

103 年特種考試交通事業鐵路人員考試試題

等 別：員級鐵路人員考試

類 科：電力工程

科 目：電工機械概要

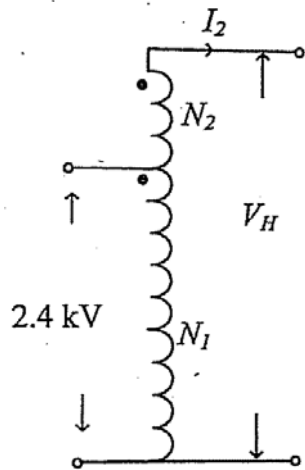
一、一部額定 $2.4kV/240V$ 、 $12kVA$ 單相變壓器，將此變壓器接成一升壓型自耦變壓器，如下圖所示，試求：

(一) 變壓器二次側繞組之額定電流為少 A ？

(二) 自耦變壓器之額定容量為多少 kVA ？

(三) 當自耦變壓器工作於滿載、功率因數 0.8 落後時，其鐵損與銅損總和為 $400W$ ，自耦變壓器的效率為多少？

(四) 簡述自耦變壓器之優點和缺點。



【擬答】：

(一) 變壓器二次側繞組之額定電流 $= \frac{12kV}{240V} = 50 \text{ A}$

(二) 自耦變壓器之額定容量 $50 \times (2.4kV + 240V) = 132 \text{ kVA}$

(三)

$$\eta = \frac{132kVA \times 0.8}{132kVA \times 0.8 + 400W} \times 100\% = 99.62\%$$

(四)

1. 優點：

(1) 以小的固有容量可以做大容量之升壓或降壓之功能。

(2) 節省銅量及鐵心材料，較為經濟，能降低成本。

(3) 損失較小，效率高。

(4) 漏滋電抗較小，電壓調整率佳：因為繞組之一部分為電源與負載共用，漏滋較小。

2. 缺點：

(1) 低壓繞組與高壓繞組須施以同樣等級的絕緣。

(2) 一次與二次側無法隔離。

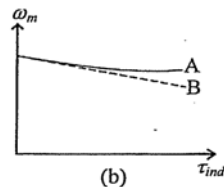
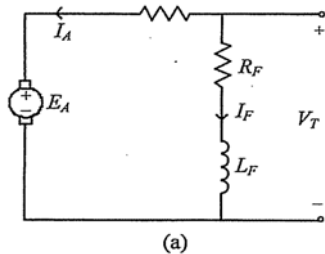
(3) 繞組阻抗小，短路電流較大。

二、一部分激式直流電動機的等效電路如下圖(a)所示，下圖(b)表示輸入電壓固定時，此直流電動機的轉矩-轉速特性曲線，其中，A與B兩條曲線，一條為有電樞反應之特曲線；另一條為無電樞反應之特性曲線。請說明：

(一) 何謂電樞反應？

(二) 那一條曲線為無電樞反應之特性曲線？並說明原因。

(三) 那一條曲線為有電樞反應之特性曲線？並說明原因。



【擬答】：

(一) 電機負載逐漸增加，電樞電流將隨之逐漸增大在電樞繞組中形成磁場稱為電樞磁場，此磁場與主磁場正交(成 90 度電機角)，造成主磁場磁力線畸變(去磁、交磁效應)，此現象導因於電樞磁場一般稱為電樞反應。

影響：磁場歪斜、磁中性面偏移，造成交磁效應及去磁效應。

(二) B 曲線為無電樞反應之特性曲線。當轉矩增加(電樞電流增加)，磁場不變(無電樞反應)時，電樞電阻壓降因電樞電流增加而增大，電樞電壓(反電勢) $E_A = V_T - I_A R_A$ 會降低，而

