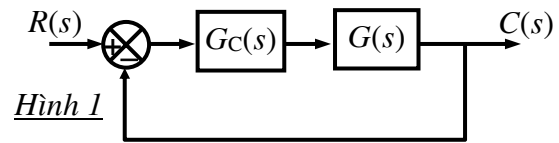


BÀI TẬP CHƯƠNG 6



Bài 1: Cho hệ thống có sơ đồ khối ở hình 1. Biết rằng $G(s) = \frac{K}{s(s+a)}$ và nếu $G_C(s) = 1$ thì hệ

thống kín có cặp cực phức với hệ số tắt $\xi = 1/\sqrt{2}$ và tần số dao động tự nhiên $\omega_n = \sqrt{2}$ (rad/sec).

1. Xác định hàm truyền $G(s)$.
2. Tính độ vọt lố và thời gian quá độ theo tiêu chuẩn 5% của hệ thống trước khi hiệu chỉnh.
3. Thiết kế $G_C(s)$ sao cho hệ kín sau khi hiệu chỉnh có đáp ứng quá độ thay đổi không đáng kể, đồng thời sai số xác lập đối với tín hiệu vào là hàm dốc bằng 0.01.

Bài 2: Cho hệ thống có sơ đồ khối ở hình 1. Biết rằng $G(s) = \frac{1}{s(s+5)(s+10)}$.

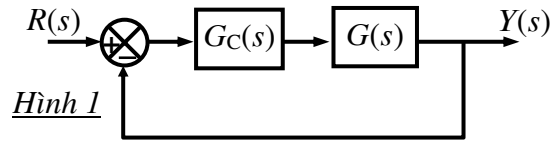
4. Cho $G_C(s) = K$. Xác định K để hệ thống có hệ số vận tốc bằng 10? Với K tìm được, tính độ vọt lố và thời gian quá độ (chuẩn 2%)? (0.75 điểm)
5. Thiết kế $G_C(s)$ sao cho hệ kín sau khi hiệu chỉnh có đáp ứng quá độ thỏa yêu cầu: độ vọt lố bằng 9.5% và thời gian quá độ (chuẩn 2%) bằng 2 giây, biết khâu $G_C(s)$ có zero bằng -4? (1.25 điểm)
6. Với khâu $G_C(s)$ tìm được ở câu b, hãy tính hệ số vận tốc và so sánh với hệ số vận tốc trong câu a. Rút ra nhận xét? (0.5 điểm)

Bài 3: Cho hệ thống có sơ đồ khối ở hình 1. Biết rằng $G(s) = \frac{10(s+2)}{s(s+1)(s+4)}$.

Hãy thiết kế $G_C(s)$ sao cho hệ kín sau khi hiệu chỉnh có đáp ứng quá độ thỏa yêu cầu: độ vọt lố bằng 9.5% và thời gian quá độ (chuẩn 2%) bằng 1 giây.

Bài 4: Cho hệ thống có sơ đồ khối ở hình 1. Biết rằng

$$G(s) = \frac{10(0.2s + 1)}{s(s + 2)^2}$$



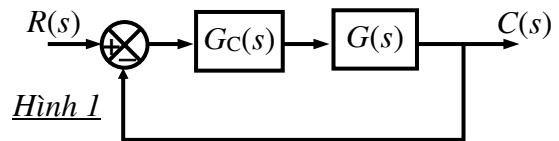
- a) Cho $G_C(s) = K \frac{s+2}{s+p}$. Bằng phương pháp quỹ đạo nghiệm số hãy xác định K và p sao cho sau hiệu chỉnh đáp ứng quá độ thỏa yêu cầu POT < 15% và $t_{qđ}$ (theo tiêu chuẩn 5%) < 2sec.
- b) Xác định sai số xác lập đối với ngõ vào hàm dốc đơn vị khi $G_C(s) = 1$ và khi $G_C(s)$ là kết quả ở câu a. Rút ra nhận xét về ảnh hưởng của khâu $G_C(s)$

Bài 5: Cho hệ thống có sơ đồ khối ở Hình 1. Biết rằng $G(s) = \frac{10(s+2)}{s^2(s+5)}$.

- a) Bằng phương pháp quỹ đạo nghiệm số hãy thiết kế $G_C(s)$ sao cho hệ kín sau khi hiệu chỉnh có $\xi = 0.707$ và $\omega_n = 2.83$.
- b) Tính độ vọt lố (gần đúng) của hệ thống trước khi hiệu chỉnh $G_C(s) = 1$ và sau khi hiệu chỉnh.

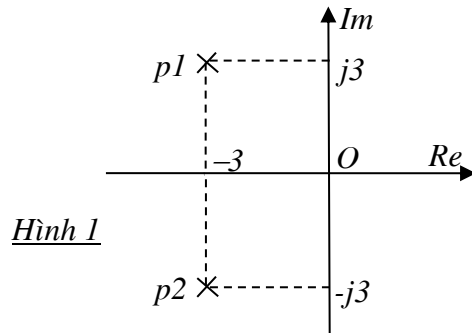
Bài 6: Cho hệ thống có sơ đồ khối ở hình 1. Biết rằng

$$G(s) = \frac{40}{s^2(s+10)}$$

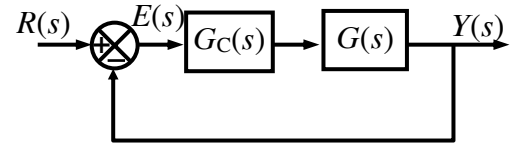


- c) Bằng phương pháp quỹ đạo nghiệm số hãy thiết kế khâu hiệu chỉnh $G_C(s)$ sao cho sau khi hiệu chỉnh hệ thống kín có cặp cực phức tại $-3 \pm j4$.
- d) Nếu muốn đáp ứng của hệ thống kín sau khi hiệu chỉnh thỏa yêu cầu POT < 10% và $t_{qđ} < 1$ sec (tiêu chuẩn 2%), cần phải chọn cặp cực quyết định bằng bao nhiêu?
- e) Có thể sử dụng bộ điều khiển tỉ lệ $G_C(s) = K_C$ ($K_C > 0$) để điều khiển hệ thống được không? Tại sao?

