

國立中山大學 106 學年度碩士暨碩士專班招生考試試題

科目名稱：控制系統【電機系碩士班乙組】

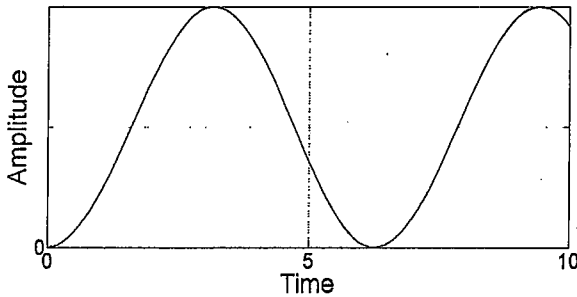
題號：431008

※本科目依簡章規定「可以」使用計算機（廠牌、功能不拘）（選擇題）

共 5 頁第 1 頁

以下第一題到第八題，每題請選出一個正確答案。每題答對得三分，答錯倒扣一分

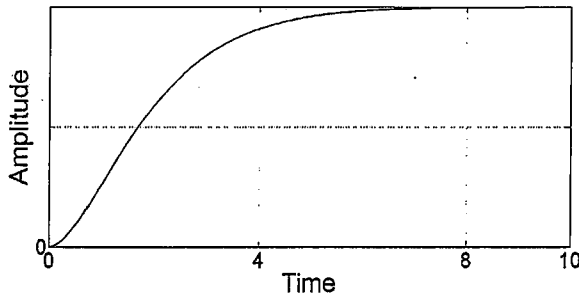
Figure 1: Step Response



(1) Figure 1 可為以下哪個轉移函數之步階響應

- (A) $\frac{1}{s+1}$ (B) $\frac{1}{s^2+1}$ (C) $\frac{1}{s^2+0.1s+1}$
 (D) $\frac{1}{s^2+2s+1}$ (E) 以上皆非

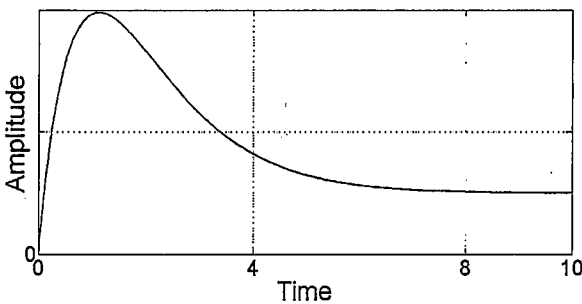
Figure 2: Step Response



(2) Figure 2 可為以下哪個轉移函數之步階響應

- (A) $\frac{s}{s+1}$ (B) $\frac{1}{s^2+0.5s+1}$ (C) $\frac{s+0.1}{s^2+s+1}$
 (D) $\frac{s+1}{s}$ (E) 以上皆非

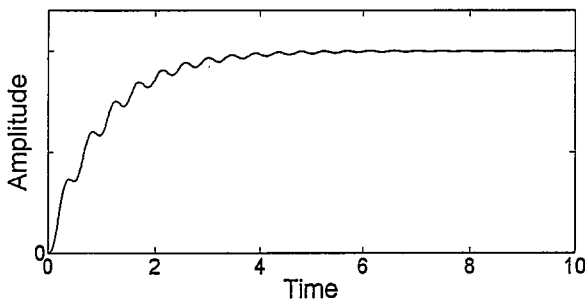
Figure 3: Step Response



(3) Figure 3 可為以下哪個轉移函數之步階響應

- (A) $\frac{1-s}{s+1}$ (B) $\frac{1}{s^2+1}$ (C) $\frac{1-s}{s^2+s+1}$
 (D) $\frac{s+0.1}{s^2+2s+1}$ (E) 以上皆非

Figure 4: Step Response



(4) Figure 4 可為以下哪個轉移函數之步階響應

- (A) $\frac{200}{s^3+2s^2+200s+200}$ (B) $\frac{2}{s^2+5s+2}$
 (C) $\frac{1-s}{s^2+2s+1}$ (D) $\frac{s+1}{s+2}$ (E) 以上皆非

