



102年公務人員普通考試試題

代號：43850

全一頁

類 科：電力工程

科 目：輸配電學概要

考試時間：1小時30分

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。

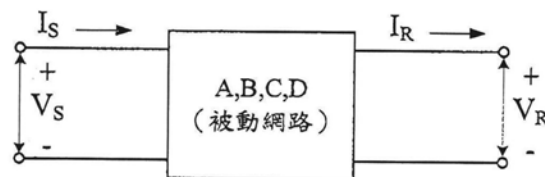
一、下圖所示雙埠四端點被動網路 (two-port, four-terminal passive network)，圖中之 A、B、C、D 為網路之通用電路常數 (general circuit constants) 或稱 ABCD 常數 (ABCD constants)，試回答下列問題：

(一)已知受電端電壓 V_R 與電流 I_R ，寫出送電端電壓 V_S 與電流 I_S 的表示式。(5分)

(二)已知送電端電壓 V_S 與電流 I_S ，寫出受電端電壓 V_R 與電流 I_R 的表示式。(5分)

(三)寫出 A、B、C 與 D 常數的關係式。(5分)

(四)兩個被動網路之 ABCD 常數分別為 A_1 、 B_1 、 C_1 、 D_1 及 A_2 、 B_2 、 C_2 、 D_2 ，若此兩個被動網路以串聯方式連接，試求此串接網路之等效 ABCD 常數。(5分)



二、電力系統發生故障期間，故障電流有所謂的對稱故障電流 ($I_{F,sym}$) 與不對稱故障電流 ($I_{F,asym}$) 兩種，試說明兩者之組成成分與代表意義、發生期間、影響因素及兩者之關係。(20分)



三、有一標稱電壓為 69 kV 之三相短程輸電線路，全長為 16 km，每相之串聯阻抗為 $0.125 + j 0.4375 \Omega/\text{km}$ 。在受電端電壓為 64 kV，負載為 70 MVA，功率因數 0.8 落後之情況下，試求其送電端之電壓及此輸電線路之電壓調整率。(20 分)

四、若三相電壓 V_A 、 V_B 、 V_C 與 A 相之相序電壓 ($V_A^{(0)}$ 、 $V_A^{(1)}$ 、 $V_A^{(2)}$) 之關係式為

$$\begin{bmatrix} V_A \\ V_B \\ V_C \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} 1 & 1 & 1 \\ 1 & a^2 & a \\ 1 & a & a^2 \end{bmatrix} \begin{bmatrix} V_A^{(0)} \\ V_A^{(1)} \\ V_A^{(2)} \end{bmatrix}$$

式中之運算子 $a = 1 \angle 120^\circ$ ；上標(0)、(1)、(2)分別代表零、正、負相序。

(一)若已知三相電壓 V_A 、 V_B 、 V_C ，試寫出 A 相之相序電壓 ($V_A^{(0)}$ 、 $V_A^{(1)}$ 、 $V_A^{(2)}$) 表示式，以矩陣形式表示。(7 分)

(二)若已知 A 相之相序電壓 ($V_A^{(0)}$ 、 $V_A^{(1)}$ 、 $V_A^{(2)}$)，試寫出 B 相之相序電壓 ($V_B^{(0)}$ 、 $V_B^{(1)}$ 、 $V_B^{(2)}$) 及 C 相之相序電壓 ($V_C^{(0)}$ 、 $V_C^{(1)}$ 、 $V_C^{(2)}$) 之表示式。(7 分)

(三)試分別求出 a^{27} 、 a^{100} 及 $1 - a - a^2$ 之值。(6 分)

五、試列舉變電所接地 (substation grounding) 之目的。(20 分)



申論題解答

一、【見上課講義與本社出版 T5D62 輸配電學（含概要）第一章概論】

$$\text{(一)} \begin{bmatrix} V_S \\ I_S \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} A & B \\ C & D \end{bmatrix} \begin{bmatrix} V_R \\ I_R \end{bmatrix}$$

$$\text{(二)} \begin{bmatrix} V_R \\ I_R \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} D & -B \\ -C & A \end{bmatrix} \begin{bmatrix} V_S \\ I_S \end{bmatrix}$$