Bài 7: Cho đối tượng có giản đồ cực - zero như hình 1.

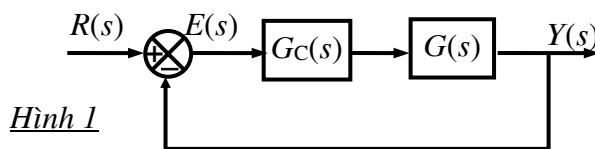


Hình 1



Hình 2

- a) Đáp ứng nấc đơn vị của đối tượng này (đáp ứng vòng hở) có dạng: dao động điều hòa, dao động hình sin với biên độ giảm dần hay tiến ra vô cùng. Giải thích. (Chuẩn đầu ra (CDR) 2 / 0.5đ)
- b) Xác định hàm truyền của đối tượng này, biết đối tượng này có đáp ứng nấc đơn vị xác lập bằng 0.5. (CDR1 / 0.5đ)
- c) Đối tượng này được điều khiển hồi tiếp âm đơn vị như hình 2.
- c1. Cho $G_C(s) = 1$, xác định POT , $t_{qd}(2\%)$? (CDR3 / 0.5đ)
- c2. Bằng phương pháp QĐNS, thiết kế $G_C(s)$ để sau thiết kế hệ thống có đáp ứng quá độ thỏa: $POT \leq 11\%$, $t_{qd}(2\%) \leq 0.4s$. (CDR4 / 1.0đ)
- c3. Xác định e_{xl} trước và sau hiệu chỉnh. (CDR3 / 0.5đ) Từ đó rút ra nhận xét về ảnh hưởng của bộ điều khiển $G_C(s)$ trong trường hợp này. (CDR4 / 0.5đ)

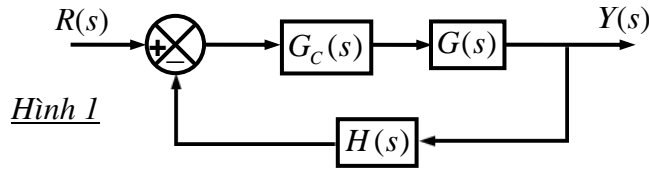


Hình 1

Bài 8: Cho hệ thống điều khiển như hình 1 với $G(s) = \frac{10(s+4)}{s(s+1)(s+6)}$

- a) **2.1** Cho $G_C(s) = 1$, tính độ vọt lố và thời gian quá độ của hệ thống (tiêu chuẩn 5%).
- b) **2.2** Thiết kế bộ điều khiển $G_C(s)$ sao cho bộ điều khiển có zero tại -1 , hệ kín có cặp cực phức $s_{1,2}^* = -3 \pm j3$, và sai số xác lập khi tín hiệu vào hàm dốc đơn vị là 0.02.

Bài 9: Cho hệ thống có sơ đồ khối ở hình 1.



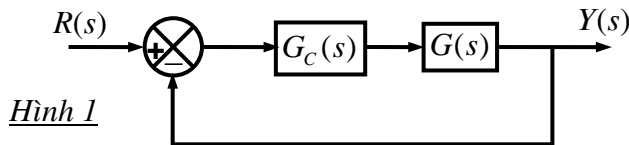
$$G(s) = \frac{8}{s(s+2)} \quad H(s) = \frac{10}{s+10}$$

- 1.1 Cho $G_C(s) = 1$, tính độ vọt lố, thời gian quá độ (tiêu chuẩn 2%) và sai số xác lập khi tín hiệu vào là hàm dốc đơn vị.
- 1.2 Thiết kế bộ điều khiển sớm trễ pha $G_C(s)$ sao cho hệ thống sau khi thiết kế có cặp cực phức với $\xi = 0.8$, $\omega_n = 3$ và sai số xác lập khi tín hiệu vào là hàm dốc đơn vị là 0.02.

Bài 10 : Cho hệ thống điều khiển có sơ đồ khối ở hình 1. Cho biểu đồ Bode của đối tượng kèm theo đề thi.

- a) Xác định hàm truyền $G(s)$.
- b) Tính sai số xác lập khi tín hiệu vào là hàm nấc đơn vị trước khi hiệu chỉnh
- c) Dựa vào biểu đồ Bode, thiết kế khâu hiệu chỉnh $G_C(s)$ sao cho hệ kín ổn định có độ dự trữ pha $\Phi M^* \geq 60^\circ$, sai số xác lập đối với tín hiệu vào là hàm nấc đơn vị bằng 0.02.

Bài 11: Cho hệ thống điều khiển ở hình 1.

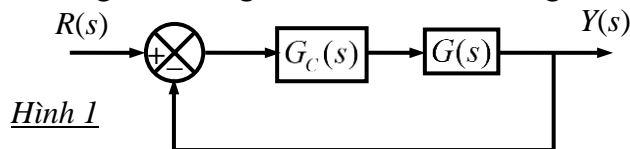


$$G(s) = \frac{20}{s(s^2 + 4s + 16)}$$

- 2.1 Thiết kế bộ điều khiển $G_C(s)$ sao cho hệ kín có độ dự trữ pha $\Phi M^* \geq 60^\circ$, và sai số xác lập khi tín hiệu vào là hàm dốc $e_{xl}^* \leq 0.02$

2.2 Vẽ biểu đồ Bode của hệ thống sau khi thiết kế, từ đó kiểm tra lại độ dự trữ biên của hệ thống sau khi thiết kế.

Bài 12: Cho hệ thống điều khiển ở hình 1, biểu đồ Bode của đối tượng cho kèm theo đề thi, biết rằng đối tượng có khâu trễ với thời gian trễ là 0.02 giây.



1.1 Cho $G_C(s) = 1$, dựa vào biểu đồ Bode hãy nhận xét về độ vọt lố, thời gian quá độ và sai số xác lập khi tín hiệu vào là nấc đơn vị.

1.2 Thiết kế bộ điều khiển $G_C(s)$ sao cho hệ thống sau khi thiết kế thỏa mãn:

- sai số xác lập đối với tín hiệu vào là hàm nấc đơn vị là $e_{xl}^* = 0.02$

- độ dự trữ pha $\Phi M^* \geq 60^\circ$, độ dự trữ biên $GM^* \geq 0dB$

Bài 13: Cho hệ thống có sơ đồ khối ở hình 1. Biết rằng $G(s) = \frac{10e^{-40s}}{(50s+1)^2}$.

