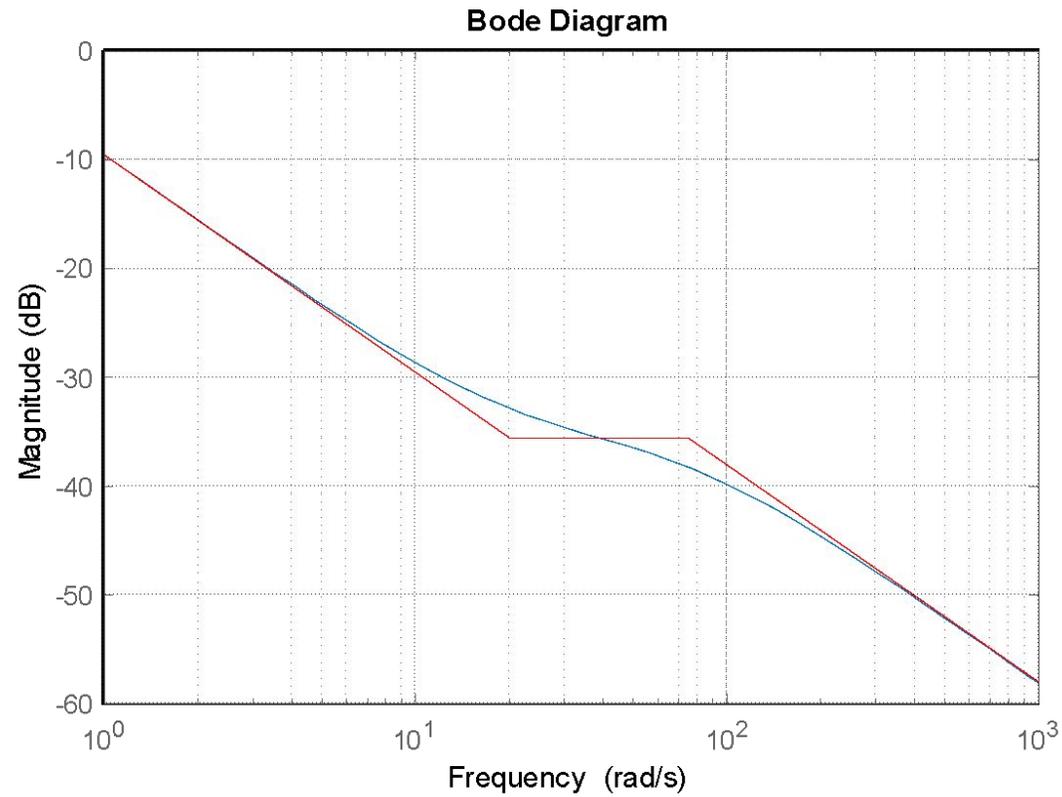
Для удобства будем строить АЛАЧХ поверх реальной ЛАЧХ.

Таким образом, для построения АЛАЧХ нам потребуются следующая последовательность команд:

- `>> hold on`
- `>> p0=9.54`
- `>> loglog([10^0 20], [-20*log10(10^0)-p0 -20*log10(20)-p0 ], 'r')`
- `>> p1= -20*log10(20)-p0`
- `>> loglog([20 75], [p1 p1], 'r')`
- `>> p2= -20*log10(75)-p1`
- `>> loglog([75 10^3], [-20*log10(75)-p2 -20*log10(10^3)-p2], 'r')`

# Итоговая АЛАЧХ

---



$$H(s) = \frac{5(s+2)}{s(s+30)} = \frac{1\left(\frac{s}{20}+1\right)}{3s\left(\frac{4s}{300}+1\right)}$$

