

110年公務人員高等考試三級考試試題

類 科：輪機技術
科 目：船用電學與自動控制
考試時間：2 小時

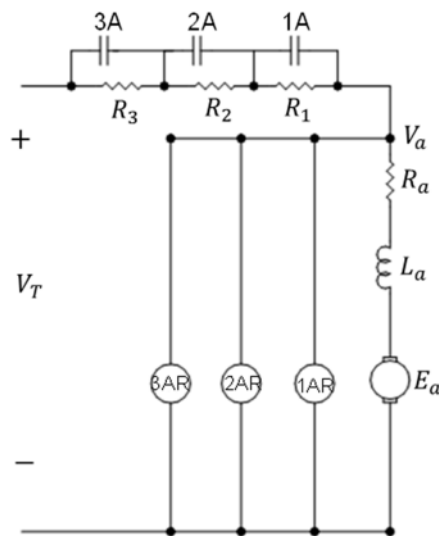
座號：_____

※注意：(一)可以使用電子計算器。

(二)不必抄題，作答時請將試題題號及答案依照順序寫在試卷上，於本試題上作答者，不予計分。

(三)本科目除專門名詞或數理公式外，應使用本國文字作答。

- 一、有一直流電動機的端電壓 (V_T) 為 250 V、額定電流為 125 A、總電樞電阻 (R_a) 為 0.15Ω 。請計算繼電器 1AR 至 3AR 的 $R_1 \sim R_3$ 電阻值以及其 V_a 啟動電壓值，用以將電流限制為額定值的 200%。當電樞電流在每一階段達到電動機的額定電流時，繼電器 1AR 至 3AR 應該動作。(25 分)



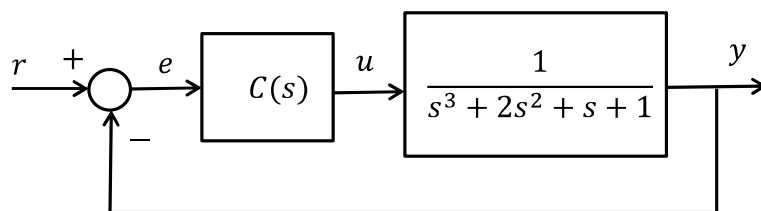
- 二、有一三相交流電源 440 V、60 Hz 可提供三個負載分別為：

- (A) 三角形 (Δ) 連接 60 hp 三相感應電動機以 $3/4$ 的額定輸出運轉，效率為 90%，功率因數為 94% 落後；
- (B) 星形 (Y) 連接 75 hp 三相感應電動機，以其額定輸出的一半運轉，效率為 88%，功率因數為 74% 落後；
- (C) 耗電量為 20 kW 的三角形 (Δ) 連接電阻加熱器。

計算：

- (一) 該電源所提供的總實功率、總虛功率以及總視在功率；(各 3 分，共 9 分)
- (二) 合成負載 (the combined loads) 的功率因數；(4 分)
- (三) 線電流的大小值；(4 分)
- (四) 可將系統功率因數校正為 95% 落後的星形連接的電容器組的電容值。(8 分)

三、考慮某一回授控制系統的方塊圖如下：



$$C(s) = K \left(1 + \frac{1}{T_I s} + T_D s \right)$$

請使用 Ziegler-Nichols 極限靈敏度法 (Ultimate sensitivity method) 來計算 PID 控制器的參數。(25 分)

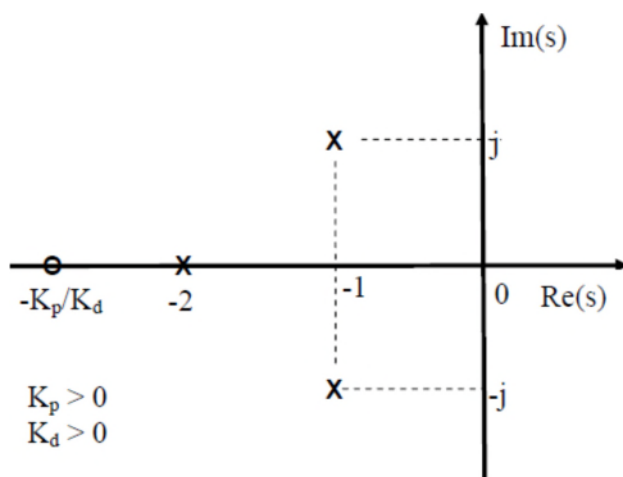
註：無須進行脈衝響應實驗 (Impulse response experiment) 來求 K_u 和 P_u ，而可以使用以下公式：

$$\frac{\frac{1}{s^3 + 2s^2 + s + 1}}{1 + \frac{1}{s^3 + 2s^2 + s + 1}} = \frac{1}{(s + 2)(s^2 + 1)}$$

四、考慮具有理想傳感器的閉迴路控制系統，其轉移函數具有形式如下：

$$G_p(s) = \frac{\omega_n^2 p}{(s + p)(s^2 + 2\rho\omega_n s + \omega_n^2)}$$

該系統與控制器 $G_c(s)$ 一起的開迴路轉移函數的極點和零點如以下複數平面所示。



(一)請說明控制器參數的範圍，用以使此閉迴路控制系統能穩定運轉。
(10 分)

(二)使用給定的控制器類型是否有可能達到 $\mu_s \geq 2$ 的穩定裕度 (Stability margin)？請評估該控制器設計的可行性，並解釋其理由。(15 分)