

國立中山大學 107 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）（問答申論題） 共 2 頁第 1 頁

Question 1 (30%)

一個系統的輸入 u 與輸出 y 之間有以下的關係：

$$y(t) = \int_{-\infty}^{\infty} e^{-|t-\tau|} u(\tau) d\tau,$$

請回答以下問題。你必須證明或嚴謹說明你的答案。只有答案但無證明或說明不予計分。

- (a) (5%) 請問此系統是否為線性系統？
- (b) (5%) 請問此系統是否為非時變系統？
- (c) (5%) 請問此系統有無轉移函數？若有，請問轉移函數為何？若無，請詳明理由。
- (d) (5%) 請問此系統是否為BIBO (Bounded Input Bounded Output) 穩定？
- (e) (5%) 請問此系統是否具有因果性 (為 causal system)？
- (f) (5%) 請問此系統對哪個頻率的訊號有最大震幅放大的效果？

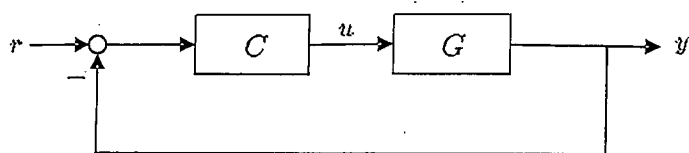


Figure 1: the feedback system for Questions 2 and 3.

Question 2 (40%)

考慮如圖 Figure 1 之回授控制系統，其中 G 與 C 分別代表受控系統及控制器，且 G 的動態由下列之微分方程式所支配

$$\ddot{y}(t) + a_1 \dot{y}(t) + a_0 y(t) = -b u(t - \tau) + u(t - \tau)$$

其中 a_0, a_1, b, τ 為常數且 $\tau \geq 0$ 。請回答以下問題。你必須證明或嚴謹說明你的答案。只有答案但無證明或說明不予計分。

- (a) (5%) 當 $b = 0$ 時，請問 a_0 與 a_1 需滿足何種條件方能使 G 為穩定且其步階響應無震盪現象？
- (b) (5%) 當 $\tau = 0$ 且 G 為穩定時，請問 G 之增益邊界 (gain margin) 可否為無窮大？
- (c) (5%) 當 $\tau \neq 0, b \leq 0$ ，且 G 為穩定時，請問 G 之增益邊界 (gain margin) 可否為無窮大？
- (d) (5%) 當 $\tau \neq 0$ 且 G 為穩定時，請問 G 之相位邊界 (phase margin) 可否為無窮大？
- (e) (5%) 假設 $\tau = 0$ 且控制器 C 為比例控制器 (這裡我們僅考慮正增益值)。當 G 為極小相位系統時，請問 C 之增益是否可為任意值而閉迴路系統皆為穩定？
- (f) (5%) 假設 $a_0 = a_1 = 0$ 且 $\tau \neq 0$ 。如果控制器 C 為比例控制器 (這裡我們僅考慮正增益值) 的話，請問 b 需滿足何種條件閉迴路系統才有可能穩定？
- (g) (5%) 假設 $a_0 = a_1 = b = 0$ 且 $\tau \neq 0$ 。請問下列哪些控制器有可能讓閉迴路系統穩定？

(1) I 控制器 (2) D 控制器 (3) PI 控制器 (4) PD 控制器 (5) PID 控制器

背面有題

試題隨卷繳回

國立中山大學 107 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）（問答申論題） 共 2 頁第 2 頁

(h) (5%) 假設 $b = \tau = 0$ ，控制器 C 為一階且恰適 (proper)，並且已知閉迴路系統為穩定。請問這些條件下，閉迴路系統是否有可能完美追蹤（即：達成零穩態誤差）下列訊號？

(1) 步階訊號 (2) 斜坡訊號 (3) 拋物線訊號

Question 3 (20%)

再次考慮如圖 Figure 1 之回授控制系統。

(a) (5%) 令 G 的轉移函數為 $\frac{4}{(s+1)(s^2+2s+4)}$ ， C 為一為比例控制器（這裡我們僅考慮正增益）。當輸入為單位步階訊號時，請問系統輸出之穩態誤差之極小值 (infimum) 為何？

(b) (15%) 針對上述系統 G ，請重新設計一控制器，確保閉迴路系統之步階響應之穩態誤差小於 0.1%。

Question 4 (10%)

請問「相位落後」補償器 (phase-lag compensator) 可否用來提升系統之相位邊界 (phase margin)；也就是說，加了 phase-lag 補償器後的系統，其相位邊界可否較未補償前的系統之相位邊界為大？必要時，請輔以適當的波德圖 (Bode plot) 來說明你的理由。

End of Examination