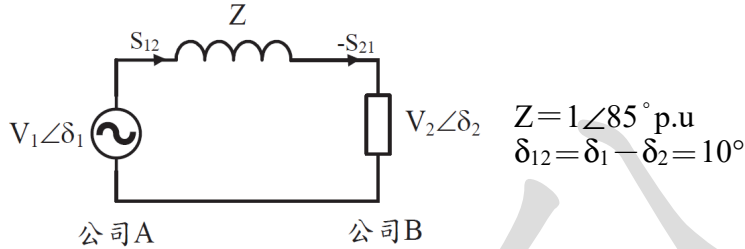


111 年公務人員普通考試試題

類 科：電力工程
科 目：輸配電學概要

陳銘老師

一、電力公司 A 透過傳輸線 Z 將電力輸送到公司 B，兩家公司的連接方式如下圖。



計算在下列條件下，由公司 A 傳送給公司 B 的複功率 (S_{12}) 及公司 B 自公司 A 接收到的複功率 ($-S_{21}$)。(每小題 10 分，共 20 分)

- (一) $|V_1| = |V_2| = 1 \text{ p.u.}$
- (二) $|V_1| = 1.1 \text{ p.u.}, |V_2| = 0.9 \text{ p.u.}$

1. 《考題難易》★★★
2. 《破題關鍵》：需瞭解複數功率的計算方式

【擬答】

公司 A 傳送給公司 B 的複功率 (S_{12}) 為

$$S_{12} = V_1 \angle \delta_1 \times \left(\frac{V_1 \angle \delta_1 - V_2 \angle \delta_2}{|Z_{line}| \angle \theta} \right)^* = \frac{|V_1|^2 - |V_1||V_2| \angle (\delta_1 - \delta_2)}{|Z_{line}| \angle -\theta}$$

公司 B 自公司 A 接收到的複功率 ($-S_{21}$) 為

$$-S_{21} = -V_2 \angle \delta_2 \times \left(-\frac{V_1 \angle \delta_1 - V_2 \angle \delta_2}{|Z_{line}| \angle \theta} \right)^* = \frac{|V_1||V_2| \angle (\delta_2 - \delta_1) - |V_2|^2}{|Z_{line}| \angle -\theta}$$

(一) 公司 A 傳送給公司 B 的複功率 (S_{12}) 為

$$S_{12} = V_1 \angle \delta_1 \times \left(\frac{V_1 \angle \delta_1 - V_2 \angle \delta_2}{|Z_{line}| \angle \theta} \right)^* = \frac{1^2 - 1 \times 1 \angle 10^\circ}{1 \angle -85^\circ} = 1 \angle 85^\circ - 1 \angle 95^\circ = 0.1743$$

公司 B 自公司 A 接收到的複功率 ($-S_{21}$) 為

$$-S_{21} = \frac{|V_1||V_2| \angle (\delta_2 - \delta_1) - |V_2|^2}{|Z_{line}| \angle -\theta} = \frac{1 \angle -10^\circ - 1}{1 \angle -85^\circ}$$

$$= 1 \angle 75^\circ - 1 \angle 85^\circ = 0.1717 - j0.0303$$

(二) 公司 A 傳送給公司 B 的複功率 (S_{12}) 為

$$S_{12} = V_1 \angle \delta_1 \times \left(\frac{V_1 \angle \delta_1 - V_2 \angle \delta_2}{|Z_{line}| \angle \theta} \right)^* = \frac{1.1^2 - 1.1 \times 0.9 \angle 10^\circ}{1 \angle -85^\circ} = 1.21 \angle 85^\circ - 0.99 \angle 95^\circ$$

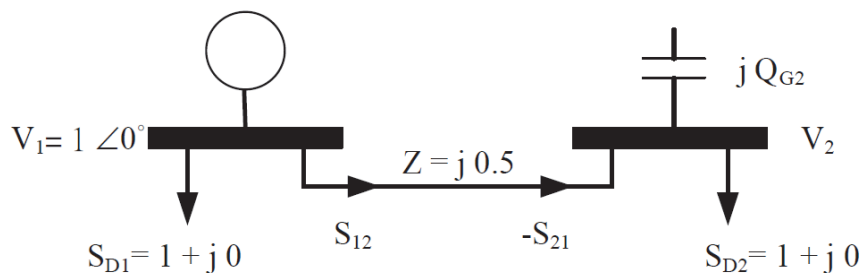
$$= 0.1917 + j0.2192$$

公司 B 自公司 A 接收到的複功率 ($-S_{21}$) 為

$$-S_{21} = \frac{|V_1||V_2| \angle (\delta_2 - \delta_1) - |V_2|^2}{|Z_{line}| \angle -\theta} = \frac{1.1 \times 0.9 \angle -10^\circ - 0.9^2}{1 \angle -85^\circ}$$

$$= 0.99 \angle 75^\circ - 0.81 \angle 85^\circ = 0.1856 + j0.1493$$

二、一電力系統單線圖如下所示：



若 $Q_{G2}=0$ ，計算以相量表示的 V_2 。(20 分)

