

103 年特種考試交通事業鐵路人員考試試題

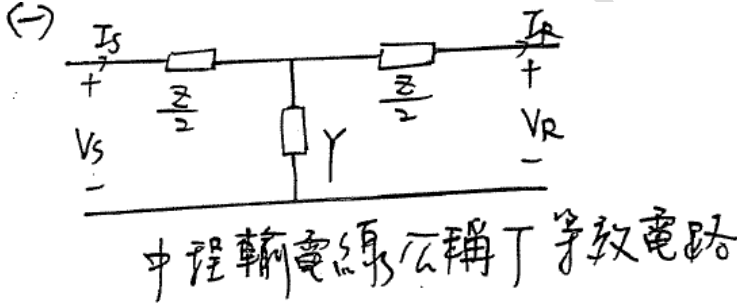
等級：員級鐵路人員考試

類科：電力工程

科目：輸配電學概要

一、試繪出一條中程輸電線路 (medium-length transmission line) 之公稱 T (nominal T) 等效電路模型，接著推導該電路模型之送電端電壓、電流相量 (V_s 、 I_s) 以其受電端電壓、電流相量 (V_R 、 I_R)、串聯總阻抗 Z 、相至中性點總並聯導納 Y 所表達之方程式，最後求出該線路之電壓調整率 (voltage regulation) 表示式。

【擬答】：



$$\begin{aligned} \Rightarrow \begin{bmatrix} V_s \\ I_s \end{bmatrix} &= \begin{bmatrix} 1 & \frac{Z}{2} \\ 0 & 1 \end{bmatrix} \begin{bmatrix} 1 & 0 \\ Y & 1 \end{bmatrix} \begin{bmatrix} 1 & \frac{Z}{2} \\ 0 & 1 \end{bmatrix} \begin{bmatrix} V_R \\ I_R \end{bmatrix} \\ &= \begin{bmatrix} 1 + \frac{YZ}{2} & \frac{Z}{2} \\ Y & 1 \end{bmatrix} \begin{bmatrix} 1 & \frac{Z}{2} \\ 0 & 1 \end{bmatrix} \begin{bmatrix} V_R \\ I_R \end{bmatrix} \\ &= \begin{bmatrix} 1 + \frac{YZ}{2} & Z(1 + \frac{YZ}{4}) \\ Y & 1 + \frac{YZ}{2} \end{bmatrix} \begin{bmatrix} V_R \\ I_R \end{bmatrix} \end{aligned}$$

$$\text{即} \begin{cases} V_s = (1 + \frac{YZ}{2})V_R + Z(1 + \frac{YZ}{4})I_R \\ I_s = YV_R + (1 + \frac{YZ}{2})I_R \end{cases}$$

$$\Rightarrow V.R = \frac{|V_{R(nl)}| - |V_{R(fl)}|}{|V_{R(fl)}|} = \frac{|V_s| / (1 + \frac{YZ}{2}) - |V_R|}{|V_R|}$$

(當 $n_l = \text{No Load}$ 無載時 $I_R = 0$, $V_s = (1 + \frac{YZ}{2})V_{R(nl)} + 0$)
且令 $|V_R| = |V_{R(fl)}|$

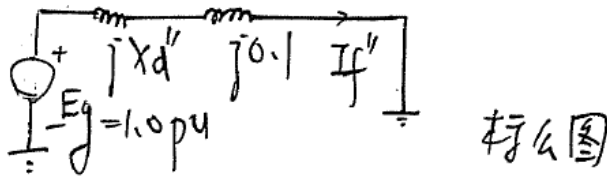
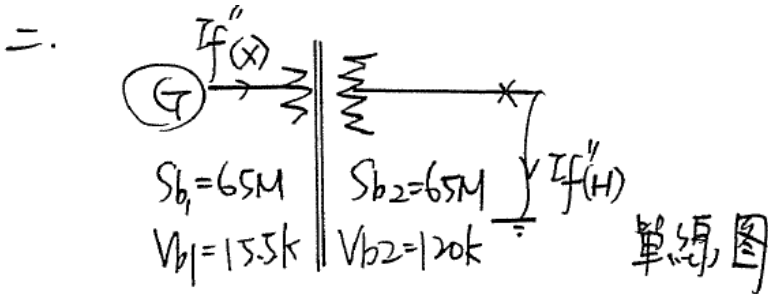
公職王歷屆試題 (103 鐵路特考)

二、一部三相、15.5kV、65MVA、60Hz、Y 連接、次暫態電抗 $X_d'' = 0.12$ 標么之大型同步發電機，連接到一具三相、15.5/120kV、65MVA、 Δ -Y 連接、漏電抗 0.1 標么電力變壓器之低壓側。取 65MVA 為基準值，假設該同步發電機故障前的電壓為 1.0 標么，若電力變壓器的高壓側發生三相接地對稱故障時，試求：

(一)變壓器兩側之次暫態對稱故障電流之實際值及標么值。

(二)直流波電流分量的可能最大標么值，以及發生直流波電流分量為最大值時之瞬間最大總電流標么值。

【擬答】：



$$I_f'' = \frac{E_g}{jX_d'' + jX_T} = \frac{1.0}{j(0.12 + 0.1)} = 4.545(-j) \text{ pu}$$

$$I_{b1} = \frac{S_{b1}}{\sqrt{3} \times V_{b1}} = \frac{65\text{M}}{\sqrt{3} \times 15.5\text{k}} = 242.1 \text{ A}$$

$$I_{b2} = \frac{S_{b2}}{\sqrt{3} \times V_{b2}} = \frac{65\text{M}}{\sqrt{3} \times 120\text{k}} = 312.7 \text{ A}$$

