

109 年公務人員特種考試警察人員、一般警察人員考試及 109 年特種考試交通事業鐵路人員考試試題

考試別：鐵路人員考試

等別：員級考試

類科組：電力工程

科目：輸配電學概要

一、某 320 km、345 kV、60Hz 之三相輸電線路，正序串聯阻抗 $x = j0.34\Omega/km$ ，正序並聯導納 $y = j4.5 \times 10^{-6} S/km$ ，線路損失忽略不計。若輸電線路的送電端加入額定線電壓，試計算：

(一) 輸電線路之 ABCD 參數。(15 分)

(二) 當受電端為開路電路時的受電端電壓大小。(5 分)

(三) 當受電端為突波阻抗負載時的受電端電壓大小。(5 分)

【擬答】：

$$(一) Z_C = \sqrt{\frac{z}{y}} = \sqrt{\frac{0.34 \angle 90^\circ}{4.5 \times 10^{-6} \angle 90^\circ}} = 274.87 \Omega$$

$$\gamma = \sqrt{0.34 \angle 90^\circ \times 4.5 \times 10^{-6} \angle 90^\circ} = j1.237 \times 10^{-3}$$

$$\lambda = \frac{2\pi}{\beta} = \frac{2\pi}{1.237 \times 10^{-3}} = 5.079 \times 10^3 \text{ km}$$

無損耗線時

$$\begin{bmatrix} V_S \\ I_S \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} \cos \beta l & jZ_C \sin \beta l \\ j\frac{1}{Z_C} \sin \beta l & \cos \beta l \end{bmatrix} \begin{bmatrix} V_R \\ I_R \end{bmatrix}$$

則 ABCD 參數為

$$[T] = \begin{bmatrix} \cos(1.237 \times 10^{-3} \times 320) & j274.87 \times \sin(1.237 \times 10^{-3} \times 320) \\ j\frac{1}{274.87} \sin(1.237 \times 10^{-3} \times 320) & \cos(1.237 \times 10^{-3} \times 320) \end{bmatrix}$$

$$= \begin{bmatrix} 0.9227 & j105.9853 \\ j0.0014 & 0.9227 \end{bmatrix}$$

$$(二) \frac{345k}{\sqrt{3}} = 0.9227 \times V_{R(p)} \Rightarrow V_{R(L-L)} = \sqrt{3} \times V_{R(p)} = \sqrt{3} \times \frac{345k}{\sqrt{3}} \times \frac{1}{0.9227} = 373.903kV$$

$$(三) \frac{345k}{\sqrt{3}} \angle 0^\circ = 0.9227V_R + j105.9853 \times \frac{V_R}{274.87} = V_R \times (0.9227 + j0.3856)$$

$$\text{則 } V_R = \frac{\frac{345k}{\sqrt{3}} \angle 0^\circ}{0.9227 + j0.3856} = \frac{199.186k}{1.0000 \angle 22.68^\circ} = 199.186k \angle -22.68^\circ$$

所以受電端電壓大小為 $199.186k \times \sqrt{3} = 345kV$

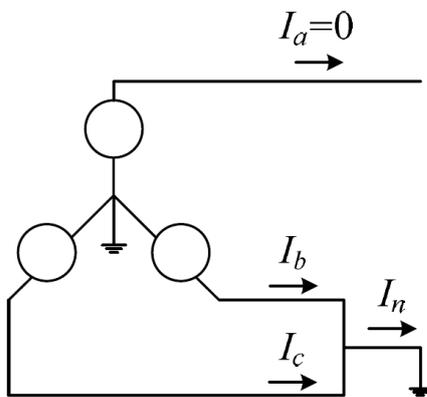
二、圖一所示的三相系統中， a 相是在無負載狀況，而 b 與 c 相被短路至地，

且下列電流已知：

$$I_b = 91.65 \angle 160.9^\circ pu$$

$$I_n = 60.00 \angle 90^\circ pu$$

試求電流 I_a^0 、 I_a^1 及 I_a^2 的對稱成分。(25 分)



圖一

【擬答】：

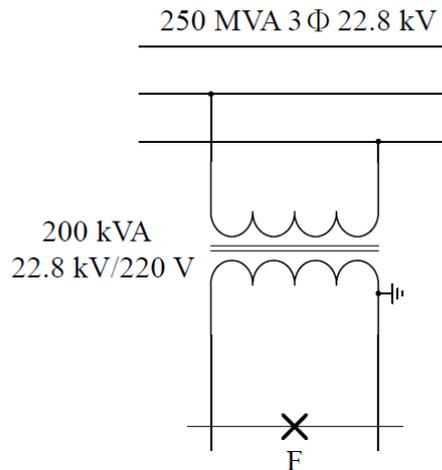
$$I_a = 0 ; I_b = 91.65 \angle 160.9^\circ$$

$$I_c = I_n - I_b = 60.00 \angle 90^\circ - 91.65 \angle 160.9^\circ$$

$$= j60 - (-86.60 + j29.99) = 86.60 + j30.01 = 91.65 \angle 19.11^\circ$$

$$\begin{bmatrix} I_{a0} \\ I_{a1} \\ I_{a2} \end{bmatrix} = \frac{1}{3} \begin{bmatrix} 1 & 1 & 1 \\ 1 & a & a^2 \\ 1 & a^2 & a \end{bmatrix} \begin{bmatrix} 0 \\ 91.65 \angle 160.9^\circ \\ 91.65 \angle 19.11^\circ \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} 20.00 \angle 90^\circ \\ 60.00 \angle -90^\circ \\ 40.00 \angle 90^\circ \end{bmatrix}$$