國立中山大學 106 學年度碩士暨碩士專班招生考試試題

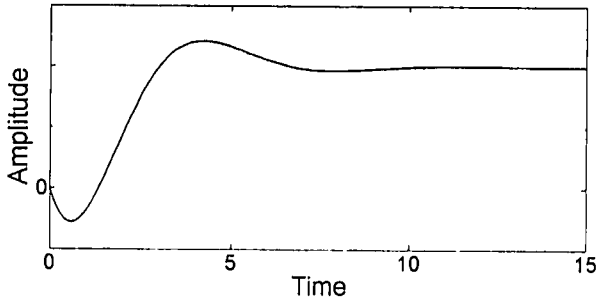
科目名稱：控制系統【電機系碩士班乙組】

題號：431008

※本科目依簡章規定「可以」使用計算機（廠牌、功能不拘）（選擇題）

共 5 頁第 2 頁

Figure 5: Step Response

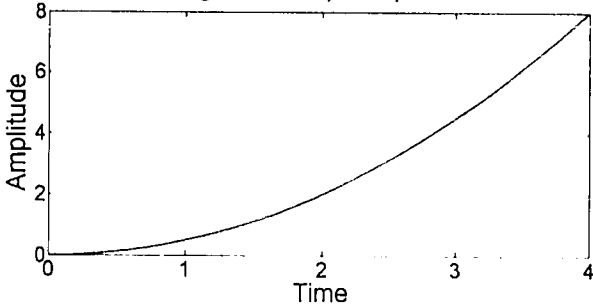


(5) Figure 5 可為以下哪個轉移函數之步階響應

(A) $\frac{s+2}{s+1}$ (B) $\frac{2s+1}{s^2+s+1}$ (C) $\frac{1}{s^2+2s+1}$

(D) $\frac{1-s}{s^2+s+1}$ (E) 以上皆非

Figure 6: Step Response

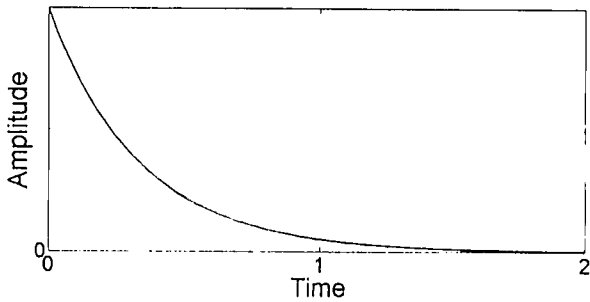


(6) Figure 6 可為以下哪個轉移函數之步階響應

(A) $\frac{1}{s-1}$ (B) $\frac{s+1}{s}$ (C) $\frac{1}{s^2-0.1s+1}$

(D) $\frac{1-s}{s^3+s+1}$ (E) 以上皆非

Figure 7: Impulse Response

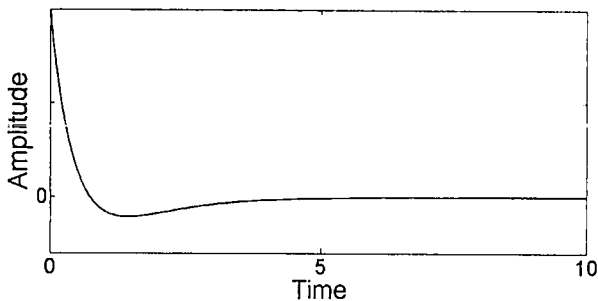


(7) Figure 7 可為以下哪個轉移函數之脈衝響應

(A) $\frac{2}{s+3}$ (B) $\frac{1}{s^2}$ (C) $\frac{2}{s^3+2s^2+2s+1}$

(D) $\frac{s-1}{s^2+s+5}$ (E) 以上皆非

Figure 8: Impulse Response



(8) 左圖可為以下哪個轉移函數之脈衝響應

(A) $\frac{s+1}{s-1}$ (B) $\frac{10s+1}{s^2+3s+2}$ (C) $\frac{1}{s^2+4}$

(D) $\frac{1}{s^2+0.1s+1}$ (E) 以上皆非

國立中山大學 106 學年度碩士暨碩士專班招生考試試題

科目名稱：控制系統【電機系碩士班乙組】