(三)條件為線性、被動，雙向之雙埠網路上 A、B、C、D 具有下列關係式 $AD - BC = 1$

$$\begin{aligned} \text{(四)等效之 ABCD 矩陣} &= \begin{bmatrix} A & B \\ C & D \end{bmatrix} \\ &= \begin{bmatrix} A_1 & B_1 \\ C_1 & D_1 \end{bmatrix} \begin{bmatrix} A_2 & B_2 \\ C_2 & D_2 \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} A_1A_2 + B_1C_2 & A_1B_2 + B_1D_2 \\ C_1A_2 + D_1C_2 & C_1B_2 + D_1D_2 \end{bmatrix} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{則 } A &= A_1A_2 + B_1C_2 \\ B &= A_1B_2 + B_1D_2 \\ C &= C_1A_2 + D_1C_2 \\ D &= C_1B_2 + D_1D_2 \end{aligned}$$

二、【見上課講義與本社出版 T5D62 輸配電學（含概要）第八章短路故障及保護裝置】

(一)「對稱故障電流」及「非對稱故障電流」是發生在使用三相電源時，如果三相電源三條負載線電流相同，但超過負載電流稱為「對稱故障電流」；三相電源三條負載線電流不同，但只要其中一條超過負載電流稱為「非對稱故障電流」。

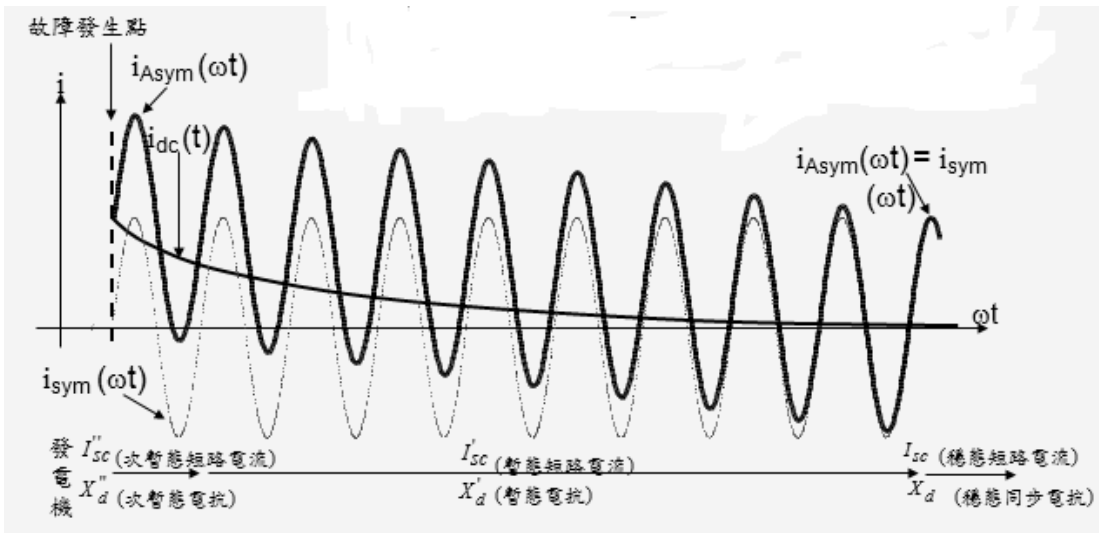
(二)兩者之比較（可參考以下公式與圖形）

	對稱故障電流 i_{sym}	非對稱故障電流 i_{Asym}
組成成份 (見補充圖形)	僅交流。	可分為直流、交流。
代表意義	可用討論系統之穩定度。	決定斷路器之啟斷容量。
發生期間 (見補充圖形)	見補充圖形。	
影響因素	三相短路接地故障	1.單線接地故障 2.雙線接地故障 3.雙線短地故障
兩者關係	見補充公式。	



補充：

$$i_{Asym}(\omega t) = i_{dc}(t) + i_{sym}(\omega t) = \frac{\sqrt{2}V}{Z} \sin(\alpha - \theta) \cdot e^{-\frac{R}{L}t} + \frac{\sqrt{2}V}{Z} \sin(\omega t + \alpha - \theta)$$



