

教育部受託辦理115學年度 公立高級中等學校教師甄選

電機空調科 試題

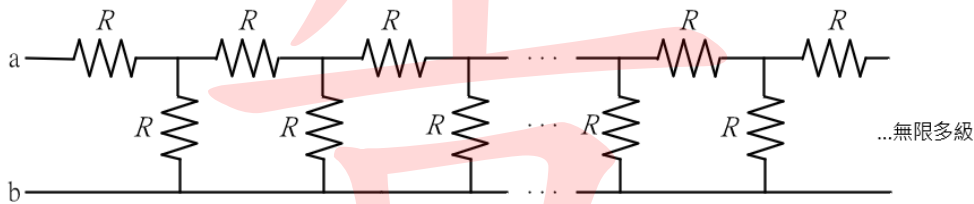
作答注意事項

1. 本試題共兩部分：選擇題 30 題，及綜合題 2 大題，共計 100 分。
2. 選擇題請用2B軟心鉛筆在答案卡劃記，綜合題限用藍色、黑色原子筆或鋼筆在答案本上作答，但繪圖時得使用黑色鉛筆。
3. 本科「不可以」使用電子計算器。

第一部分：選擇題 (共 39 分)

一、單選題 (每題 1.3 分，共 39 分)

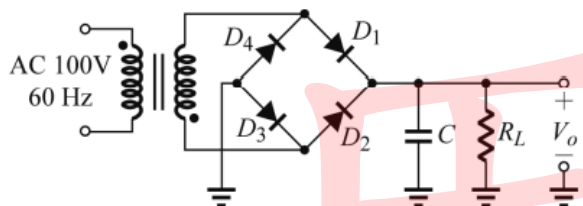
- (A) 1. 小明經營一家手工冰淇淋店，每月平均用電量為 4,000 度。由於店內大型冷凍櫃與空調設備較為老舊，導致原始功率因數 (PF) 僅為 0.6，且線路電力損失率為 10%。為了節省電費並響應環保，小明聘請水電師傅加裝功因補償電容器，成功將功率因數提升至 0.8。在維持負載有效功率不變的情況下，請問改善後該店每月可減少多少度的電力損失？ (A)175 (B)225 (C)250 (D)325 度。
- (C) 2. 有一個電容串聯模組，由兩個規格略有不同的電容器組成：
電容器 A：極板間為空氣，容量 $C_A = 10\mu\text{F}$ ，耐壓 $V_{\text{MAXA}} = 400\text{V}$ 。
電容器 B：極板間填充高介電常數陶瓷材料 $\epsilon_r = 5$ ，容量 $C_b = 20\mu\text{F}$ ，耐壓 $V_{\text{MAXB}} = 100\text{V}$ 。
若不考慮漏電流，將這兩個電容器串聯後接上直流電源充電。請問在不損壞任何一個電容器的前提下，此串聯模組所能儲存的「最大總能量」 W_{MAX} 約為多少焦耳？
(A)0.15 (B)0.22 (C)0.33 (D)0.67 J。
- (B) 3. 如下圖所示之電路為一個向右無限延伸的電阻網路，若所有的電阻器阻值均為 2Ω ，試求 ab 兩端間的總等效電阻 R_{ab} 為何？
(A) $(1+\sqrt{3})$ (B) $(1+\sqrt{5})$ (C) $(2+\sqrt{2})$ (D) $(2+2\sqrt{2})$ Ω 。