- Khi chưa hiệu chỉnh [$G_C(s) = 1$] thì hệ kín không ổn định. Hãy kiểm tra điều này bằng cách vẽ biểu đồ Bode và xác định độ dự trữ biên và pha của hệ hở. (1 điểm)
- Hãy thiết kế khâu $G_C(s)$ để hệ kín sau hiệu chỉnh ổn định và có sai số xác lập không đổi so với khi chưa hiệu chỉnh. Xác định độ dự trữ biên và pha sau khi hiệu chỉnh? (1.5 điểm)

Bài 14: Cho hệ thống điều khiển có sơ đồ khối như hình 1, đối tượng $G(s)$ có biểu đồ Bode kèm theo đề thi.

- Hãy thiết kế khâu trễ pha $G_C(s)$ sao cho sau hiệu chỉnh hệ thống có sai số xác lập giảm 100 lần và độ dự trữ biên, dự trữ pha mong muốn lần lượt là: 10dB, 40° .
- Vẽ biểu đồ Bode hệ thống sau hiệu chỉnh và xác định độ dự trữ biên, dự trữ pha.

Bài 15: Cho hệ thống nhiều khâu có sơ đồ khối như hình 1. Cho biểu đồ Bode của đối tượng kèm theo đề thi.

- Dựa vào biểu đồ Bode, thiết kế khâu hiệu chỉnh sớm pha $G_C(s)$ sao cho sau hiệu chỉnh hệ thống có độ dự trữ pha $\Phi M^* \geq 40^\circ$ và sai số xác lập đối với tín hiệu vào là hàm dốc đơn vị bằng 0.01.
- Vẽ biểu đồ Bode và xác định độ dự trữ biên sau hiệu chỉnh.

Bài 16: Cho hệ thống có sơ đồ khối như Hình 1. Biết rằng $G(s) = \frac{1}{s(2s+1)(0.2s+1)}$.

- Hãy thiết kế khâu trễ pha $G_C(s)$ sao cho sau hiệu chỉnh hệ thống có $K_v = 100$ và độ dự trữ dự trữ pha lớn hơn 40° .
- Vẽ biểu đồ Bode hệ thống sau hiệu chỉnh và xác định độ dự trữ biên, dự trữ pha.

Bài 17: Cho hệ thống điều khiển có sơ đồ khối ở hình 1. Cho biểu đồ Bode của đối tượng kèm theo đề thi.

- a) Dựa vào biểu đồ Bode, thiết kế khâu hiệu chỉnh sớm pha $G_c(s)$ sao cho sau hiệu chỉnh hệ thống có độ dự trữ pha $\Phi M^* \geq 30^\circ$, độ dự trữ biên $GM^* \geq 10dB$ và sai số xác lập giảm 10 lần.
- b) Vẽ biểu đồ Bode và xác định độ dự trữ biên và pha sau hiệu chỉnh.

Bài 18: Cho đối tượng có đáp ứng tần số biên độ và pha như Phụ lục 1 kèm theo đề thi. Đối tượng này được điều khiển hồi tiếp âm đơn vị như hình 2.

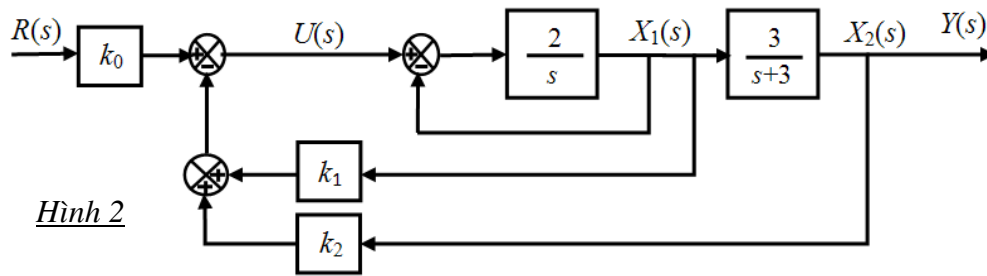
- a) Xác định GM và ΦM của hệ hở trước hiệu chỉnh [$G_C(s) = 1$], từ đó nhận xét về tính ổn định của hệ kín.
- b) Cho $G_C(s) = 100$ thì hệ kín có ổn định không? Giải thích.
- c) Bằng phương pháp Bode, thiết kế bộ điều khiển trễ pha để sau hiệu chỉnh hệ thống thỏa $K_v^* = 10$, $\Phi M^* \geq 40^\circ$, $GM^* \geq 20dB$. (CĐR4 / 1.5đ)
- d) Xác định POT trước và sau hiệu chỉnh của hệ thống này. (CĐR3 / 0.5đ)

Bài 19: Cho hệ thống điều khiển như hình 1:

1.1 Cho $G_C(s) = K_P + K_D s$, $G(s) = \frac{2}{s(s^2 + 5s + 4)}$, tìm điều kiện của K_P và K_D để hệ thống ổn định. Vẽ miền ổn định trên hệ trục tọa độ với trục tung là K_P , trục hoành là K_D .

1.2 Cho $G_C(s) = 1$, $G(s) = \frac{20(s + 0.1)e^{-0.1s}}{s^2(s + 10)}$, hãy vẽ biểu đồ Bode của hệ hở vào thang chia logarith kèm theo đề thi, xác định độ dự trữ biên và độ dự trữ pha, từ đó đánh giá tính ổn định của hệ thống kín.

Bài 20: Cho hệ thống có sơ đồ khối ở hình 2.



1. Thành lập phương trình trạng thái của hệ hở.
2. Cho $k_0 = 1$. Thiết kế luật điều khiển $u(t) = k_0 r(t) - k_1 x_1(t) - k_2 x_2(t)$ sao cho đáp ứng ngõ ra hệ kín có POT = 4.32% và $t_{qđ} = 1$ (giây) (tiêu chuẩn 5%).
3. Viết hàm truyền của hệ kín với k_1, k_2 tìm được ở trên. Tìm k_0 sao cho $y_{xl} = \lim_{t \rightarrow +\infty} y(t) = 1$ khi tín hiệu vào là hàm nấc đơn vị.

