

110 年公務人員特種考試關務人員考試

考試別：關務人員考試

等 別：三等考試

類 科：電機工程

科 目：電機機械

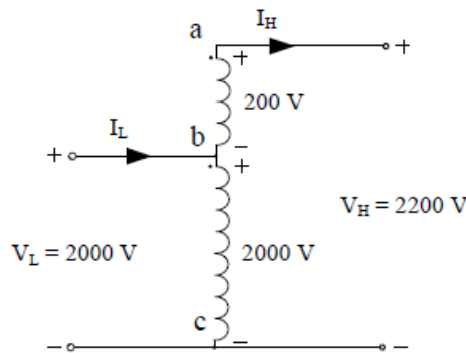
一、某部單相額定 100 仟伏安，2000/200 伏特的雙繞組變壓器，連接如圖所示的自耦變壓器。其中 a, b 端的電壓為 200 伏特，且 b, c 端的電壓為 2000 伏特。在額定運轉狀態下：（每小題 5 分，共 20 分）

(一)計算 I_H 電流為若干安培。

(二)計算 I_L 電流為若干安培。

(三)計算此部自耦變壓器的容量為若干仟伏安。

(四)說明自耦變壓器的優點及缺點。



【解題關鍵】

1. 《考題難易》★
2. 《破題關鍵》雙繞組變壓器各線圈之額定不因改為自耦變壓器而變動
3. 《使用法條》or 《使用學說》無損失下，輸出能量等於輸出能量

【擬答】

(一) I_H 電流 = $\frac{100kVA}{200} = 500$ 安培。

(二) I_L 電流 = $\frac{500 \times 2200}{2000} = 550$ 安培。

(三)此部自耦變壓器的容量 = $500 \times 2200 = 1100kVA$ 。

(四)自耦變壓器的優點及缺點。

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。

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。



我們專屬設計的學習模式， 讓你聰明學習輕鬆投考！

我們都在志光.學儒.保成 成功找到工科人的工頂人生

學習模式



直接，有效

- 實際面對面教學，現場解決您的疑惑。
- 優質專業名師，幫您統整、分析考試重點資訊。
- 定期的大小測驗，您可隨時檢視學習效果。

面授學習



自主，彈性

- 不用煩惱通網問題，課程教材直接送到家。
- 反覆聽課，不怕觀念聽不懂。
- 完全自由，可自主安排學習進度。

雲端函授



便利，專注

- 安靜舒適的上課環境，提高您的專注力。
- 看課時間能自由預約，無須擔心時間衝突。
- 可依需求暫停、倒轉或快轉，深度學習超簡單。

視訊學習

中年失業報考公職

求職APP裡都是已讀不回，轉個念，重拾課本念書，靠自己努力去爭取一分穩定工作，贏回自己未來的人生；也為了自己的家庭、小孩繼續的打拼下去。



8個月考取 地方特考 四等機械工程 盧○偉

期望大學畢業後即就業

透過老師傾囊相授以及課程安排，很快地便對各考科有一定的程度。並從模擬考中得知是否有不熟、不懂的地方，使我更加針對不足之處加強，一次又一次成績大幅提升使人信心大增！



1年考取/應屆考取 鐵路特考 佐級機械工程 陳○謙

資源豐富幫助我很多

在朋友推薦和試聽後發現也蠻不錯的，且距離家也近，補習班有良好的讀書環境，剛開始我完全不知道該如何準備，就去問補習班的櫃台小姐，他們都很熱心的提供各種方式及管道。



高普雙榜 高普考 電力工程 蔡○霖

志光.學儒.保成 規劃了豐富完整的課程

精心安排專屬**工科人**的學習規劃，最完整的上榜課程

工科考試所需要的準備，我們通通幫你安排好了

法科架構班

學校沒教的，我們教給你！名師精解法科知識，結合實務例子，助你建構法科概念。

扎實正規班

完整堂數規劃，循序漸進學習，讓您深度修習工科各專業學科知識。

作文實戰班

作文再也不是理工人的痛！透過專業老師的輔導，快速強化您的寫作架構、邏輯概念。

主題題庫班

主題式教學，搭配各類試題演練，進行考點分析及破題要點訓練，讓您短時間各科實力倍增。

精華總複習

考前重點總複習，精準掌握重要考點，讓您考前實力突飛猛進。

時事議題修法要點

自己沒時間彙整最新資訊沒關係！完整時事補充，修法即時解析，考前重點全面補遺。

考前提要關懷講座

名師考前最終提點，穩定你累積許久的實力，讓你的觀念更加清晰。

全國全真模擬考

檢視應考實力、訓練臨場反應、掌握最新考題趨勢，全程比照考試時程，模擬考場實戰氛圍，讓您能以平常心應考！



公職王歷屆試題 (110 關務特考)

