代號：22740
頁次：3－1

114年公務人員高等考試一級暨二級考試試題

等　　別：高考二級
類　　科：機械工程
科　　目：自動控制學
考試時間：2小時　　座號：＿＿＿＿＿＿

※注意：㈠禁止使用電子計算器。
㈡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。
㈢請以黑色鋼筆或原子筆在申論試卷上作答。
㈣本科目除專門名詞或數理公式外，應使用本國文字作答。

一、考慮風力發電系統之發電效率定義為

$$C_p = \frac{P}{P_{wind}} \qquad (1.1)$$

其中P是風力發電機所發出之電力，P_{wind}是風力中所蘊含的能量，

$$P_{wind} = \frac{1}{2}\rho A v^3 \qquad (1.2)$$

ρ是空氣密度，A是轉子葉片掃描面積（rotor swept area，若葉片的半徑是R，此面積即為$A=\pi R^2$），而v則為瞬時風速（假設吹過整個掃描面積的風速是均勻的）。在中風速區的控制目的就是要最佳化發電的電力效率C_p。一般水平軸風力發電機的電力效率是機組的翼尖速度比λ（tip-speed ratio）的函數，

$$\lambda = \frac{\omega R}{v} \qquad (1.3)$$

此處的ω是轉子轉速。我們知道電力（發電功率）是轉子扭力與速度的乘積，

$$P = \tau_{aero}\omega \qquad (1.4)$$

考慮τ_{aero}為風力克服了所有的阻力（含傳動摩擦）所剩餘可以轉動風機的扭力。考慮此風機在正常操作風速範圍內所可達成的最佳發力效率為$C_{p_{max}}$，而為了達成此最佳發電效率，風機的控制器會輸入一個控制扭力τ_c來維持風機在最佳發電效率狀態下操作。此系統為一高度非線性系統，部分廠商會使用

$$\tau_c = K\omega^2 \qquad (1.5)$$

作為τ_c的控制邏輯，其中

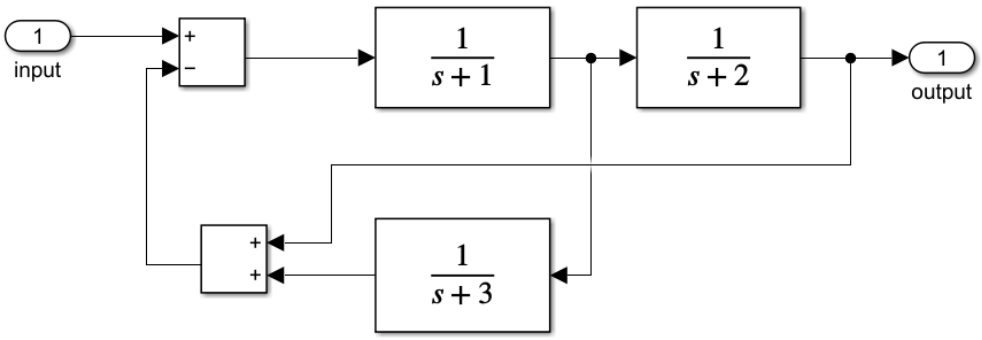
$$K = \frac{1}{2}\rho\pi R^5 \frac{C_{p_{max}}}{\lambda_*^3} \qquad (1.6)$$

其中$C_{p_{max}}$是風機可達成的最大發電效率、λ_*是最大發電效率時的翼尖速度比。由於控制扭力的介入，風機的控制閉迴路系統動態模型成為

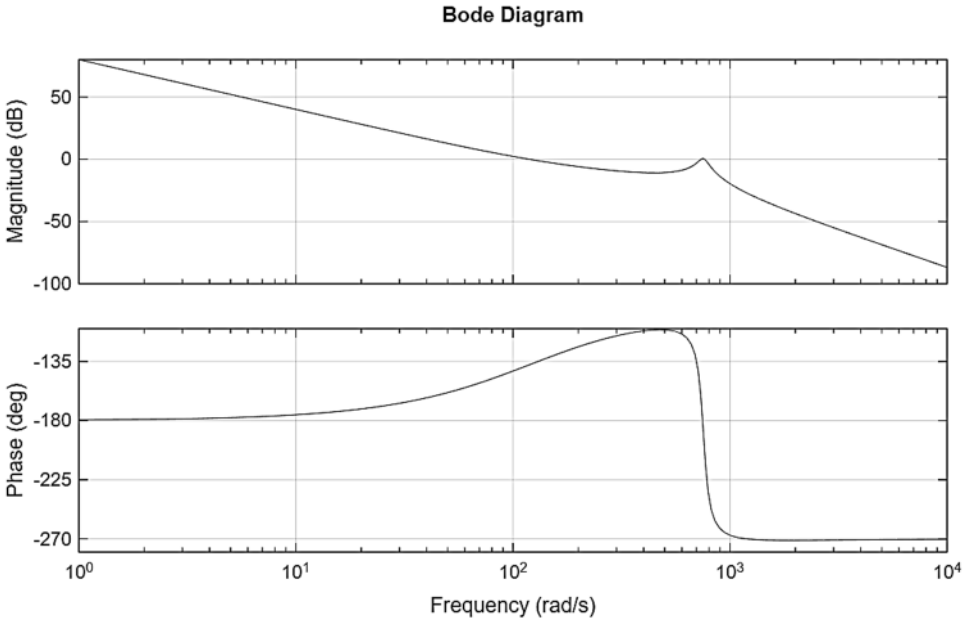
$$\dot{\omega} = \frac{1}{J}(\tau_{aero} - \tau_c) \qquad (1.7)$$

從(1.1)～(1.7)請說明此風機控制系統的動態響應會進行何種控制，並會將系統維持在那一個操作點？（25 分）

二、請推導以下方塊圖的系統轉移函數。（25 分）



三、一系統的波德圖如下圖所示，



我們知道此系統之動態在 120 Hz 附近有共振，請評估系統還有什麼動態特性造成此波德圖？（25 分）

四、㈠請畫出純慣量系統$G(s)=1/s^2$的根軌跡圖。（此系統經常會以一組「零點與極點的組合」來做穩定補償）（10 分）

㈡承上題，請以根軌跡圖說明此「零－極點組」如何使系統穩定。（10 分）

㈢如果「零－極點組（相位落後補償器）」的極點較靠近原點，會使根軌跡更向不穩定方向傾斜，使系統更趨不穩定，那麼請說明相位落後補償器的應用方式是如何？（5 分）