Bài 21: Cho hệ thống được mô tả bởi phương trình vi phân sau với các tham số ở bảng 1.

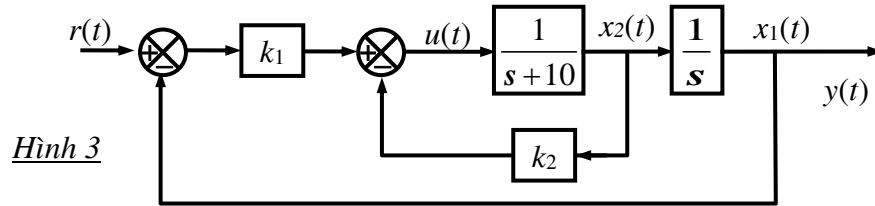
Bảng 1. Giá trị tham số

Tham số	Giá trị	Đơn vị
R_a	2.000	Ω
L_a	0.500	H
K_b	0.015	---
K_i	0.015	---
B_m	0.200	Nms
J_m	0.020	kg.m ²

$$\begin{cases} L_a \frac{di_a}{dt} + R_a i_a + K_b \omega_m = v_a \\ J_m \frac{d\omega_m}{dt} + B_m \omega_m = K_i i_a \end{cases}$$

- a) Xác định phương trình trạng thái mô tả hệ thống với các biến trạng thái, ngõ ra và ngõ vào như sau: $x_1 = \omega_m, x_2 = i_a, y = \omega_m, u = v_a$. (0.5 điểm)
- b) Xác định luật điều khiển $u(t) = r(t) - Kx(t)$ để đáp ứng ngõ ra thỏa: POT = 9.5%, $t_{qđ}(5\%) = 0.5$ giây. Tính ngõ ra xác lập? Cho ngõ vào là hàm nấc đơn vị. (1.5 điểm)
- c) Cho luật điều khiển $u(t) = r(t) - K\hat{x}(t)$ với K tìm được ở câu b và $\hat{x}(t)$ là trạng thái ước lượng của $x(t)$. Tính độ lợi của bộ ước lượng trạng thái rằng bộ ước lượng có các cực bằng -10. Viết phương trình trạng thái mô tả bộ ước lượng sau khi thiết kế (1.5 điểm)

Bài 22: Cho hệ thống điều khiển có sơ đồ khối như hình hình 3.



- Xác định phương trình trạng thái mô tả hệ hữ với các biến trạng thái $x_1(t)$, $x_2(t)$, ngõ ra $y(t)$ và ngõ vào $u(t)$.
- Xác định k_1 và k_2 để đáp ứng ngõ ra thỏa: $POT = 9.5\%$, $t_{qd}(2\%) = 1$ giây. Tính ngõ ra xác lập ? Cho ngõ vào là hàm nấc đơn vị.
- Thiết kế bộ ước lượng trạng thái cho hệ thống trên. Biết bộ ước lượng có tất cả các cực bằng -10 . Viết PTTT mô tả bộ ước lượng.

Bài 23. Cho đối tượng động cơ DC được mô tả bởi hệ phương trình vi phân sau:

Bảng 1

$$\begin{cases} J \frac{d\omega(t)}{dt} + b\omega(t) = Ki(t) \\ L \frac{di(t)}{dt} + Ri(t) = V - K\omega(t) \end{cases}$$

J	0.01	Kg.m^2
b	0.1	N.m.s
K	0.01	
R	1	Ω
L	0.5	H

Trong đó : $\omega(t)$: tốc độ động cơ, $i(t)$: dòng điện phản ứng động cơ, V : điện áp cấp cho động cơ. Các tham số J , K , b , R và L được cho ở bảng 1.

- Xác định PTTT mô tả động cơ DC biết các trạng thái là tốc độ và dòng điện, ngõ ra là tốc độ động cơ, ngõ vào là điện áp.
- Xác định luật điều khiển hồi tiếp trạng thái $u(t) = r(t) - Kx(t)$ sao cho đáp ứng ngõ ra có $POT = 5\%$, $t_{qd}(2\%) = 2s$. Xác định tốc độ xác lập khi tốc độ đặt 1000 (vòng/phút).

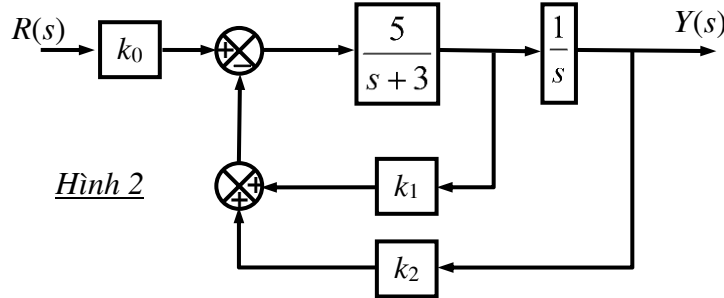
Bài 24:

Cho đối tượng vật - lò xo được mô bởi PTTT:

$$\begin{cases} \dot{x}(t) = \begin{bmatrix} 0 & 1 \\ -1 & -0.2 \end{bmatrix} x(t) + \begin{bmatrix} 0 \\ 2 \end{bmatrix} u(t) \\ y(t) = [1 \quad 0] x(t) \end{cases}$$

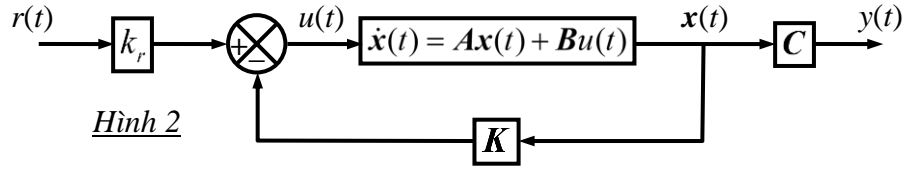
- a) Trong đó : $y(t)$: vị trí vật, $x(t) = [x_1(t) \quad x_2(t)]^T$: trạng thái hệ thống (vị trí và vận tốc của vật), $u(t)$: lực tác dụng vào vật.
- b) Với luật điều khiển hồi tiếp ngõ ra $u(t) = r(t) - k_o y(t)$. Xác định k_o để hệ kín ổn định.
- c) Xác định luật điều khiển hồi tiếp trạng thái $u(t) = r(t) - Kx(t)$ sao cho đáp ứng ngõ ra có $POT = 16\%$, $t_{qd}(5\%) = 5s$.