二、某部三相，15 馬力，4 極，線-線電壓為 460 伏特，60 赫芝，額定轉速 1728 轉/分的感應電動機，運轉在滿載狀態下，且該部電動機的風損及摩擦損合計為 750 瓦特，試計算該部電動機的：(每小題 5 分，共 20 分)

- (一)滑差 (slip) 為若干。
- (二)轉軸功率 (shaft power) 為若干仟瓦。
- (三)氣隙功率 (air gap power) 為若干仟瓦。
- (四)轉子銅損為若干瓦特。

【解題關鍵】

1. 《考題難易》★。
2. 《破題關鍵》氣隙功率 P_g 、轉子銅損 P_{c2} 、內生機械功率(電磁功率)(轉軸功率) P_m
3. 《使用法條》or 《使用學說》 $P_g : P_{c2} : P_m = 1 : S : (1-S)$

【擬答】

(一)

$$\text{同步轉速 } N_s = \frac{120}{P} f = \frac{120}{4} \times 60 = 1800 \text{rpm}$$

$$\text{滑差(slip)} = \frac{1800 - 1728}{1800} = 0.04$$

(二)轉軸功率 = $15 \times 746 + 750 = 11.94 \text{kW}$

(三)

$$P_g : P_{c2} : P_m = 1 : S : (1-S), P_g : P_{c2} : 11.94 \text{kW} = 1 : 0.04 : (1-0.04)$$

$$\text{氣隙功率 } P_g = \frac{11.94 \text{kW}}{0.96} = 12.4375 \text{kW}$$

(四)

$$P_g : P_{c2} : 11.94 \text{kW} = 1 : 0.04 : (1-0.04)$$

$$\text{轉子銅損 } P_{c2} = \frac{11.94 \text{kW}}{0.96} \times 0.04 = 497.5 \text{W}$$

三、某部三相，5 仟伏安，線-線電壓 220 伏特，4 極，60 赫芝，Y 接的同步發電機。此部發電機的電樞電阻可忽略不計，且其同步電抗 (synchronous reactance) 為每相 8 歐姆。若此部發電機並聯到三相，220 伏特，60 赫芝的電壓源以便進行供電。適當地調整同步機的激磁電流，使該部發電機運轉在額定的 5 仟伏安，功率因數為 0.8 落後，進行供電。試：

(每小題 5 分，共 20 分)

- (一)計算發電機每相的激磁電壓 (excitation voltage) E_f 為若干伏特。
- (二)計算功率角 (power angle) δ 為若干。
- (三)計算每相的電樞電流 I_a 為若干安培。
- (四)繪出此發電機相關電壓及電流關係的相量圖，包括每相的端電壓 V_t ，電樞電流 I_a ，激磁電壓 (excitation voltage) E_f 及功率角 δ 。

【解題關鍵】

1. 《考題難易》★
2. 《破題關鍵》功率角、每相端電壓、激磁電壓
3. 《使用法條》or 《使用學說》 $E_f = V_t + jI_a X_s$

【擬答】

(一)在額定的 5 仟伏安，功率因數為 0.8 落後時之電流 $= \frac{5kVA}{\sqrt{3} \times 220} \angle -36.87^\circ = 13.1216 \angle -36.87^\circ A$

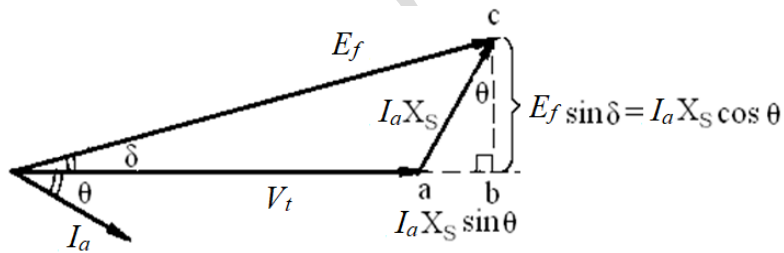
$$E_f = V_t + jI_a X_s = \frac{220}{\sqrt{3}} + j \times 13.1216 \angle -36.87^\circ \times 8 = 207.7322 \angle 23.845^\circ V$$

(一發電機每相的激磁電壓 (excitation voltage) $E_f = 207.7322$ 伏特。

(二)功率角 (power angle) $\delta = 23.845^\circ$ 。

(三)每相的電樞電流 $I_a = 13.1216 \angle -36.87^\circ$ 安培。

(四)繪出此發電機相關電壓及電流關係的相量圖，包括每相的端電壓 V_t ，電樞電流 I_a ，激磁電壓 (excitation voltage) E_f 及功率角 δ 。



