

101年公務人員高等考試三級考試試題

代號：35970

全一張
(正面)

類 科：電力工程

科 目：電機機械

考試時間：2小時

座號：_____

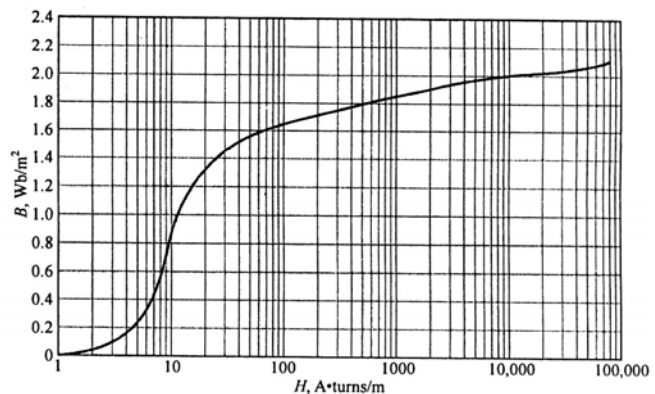
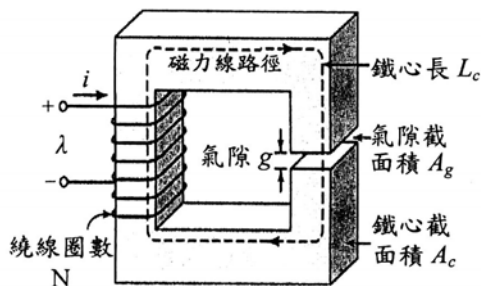
※注意：(一)可以使用電子計算器。

(二)不必抄題，作答時請將試題題號及答案依照順序寫在試卷上，於本試題上作答者，不予計分。

一、如下圖(左)之磁路，繞線圈數為 $N = 1500$ 匝，鐵心長、氣隙分別為 $L_c = 280$ cm， $g = 0.050$ cm，而鐵心與氣隙截面積皆為 $A_c = A_g = 6$ cm²。已知空氣之導磁率為 $\mu_0 = 4\pi \times 10^{-7}$ H/m，且鐵心之 DC 磁化曲線如下圖(右)所示。試問：

(一)若欲使氣隙內之磁通密度達 1.2 Wb/m²，則鐵心內與氣隙內之磁場強度大小各為何？(10分)

(二)應輸入多少安培之電流 i 方能達到上述要求？(10分)

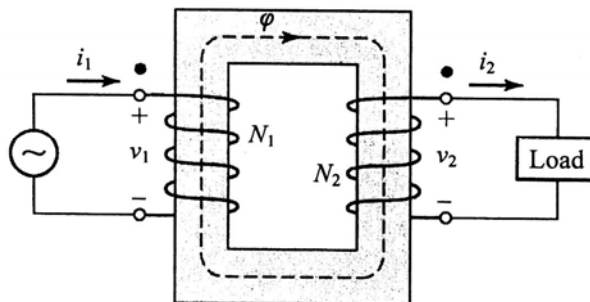


二、某雙線圈變壓器如下圖所示，其中 $N_1 = 1200$ ， $N_2 = 75$ ，鐵心長為 30 cm，鐵心截面積為 5 cm²， $\mu_0 = 4\pi \times 10^{-7}$ H/m。

(一)若鐵心為理想，試證明主線圈電壓 v_1 與次級線圈電壓 v_2 之數學關係為 $\frac{v_1}{v_2} = \frac{N_1}{N_2}$ 。

(10分)

(二)若鐵心非為理想，其相對導磁率為 $\mu_r = 7,000$ ，輸入電壓為交流 60 Hz、 2400 V，且負載為一純電阻 $R = 2.5$ Ω 。在不考慮兩線圈之電阻與漏磁效應，亦不考慮鐵損的情況下，試求輸入電流大小。(10分)



(請接背面)

101年公務人員高等考試三級考試試題

代號：35970

全一張
(背面)

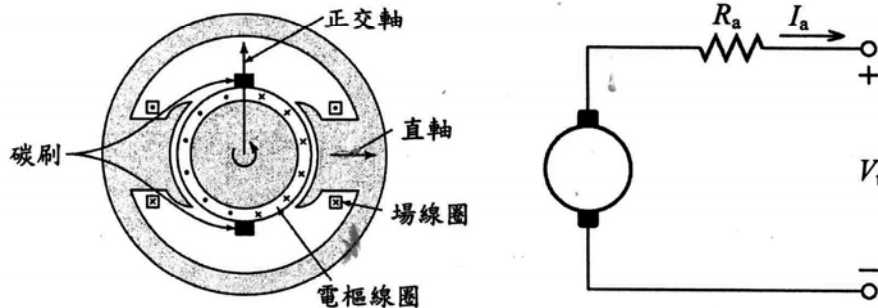
類 科：電力工程

科 目：電機機械

三、下圖(左)為一直流機之剖面示意圖，而下圖(右)為其發電模式(generator mode)之等效電路。

(一)請根據下圖(左)，說明電樞反應(armature reaction)將造成磁中性的轉移以及主磁通減弱現象之原理。(10分)