- (A) 4. 一個 R-L 串聯電路接於交流電源 $v(t) = 200\sin(100t + 15^\circ)$ 伏特。已知電路中的電感器感抗為 $X_L = 10\sqrt{3} \Omega$ ，且測得線電流的有效值為 10A。若電流相位落後電壓 60° ，試求：
電流的瞬時值函數 $i(t)$ 為何？該電路的純電阻 R 值為何？
(A) $i(t) = 10\sqrt{2}\sin(100t - 45^\circ)$ A、 $R = 10\Omega$ 。
(B) $i(t) = 10\sqrt{2}\sin(100t - 45^\circ)$ A、 $R = 20\Omega$ 。
(C) $i(t) = 10\sin(100t - 45^\circ)$ A、 $R = 10\Omega$ 。
(D) $i(t) = 10\sin(100t - 60^\circ)$ A、 $R = 20\Omega$ 。
- (C) 5. 已知一個電阻 $R = 5\Omega$ ，流經該電阻的電流瞬時值函數為：
 $i(t) = 4 + 6\sin(\omega t + 30^\circ) + 2\sin(3\omega t - 60^\circ)$ A，其中 $\omega = 377\text{rad/s}$ 。試問該電阻所消耗的平均功率為多少瓦特 (W)？ (A)110 (B)140 (C)180 (D)270 W。
- (B) 6. 有關直流暫態電路之各項敘述，請選出其中正確的敘述共有幾個？
①在 R-L 串聯電路中，時間常數 $= L/R$ ，代表電流上升至穩態值約 63.2% 所需的時間。
②電感器在直流穩態時 ($t = \infty$) 儲存的能量公式為 $W = \frac{1}{2}LI^2$ ，此時其兩端電壓必為最大值。
③在 R-C 串聯電路中，若電阻 R 的值增加，則電容器充電至穩態所需的時間會變長。

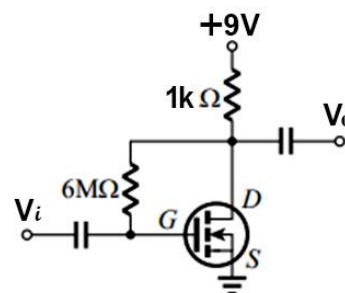
- ④開關動作瞬間，若電容器原本沒有儲存電荷（即初始電壓為0），則在 $t=0$ 時其特性等效為「開路」。
- ⑤換路定律（電路切換瞬間）指出，電感器的電流 i_L 與電容器的電壓 v_C 在切換前後必須保持連續。
- (A)2 (B)3 (C)4 (D)5 個。
- (B) 7. 有關 R-L-C 串聯電路達到「諧振」狀態時的敘述，下列何者錯誤？
- (A)電路之總阻抗 Z 達到最小值，且其值等於純電阻 R 。
- (B)電感器兩端的電壓 V_L 與電容器兩端的電壓 V_C 大小相等，且兩者相位相同。
- (C)電路中的線電流 I 達到最大值，且電壓與電流同相位（功率因數為1）。
- (D)品質因數（Q 值）愈高，代表諧振曲線之頻寬（BW）愈窄，電路的選擇性愈好。
- (A) 8. 小明在進行「交流電路特性量測」實習時，將訊號產生器接至示波器的通道1（CH1）。此時示波器的垂直靈敏度（VOLTS/DIV）切換開關設定在2V檔位，水平掃描時間（TIME/DIV）設定在0.5 ms檔位。小明觀察到螢幕上的正弦波形，其最高點到最低點之間共有6格，而一個完整的週期波形在水平方向剛好佔了4格。請問該訊號的有效值（ V_{rms} ）與頻率（ f ）分別為何？（註： $\sqrt{2} \approx 1.414$ ）
- (A) $V_{rms} \approx 4.24 \text{ V}$ 、 $f = 500 \text{ Hz}$ 。
- (B) $V_{rms} \approx 8.48 \text{ V}$ 、 $f = 500 \text{ Hz}$ 。
- (C) $V_{rms} \approx 4.24 \text{ V}$ 、 $f = 250 \text{ Hz}$ 。
- (D) $V_{rms} \approx 8.48 \text{ V}$ 、 $f = 250 \text{ Hz}$ 。
- (C) 9. 在電力電子實習課中，老師要求學生使用示波器觀察市電（110V、60Hz）經變壓器降壓後的波形。小明在操作時發現螢幕上的波形「一直往左或往右跑動，無法靜止固定在螢幕上」，且波形看起來非常擁擠。針對小明遇到的現象與後續調整，下列敘述何者錯誤？
- (A)波形無法靜止的原因，通常是因為觸發準位（TRIGGER LEVEL）調整不當或觸發源（SOURCE）選擇錯誤。
- (B)若要讓波形在水平方向變得寬鬆一點，方便觀察細部細節，應將水平掃描時間（TIME/DIV）切換至較小的數值（例如從10 ms切換至2ms）。
- (C)若發現波形超出了螢幕的上下範圍，應將垂直靈敏度（VOLTS/DIV）切換至較小的數值（例如從5V切換至1V）。
- (D)若要量測波形中的直流成分，示波器的輸入耦合開關（COUPLING）應撥至「DC」檔位。
- (D) 10. 小明正在進行「單相三線式分路配線」實習，準備安裝插座與開關。根據《屋內線路裝置規則》與實務操作，下列敘述何者錯誤？
- (A)在進行接線時，被接地線（中性線）的絕緣皮顏色應使用白色或淺灰色。
- (B)為確保用電安全，單切開關（Switch）必須串聯在「火線（非接地導線）」上，不可接在中性線上。
- (C)若要安裝一個供冷氣使用的220V專用插座，其接地線的絕緣皮顏色應選用綠色。
- (D)在配管實習中，若使用 EMT 管（薄鋼電線管），為增加導線容量，可以在管內進行電線的絞接與膠帶纏繞。
- (C) 11. 在戴維寧等效電路中，若測得開路電壓 $V_{th} = 20 \text{ V}$ ，接上 10Ω 負載時，負載電流為1.5A，則該電路的諾頓等效電流 I_N 為多少？ (A) 2 (B) 4 (C) 6 (D) 10 A。

