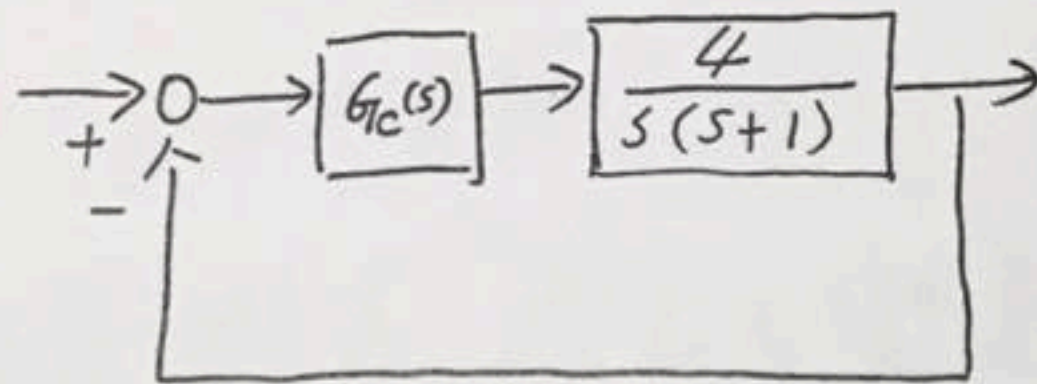


1. 考慮下列回授控制系統



$$s^2 + s$$

$$\propto \frac{s+W_2}{s+W_3}$$

利用 root locus 設計方法設計 phase leading compensator  $G_c(s)$ , 使得閉迴路系統滿足下列規格:

①  $e_{ss}/ramp \leq 5\%$

②  $PM \geq 45^\circ$

(20分)

$$\frac{s}{sk_p + k_i} = \frac{10s}{sk_p + k_i}$$

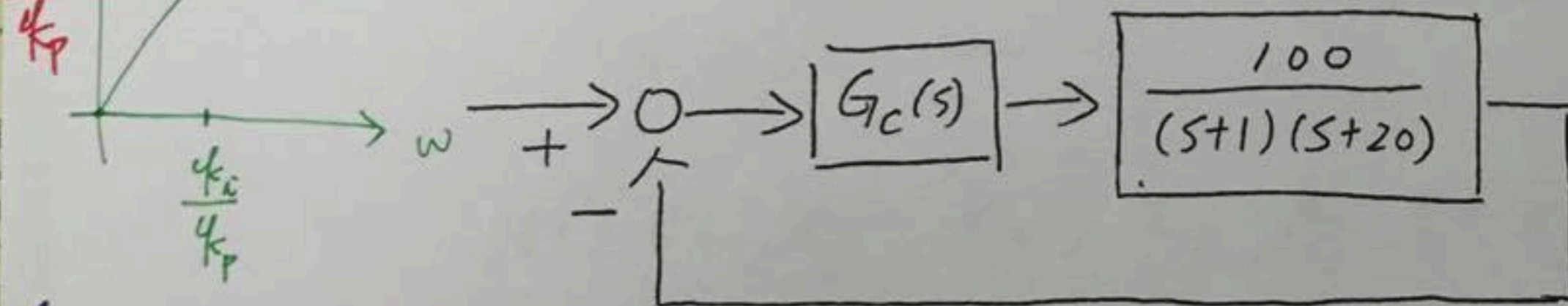
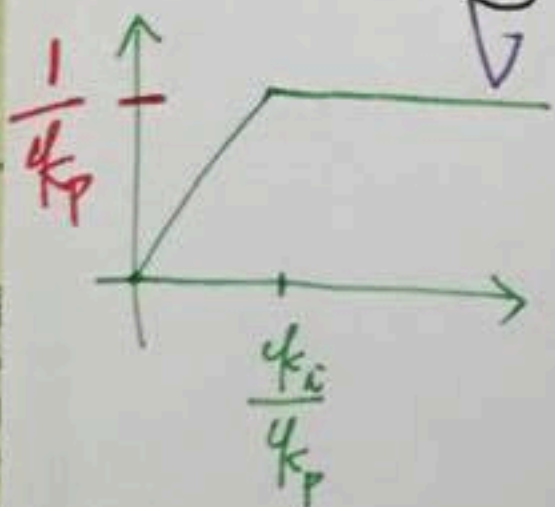
$$\frac{s}{4} \cdot \frac{4}{1}$$