(二)依下圖(右)所示，此直流機於發電模式時之等效電路，試畫出兩條 V_t 對 I_a 的曲線圖：第一條先不考慮電樞反應；第二條只將主磁通減弱現象納入考慮。(10分)



四、考慮一具 60 Hz, 45kVA, Y 接，線電壓 (line-to-line) 220V 之三相同步機。其短路測試以及開路氣隙線 (air-gap line) 分別為：

	場電流	電樞 (電流或電壓) 值
短路測試	2.1 A	118 A
氣隙線	1.8 A	190 V (線電壓)

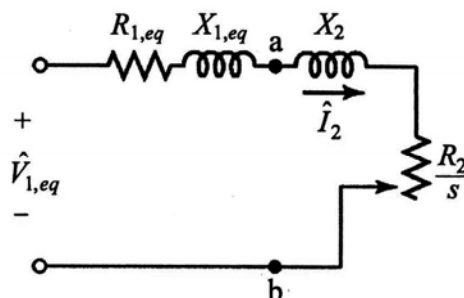
若此電機之短路比 (short-circuit ratio, SCR) 為 $SCR = 1.38$ ，試問：

(一)欲使此電機產生開路額定線電壓輸出之場電流值應為何？(10分)

(二)此電機之飽和同步電抗 X_s 值為何？(10分)

五、下圖為三相感應機之戴維寧等效電路 (Thevenin's equivalence)。今有一具 60Hz，六極之三相感應電動機，其參數值分別為：

$$V_{1,eq} = 122.3 \text{ V}, R_{1,eq} + jX_{1,eq} = 0.273 + j0.490 \Omega, R_2 = 0.144 \Omega, jX_2 = j0.209 \Omega$$



(一)若轉子電流大小為 $I_2 = 23.9 \text{ A}$ ，試求此電動機之轉速 (rpm)。(10分)

(二)求此電動機產生之轉矩。(10分)

申論題解答

101 高考 电机机械

(一)

$$B_g = 1.2 = \frac{\phi_g}{A_g} \Rightarrow \phi_g = 1.2 \times 6 \times 10^{-4} = 7.2 \times 10^{-4} \text{ wb}$$

又 $\phi = \phi_l = \phi_g$, $u = u_o \times u_r = \frac{B}{H} = \frac{1.2}{15} = 0.08$

$$H_c = \frac{\phi_c}{u A_c} = \frac{7.2 \times 10^{-4}}{0.08 \times 6 \times 10^{-4}} = 15 \text{ 安匝/米 (由直徑得知)}$$

$$H_g = \frac{\phi_g}{u_o A_g} = \frac{7.2 \times 10^{-4}}{4\pi \times 10^{-7} \times 6 \times 10^{-4}} = 954930 \text{ 安匝/米}$$

(二)

$$R_c = \frac{l_c}{u \times A_c} = \frac{2.8}{0.08 \times 6 \times 10^{-4}} = 58333 \text{ 安匝/韋伯}$$

$$R_g = \frac{l_g}{u_o A_g} = \frac{0.05 \times 10^{-2}}{4\pi \times 10^{-7} \times 6 \times 10^{-4}} = 663146 \text{ 安匝/韋伯}$$

$$\therefore NI = \phi R$$

$$\Rightarrow I = \frac{\phi R}{N} = \frac{7.2 \times 10^{-4} \times (58333 + 663146)}{1500}$$

$$= 0.3463 \text{ A}$$

另解：

$$F = NI = H_c l_c + H_g l_g$$

$$\Rightarrow I = \frac{H_c l_c + H_g l_g}{N} = \frac{(15 \times 2.8) + (954930 \times 0.05 \times 10^{-2})}{1500}$$

$$= 0.3463 \text{ A}$$

(一)

由法拉第定律得知 $E = N \frac{\Delta \phi}{\Delta t}$

$$\therefore \text{平均值 } E_{av} = N \frac{\phi_m - (-\phi_m)}{\frac{1}{2f}} = 4Nf\phi_m$$

有效值 $E = 1.11 E_{av} = 4.44 N f \phi_m$

$$\begin{cases} E_1 = 4.44 N_1 f \phi_m \\ E_2 = 4.44 N_2 f \phi_m \end{cases} \Rightarrow a = \frac{N_1}{N_2} = \frac{E_1}{E_2} = \frac{V_1}{V_2}$$