- (D) 12. 關於 BJT 三種基本放大器組態 (CE、CC、CB) 的特性比較，下列敘述何者錯誤？
 (A)共集極 (CC) 放大器擁有最高之輸入阻抗，適合作為緩衝器 (B)共射極 (CE) 放大器因同時具有電壓與電流增益，故其功率增益最大 (C)共集極 (CC) 放大器的電壓增益最小，通常略小於 1 (D)共基極 (CB) 放大器具有最高的電流增益。
- (D) 13. 關於「達靈頓 (Darlington) 複合電路」的特性與應用，下列敘述何者錯誤？
 (A)總電流增益約等於兩電晶體增益之乘積，擁有極高的電流放大率 (B)具有極高的輸入阻抗與極低的輸出阻抗，常用於多級放大器的輸出級 (C)正常工作時，其基極與射極間的總導通電壓約為單一電晶體的兩倍 (約 $1.2V \sim 1.4V$) (D)由於兩級電晶體串聯，其高頻響應與切換速度均優於單一電晶體。
- (D) 14. 關於多級串級放大電路中「增益」與「分貝 (dB)」的物理性質，下列敘述何者正確？
 (A)若電壓增益的分貝值為負數，代表該放大器的輸出信號相對於輸入信號呈現反相關係 (B)當電流增益的分貝值恰好為 0dB 時，表示電路的輸出與輸入電流信號之相位角必然完全相同 (C)在串級放大電路中，系統的總分貝增益 (dB) 等於各級分貝增益 (dB) 值的代數乘積 (D)放大器的增益分貝值若為負數，表示輸出信號的振幅小於輸入信號，此現象在電子學中稱為「衰減」。
- (B) 15. 關於場效電晶體 (FET) 之特性與分類敘述，下列何者錯誤？ (A)在 P 通道 MOSFET 的結構設計中，通常會選擇使用 N 型半導體材料作為基體 (Substrate) (B)無論是何種類型的金氧半場效電晶體 (MOSFET)，均必須藉由外加電壓感應出「反轉層」後，通道才會存在 (C)接面場效電晶體 (JFET) 屬於「常閉式 (Normally-on)」元件，在不施加偏壓 ($V_{GS} = 0$) 時內部即存有實體通道 (D)閘極具備極高的輸入阻抗，在進行直流電路分析時，常視其與源極之間為斷路。
- (C) 16. 關於正弦波振盪器的組成原理與物理特性，下列敘述何者錯誤？ (A)振盪器內部必須包含一個具備足夠電壓增益的放大器，以補償回授網路的損耗 (B)振盪器能在不需要外部交流輸入訊號的情況下，將直流電能轉化為特定頻率的交流電能 (C)振盪電路必須具備選頻網路，並配合「負回授」機制以維持輸出訊號的持續性 (D)相較於 RC 或 LC 振盪器，石英晶體振盪器 (Crystal Oscillator) 擁有極高的頻率穩定度。
- (D) 17. 如下圖所示之電路，下列 R_L 與 C 的組合中，何者會使 V_o 的漣波電壓最小？



