

110 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

類科組別：電力工程

科 目：輸配電學概要

- 一、三台單相變壓器，每台容量為400 MVA，低壓與高壓側額定電壓分別為13.8 kV 與199.2 kV，變壓器的漏電抗 X_{eq} 為0.1標么，忽略變壓器的繞線電阻與激磁電流。這三台變壓器的低壓側以三角型方式 (Delta-Connection) 連接，高壓側以星型方式 (Y-Connection) 連接。一三相1000 MVA負載，功率因素0.9落後，連接於此變壓器的高壓側。負載端線電壓為345kV，試計算變壓器低壓側線電壓，以伏特表示。(25 分)

1. 《考題難易》：★★

2. 《解題關鍵》：熟悉複數功率之算法

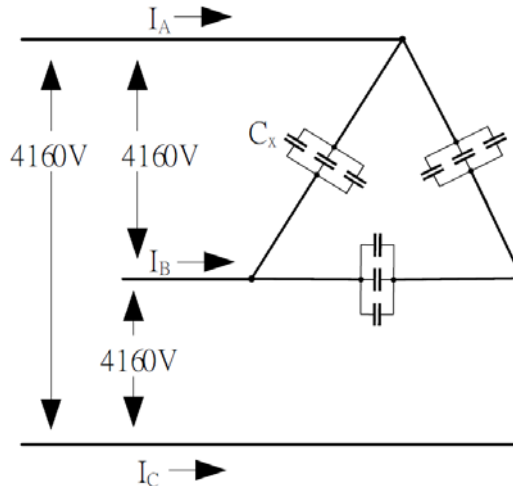
【擬答】：

$$S_L = \frac{1000}{3 \times 400} \angle + \cos^{-1} 0.9 = \frac{5}{6} \angle 25.84^\circ \text{ p.u.} \Rightarrow I = \frac{S^*}{V^*} = \frac{\frac{5}{6} \angle -25.84^\circ}{1.0 \angle 0^\circ} = \frac{5}{6} \angle -25.84^\circ \text{ p.u.}$$

$$V_1 = 1.0 \angle 0^\circ + \frac{5}{6} \angle -25.84^\circ \times (0.1 \angle 90^\circ) = 1.03632 + j0.075 = 1.039 \angle 4.14^\circ \text{ p.u.}$$

$$\text{變壓器低壓側線電壓為 } |V_{L(L-L)}| = 1.039 \times 13.8 \text{ k} = 14.34 \text{ kV}$$

- 二、如圖所示，一三相三角型接電容器組由每相三個200 kVAR, 4.16 kV, 60 Hz 電容器並聯組成，當AB相的一個電容器 C_x 移除後，計算線路上的電流 I_A 、 I_B 、 I_C 。(25 分)



1. 《考題難易》：★★★★

2. 《解題關鍵》：非平衡狀態下的計算

【擬答】：

$$Q = IV \Rightarrow I = \frac{Q}{V} = \frac{200 \text{ k}}{4.16 \text{ k}} \Rightarrow I = 48.077 \text{ A}$$

$$I_A = I_{AB} - I_{CA} = 2 \times 48.077 \angle 90^\circ - 3 \times 48.077 \angle 210^\circ = 48.077 \times (2 \angle 90^\circ - 3 \angle 210^\circ)$$

$$= 48.077 \times (2.598 + j3.5) = 209.56 \angle 53.41^\circ \text{ A}$$

$$I_B = I_{BC} - I_{AB} = 3 \times 48.077 \angle -30^\circ - 2 \times 48.077 \angle 90^\circ = 48.077 \times (3 \angle -30^\circ - 2 \angle 90^\circ)$$

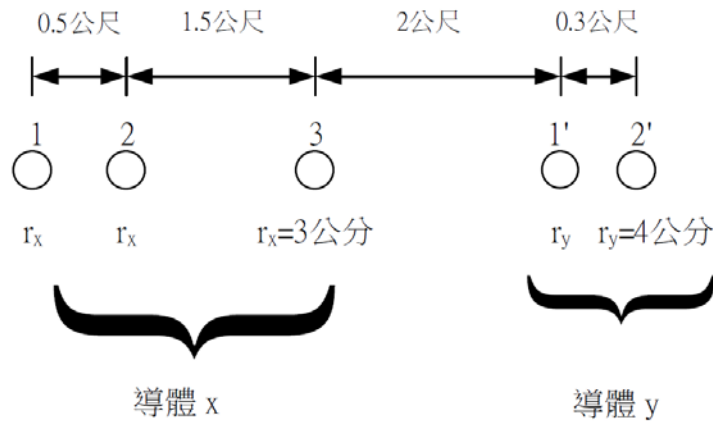
$$= 48.077 \times (2.598 - j3.5) = 209.56 \angle -53.41^\circ \text{ A}$$