(二) 非理想鐵心損失有

- ① 銅損 (R_1, R_2)
- ② 鐵損 (R_c)
- ③ 漏磁通 (X_1, X_2)
- ④ 磁化電感 (X_m)

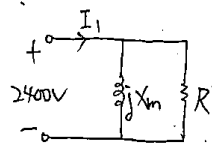
其中題目①②③不考慮下，所以

$$jX_m = j\omega L_m \Rightarrow L_m = \frac{N^2}{R} = \frac{1200^2}{68210} = 21.1 \text{ H}$$

$$\left[R = \frac{0.3}{4\pi \times 10^{-7} \times 7000 \times 5 \times 10^{-4}} = 68210 \text{ 安匝/韋伯} \right]$$

$$\therefore jX_m = j377 \times 21.1 = j7954.7 \Omega$$

又將負載轉至一次側 $R' = a^2 R = 640 \Omega$



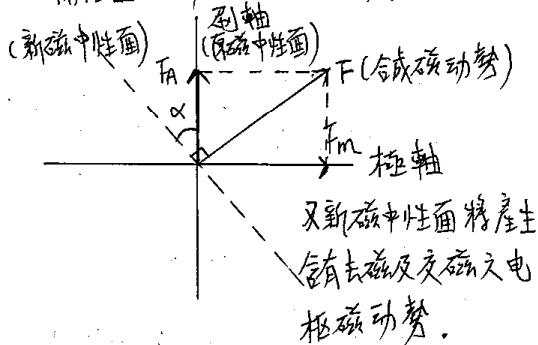
$$\therefore I_1 = \frac{2400}{jX_m \parallel R'} = \frac{2400}{j7954.7 \parallel 640}$$

$$= \frac{2400}{637.94 \angle 46^\circ}$$

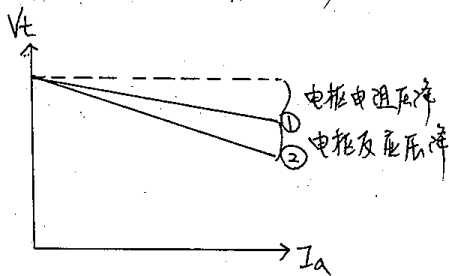
$$= 3.762 \angle -46^\circ \text{ (A)}$$

三、

(一) 電樞導體有電流通過時產生一電樞磁場，此磁場將使主磁場(F_m)受到干擾而產生磁中性面偏移之現象。



(二)



- ① 電樞電阻壓降： $I_a \uparrow, I_a R_a \uparrow$ ，則 $V_t \downarrow$
- ② 電樞反應壓降： $\phi \downarrow, E_a \downarrow$ ，則 $V_t \downarrow$
(電樞反應去磁)

四、

$$(一) SCR = \frac{1}{X_{scpu}} = 1.38$$

$$\Rightarrow X_{scpu} = \frac{1}{1.38} = 0.7246 \text{ pu}$$

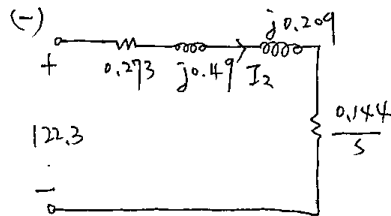
$$\text{又 } Z_b = \frac{V_b^2}{S_b} = \frac{220^2}{45k} = 1.076 \Omega$$

$$\therefore X_s = 0.7246 \times 1.076 = 0.78 \Omega$$

(一) 產生開路額定線電壓之場電流 $I_f = I_f' \times SCR$

$$I_n = \frac{45k}{\sqrt{3} \times 220} = 118 \text{ A (額定電流)} = 2.1 \times 1.38 = 2.9 \text{ A}$$

五、



(一)

$$I_2 = \frac{122.3}{\sqrt{(0.273 + \frac{0.144}{5})^2 + (0.49 + 0.209)^2}} = 23.9$$

$$\Rightarrow (0.273 + \frac{0.144}{5}) + 0.4886 = \left(\frac{122.3}{23.9}\right)^2$$

$$\Rightarrow 0.273 + \frac{0.144}{5} = 5.069$$

$$\Rightarrow s = 0.03$$

$$\therefore N_r = N_s (1-s) = \frac{120 \times 60}{6} (1-0.03) = 1164 \text{ rpm}$$

(二)

$$T_o = \frac{P_o}{\omega_r}, \text{ 又 } P_{ag} = 3 \times I_2^2 \times \frac{R_2}{s} = 3 \times (23.9)^2 \times \frac{0.144}{0.03} = 8225.4 \text{ W}$$

$$\therefore P_o = P_m = (1-s) P_{ag} = 7998.6 \text{ W}$$

$$\therefore T_o = \frac{7998.6}{\frac{2\pi}{60} \times 1164} = 65.46 \text{ N-m}$$