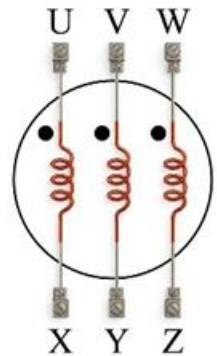
- (A) $R_L = 1k\Omega$ 、 $C = 1\mu F$ (B) $R_L = 10k\Omega$ 、 $C = 1\mu F$ (C) $R_L = 1k\Omega$ 、 $C = 10\mu F$
 (D) $R_L = 10k\Omega$ 、 $C = 10\mu F$ 。

- (A) 18. 如右圖所示之電路，假如增強型 MOSFET 之臨界電壓 (threshold voltage) 為 1V，閘源極電壓 $V_{GS} = 3V$ 時之
 汲極電流 $I_{D(on)} = 1mA$ ，求此電路之 I_D 電流為何？
 (A)4 (B)3 (C)2 (D)1 mA。



- (A) 19. 有一韋恩電橋 (Wien Bridge) 振盪器，若 $R = 10\text{ k}\Omega$ ， $C = 0.01\text{ }\mu\text{F}$ ，則其振盪頻率約為何？ (A)1.59 kHz (B)15.9 kHz (C)159 Hz (D)10 kHz。
- (B) 20. 精密加工機額定電壓為 110V。目前工場使用一台標示為(6900-6600-6300-6000-5700/110V)的變壓器供電。當分接頭置於 6600V 時，測得加工機端的電壓僅 105V，導致機器轉速不足。若為了讓加工機恢復正常效率，小明打算調整分接頭，使二次側電壓精確達到 110V，則一次側分接頭應改接至何處？ (A)6900 (B)6300 (C)6000 (D)5700 V。

- (B) 21. 小明是一家精密機械廠的機電維護員。廠內有一台 20HP 的繞線式三相感應電動機，因使用多年，接線盒內的標籤已經模糊不清，僅能隱約看見六個接線端子。為了確保後續接線啟動時不會因極性接反導致電機燒毀，小明決定使用「直流法」來確認線圈的同極性端。他找來一顆 9V 乾電池與檢流計，並按照右圖進行測試：



- ①將檢流計的「+」端接在電動機的 W 點，「-」端接在 Z 點。
 ②將乾電池的負極固定連接於電動機的 X 點。
 ③準備就緒後，小明用乾電池的正極瞬時碰觸 U 點並保持接觸。