題號：431008

※本科目依簡章規定「可以」使用計算機（廠牌、功能不拘）（選擇題）

共 5 頁第 3 頁

以下第九到第十五題互有關聯，每題請選出一個最正確答案。每題答對得三分，答錯倒扣一分。

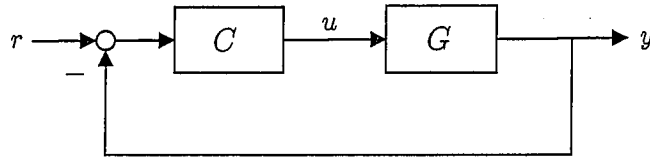
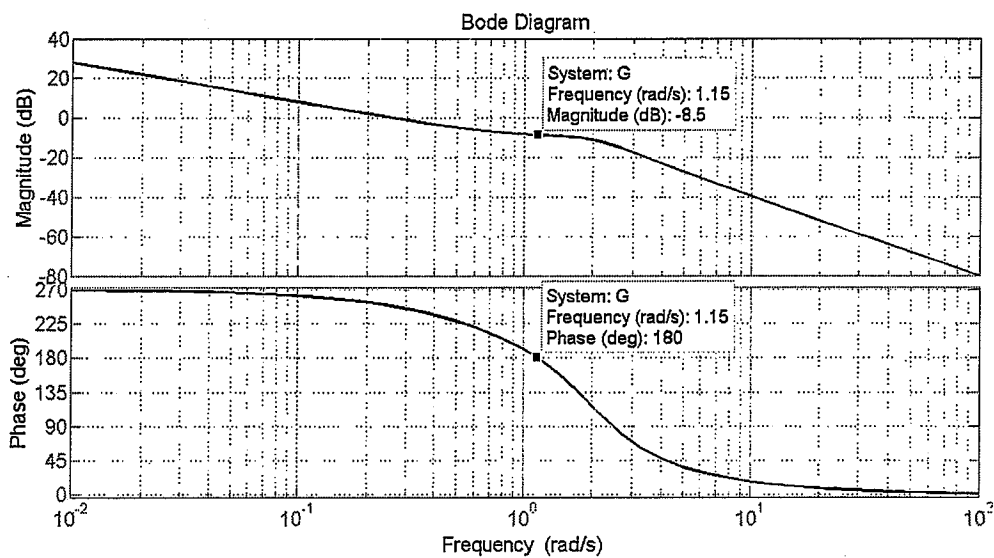


Figure 9: a standard feedback system



考慮圖 Figure 9 所示之回授控制系統，其中受控系統 G 為一個三階系統，且該系統沒有極點在右半平面。系統 G 的 Bode plot 如上圖所示。

- (9) G 的相對階數 (relative degree) 為何？ (A) 0 (B) 1 (C) 2 (D) 3 (E) 以上皆非。
- (10) G 有幾個極點在原點？ (A) 0 個 (B) 1 個 (C) 2 個 (D) 無法判斷 (E) 以上皆非。
- (11) G 有幾個零點在右半平面？ (A) 0 個 (B) 1 個 (C) 2 個 (D) 無法判斷 (E) 以上皆非。
- (12) 已知當 $C = 1$ 時閉迴路系統為穩定。請問此時 r 到 y 之轉移函數的頻寬大約為何？
(A) 0.5 rad/s (B) 0.01 rad/s (C) 5 rad/s (D) 10 rad/s (E) 以上皆非。
- (13) 已知當 $C = 1$ 時閉迴路系統為穩定。請問若此時 r 為振幅為 β 的步階輸入，請問 y 之終值為何？ (A) 0.5β (B) 0.1β (C) 0.8β (D) 1.2β (E) 以上皆非。
- (14) 已知當 $C = 1$ 時閉迴路系統為穩定。此時該系統無法有效追蹤以下哪類訊號（追蹤誤差將發散）？ (A) 弦波訊號 (B) 斜坡訊號 (C) 拋物線訊號 (D) 以上皆是 (E) 以上皆非。
- (15) 令 $C \equiv K$, $K > 0$ 。請問當 K 增加到多大時，閉迴路會變為不穩定？
(A) 無論 K 多大閉迴路系統都會穩定 (B) 介於 1 與 2 之間 (C) 當 $K = 2.5$ (D) 當 $K > 3$ (E) 以上皆非。