四、某部額定轉速 1000 轉/分的他激式直流電動機，激磁場固定且額定，其電樞電阻 R_a 為 0.1 歐姆，且將該部直流電動機連接到 100 伏特的直流電源供應器 (DC power supply)，且此部直流電源供應器的輸出電流沒有任何限制。(每小題 5 分，共 20 分)

(一)若不加任何的起動電阻時，試求此部電動機在起動瞬間的起動電流為若干安培。

(二)計算此部電動機在額定轉速下，且輸入功率為 10 仟瓦時的電樞電流為若干安培。

(三)若欲使此部電動機，在起動瞬間的起動電樞電流限制在 200 安培，試計算需串接多少歐姆的起動電阻。

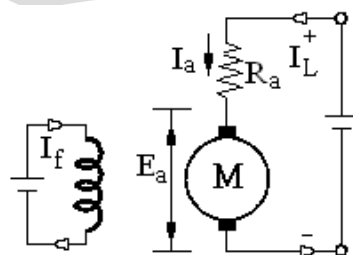
(四)試求在上述(三)題中，在起動瞬間的起動電阻功率損失為若干仟瓦。

【解題關鍵】

1. 《考題難易》★
2. 《破題關鍵》起動電阻、起動電流、電樞電流
3. 《使用法條》or 《使用學說》由等效電路求解

【擬答】

他激電動機等效電路圖如下：



(一)

啟動時 $E_a = 0$ ，起動電流 $I_s = \frac{100}{0.1} = 1000$ 安培。

(二)

且輸入功率為 10 仟瓦時，電樞電流 $I_a = \frac{10kVA}{100V} = 100$ 安培。

公職王歷屆試題 (110 關務特考)

(三)欲使此部電動機在起動瞬間的起動電樞電流限制在 200 安培，則

$$I_s' = 200 = \frac{100}{0.1 + R_s}, \text{ 起動電阻 } R_s = 0.4 \text{ 歐姆。}$$

(四)在(三)題中，在起動瞬間的起動電阻功率損失 $P_{loss} = 200^2 \times 0.4 = 16$ 仟瓦。

五、試回答下列問題：(每小題 5 分，共 20 分)

- (一)說明內藏式永磁同步電動機 (interior permanent magnet synchronous motor) 與表面黏著永磁同步電動機比較，有那些優點及缺點。
- (二)說明變頻器 (inverter) 的功用為何。
- (三)說明單相感應電動機的起動方法。
- (四)說明步進馬達 (stepper motor) 的優點及缺點。

【解題關鍵】

1. 《考題難易》★★

【擬答】

(一)

內藏式永磁同步電動機：

若永磁電動機的磁極埋在轉子中，在高速運轉時不會有磁極脫落的問題，但轉子需有一空間置入磁極，而轉子的材質為矽鋼，磁導係數遠高於磁極，磁極部份可視為一個額外的氣隙，轉子和定子間的氣隙會有週期性的變化，即凸極效應，因此產生的轉矩中有磁阻轉矩成份，其效率較高。

表面黏著永磁同步電動機：

表面式永磁馬達的結構較簡單，磁極是膠合或固定在轉子表面，因此沒有磁極部份的轉子和定子中間有較寬的氣隙，而磁極的磁導率和空氣相當，因此轉子的凸極效應較不明顯，可以省略。較大的氣隙也使得轉子的電樞反應影響較低。

(二)

變頻器 (inverter) 是應用變頻技術與微電子技術，通過改變電機工作電源頻率方式來控制交流電動機的電力控制設備。變頻器主要由整流 (交流變直流)、濾波、逆變 (直流變交流)、制動單元、驅動單元、檢測單元微處理單元等組成。變頻器靠內部 IGBT 的開斷來調整輸出電源的電壓和頻率，根據電機的實際需要來提供其所需要的電源電壓，進而達到節能、調速的目的。

(三)

單相感應電動機當外加電源時，因無法產生旋轉磁場，只產生單相交變磁場，因此轉子無法轉動。

解決方式：外加起動裝置來幫助起動。

加裝起動(輔助)繞組：起動繞組與原有之磁場(行駛、主)繞組產生移動磁場幫助起動。

裝設蔽極線圈：在主磁極上裝設一短路環(蔽極線圈)，產生移動磁場幫助起動。

各分類有：電阻分相法、電容分相法、雙值電容法、永久電容法、蔽極法、推斥法

(四)

優點：低價位。無時間誤差。接線簡單。開回路控制，控制電路簡易。靜止時為完全靜止狀態。

低速時的扭矩比同等級的伺服馬達為大。不會有超越量 OverShot 現象，定位響應較佳。

缺點：開回路控制，會有失步問題。低速轉動時會有噪音及震動。會有共振區的問題。馬達轉速越高，扭矩會越小。連續運轉時，馬達會有溫升。