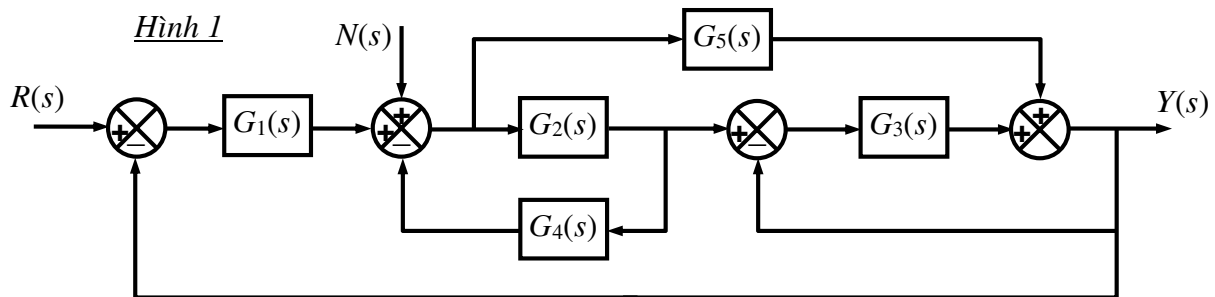
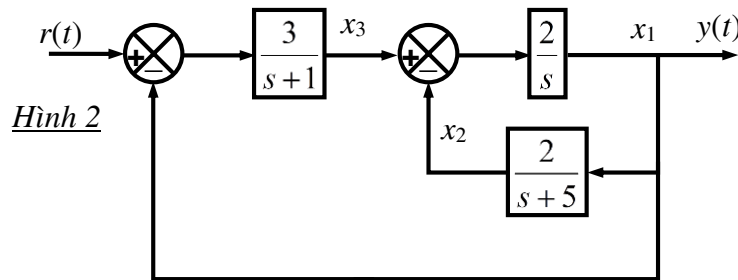


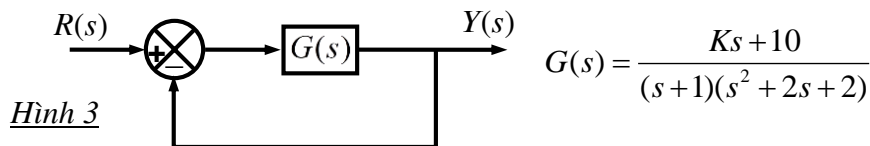
**Bài 1:** (3.0đ) Tính hàm truyền tương đương  $G(s) = \frac{Y(s)}{N(s)} \Big|_{R(s)=0}$  của hệ thống có sơ đồ khối ở hình 1.



**Bài 2:** (2.0đ) Viết phương trình trạng thái mô tả hệ kín ở hình 2 với các biến trạng thái cho trên sơ đồ.



**Bài 3:** (2.5 điểm) Cho hệ thống ở hình 3.



Vẽ QĐNS của hệ thống khi  $0 \leq K < +\infty$ . Dựa vào QĐNS, hãy đánh giá tính ổn định của hệ thống.

**Bài 4:** (2.5 điểm) Cho hệ thống hồi tiếp âm đơn vị có hàm truyền hở là

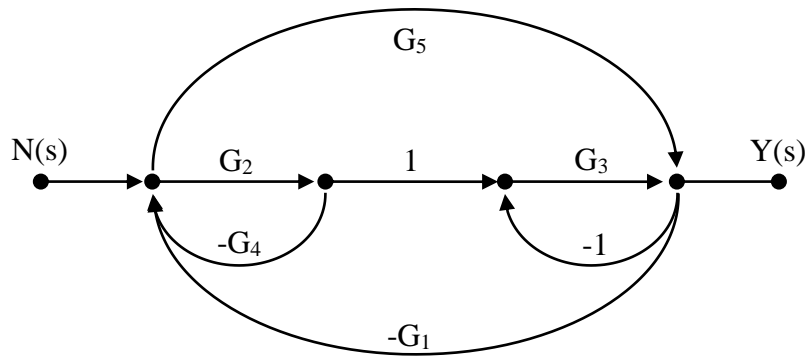
$$G(s) = \frac{200(s+1)e^{-0.1s}}{s(s+5)^2}$$

Vẽ biểu đồ Bode biên độ và pha của  $G(s)$ , xác định độ dự trữ biên và độ dự trữ pha, kết luận tính ổn định của hệ kín?