國立中山大學 106 學年度碩士暨碩士專班招生考試試題

科目名稱：控制系統【電機系碩士班乙組】

題號：431008

※本科目依簡章規定「可以」使用計算機（廠牌、功能不拘）（選擇題）

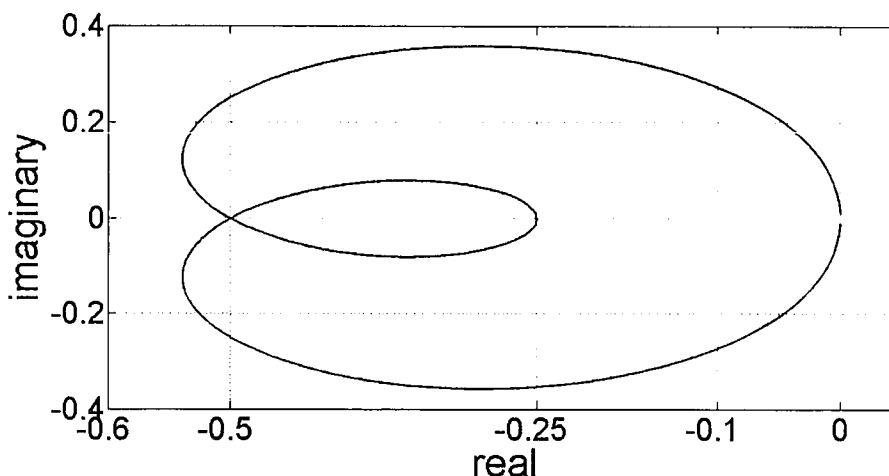
共 5 頁第 4 頁

以下第十六到第二十題互有關聯，每題請選出一個最正確答案。每題答對得三分，答錯倒扣一分。再次考慮第三頁圖 Figure 9 所示之回授控制系統。這次讓我們假設受控系統 G 的動態由以下常微分方程式支配：

$$\ddot{y}(t) + b_1\dot{y}(t) + b_0y(t) = u(t - \tau)$$

- (16) 假設 $\tau > 0$, $b_1 > 0$, 且 $b_1^2 < 4b_0$ 。此時，若訊號 u 為單位步階訊號且 y 之初值為零，則下列有關訊號 y 的敘述，何者不正確？ (A) $y(t) = 0, t \in [0, \tau)$ (B) y 收斂到終值 (steady state) 前，有震盪現象 (C) y 收斂到終值前，沒有超越終值的現象 (D) $y(t) \geq 0, \forall t \in [0, \infty)$ (E) y 的終值為 $1/b_0$
- (17) 假設 $\tau > 0, C \equiv K, K > 0$ 。此時閉迴路系統有幾個極點？ (A) 零個 (B) 一個 (C) 兩個 (D) 三個 (E) 無窮多個
- (18) 假設 $\tau > 0, b_1 > 0, b_0 > 0, C \equiv K, K > 0$ 。關於這個閉迴路系統，以下敘述何者正確？ (A) 無論 τ, b_1, b_0 之正值為何，系統 G 之增益邊界都是有限的 (B) 無論 τ, b_1, b_0 之正值為何，系統 G 之相位邊界都是無限的 (C) 若閉迴路系統為穩定，則步階響應的穩態誤差必然為零 (D) 無論 τ, b_1, b_0, K 之正值為何，閉迴路系統絕不可能為穩定 (E) 以上皆非
- (19) 假設 $\tau = 0, b_1 = 0, b_0 > 0$ 。以下敘述何者不正確？ (A) 系統 G 之增益邊界是無限的 (B) 選擇控制器 C 為 PD 控制器時，閉迴路系統可能會穩定 (C) 選擇控制器 C 為 PID 控制器時，閉迴路系統可能會穩定 (D) 選擇控制器 C 為 PI 控制器時，閉迴路系統可能會穩定 (E) 選擇控制器 C 為 lead compensator 時，閉迴路系統可能會穩定
- (20) 假設 $\tau = 0, b_1 = 0, b_0 = 4, C \equiv K(s + 1), K > 0$ 。以下敘述何者正確？ (A) 當 K 太大時，閉迴路系統為不穩定 (B) 當 $r(t) = \sin(2t)$ 時，閉迴路系統之追蹤誤差的穩態值必然為零 (C) 當 $r(t) = \cos(2t)$ 時，閉迴路系統之追蹤誤差沒有穩態值 (D) 當 $r(t)$ 為斜坡訊號時，閉迴路系統之追蹤誤差為一非零之定值 (E) 以上皆非