2. 如上題, 利用 Bode plot 設計方法設計 phase lag compensator, 以滿足所要求之規格。(20分)

$$\frac{1}{|G_c(j\omega)|} = \sqrt{\frac{j\omega}{jk_p\omega + k_i}}$$

$$\propto \frac{s+W_2}{s+W_1}$$

3. 考慮下列回授控制系統

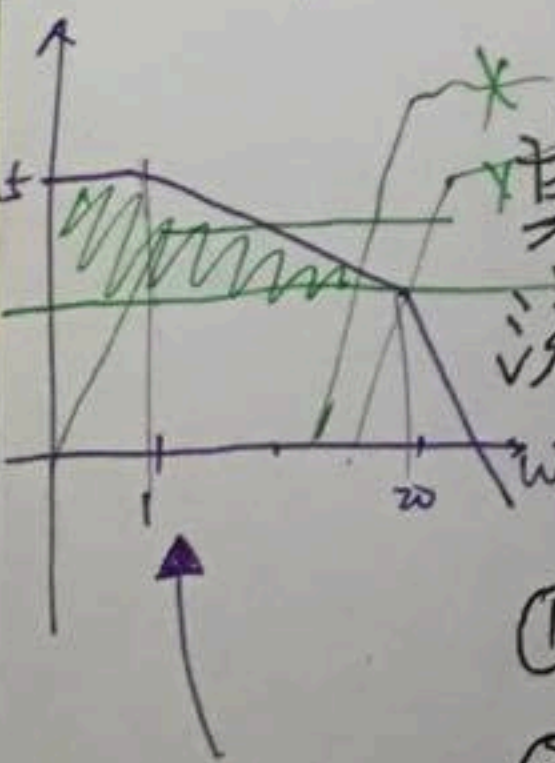


$$\begin{cases} k_i \geq 4 \\ 1 \leq \frac{k_i}{k_p} \leq 20 \end{cases}$$

$$|P(j\omega)|_{\omega=1} \leq \frac{1}{k_p} \leq \frac{|P(j\omega)|}{\omega=1}$$

$$s^2 + 21s + 20$$

$$\frac{100}{(-\omega^2 + 20) + 21j\omega}$$



其中  $G_c(s) = \frac{k_p s + k_i}{s}$  (PI 控制)

決定  $k_p$  及  $k_i$  之範圍使閉迴路系統滿足下列設計規格:

①  $e_{ss}/ramp \leq 5\%$

②  $PM \geq 45^\circ$

$$k_v = \lim_{s \rightarrow 0} s \cdot oltf(s) = 5k_i$$

$$|oltf(j\omega)|_{dB} = |G_c(j\omega)|_{dB} + |P(j\omega)|_{dB} = |P(j\omega)|_{dB} - \frac{1}{|G_c(j\omega)|_{dB}} \Big|_{ramp} = \frac{1}{5k_i} \leq 0.05 \Rightarrow k_i \geq 4$$

