

Đồ thị Bode

1) Khái niệm:

Với hàm truyền bất kỳ $G(s)$, thay $s = j\omega$ ta có $G(j\omega)$ là một số phức.

Suy ra $G(j\omega) = |G(j\omega)| \cdot e^{j\varphi(\omega)}$

$|G(j\omega)|$ là độ lớn (độ khuếch đại)

$\varphi(\omega)$ là độ lệch pha theo tần số

Nếu đặt $L = 20 \lg |G(j\omega)|$ thì đồ thị Bode là:

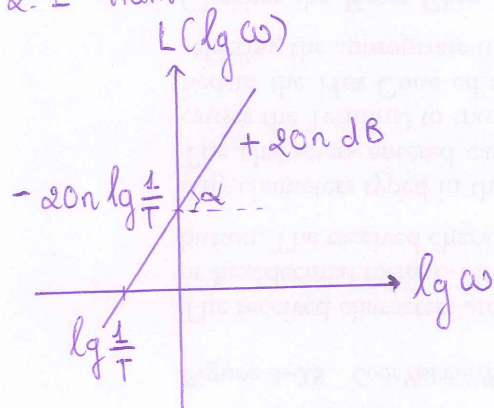
- Đồ thị $L(\lg \omega)$ (vẽ gần đúng)

- Đồ thị $\varphi(\omega)$ (vẽ gần đúng)



2) Đồ thị Bode của một số hàm truyền cơ bản.

2.1 Hàm $G(s) = (Ts)^n$



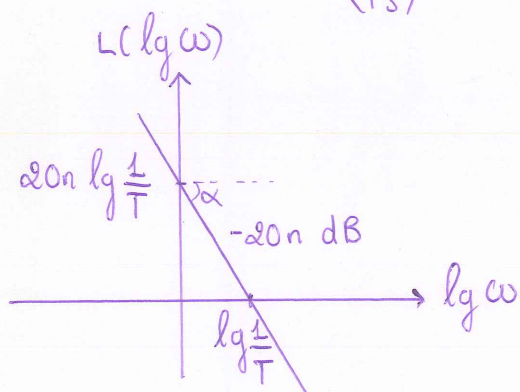
Đặc điểm:

Là đường thẳng đi từ điểm $(0, -20n \lg \frac{1}{T})$

"hướng xiên lên" với hệ số góc $+20n$

$$\tan \alpha = 20n$$

2.2 Hàm $G(s) = \frac{1}{(Ts)^n}$



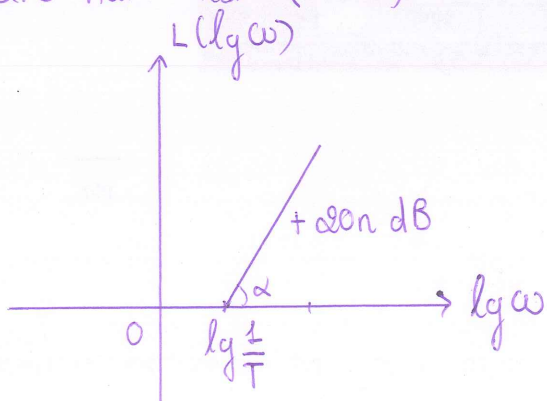
Đặc điểm:

Là đường thẳng đi từ điểm $(0, 20n \lg \frac{1}{T})$

"hướng xuống dưới" với hệ số góc $-20n$

$$\tan \alpha = 20n$$

2.3 Hàm $G(s) = (Ts+1)^n$



Đặc điểm: là đường gấp khúc

$\omega < \frac{1}{T}$ thì bằng 0

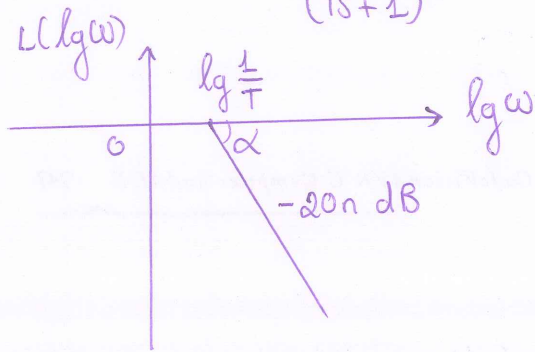
$\omega > \frac{1}{T}$ thì "hướng lên trên" với hệ

số góc $+20n$

$$\tan \alpha = 20n$$

Long Đồng

2.4 Hàm $G(s) = \frac{1}{(Ts+1)^n}$



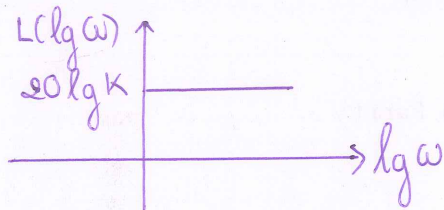
Đặc điểm: là đường gấp khúc

$\omega \leq \frac{1}{T}$ thì bằng 0

$\omega > \frac{1}{T}$ thì "hướng xuống dưới" với hệ số góc $(-20n)$

$$\tan \alpha = -20n$$

2.5 Hàm $G(s) = K = \text{const}$



Đặc điểm: là đường thẳng (hệ số góc bằng 0)

$$\tan \alpha = 0$$

3) Công đồ thị Bode:

3.1) Cơ sở lý thuyết:

Nếu có $G = G_1 \cdot G_2 \dots G_n$ và $\begin{cases} G_1 = |G_1| \cdot e^{j\varphi_1} \\ G_2 = |G_2| \cdot e^{j\varphi_2} \\ \dots \\ G_n = |G_n| \cdot e^{j\varphi_n} \end{cases}$

thì $\begin{cases} |G| = |G_1| \cdot |G_2| \dots |G_n| \\ \varphi = \varphi_1 + \varphi_2 + \dots + \varphi_n \end{cases}$

Vì $L = 20 \lg |G|$ nên $L = L_1 + L_2 + \dots + L_n$

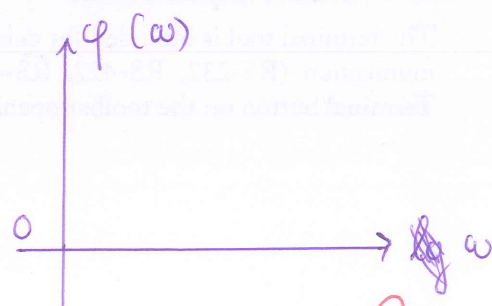
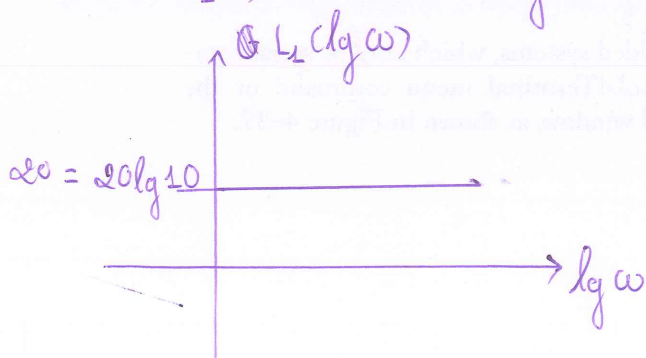
Vì $L(\lg \omega)$ (vẽ gần đúng) là các đường gấp khúc nên dễ dàng cộng được

3.2) ví dụ:

vẽ đồ thị Bode của $G(s) = \frac{10(s+1)}{100s+1}$

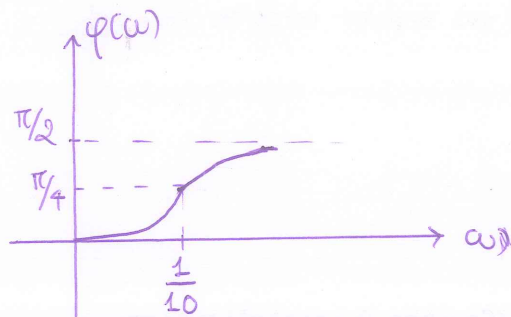
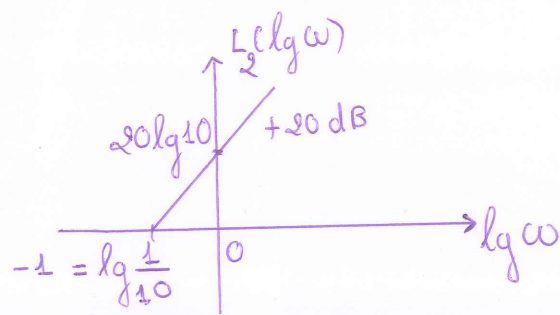
$G_1(s) = 10$; $G_2(s) = s+1$; $G_3(s) = \frac{1}{100s+1}$

Vẽ với $G_1(s)$ là khâu hằng số với $K = 10$

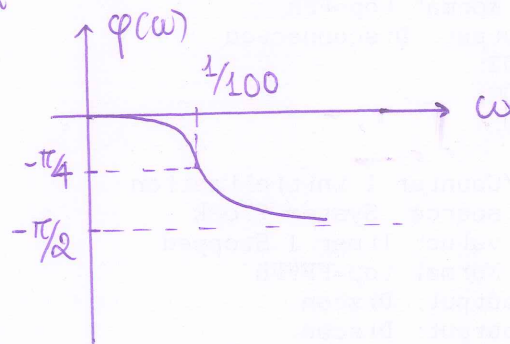
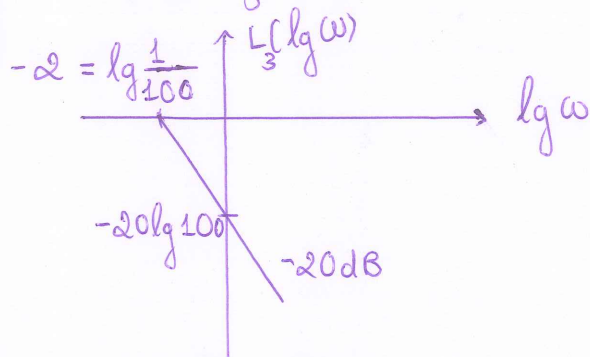