# Еще один пример без интегратора

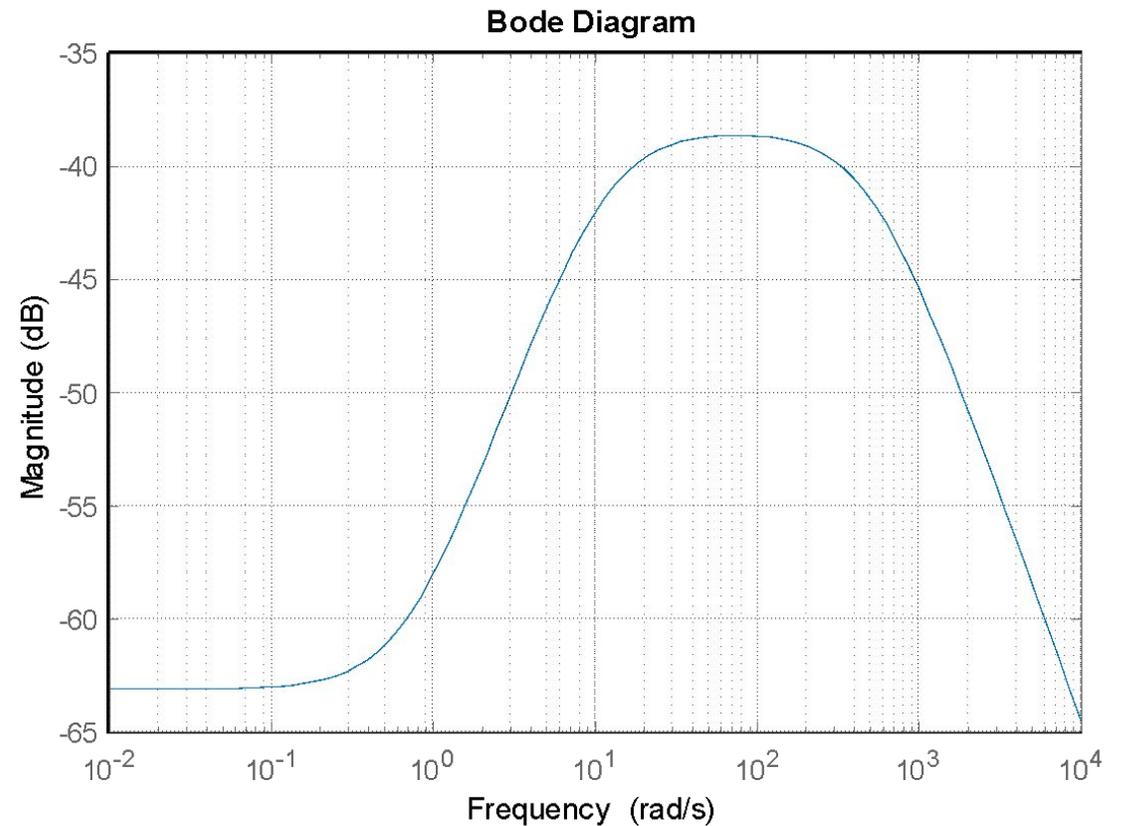
---

- $H(s) = \frac{14(3s+2)}{(7s+80)(s+500)}$
- $H(s) = \frac{14(3s+2)}{(7s+80)(s+500)} = \frac{14*2\left(\frac{3s}{2}+1\right)}{80*500\left(\frac{7s}{80}+1\right)\left(\frac{s}{500}+1\right)} = \frac{7\left(\frac{3s}{2}+1\right)}{10000\left(\frac{7s}{80}+1\right)\left(\frac{s}{500}+1\right)}$
- Сопрягающие частоты для нулей:  $2/3$ , для полюсов:  $80/7$ ,  $500$ .
- Начальный наклон прямой =  $0$  Дб/дек.
- Начальная высота прямой =  $20\lg(7/10000) = -63$

# Пример построения АЛАЧХ в Matlab

График будем строить поверх графика с реальной ЛАЧХ, с него же для удобства возьмем граничные частоты.

$$H(s) = \frac{14(3s+2)}{(7s+80)(s+500)} = \frac{7\left(\frac{3s}{2}+1\right)}{10000\left(\frac{7s}{80}+1\right)\left(\frac{s}{500}+1\right)}$$



# Последовательность команд:

---

```
>> t8=tf([14*3 14*2],[7 7*500+80 500*80])
>> ltiview(t8) %Строим ЛАЧХ и выводим его в отдельный график
>> hold on
>> p1=-63 %Установившееся значение
>> loglog([10^-2 2/3],[p1 p1],'r') %Линия без наклона
>> p2=20*log10(2/3)-p1 %Расчёт поправки
>> loglog([2/3 80/7],[20*log10(2/3)-p2 20*log10(80/7)-p2],'r') %Наклон +20
>> p3=20*log10(80/7)-p2 %Установившееся значение
>> loglog([80/7 500],[p3 p3],'r') %Без наклона
>> p4=-20*log10(500)-p3 %Расчёт поправки
>> loglog([500 10^4],[-20*log10(500)-p4 -20*log10(10^4)-p4],'r') %Наклон -20
```

# Итоговая АЛАЧХ

$$H(s) = \frac{14(3s+2)}{(7s+80)(s+500)} = \frac{7\left(\frac{3s}{2}+1\right)}{10000\left(\frac{7s}{80}+1\right)\left(\frac{s}{500}+1\right)}$$