$$|G_c(j\omega)|_{dB} + \frac{1}{|P(j\omega)|_{dB}}$$



4. 考慮下列線性系統

$$\dot{x} = Ax + Bu$$

$$y = Cx + Du$$

$$P\dot{z} = Apz + Bu$$

$$y = Cpz + Du$$

試證明在相似變換 (similarity transformation) 下

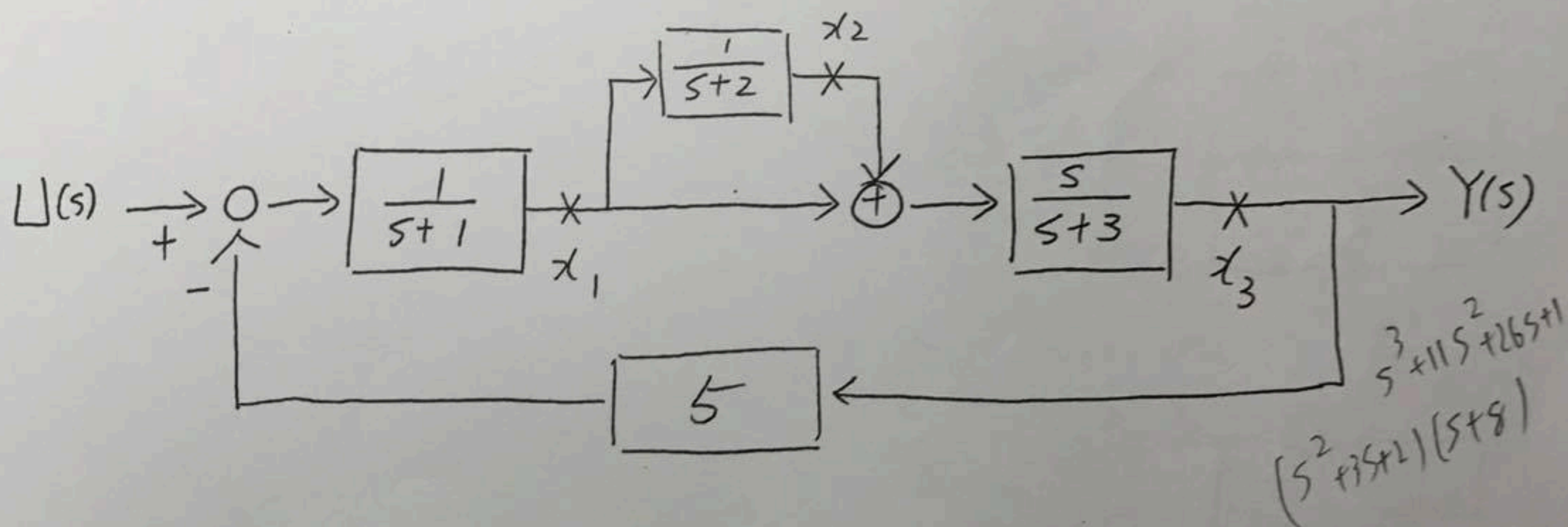
$$z = p^{-1}x \quad x = pz$$

系統之 ① 穩定性 (6分) ② 可控性 (7分) ③ 可觀性 (7分) 皆不變

$$x_1 \cdot \frac{1}{s+2} = x_2$$

5. 考慮下列系統

$$(x_1 + x_2) \frac{s}{s+3} = x_3$$



(1) 以  $x_1, x_2, x_3$  為狀態變數，試求上述系統之狀態空間表示式。(7分)

(2) 試驗證正系統之可控性。(4分)

(3) 試驗證正系統之可觀性。(4分)