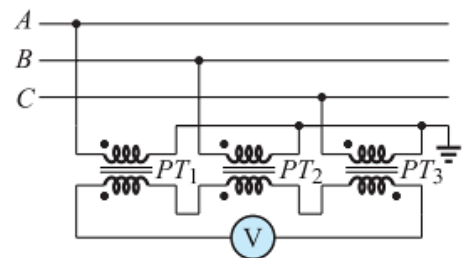
根據電磁感應原理，請問檢流計指針會如何變化？

- (A)指針會持續向右（順時針）偏轉並固定，代表 U 與 W 為同極性端。
 (B)指針會先向左（逆時針）偏轉瞬時角度後回到「0」位，代表 U 與 W 為同極性端。
 (C)指針會先向右（順時針）偏轉瞬時角度後回到「0」位，代表 U 與 W 為同極性端。
 (D)指針完全不會動作，因為乾電池提供的是直流電 (DC)，無法產生電磁感應。
- (A) 22. 某紡織廠使用一台同步電動機帶動大型抽風機（視為固定負載）。廠內的機電工程師發現廠區整體的功率因數偏低，打算利用這台同步電動機來進行功因補償。透過激磁調整器，將電動機從原本的過激磁狀態，逐漸調降激磁電流至欠激磁狀態。關於調整過程中，控制盤上的功率因數錶與電樞電流安培錶之讀數變化，下列敘述何者正確？
 (A)功率因數由超前轉變為滯後；電樞電流先變小後變大 (B)功率因數由滯後轉變為超前；電樞電流先變大後變小 (C)功率因數始終保持超前，僅電樞電流持續變小 (D)功率因數由超前轉變為滯後；電樞電流則會持續增大以維持負載。
- (C) 23. 有一同步發電機進行負載實驗，調整負載由無載分段增加至第 5 段，為了維持端電壓固定，記錄下量測數據如下表。試問該負載之性質為何？ (A)電阻性 (B)電感性 (C)電容性 (D)無法判斷。

	負載 (第 1 段)	負載 (第 2 段)	負載 (第 3 段)	負載 (第 4 段)	負載 (第 5 段)
激磁電流	100 mA	75 mA	45 mA	25 mA	10 mA
負載電流	150 mA	300 mA	430 mA	690 mA	900 mA

- (B) 24. 有一四極直流發電機，電刷由中性面移動 15° 機械角，試計算此時產生的去磁安匝數佔總電樞安匝數的比例為何？ (A)1/2 (B)1/3 (C)1/4 (D)1/6。

- (B) 25. 配線工程完工後，必須進行送電前的安全檢驗。小明拿出一台「高阻計 (Megger，絕緣電阻計)」準備對室內線路進行量測。關於此項實習操作，下列敘述何者正確？
 (A)量測絕緣電阻時，應在電路「通電中」進行，以模擬實際負載情況 (B)對於新設屋內線路，其導線間及導線與大地間之絕緣電阻，通常要求應在 $0.5\text{M}\Omega$ 以上 (C)使用高阻計量測前，必須將電路內所有的開關撥至「切斷 (OFF)」位置，並拔掉所有電器插頭 (D)量測電路是否導通 (Continuity Test) 時，應將三用電表撥至「交流電壓檔」進行量測。
- (C) 26. 在電工機械的絕緣等級分類中，若某馬達採用 F 級絕緣材料，則其最高容許溫度 (包含周溫與溫升) 應為多少 $^{\circ}\text{C}$ ？此外，若欲將其更換為耐溫等級更高一級的材料，應選擇下列哪一種等級？
 (A) 105°C ，更換為 A 級 (B) 130°C ，更換為 B 級 (C) 155°C ，更換為 H 級 (D) 180°C ，更換為 C 級。
- (D) 27. 在進行「直流分激電動機之負載特性實習」時，學生將馬達接線完成，準備進行無載啟動。關於實習過程中的操作與現象觀察，下列敘述何者錯誤？
 (A)啟動前，應將電樞串聯的起動電阻 (或稱啟動器) 調至最大值，以限制啟動瞬間產生的巨大電流 (B)啟動前，與分激場繞組串聯的場變阻器應調至電阻最小值，以確保啟動時具有最強的磁場與啟動轉矩 (C)若在馬達運轉過程中，分激場繞組因接線鬆脫而發生「斷路」，馬達會因為磁通量 ϕ 趨近於零，導致轉速急遽上升，發生飛脫危險 (D)若欲調高馬達的轉速，應該增加分激場迴路的變阻器阻值，使場電流 I_f 增加，進而提升轉速。
- (A) 28. 有一台額定為 10kVA 、 $2000/200\text{ V}$ 的單相變壓器，由高壓側看入的等效電阻為 2Ω ，等效電抗為 6Ω 。當此變壓器在二次側接上額定負載，且功率因數為 0.6 落後時，試問電壓調整率 (ε) 約為何？ (A) 1.5 (B) 1.2 (C) 15 (D) 12 %。
- (C) 29. 兩台三相同步發電機欲進行並聯運轉。在並聯前，若 A 機與 B 機的相序不一致，但在投入並聯開關瞬間，兩機的電壓大小、頻率與相位皆已調整至完全相同。請問在開關投入後，最可能發生下列哪種現象？
 (A)兩機之間產生微小的無效環流，調整激磁電流即可消除。
 (B)兩機之間產生穩定的功率分配，不影響系統運作。
 (C)等同於發生「兩相短路」故障，會產生巨大的短路電流與機械衝擊。
 (D)兩機會自動調整轉速，直到相序自行達成一致。
- (D) 30. 有一三相平衡電路如右圖所示，相序為 ACB ，其中因 PT_3 二次側誤接，伏特計之讀值應為何？ (設比壓器二次側電壓之大小均為 V_p 伏特)
 (A) 0 (B) V_p (C) $\sqrt{3}$ (D) $2V_p$ 伏特。