Bài 25: Cho hệ thống điều khiển như hình 2.



- a) Tính độ lợi vector hồi tiếp trạng thái $K = [k_1 \quad k_2]$ sao cho hệ kín có cặp cực phức với $\xi = 0.65$, $\omega_n = 4$
- b) Tính giá trị k_o sao cho sai số xác lập khi tín hiệu vào là hàm nấc đơn vị bằng 0.

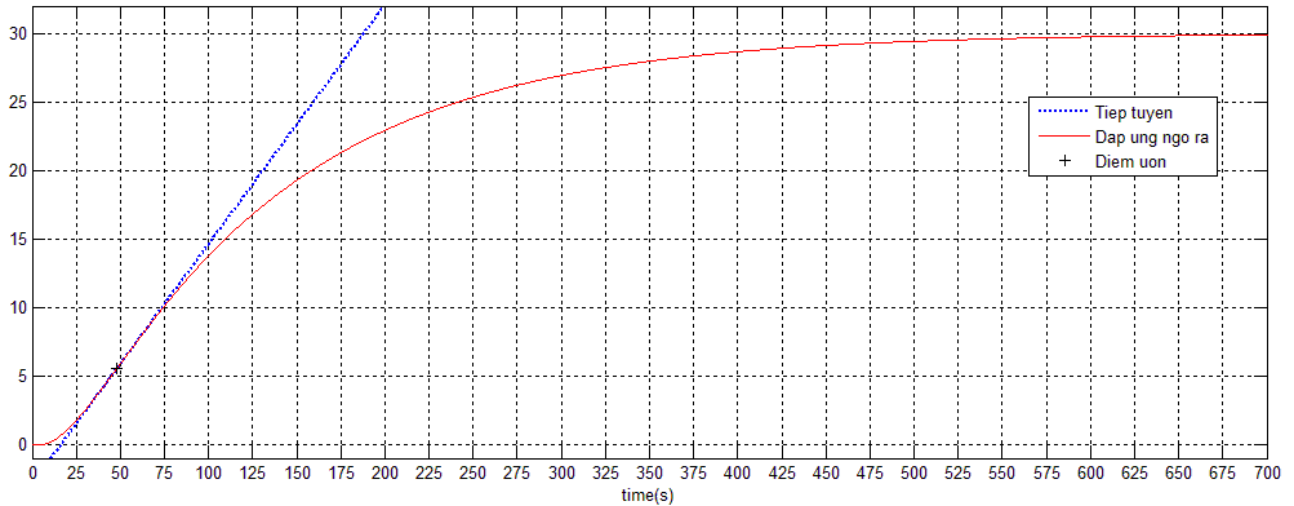
Bài 26: Cho hệ thống điều khiển ở hình 2, trong đó $A = \begin{bmatrix} 0 & 1 \\ -5 & -3 \end{bmatrix}$, $B = \begin{bmatrix} 4 \\ 1 \end{bmatrix}$, $C = [1 \ 0]$



- 1) Hãy thiết kế bộ điều khiển hồi tiếp trạng thái sao cho hệ thống có cặp cực phức tại $-5 \pm j4$
- 2) Hãy tính k_r sao cho ở xác lập $y_{xl} = r_{xl}$ khi tín hiệu vào là hàm bậc.

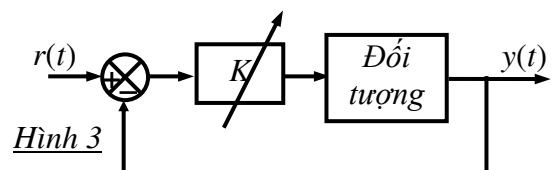
Bài 27: Để xác định các tham số của bộ điều khiển PID điều khiển nhiệt độ lò nhiệt, ta thực hiện theo phương pháp Ziegler-Nichols vòng hở (Ziegler-Nichols 1). Cung cấp tín hiệu đầu vào $u(t) = 0.2$, ta được đáp ứng ngõ ra và đường tiếp tuyến như Hình 3.

- a) Xác định K , T_1 , T_2 . Viết biểu thức hàm truyền lò nhiệt.
- b) Tìm hàm truyền bộ điều khiển PID rời rạc biết thời gian lấy mẫu $T = 0.1s$