轉速 $n = \frac{E_A}{k\phi}$ ，磁通 ϕ 不變(無電樞反應)，轉速將降低。

(三) A 曲線為有電樞反應之特性曲線。當轉矩增加(電樞電流增加)，電樞反應去磁效應造成磁

場減少，轉速 $n = \frac{E_A}{k\phi}$ ，磁通 ϕ 降低(電樞反應)，造成轉速會略為上揚。

三、一部額定 208V、60Hz、 Δ -連接之三相四極同步發電機，其同步電抗 $X_s = 2\Omega$ ，忽略電樞繞組之電阻。滿載工作時，端電壓為 208V，線電流 50A，功率因數 0.8 落後，此時摩擦損失、風阻損失與雜散損失共為 1.2kW，忽略鐵損與銅損。試計算同步發電機之：

(一) 旋轉速率為分鐘少圈？

(二) 原動機的輸出轉矩為牛頓-米？

(三) 每相的內部電壓為多少？

(四) 發電機的效率？

【擬答】：

(一)

$$n = \frac{120}{P} f = \frac{120}{4} \times 60 = 1800 \text{ rpm}$$

(二) 原動機的輸出 = 發電機輸入 = 發電機輸出 + 損失

$$= (\sqrt{3} \times 208 \times 50 \times 0.8) W + 1.2 kW \approx 15.611 kW$$

$$\text{轉矩 } T = \frac{P}{\omega} = \frac{15.611 kW}{2 \times \pi \times \frac{1800}{60}} = 82.82 \text{ 牛頓-米}$$

(三)

$$E = \sqrt{(V \cos \theta - IR)^2 + (V \sin \theta - IX)^2}$$

$$= \sqrt{\left(\frac{208}{\sqrt{3}} \times 0.8 - 50 \times 0\right)^2 + \left(\frac{208}{\sqrt{3}} \times 0.6 - 50 \times 2\right)^2} = 100 \text{ V}$$

$$\eta = \frac{P_o}{P_i} = \frac{\sqrt{3} \times 208 \times 50 \times 0.8}{15.611 kW} \times 100\% = 92.31\%$$

(四) 發電機的效率

四、一部額定 460V、60hp、60Hz 三相四極感應電動機，當轉速 1770r/min 時，提供 20kW 功率到負載，忽略摩擦、風阻與雜散損失，試計算：

(一) 感應電動機的轉速差？

公職王歷屆試題 (103 鐵路特考)

(二) 感應電動機的轉矩為多少牛頓-米？

(三) 當轉矩變為 2 倍時，則轉速為多少？此時提供到負載的功率為多少？

【擬答】：

$$(一) \text{ 同步轉速 } n = \frac{120}{P} f = \frac{120}{4} \times 60 = 1800 \text{ rpm}$$

$$\text{轉速差} = 1800 - 1770 = 30 \text{ rpm}$$

$$\text{轉差率} = \frac{30}{1800} \times 100\% = 1.667\%$$

$$(二) \text{ 轉矩 } T = \frac{P}{\omega} = \frac{20 \text{ kW}}{2 \times \pi \times \frac{1770}{60}} = 107.9 \text{ 牛頓-米}$$

$$(三) E = \sqrt{(V \cos \theta - IR)^2 + (V \sin \theta - IX)^2}$$
$$= \sqrt{\left(\frac{208}{\sqrt{3}} \times 0.8 - 50 \times 0\right)^2 + \left(\frac{208}{\sqrt{3}} \times 0.6 - 50 \times 2\right)^2} = 100 \text{ V}$$

$$(四) \text{ 轉矩與轉差率成正比 } \frac{T}{1.667\%} = \frac{2T}{s}, s = 3.33\%$$

$$\text{轉速 } n = 1800 \times (1 - 3.33\%) = 1740 \text{ rpm}$$

$$\text{此時提供到負載的功率 } P = T \times \omega = (2 \times 107.9) \times \left(2 \times \pi \frac{1740}{60}\right) = 39.322 \text{ kW}$$

公
職
王