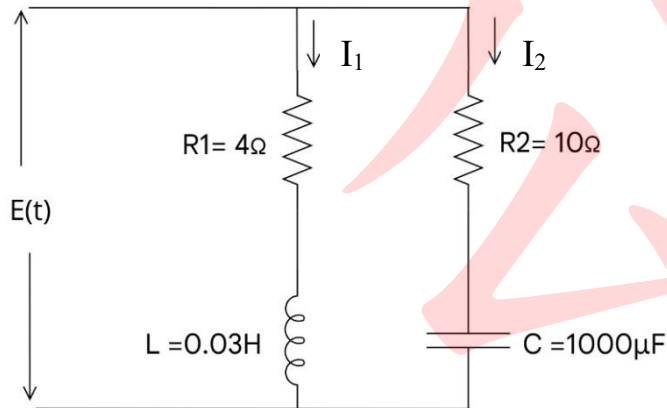


第二部分：綜合題 (共 61 分)

一、填充題 (共 51 分)

1. 如下圖所示之電路，電源 $E(t) = 12 + 10\sqrt{2}\sin(100t)V$ ，求該電路所消耗之實功率為何？

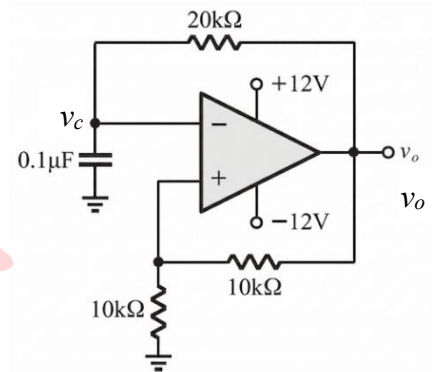
(1) 57W (3 分)



2. 如右圖所示之電路為方波產生器，在電路充放電過程中，求

(1) 電容器之電壓最大值與最小值各為何？ (2) +6V, -6V (3 分)

(2) 輸出之振盪頻率約為何？ (3) 227.27Hz (3 分)
($\ln 2 \approx 0.7$ 、 $\ln 3 \approx 1.1$ 、 $\ln 5 \approx 1.6$)

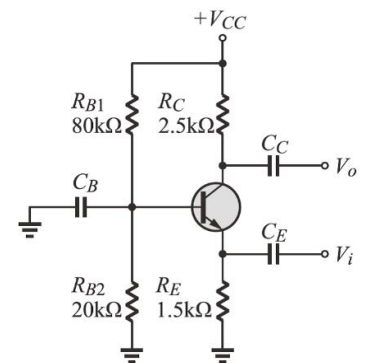


3. 如右圖所示工作組態之放大電路，若 BJT 之 β 很大， $r_e = 10\Omega$ ，則

(1) 輸入電阻 $R_i =$ (4) 10Ω。(2 分)

(2) 輸出電阻 $R_o =$ (5) 2.5kΩ。(2 分)

(3) 放大電壓增益 $A_v \approx$ (6) 250。(2 分)