以下第二十一到第二十三題互有關聯，每題請選出兩個正確答案。每題答對得五分，答錯不倒扣。再次考慮第三頁圖 Figure 9 所示之回授控制系統。這次我們假設受控系統 G 的 Nyquist Plot 如下



國立中山大學 106 學年度碩士暨碩士專班招生考試試題

科目名稱：控制系統【電機系碩士班乙組】

題號：431008

※本科目依簡章規定「可以」使用計算機（廠牌、功能不拘）（選擇題）

共 5 頁第 5 頁

已知受控系統 G 之轉移函數形式為 $\frac{s+b}{s^2+as+a^2}$ ， a, b 為實數。以下問題每題有兩個正確答案

- (21) 受控系統 G 有 (A) 穩定零點 (B) 不穩定零點 (C) 兩個穩定極點 (D) 兩個不穩定極點 (E) 一個穩定極點、一個不穩定極點
- (22) 假設控制器 $C \equiv K$ ， $K > 0$ 。以下何者正確？ (A) 當 $1 < K < 2$ ，閉迴路系統為穩定 (B) 當 $K = 2$ ，閉迴路系統有一個極點在虛軸上 (C) 當 $2 < K < 4$ ，閉迴路系統為穩定 (D) 當 $K = 4$ ，閉迴路系統有一對共扼極點 (E) 當 $K > 4$ ，閉迴路系統有一個不穩定極點
- (23) 假設控制器 $C \equiv K$ ， $K > 0$ ，且 K 之值讓閉迴路系統為穩定。以下何者正確？ (A) 閉迴路系統的步階響應有 undershoot (B) 閉迴路系統的步階響應有負的終值 (C) 閉迴路系統的步階響應之穩態誤差可藉由增大 K 之值來無限降低 (D) 該系統有無窮大的相位邊界 (E) 閉迴路系統為極小相位系統

以下第二十四到第二十八題為多選題，各題相互獨立。每題有五個選項，請選出所有正確選項。每個選項答對得一分，每題滿分五分；答錯一個選項倒扣零點五分。

- (24) 以下關於回授控制機制的敘述，何者為真？ (A) 可讓不穩定系統變穩定 (B) 可讓穩定系統變不穩定 (C) 可減少系統抵禦外來干擾的能力 (D) 可改變系統零點的位置 (E) 可增加系統的相位邊界
- (25) 以下關於 PD 控制器的敘述，何者為真？ (A) 通常會增加穩定度邊界 (B) 適合抑制高頻雜訊 (C) 通常會降低步階響應之上升時間 (D) 通常可增加欠阻尼二階系統之阻尼係數 (E) 是一種相位超前補償器
- (26) 以下關於 PI 控制器的敘述，何者為真？ (A) 通常會增加穩定度邊界 (B) 不可以消除或改善步階響應之穩態誤差 (C) 是一種相位落後補償器 (D) 不適合抑制低頻雜訊 (E) 可用來降低步階響應之最大超越量
- (27) 以下敘述何者為真？ (A) 相對階數為 1 的穩定系統都有無窮大的增益邊界 (B) 相對階數為 2 的極小相位穩定系統有無窮大的增益邊界 (C) 任何穩定的極小相位系統都有無窮大的增益邊界 (D) 任何穩定系統都有可能無窮大的相位邊界 (E) 回授系統中只要有訊號傳輸延遲，系統就不可能有無窮大的相位邊界
- (28) 以下關於線性非時變狀態變數系統 ($\dot{x}(t) = Ax(t) + Bu(t)$, $y(t) = Cx(t) + Du(t)$) 的敘述，何者為真？ (A) u 到 y 之轉移函數必為 proper (B) 若該系統為可控制 (controllable)，則 u 到 y 之轉移函數的階數必然與狀態變數之個數相同 (C) 若該系統為可觀測 (observable)，則 u 到 y 之轉移函數的階數必然沒有不穩定的零點 (D) 系統的可控制性 (controllability) 無法由回授機制來改變 (E) 系統的可控制性 (controllability) 與可觀測性 (observability) 之間沒有任何必然的關聯

End of Examination