三、【見上課講義與本社出版 T5D62 輸配電學（含概要）第四章輸電線電壓與電流之關係】

(一)送電端之電壓

1. 串聯線路阻抗 $Z = (0.125 + j0.4375) \times 16 = 2 + j7 \ \Omega / \phi = 7.28 \angle 74.05^\circ$

2. 負載電流 $I_L = \frac{70 \times 10^6}{\sqrt{3} \times 64 \times 1000} \angle -\cos^{-1}(0.8) = 631.5 \angle -36.87^\circ$

3. 送電端相電壓

$$V_{S(P)} = \frac{64 \times 10^3}{\sqrt{3}} \angle 0^\circ + (631.5 \angle -36.87^\circ) (7.28 \angle 74.05^\circ) = 40.71 \times 10^3 \angle 3.91^\circ$$

4. 送電端線電壓

$$|V_S|_{(L)} = \sqrt{3} \times 40.71 \times 10^3 = 70.51 \times 10^3 \text{ 伏特}$$

(二)電壓調整率

$$VR = \frac{V_{NL} - V_{FL}}{V_{FL}} = \frac{70.51 - 64}{64} = 10.17\%$$



四、【見上課講義與本社出版 T5D62 輸配電學（含概要）第六章配電線路之特性】

(一) A 相相序電壓之矩陣表示

$$\begin{bmatrix} V_A^{(0)} \\ V_A^{(1)} \\ V_A^{(2)} \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} 1 & 1 & 1 \\ 1 & a^2 & a \\ 1 & a & a^2 \end{bmatrix}^{-1} \begin{bmatrix} V_A \\ V_B \\ V_C \end{bmatrix} = \frac{1}{3} \begin{bmatrix} 1 & 1 & 1 \\ 1 & a & a^2 \\ 1 & a^2 & a \end{bmatrix} \begin{bmatrix} V_A \\ V_B \\ V_C \end{bmatrix}$$

(二) 1. B 相相序電壓之矩陣表示

$$V_B^{(0)} = V_A^{(0)}$$

$$V_B^{(1)} = a^2 V_A^{(1)}$$

$$V_B^{(2)} = a V_A^{(2)}$$

2. C 相相序電壓之矩陣表示

$$V_C^{(0)} = V_A^{(0)}$$

$$V_C^{(1)} = a V_A^{(1)}$$

$$V_C^{(2)} = a^2 V_A^{(2)}$$

(三) 1. $a^{27} = (1\angle 120^\circ)^{27} = 1$

2. $a^{100} = (1\angle 120^\circ)^{100} = 1\angle 120^\circ = -0.5 + j0.866$

3. $1 - a - a^2 = 1 - (a + a^2) = 1 - (-1) = 2$

其中 $1 + a + a^2 = 0$

註解：利用隸美弗定理。

五、【見上課講義與本社出版 T5D62 輸配電學（含概要）第八章短路故障及保護裝置】

(一) 變電所在電力系統中非常重要，更是供電單位的主要設備項目之一，變電所是電力傳輸轉換站，可提高或降低電壓，並分配電量。變電所主要的設備為變壓器，其目的在將超高壓或一次輸電線路之高壓或特高壓，經變壓器降壓後變為一次變電所所需的電壓，再送到變電所。

隨著經濟發展用電量激增，部份變電所用電接獲滿載，夏季變電所只要有任何一台變壓器故障或線路接地事故跳脫，台電恐怕必須以分區輪流限電的方式限制負載，變電所的興建除了讓用電更方，更能免除限電之苦。

(二) 變電所接地（網）是保障該所能可靠運轉的重要設施，接地系統的設計的主要目的，除了確保電力系統發生接地故障時，電力設備不致受侵害而影響系統可靠度，並避免維護、巡檢工作人員於變電所內遭受電擊之危害。

(三) 關於變電所中變壓器之保護

1. 過電流保護：

變壓器之過電流保護與一般電路之保護方式類似，如電源為接地系統，可裝過電流保護電驛（51）為短路保護，裝低能量過電流電驛（51N）為接地保護，電源如為非接地系統，則僅採用過電流電驛即可。

2. 差動保護：

變壓器之差動保護係利用差動電驛來比較變壓器輸入與輸出之電力，以保護變壓器內部之故障。