Hình 3. Đáp ứng ngõ ra và tiếp tuyến tại điểm uốn

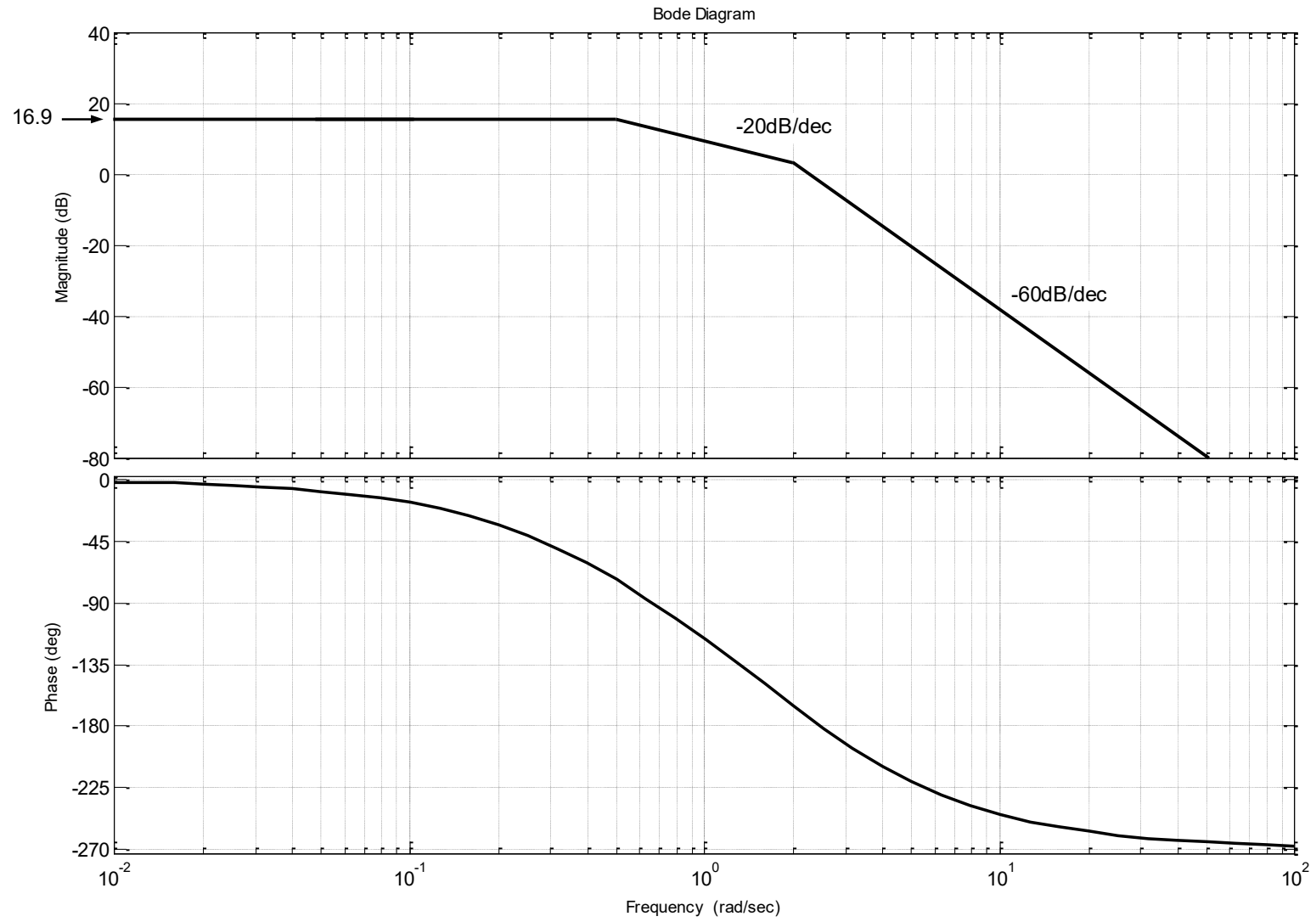
Bài 28. Để xác định các tham số của bộ điều khiển PI điều khiển tốc độ động cơ, ta thực hiện theo phương



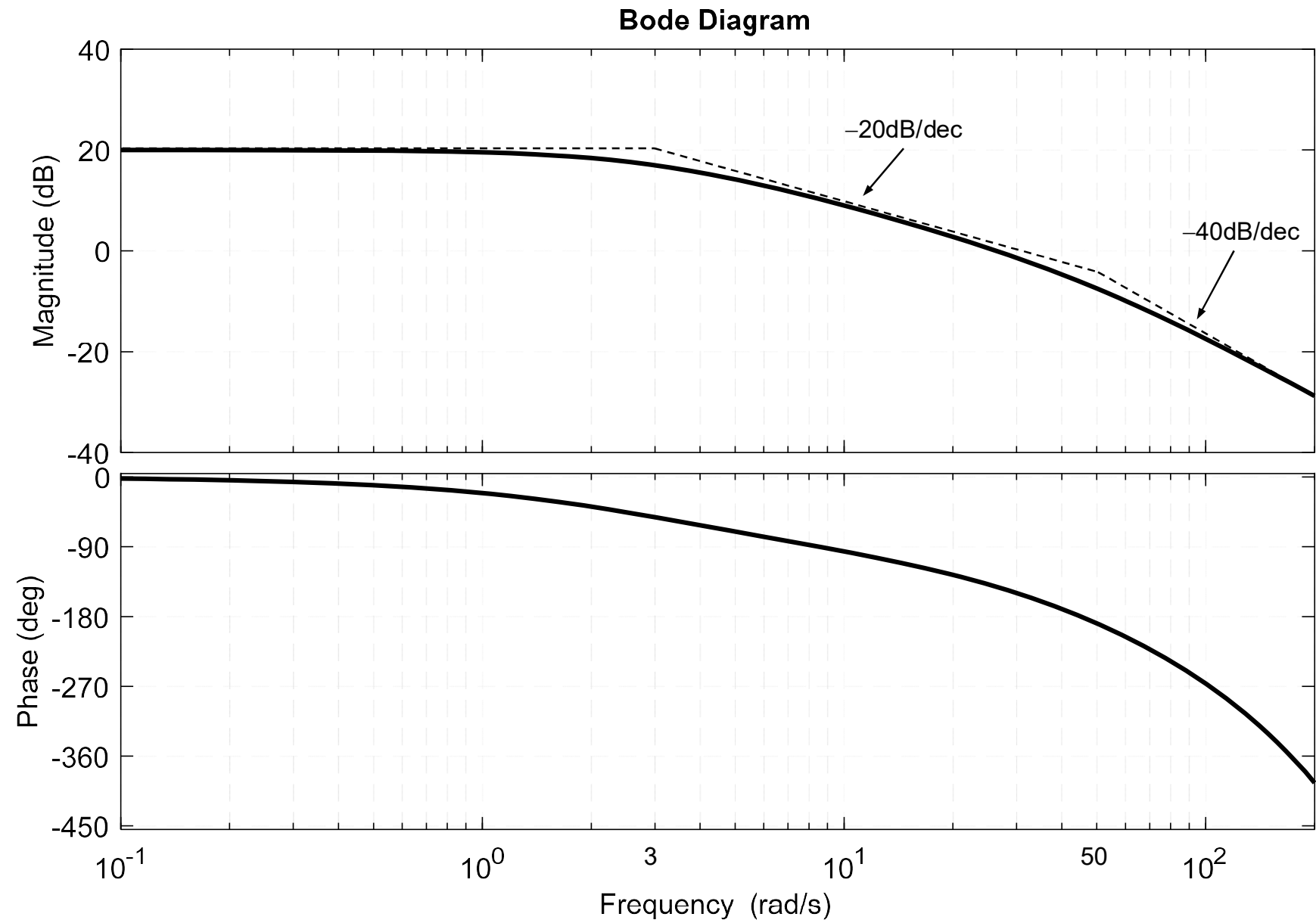
pháp Ziegler-Nichols vòng kín theo sơ đồ nguyên lý như hình 3.