公職王歷屆試題 (110 鐵路特考)

$$I_C = I_{CA} - I_{BC} = 3 \times 48.077 \angle 210^\circ - 3 \times 48.077 \angle -30^\circ = 48.077 \times (3 \angle 210^\circ - 3 \angle -30^\circ)$$

$$= 48.077 \times (-5.196) = 249.81 \angle 180^\circ \text{ A}$$

三、一單相傳輸線排列如圖所示，導體x由三條直徑為3公分的導線組成，導體y由兩條直徑為4公分的導線組成。計算導體x與導體y的幾何平均半徑（GMR），傳輸線的幾何平均距離（GMD）。（30分）



1. 《考題難易》：★★★★
 2. 《解題關鍵》：計算GMD與GMR之題型

【擬答】：

單相兩導體線路中參數值如下：

$$D_{11'} = 4 \text{ m} \quad D_{12'} = 4.3 \text{ m} \quad D_{21'} = 3.5 \text{ m}$$

$$D_{22'} = 3.8 \text{ m} \quad D_{31'} = 2 \text{ m} \quad D_{32'} = 2.3 \text{ m}$$

$$D_{xy} = \sqrt[6]{(4)(4.3)(3.5)(3.8)(2)(2.3)} = 3.189 \text{ m}$$

$$D_{11} = D_{22} = D_{33} = r'_x = e^{-1/4} r_x = (0.7788)(0.03) = 0.02336 \text{ m}$$

$$D_{21} = D_{12} = 0.5 \text{ m}$$

$$D_{23} = D_{32} = 1.5 \text{ m}$$

$$D_{31} = D_{13} = 2.0 \text{ m}$$

$$D_{xx} = \sqrt[9]{(0.02336)^3 (0.5)^2 (1.5)^2 (2.0)^2} = 0.3128 \text{ m}$$

$$D_{1'1'} = D_{2'2'} = r'_y = e^{-1/4} r_y = (0.7788)(0.04) = 0.03115 \text{ m}$$

$$D_{1'2'} = D_{2'1'} = 0.3 \text{ m}$$

$$D_{yy} = \sqrt[4]{(0.03115)^2 (0.3)^2} = 0.09667 \text{ m}$$

【註】題目的直徑應改成半徑 3 公分與 4 公分

四、配電系統的饋線可以設計成長閉環路與輻射狀拓撲，試說明兩種拓撲在供電可靠度與保護設備選用的差異。（20分）

1. 《考題難易》：★★
 2. 《解題關鍵》：熟系配電系統各種接法之差異

【擬答】：

(一)長閉環路：母線由配電變電所出發經由一次饋電線環繞配電區域後又回到配電變電所。

1. 供電可靠度優缺點

優點：

(1)發生故障時，未發生故障的饋電線仍可繼續供電，減少停電機會。

(2)減少電壓降

公職王歷屆試題 (110 鐵路特考)

(3)增加配電容量

(4)配電用變壓器之負載可以平衡

缺點：

(1)用銅量增加，導致成本增加

(2)保護裝置較為複雜

(3)需增加開關器之容量

(4)產生零相循環電流

2. 保護設備選用

饋電線上裝設有保護開關(如熔絲)，一旦將故障部分隔離，其他饋線方能繼續供電，通常使用於線路上的保護開關有熔絲、區分器、復閉器、隔離開關與油斷路器。

(二)輻射狀拓撲：一次饋電線自配電變電所呈放射狀出去，僅由單一電源供電，供應全區用電。

1. 供電可靠度優缺點

優點：

(1)線路配置較簡單

(2)成本較低

(3)運轉與檢修容易

(4)電力容易分配

缺點：

(1)由於分支線眾多，因此容易發生故障而斷電

(3)當負載增加時需增加饋線，但擴充不易

2. 保護設備選用

可使用 1-2 個一次饋線斷路器，饋線間可由連絡斷路器或隔離開關控制，在主饋線之分接處可利用熔絲、桿型復閉器或區分器來保護系統。