三、圖二所示之單相 200 kVA、22.8 kV/220 V 變壓器，百分標么阻抗 $Z=(1.35 + j2.5)\%$ ，電源側三相短路容量為 250MVA，試求該變壓器二次側短路故障時的非對稱故障電流。(25 分)



圖二

【擬答】：

已知一次側三相短路容量為 250MVA，則單相短路容量為 $250/2=125\text{MVA}$ ，亦即電源阻抗為三相時之兩倍，以 200KVA 為基準值，則電源的電抗，單相時為

$$Z_s = j \frac{200}{125 \times 1000} = j0.0016 p.u.$$

變壓器阻抗為

$$Z_T = \frac{1.35 + j2.5}{100} = 0.0135 + j0.025$$

總阻抗為

$$Z = Z_s + Z_T = 0.0135 + j0.0266 \Rightarrow |Z| = 0.0298 p.u.$$

非對稱短路電流為

$$I_{asy} = 1.25 \times \frac{200}{0.22 \times 0.0298} = 38.133 kA$$

四、試列舉四種保護輸配電線路的保護電驛，並試述其動作原理。(25 分)

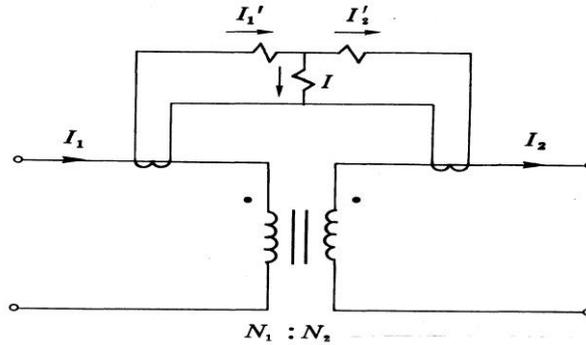
【擬答】：

(一)過電流電驛(CO；51)：

可分成瞬間與延時，當電流超過所設定的值時，此一電驛將跳脫，當運用於複雜的輸電網路時，在保護調度上有其困難，因而無法達到快速保護之要求。

(二)差動電驛：

該種電驛多用於保護發電機線圈、三相變壓器等設備，須有通訊頻道之配合，如圖所示：



$$(1) I_1' = \frac{I_1}{a_1}, I_2' = \frac{I_2}{a_2}$$

其中 a_1 為一次側 CT1 匝數比； a_2 為二次側 CT2 匝數比

$$(2) \text{差動電流 } I = I_1' - I_2' = \frac{I_1}{a_1} - \frac{I_2}{a_2}, \frac{a_2}{a_1} = \frac{N_1}{N_2}$$

其值大於跳脫電流設定值時，電驛將動作達到保護變壓器之目的。

$$(3) |I_1' - I_2'| > |I_p| \Rightarrow \text{閉鎖}; |I_1' - I_2'| < |I_p| \Rightarrow \text{跳脫}$$

(4) 為了避免誤動作，亦可採用百分比差動電驛，如下：

$$|I_1' - I_2'| > k \times \frac{|I_1' + I_2'|}{2} \Rightarrow \text{閉鎖}; |I_1' - I_2'| < k \times \frac{|I_1' + I_2'|}{2} \Rightarrow \text{跳脫}$$

(三) 方向電驛：

通過電驛線圈之電流須在指定方向與超過某值時才開始電驛之動作；若方向與規定不同者，雖超過某值，亦無法使電驛動作，一般是用在環路或發電廠，防止電流逆送到系統。

原理是利用故障電流與電壓之關係而動作，設 E 與 I 之乘積為正值時，力矩方向會使接觸點閉合，反之為啓斷。當故障電流由匯流排流出時，會將過電流電驛與方向電驛串聯，電驛即動作，僅將兩端之斷路器跳脫，其他斷路器不致受到事故影響，繼續供電。

(四) 欠頻率電驛：

輸電電力系統解聯故障，或是系統上的大電廠或大機組(例如核能電廠)跳機，使得其他電廠的電力供應不足以應付瞬間的負載，即負載大而發電量不足，此時，發電機的轉速就會拖不動這麼大的負載而變慢，而使得系統頻率下降；故欠頻電驛主要的作用是在即時跳脫饋線，使負載下降(即使部份地區沒電可用)，保持系統的平衡，以避免整個電力系統崩潰。