1. 《考題難易》★
2. 《破題關鍵》：瞭解兩個匯流排之間的功率潮流關係方可解出。

【擬答】

$$P_{12} = 1.0 = \frac{|V_2| \times 1.0}{0.5} \sin\delta \Rightarrow |V_2| \sin\delta = 0.5 \text{-----(1)}$$

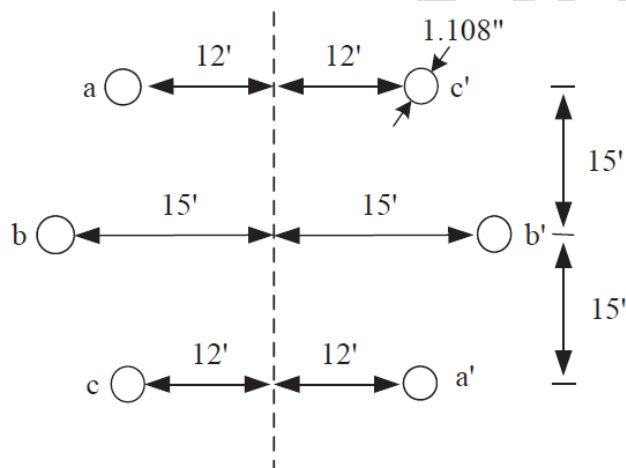
$$Q_{21} = 0 = \frac{|V_2|^2}{0.5} - \frac{|V_2| \times 1.0}{0.5} \cos\delta \Rightarrow |V_2| - \cos\delta = 0 \text{-----(2)}$$

(2)式代入(1)式可得

$$\sin\delta \cos\delta = \frac{1}{2} \sin(2\delta) = \frac{1}{2} \Rightarrow \delta = 45^\circ$$

$$|V_2| = \frac{1}{\sqrt{2}} \Rightarrow V_2 = \frac{1}{\sqrt{2}} \angle 45^\circ$$

三、一三相導線配置如下圖所示，導體直徑為 1.108 英吋。(每小題 10 分，共 30 分)



- (一)計算該導線的幾何平均距離 (GMD) (以英呎表示)。
- (二)計算該導體的幾何平均半徑 (GMR) (以英呎表示)。
- (三)計算導線在頻率 60 Hz 下，每英哩電抗 (Ω/mile)。

1. 《考題難易》★★★★
2. 《破題關鍵》：需瞭解三相雙回路輸電線的特性。

【擬答】

(一)三相雙回路輸電線 (three-phase double-circuit line) 係由兩條相同的三相輸電回路所組成。此兩回路以 a-a'、b-b' 及 c-c' 並聯的方式運轉

$$D_{ab} = \sqrt{15^2 + 3^2} = 15.297; D_{ab} = \sqrt{15^2 + 27^2} = 30.887$$

公職王歷屆試題 (111 普考)

$$D_{AB} = \sqrt[4]{D_{ab}D_{ab'}D_{a'b}D_{a'b'}} = \sqrt{15.297 \times 30.887} = 21.7366$$

$$D_{BC} = \sqrt[4]{D_{bc}D_{bc'}D_{b'c}D_{b'c'}} = \sqrt{15.297 \times 30.887} = 21.7366$$

$$D_{AC} = \sqrt[4]{D_{ac}D_{ac'}D_{a'c}D_{a'c'}} = \sqrt{24 \times 30} = 26.8328$$

則每相的等效 GMD 為

$$GMD = \sqrt[3]{D_{AB}D_{BC}D_{AC}} = \sqrt[3]{21.7366 \times 21.7366 \times 26.8328} = 23.3176ft$$

(二) 導體半徑為 0.554 英寸

各相群的 GMR 為

$$D_{SA} = \sqrt[4]{(D_s^b D_{aa'})^2} = \sqrt{D_s^b D_{aa'}} = \sqrt{0.7788 \times 0.554 \times 38.4187 \times 12} = 14.1036in$$

$$D_{SB} = \sqrt[4]{(D_s^b D_{bb'})^2} = \sqrt{D_s^b D_{bb'}} = \sqrt{0.7788 \times 0.554 \times 30 \times 12} = 12.4629in$$

$$D_{SC} = \sqrt[4]{(D_s^b D_{cc'})^2} = \sqrt{D_s^b D_{cc'}} = \sqrt{0.7788 \times 0.554 \times 38.4187 \times 12} = 14.1036in$$

$$GMR_L = \sqrt[3]{D_{SA}D_{SB}D_{SC}} = \sqrt[3]{14.1036 \times 12.4629 \times 14.1036} = 13.534in = 1.1278ft$$

(三) 故每哩毫亨利表示之電感為

$$L = 0.2 \times \ln\left(\frac{GMD}{GMR_L}\right) \times 1.609 \left(\frac{mH}{mile}\right) = 0.2 \ln\left(\frac{23.3176}{1.1278}\right) \times 1.609 = 0.9747 \left(\frac{mH}{mile}\right)$$