4. 兩部交流同步發電機 A、B 並聯運轉，若僅增加 B 機的原動機轉速，則：系統頻率 (7) 增加、A 機負擔 (8) 減少。(欄位請填入增加或減少)(每格 3 分，共 6 分)

5. 老師最近買了一台電動車，他在自家的車庫安裝了簡易充電設備。原本使用的是直徑 2.0mm 的單芯銅導線，在滿載充電時，量測到該線路的電壓降比例為 5%，導致線路發熱明顯且充電效率不佳。為了降低損耗並提升安全性，老師決定將導線更換為相同材質、但直徑較粗的 2.5mm 單芯線。在負載電流與線路長度維持不變的情況下，請問更換後該線路的電壓降比例為 (9) 3.2 %。(3 分)

6. 某半導體廠的晶圓搬運機械手臂，使用一台四相步進電動機驅動。為了提升移動時的平順度與定位精度，工程師將激磁方式設定為「半步激磁 (A-AB-B-BC...)」。已知該電動機的轉子齒數為 50 齒。
- (1) 在半步激磁模式下，該電動機的「步進角」為 (10) 0.9 度。(3 分)
- (2) 若機械手臂需要在 1 秒鐘內完成 3 圈的旋轉運動，則控制系統每秒應發出的脈波頻率 f 為 (11) 1200 Hz。(3 分)
7. 電工機械實習工場新進一台額定為 10kVA、220V/110V、60Hz 的單相變壓器。同學在進行無載試驗與短路試驗後發現：該變壓器的渦流損 150W 與磁滯損 350W。經過計算，發現該變壓器在半載時，可以達到最大效率。請問：當這台變壓器供應給工場實習器材，運作在 0.8 負載時，其銅損應為 (12) 1280 W。(3 分)
8. 新竹科學園區為落實 ESG 低碳轉型，建立一套「智慧微電網」備援系統，內部由兩台分激式直流發電機組成的動力單元負責在電力跳脫時緊急供電。發電機規格如下：
- A 機：額定容量 200kW、額定電壓 200V、電壓調整率 4%。
- B 機：額定容量 100kW、額定電壓 200V、電壓調整率 4%。
- 當工廠進入停電應急模式，總負載電流需求為 900A 時（忽略場電流），請計算：
- (1) A 機分擔之負載電流為 (13) 600 A。(3 分)
- (2) 負載端電壓為 (14) 203.2 V。(3 分)
9. 有一台大型排風扇發生啟動無力的現象，經查是一部 1HP、220V、60Hz 的電容起動式單相感應電動機。為優化啟動特性，同學測得繞組參數如下：
- 主繞組阻抗 $Z_m = 3 + j4 \Omega$ 。輔助繞組阻抗 $Z_a = 8 + j2 \Omega$ 。
- 任務：若欲透過更換電容，使輔助繞組電流超前主繞組電流恰好 90° 以獲得最大的起動轉矩。請問：
- (1) 應在輔助繞組中串聯 (15) 8 歐姆的電容抗 X_C 。(3 分)
- (2) 對應的電容量 C 約為 (16) 332 μF 。(3 分)
10. 風力發電場中，一部備用的三相、4 極、48 槽同步發電機在例行保養時，同學發現其定子採用「雙層短節距分布繞組」設計。測量後確認線圈節距為 $2/3$ 節距，試求該發電機的兩個核心繞組參數：(已知 $\sin 7.5^\circ = 0.13$ ； $\cos 30^\circ = 0.866$)
- (1) 分布因數 $K_d =$ (17) 0.9615。(3 分)
- (2) 節距因數 $K_p =$ (18) 0.866。(3 分)

二、問答題 (每題 5 分，共 10 分)

1. 請從控制類型 (電流或電壓)、輸入阻抗、熱穩定性以及切換速度這四個面向，比較雙極性接面電晶體 (BJT) 與場效電晶體 (FET) 的差異。
2. 請畫出同步發電機的激磁特性曲線 (X 軸為負載電流 I_L 、Y 軸為激磁電流 I_f ；並標示出三種負載特性 R、L、C 及無載、滿載位置)。