(Hết)

## ĐÁP ÁN

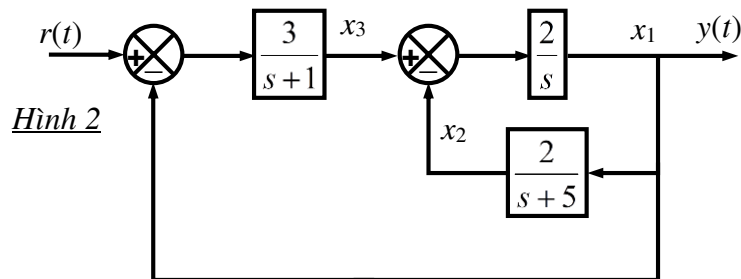
### Bài 1:



- Đường tiến :  $P_1 = G_2G_3, \quad P_2 = G_5$
- Vòng kín :  $L_1 = -G_2G_4, \quad L_2 = -G_3, \quad L_3 = -G_1G_2G_3, \quad L_4 = -G_1G_5$
- Định thức :  $\Delta = 1 - (L_1 + L_2 + L_3 + L_4) + L_1L_2$   
 $= 1 + G_2G_4 + G_3 + G_1G_2G_3 + G_1G_5 + G_2G_3G_4$
- Định thức con :  $\Delta_1 = 1, \quad \Delta_2 = 1$
- Hàm truyền tương đương :

$$G_{td} = \frac{Y(s)}{N(s)} = \frac{G_2G_3 + G_5}{1 + G_2G_4 + G_3 + G_1G_2G_3 + G_1G_5 + G_2G_3G_4}$$

### Bài 2:



$$\begin{aligned} *X_1(s) &= \frac{2}{s} \cdot (X_3(s) - X_2(s)) \\ \Leftrightarrow sX_1(s) &= 2X_3(s) - 2X_2(s) \\ \Rightarrow \dot{x}_1(t) &= 2x_3(t) - 2x_2(t) \quad (1) \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} *X_2(s) &= \frac{2}{s+5} \cdot X_1(s) \\ \Leftrightarrow sX_2(s) &= 2X_1(s) - 5X_2(s) \\ \Rightarrow \dot{x}_2(t) &= 2x_1(t) - 5x_2(t) \quad (2) \end{aligned}$$

$$*X_3(s) = \frac{3}{s+1} \cdot (R(s) - X_1(s))$$

$$\Leftrightarrow sX_3(s) = 3R(s) - 3X_1(s) - X_3(s)$$

$$\Rightarrow \dot{x}_3(t) = 3r(t) - 3x_1(t) - x_3(t) \quad (3)$$

-----

$$(1), (2), (3) \Rightarrow \begin{cases} \dot{x}_1(t) = -2x_2(t) + 2x_3(t) \\ \dot{x}_2(t) = 2x_1(t) - 5x_2(t) \\ \dot{x}_3(t) = -3x_1(t) - x_3(t) + 3r(t) \end{cases}$$

$$A = \begin{bmatrix} 0 & -2 & 2 \\ 2 & -5 & 0 \\ -3 & 0 & -1 \end{bmatrix}$$

$$B = \begin{bmatrix} 0 \\ 0 \\ 3 \end{bmatrix}$$

$$C = \begin{bmatrix} 1 & 0 & 0 \end{bmatrix}$$

với

$$\dot{x}(t) = A x(t) + B r(t)$$

$$c(t) = x_1(t) = Cx(t)$$

### **Bài 3:**

Phương trình đặc trưng:

$$1 + G(s) = 0 \Leftrightarrow 1 + \frac{Ks}{(s+3)(s^2+4)} = 0 \quad (1)$$

$$\text{Cực: } p_1 = -3, p_{2,3} = \pm j2$$

$$\text{Zero: } z_1 = 0$$

$$\text{Tiệm cận: } \alpha = \frac{(2l+1)\pi}{n-m} \rightarrow \begin{cases} \alpha_1 = \frac{\pi}{2} \\ \alpha_2 = -\frac{\pi}{2} \end{cases}$$

$$\text{Giao điểm của tiệm cận với trục hoành: } OA = \frac{-3}{2}$$

Điểm tách nhập:

$$(1) \Leftrightarrow K = -\frac{(s+3)(s^2+4)}{s}$$

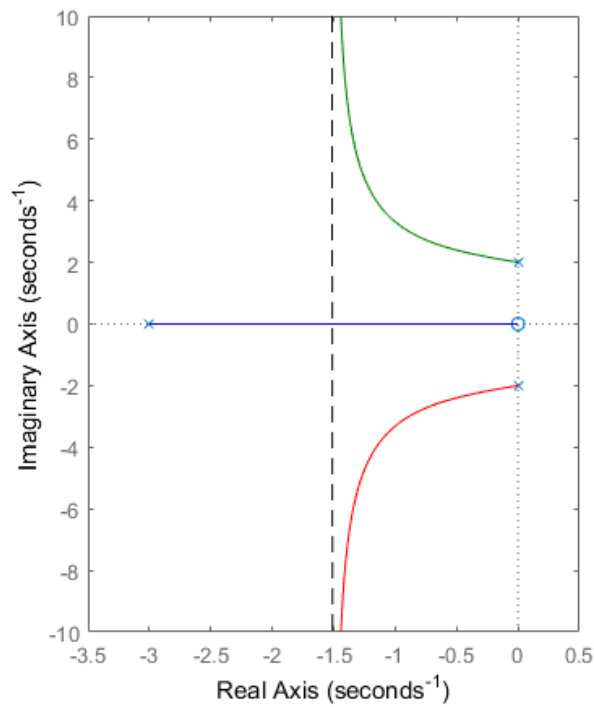
$$\frac{dK}{ds} = 0 \Leftrightarrow \begin{cases} s = 1.43 \text{ (loại)} \\ s = -1.47 \pm j1.43 \text{ (loại)} \end{cases}$$

Giao điểm của QĐNS với trục ảo:

$$\text{Thay } s = j\omega \text{ vào (1), ta được: } \begin{cases} \omega = \pm 2 \\ K = 0 \end{cases}$$

Góc xuất phát của QĐNS tại cực phức:

$$\theta_2 = 180^\circ + \arg(j2) - \arg(3 + j2) - \arg(j4) = 180^\circ + 90^\circ - 33.7^\circ - 90^\circ = 146.3^\circ$$



Hệ thống ổn định khi  $K > 0$ .

#### **Bài 4:**

$$G(s) = \frac{200(s+1)e^{-0.1s}}{s(s+5)^2} = \frac{8(s+1)e^{-0.1s}}{s(0.2s+1)^2}$$

Các tần số gây:  $\omega_1 = 1(\text{rad} / \text{s})$ ,  $\omega_2 = 5(\text{rad} / \text{s})$

Xác định điểm A:

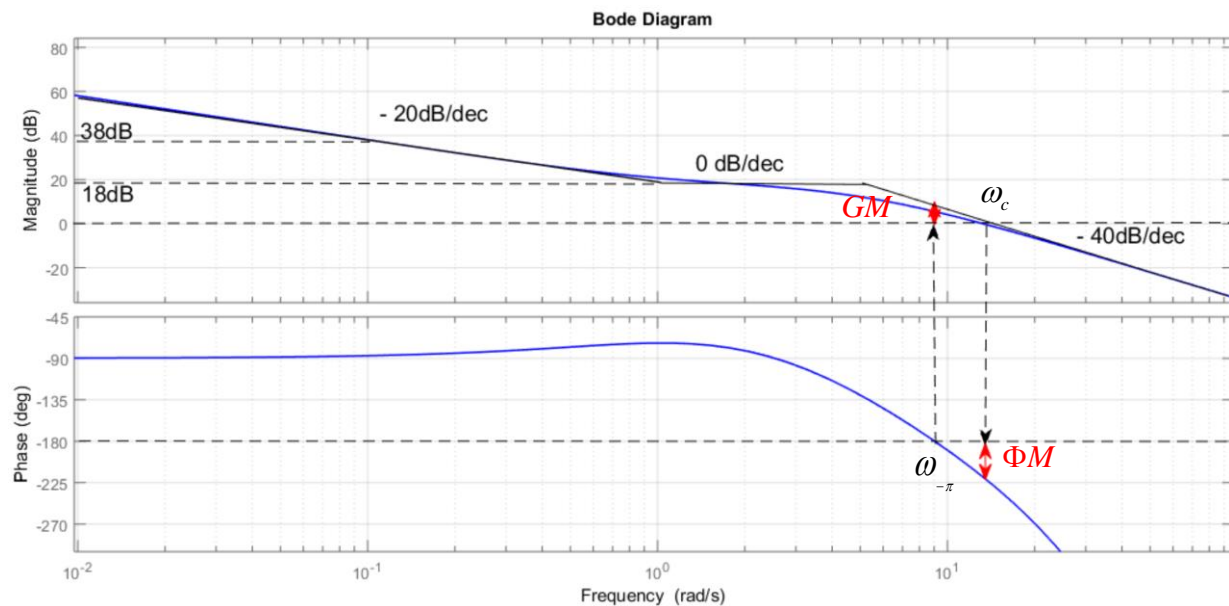
$$A: \begin{cases} \omega_0 = 0.1(\text{rad} / \text{s}) \\ L(\omega_0) = 20\log(8) - 20\log(0.1) = 38\text{dB} \end{cases}$$

Pha:

$$\varphi(\omega) = -90^\circ + \arctan \omega - 2\arctan(0.2\omega) - 0.1\omega \frac{180^\circ}{\pi}$$

$\omega$	0.01	0.1	0.5	1	5	7	9	13
$\varphi(\omega)$	-90	-87.3	-77.4	-73.4	-130	-156	-180	-219

Biểu đồ Bode :



Từ biểu đồ Bode ta có:

$$\begin{cases} \omega_c \approx 13 \text{ rad/s} \\ \omega_{-\pi} \approx 9 \text{ rad/s} \end{cases} \Rightarrow \begin{cases} L(\omega_{-\pi}) \approx 5.5 \text{ dB} \\ \varphi(\omega_c) \approx -219^\circ \end{cases} \Rightarrow \begin{cases} GM = -L(\omega_{-\pi}) = -5.5 \text{ dB} \\ \phi M = 180 + \varphi(\omega_c) = -39^\circ \end{cases}$$

➔ Hệ thống kín không ổn định

\*\*\*\*\*

**Thang đánh giá (Rubric): mức độ đạt chuẩn đầu ra mỗi câu hỏi được đánh giá qua 5 mức:**

0	Không làm gì
1	Làm sai phương pháp
2	Làm đúng phương pháp, nhưng có nhiều sai sót trong tính toán số liệu
3	Làm đúng phương pháp, có vài sai sót nhỏ trong tính toán số liệu
4	Làm đúng phương pháp, tính toán số liệu đúng hoàn toàn

**Cách chấm điểm, ghi điểm:**

- Đánh giá mỗi câu hỏi dựa vào thang đánh giá ở trên.
- Nhập số liệu vào file excel đính kèm: máy tính sẽ tự tính điểm qui đổi, có thể copy & paste vào bảng điểm online; đồng thời máy tính cũng sẽ tính mức độ đạt chuẩn đầu ra của SV để phục vụ kiểm định ABET.