(一)令變壓器低壓側(X側)，變壓器高壓側(H側)

$$\left. \begin{aligned} \text{實際值 } I_f''(G) &= |I_f''(\text{pu})| \times I_{b1} = 4.545 \times 242.1 = 11.005 \text{ kA} \\ I_f''(H) &= |I_f''(\text{pu})| \times I_{b2} = 4.545 \times 312.7 = 1421.5 \text{ A} \end{aligned} \right\}$$

$$\text{標么值 } |I_f''(G)|(\text{pu}) = |I_f''(H)|(\text{pu}) = 4.545 \text{ pu}$$

(二) 直流波電流分量的最大標么值 = $|I_f''(\text{pu})| \times \sqrt{2} = 6.428 \text{ pu}$

瞬間最大總電流標么值 = $2\sqrt{2} |I_f''(\text{pu})| = 12.856 \text{ pu}$

公職王歷屆試題 (103 鐵路特考)

三、請說明改善一個配電線路或配電系統之電壓降 (voltage drop) 的方法。

【擬答】：

- (一)調壓變壓器 (Regulating Transformer)：包括自耦式激磁變壓器與一串聯變壓器，工作於電壓較低之線路端，使產生同相電壓，以補償線路一部分或全部之電壓降，亦即改善電壓。
- (二)感應電壓調整器 (Induction Voltage Regulator)：利用一次及二次繞組位置不同，使感應電壓能有適當的變更，以補償線路之電壓降。
- (三)變壓器分接頭之切換：為應付季節性之電力潮流的變化，常須切換變壓器之分接頭 (Tap)，以改善系統之電壓變動。
- (四)有載分接頭切換裝置之變壓器 (即大小變壓器)：改變變壓器之匝數比，以改善電壓。
- (五)同步調相機 (Synchronous Condenser)：控制滯後無效功率，改善功率因數。
- (六)並聯電容器 (Shunt Capacitor)：能吸收越前無效功率，改善功率因數，防止重載時之電壓降。
- (七)並聯電抗器 (Shunt Reactor)：輕載或無載時，吸收滯後無效功率，防止電壓上升。
- (八)發電機調整器：調整發電機之激磁電流，使其越前或滯後即可增減發電機之端電壓，乃同時控制功率因數及電壓之高低者。有下列三種：
 - 1.自動電壓調整器 (AVR)
 - 2.自動功率因數限制調整器 (APR)
 - 3.自動無效功率調整器 (AQR)
- (九)串聯電容器 (Series Capacitor)：補償線路之電感抗，改善線路之電壓變動率。

四、請說明輸配電系統之系統中性點接地 (system neutral ground) 的定義、優點以及方法。

【擬答】：

- (一)電力系統中性點接地定義及方法：
 - 1.中性點隔離：中性點不接地。
 - 2.中性點直接接地：變壓器之中性點使用電阻接近於零之金屬導線，將中性點聯接於大地者。
 - 3.中性點電阻接地：在變壓器之中性點，用電阻聯接於大地者。
 - 4.中性點電抗接地：即變壓器之中性點用滅弧線圈與大地聯接之方式。
 - 5.接地變壓器：利用特製之變壓器接地，可察覺線路上任何一相發生接地之方式。
- (二)中性點接地之優點：
 - 1.線路發生接地故障時，接地電驛之動作較為準確。
 - 2.故障時，能抑制線路對地電位之上升，亦可避免線路及變壓器等之絕緣破壞。
 - 3.能防止由於電弧接地或其他原因所致之異常電壓。
 - 4.能消滅由於接地故障所引起之弧光電流。
- (三)中性點直接接地之優點：
 - 1.當一線接地時，其他兩健全相之對地電位，乃止於相電壓，故變壓器及線路之絕緣設備得以減低。
 - 2.變壓器中性點永遠保持零電位，可以降低變壓器、斷路器等之絕緣標準，減輕設備費用。
 - 3.線接地故障電流很大，常超過額定之負載電流，故能使各種電驛之動作迅速、確實、可迅速地將故障相隔離。
 - 4.對無線電干擾最小。
 - 5.不接地系統中所產生之間歇性向地發弧現象所產生之異常電壓，得以避免。
- (四)中性點電阻接地之優點：
 - 1.對於保持系統穩定度較直接接地式為優，尤其是當用於系統之送電端時。
 - 2.因電阻能限制接地電流，故對變壓器之不良影響較少。
 - 3.由於接地電流小，因此對於通訊線路之電磁感應亦較小。
 - 4.操作程序簡單。

公職王歷屆試題 (103 鐵路特考)

(五)中性點電抗接地之優點：

- 1.發生單線接地事故時，約 50~80%之機會可自己消除故障，而不需與系統隔離。
- 2.單線接地故障時，暫態穩定度高。
- 3.對故障點之損害少。
- 4.由單線接地故障而擴展成二相或三相短路之機會甚少，可繼續維持供電。
- 5.對通訊線路之電磁感應較小。

公
職
王