Tăng dần độ lợi K đến giá trị 10 thì ngõ ra động cơ dao động hình sin với chu kỳ 2sec. Xác định các tham số K_P , K_I của bộ điều khiển PI . Viết hàm truyền rời rạc của bộ điều khiển PI với thời gian lấy mẫu 10ms. Viết phương trình sai phân mô tả quan hệ vào ra của bộ điều khiển PI rời rạc với ngõ vào là sai số $e(k)$ và ngõ ra là tín hiệu điều khiển $u(k)$.

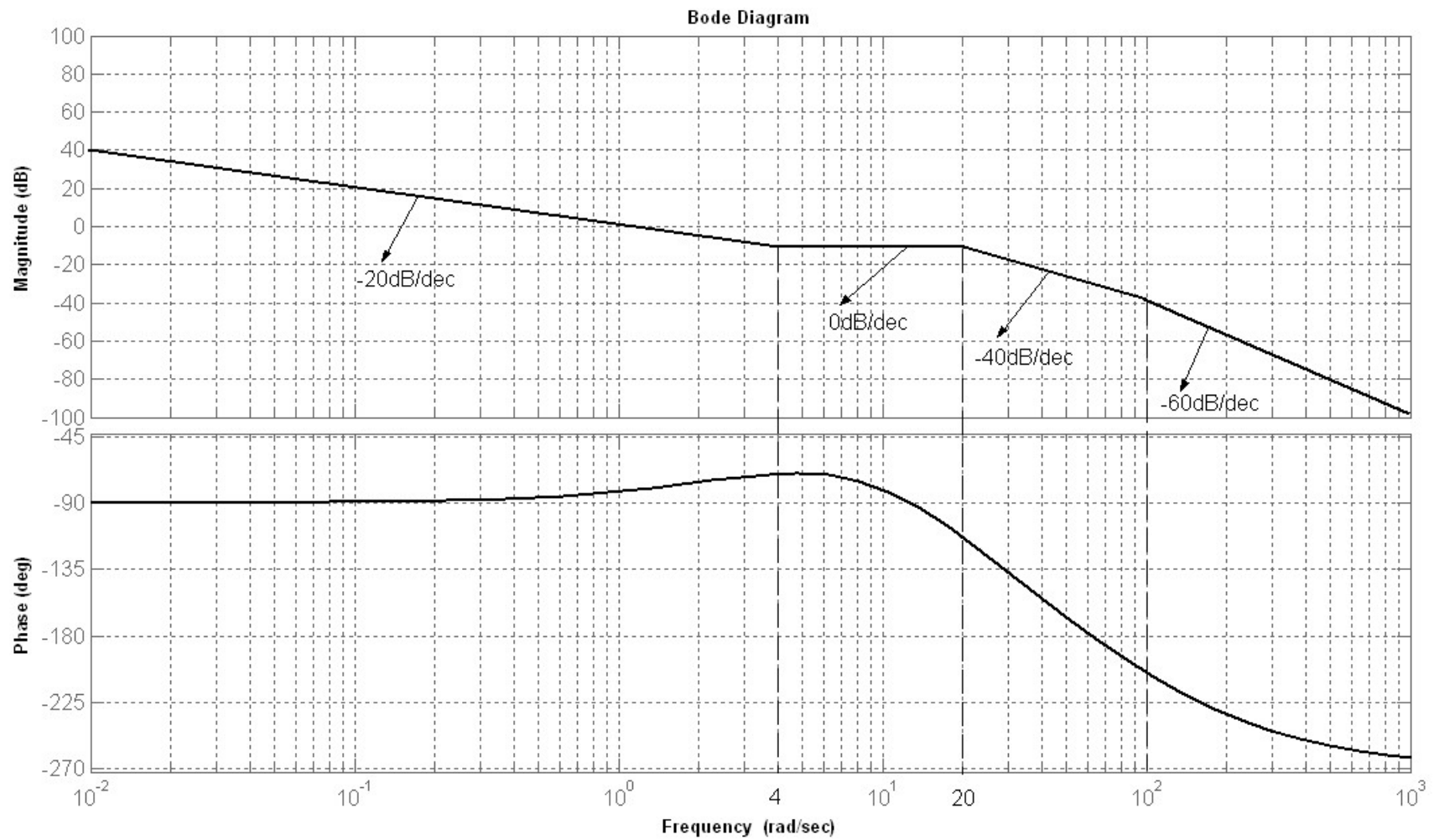
BÀI 10



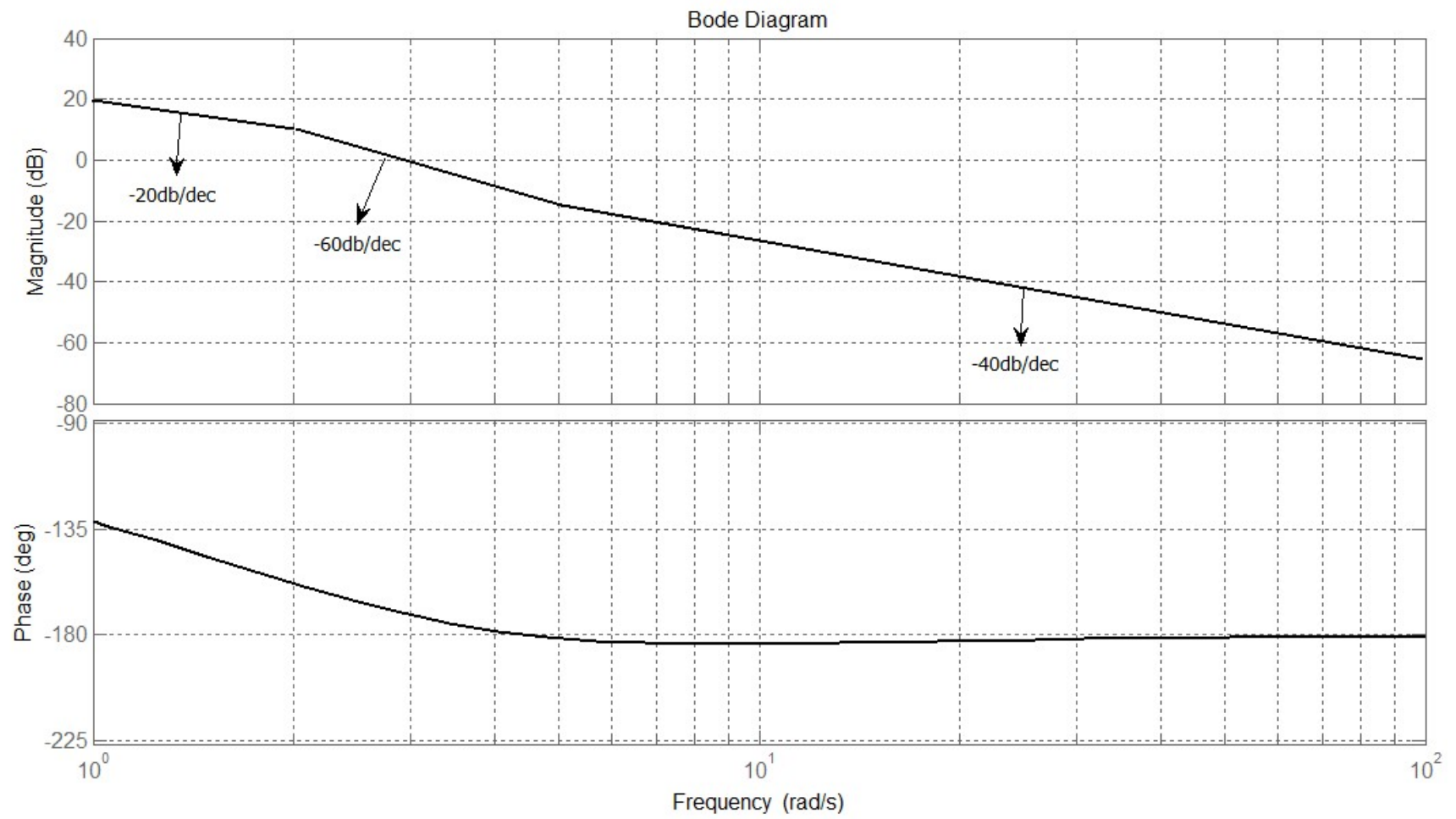
BÀI 12



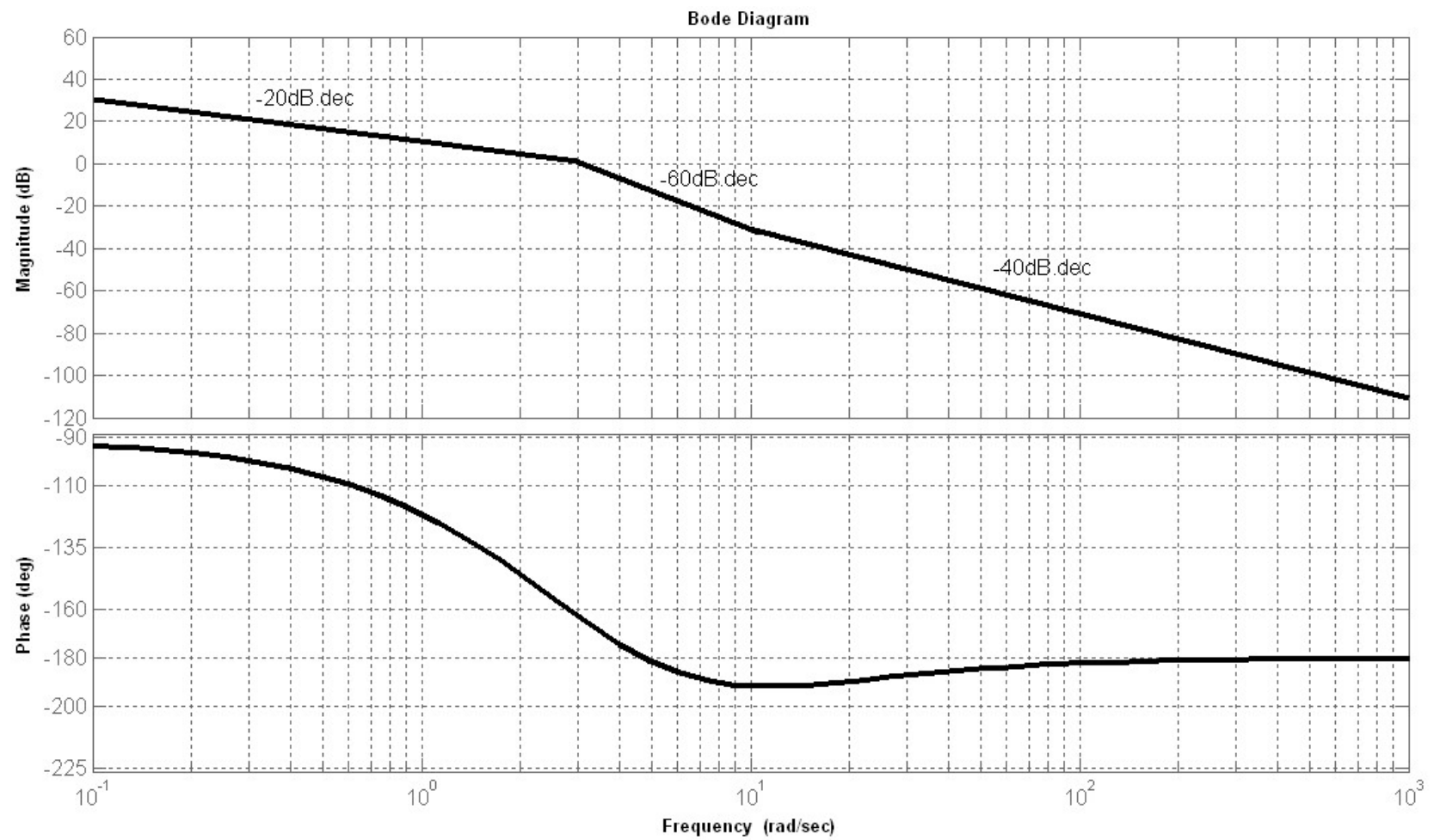
Bài 14



Bài 15



Bài 17



Bài 18