Long Đồng

vẽ với $G_2(s)$ là khâu bậc nhất với $T = 10$



vẽ với $G_3(s)$ là khâu ~~tiếp~~ quán tính bậc nhất với $T = 100$



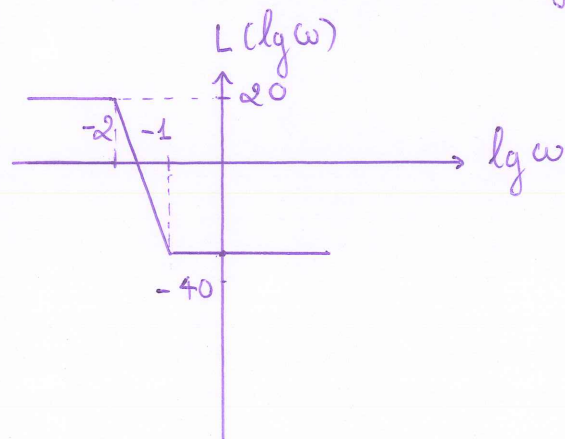
Cộng lại như sau:

- Cộng đồ thị Bode đồ lớn:

+ Từ $-\infty$ đến -2 hệ số góc là 0

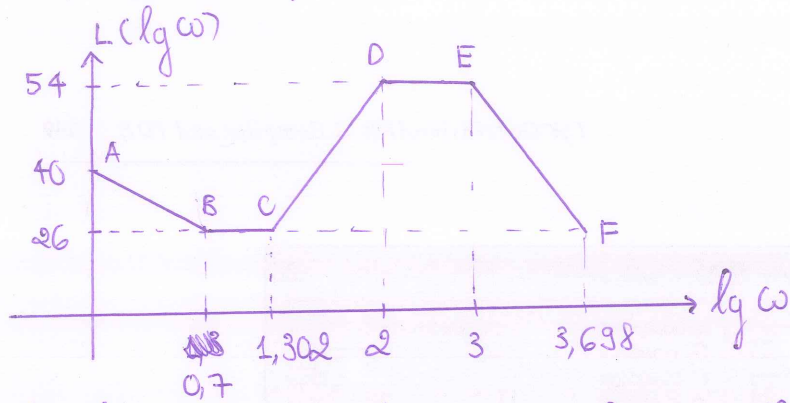
+ Từ -2 đến -1 hệ số góc là $0 - 20 = -20$

+ Từ -1 đến $+\infty$ hệ số góc là $-20 + 20 = 0$



Long Đăng

4) Tính hàm truyền từ đồ thị Bode
 ví dụ: cho đồ thị Bode sau, tìm hàm truyền



- Tính hệ số góc của các đoạn:

Đoạn	Hệ số góc
AB	-20
BC	0
CD	40
DE	0
EF	-40

- Đối chiếu hệ số góc của các đoạn với đồ thị Bode của một số hàm truyền cơ bản vừa nêu trên suy ra được các hàm truyền tương ứng có dạng:

$$AB: G_1(s) = \frac{1}{T_1 s}$$

$$BC: G_2(s) = T_2 s + 1$$

$$CD: G_3(s) = (T_3 s + 1)^2$$

$$DE: G_4(s) = \frac{1}{(T_4 s + 1)^2}$$

$$EF: G_5(s) = \frac{1}{(T_5 s + 1)^2}$$

Long Đống

Giải thích chi tiết:

AB đi xuống -20 dB thì $G_1(s) = \frac{1}{T_1 s}$ có hệ số góc -20

BC từ -20 thành 0 thì $G_2(s)$ phải có hệ số góc là +20 $\rightarrow G_2(s) = T_2 s + 1$

CD từ 0 thành 40 thì $G_3(s)$ phải có hệ số góc là +40 $\rightarrow G_3(s) = (T_3 s + 1)^2$

...
 Tính T_1, T_2, T_3, T_4, T_5

$$20 \lg \frac{1}{T_1} = 40 \rightarrow T_1 = 0,01$$

$$\lg \frac{1}{T_2} = 0,7 \rightarrow T_2 = 0,20$$

$$\lg \frac{1}{T_3} = 1,302 \rightarrow T_3 = 0,05$$

$$\lg \frac{1}{T_4} = 2 \rightarrow T_4 = 0,01$$

$$\lg \frac{1}{T_5} = 3 \rightarrow T_5 = 0,001$$

- Vậy
$$G(s) = \frac{1}{0,01s} (0,2s + 1)(0,05s + 1)^2 \cdot \frac{1}{(0,01s + 1)^2} \cdot \frac{1}{(0,001s + 1)^2}$$