電抗為

$$X_L = 377 \times 0.9747 \left(\frac{mH}{mile}\right) = 367.46 \Omega/mile$$

四、說明集膚效應對高壓直流 (HVDC) 與高壓交流 (HVAC) 系統導線阻抗的影響。(10 分)

1. 《考題難易》★

2. 《破題關鍵》：瞭解集膚效應之成因。

【擬答】

(一) 當導體通過直流時，電流均勻分佈於導體截面，因此無集膚效應。

(二) 當導體通過交流電流時，隨著頻率增加，電流在導體內做不均勻之分佈更加明顯，且電流集中於導體之表層，導致阻抗增加，故在高壓交流時集膚效應明顯。

112年 虛實整合

多元學習新型態

突破傳統上課形式 5大方式彈性又便利

| 面授學習 | 直播學習 | 在家學習 | 視訊學習 | Wifi學習 |

<p>✦學習✦ 零時差</p>	<p>同類科各班別 皆可同步直播上課</p>	<p>✦服務✦ 零死角</p>	<p>服務緊貼需求 隨時掌握學習狀況</p>
<p>線上 課業諮詢</p>	<p>老師 申論批閱</p>	<p>雙師資 雙循環</p>	<p>多元 補課方式</p>
<p>上榜生 經驗親授</p>	<p>時事 專題講座</p>	<p>歷屆試題 練習</p>	<p>班導師 制度</p>

各班服務略有不同，詳情請洽全國 志光、保成、學儒門市

公職王歷屆試題 (111 普考)

五、一三相 60 Hz，220 kV 傳輸線，長度為 40 km。導線的電阻為 0.15 Ω /km，電感為 1.3262 mH/km。計算導線的電壓調整率及傳輸效率，當接收端的負載參數為：

(每小題 10 分，共 20 分)

(一) 381 MVA，功率因數 0.8 落後，220 kV。

(二) 381 MVA，功率因數 0.8 領先，220 kV。

1. 《考題難易》★★

2. 《破題關鍵》：瞭解短程輸電線的傳輸參數解題過程。

【擬答】

串聯阻抗 $Z = (r + j\omega L) \times l = 6 + j20\Omega$

$$(一) I_R = \frac{381 \times 10^3 \angle -\cos^{-1}0.8}{\sqrt{3} \times 220} = 1000 \angle -37^\circ$$

$$V_S = \frac{220k}{\sqrt{3}} \angle 0^\circ + (1000 \angle -37^\circ) \times (6 + j20) \times 10^{-3} = 144.33 \angle 4.93^\circ (kV)$$

所以

$$V_{S(L-L)} = 144.33k \times \sqrt{3} = 250kV$$

送電端功率為

$$S_{3\phi} = 3 \times (144.33k \angle 4.93^\circ) (1000 \angle 37^\circ) \times 10^{-3} = 322.8MW + j288.6MVAR$$

電壓調整率為

$$VR = \frac{250 - 220}{220} \times 100\% = 13.6\%$$

效率為

$$\eta = \frac{304.8M}{322.8M} \times 100\% = 94.4\%$$

$$(二) I_R = \frac{381 \times 10^3 \angle \cos^{-1}0.8}{\sqrt{3} \times 220} = 1000 \angle 37^\circ$$

$$V_S = \frac{220k}{\sqrt{3}} \angle 0^\circ + (1000 \angle 37^\circ) \times (6 + j20) \times 10^{-3} = 121.39 \angle 9.29^\circ (kV)$$

所以

$$V_{S(L-L)} = 121.39k \times \sqrt{3} = 210.26kV$$

送電端功率為

$$S_{3\phi} = 3 \times (121.39k \angle 9.29^\circ) (1000 \angle -37^\circ) \times 10^{-3} = 322.8MW - j168.6MVAR$$

電壓調整率為

$$VR = \frac{210.26 - 220}{220} \times 100\% = -4.43\%$$

效率為

$$\eta = \frac{304.8M}{322.8M} \times 100\% = 94.4\%$$

志光學儒保成

我同時考取4種工科考試



跟著**連過4榜**的學長 掌握關鍵科目解題技巧



不考取不放棄!我選擇**考取班**

推薦給正在準備工科考試的你!

基本電學是全部學科的根基，跟著老師的課程，從解釋概念到掌握電路的解題技巧，成為你的上榜關鍵秘笈。

盧○源

普考 電力工程 / 鐵路特考 佐級電子工程 / 國營聯招新進職員 電機(二) / 地方特考四等 電力工程(高市)



你還有這些機會!!

鐵路特考

高普考

地方特考

自來水評價人員

台電僱員

中油僱員

國營聯招職員級

志光學儒保成

我變**強**的祕密

工科題庫班

解析 題目觀念



精選易錯題型
加強觀念解析

強化 解題技巧



以題目授課
加強應考實力

增快 答題速度



加強快速審題
增加取分機會

題庫班老師會將考試內容做統整，並講解解題需注意的點，讓學生在考場上遇到相似題型，不會不知如何著手以及解省時間。

110年高考&鐵路高員電子工程 李○憲 **考取2種考試**