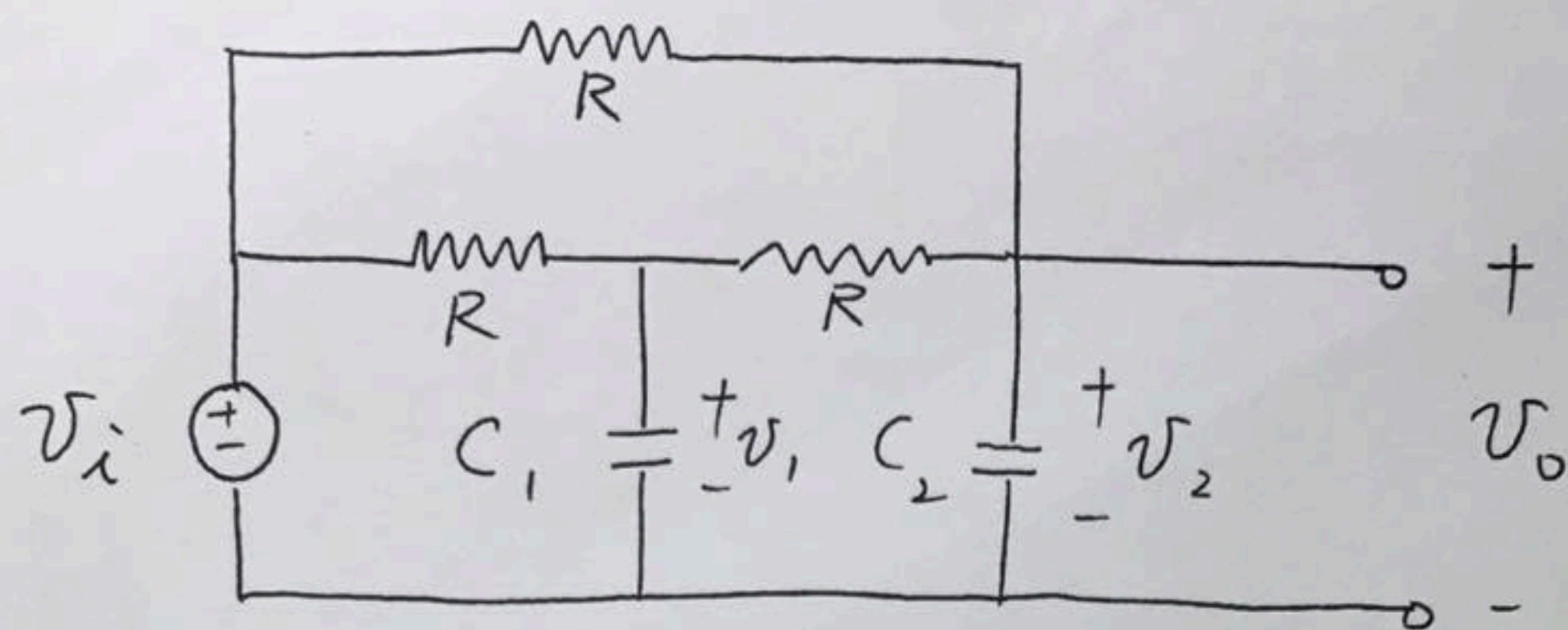
(4) 求轉移函數  $\frac{Y(s)}{U(s)} = ?$  (5分)

$$C(sI - A)^{-1}B + D$$

$$(sI - A) = \begin{bmatrix} s+1 & 0 & 0 \\ -1 & s+2 & 0 \\ 0 & 2 & s+3 \end{bmatrix}$$



6. 考慮下列電路

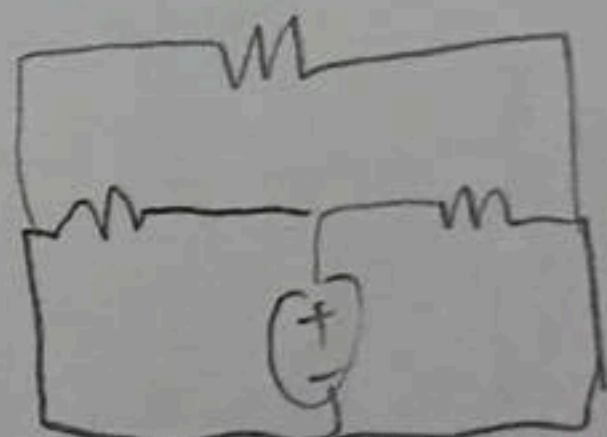


- (a) 以  $v_i$  為輸入， $v_o$  為輸出， $v_1$  及  $v_2$  為狀態變數，寫出此系統之狀態空間表示式。(8分)
- (b) 決定使此系統不可控之  $C_1$  及  $C_2$  之間的關係式。(7分)

$$\frac{V_1}{R} = \frac{1}{2}$$

$$\frac{R}{2R}$$

$$-\frac{1}{C_1^2 R^2} + \frac{2}{C_1 C_2 R^2}$$



$$\frac{R^2}{2R}$$

