

二〇一八 ~ 二〇一九 学年 第一 学期 《 电机学 》 考试

考试日期: 2019年1月7日

试卷类型: 期末 A

试卷代号: 03

班号

学号

姓名

题号	一	二	三	四	五	六				
得分										

本题分数 50

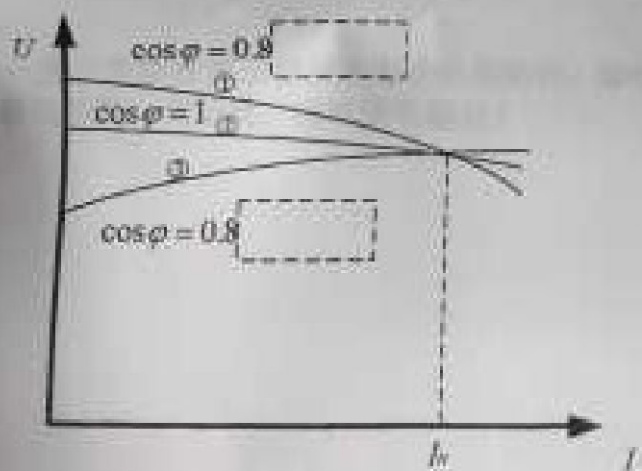
得分

一. 请回答下列各题, 并简述理由 (10 小题, 每题 5 分)

1. 一台 50Hz 频率的三相电机, 通入频率为 60Hz 的三相对称电流, 若电流的有效值不变, 相序不变, 试问三相合成基波磁动势的幅值、转速和转向是否会改变?

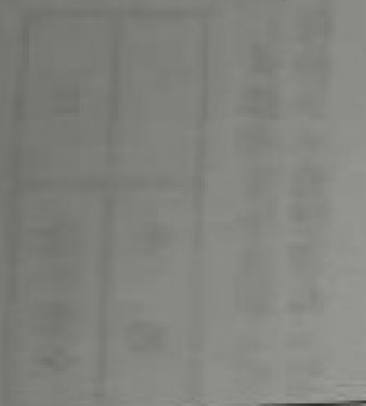
本资源免费共享 收集网站 nuaa.store

2. 指出以下曲线是某航空同步发电机的哪一种特性曲线及其定义, 请将虚线框中内容 (负载性质) 填写完整, 并说明曲线④下降的原因。



3. 对两台电机, 定子的材料、尺寸和零件完全一样, 一个转子的磁极用铜片叠成, 另一个为实心转子, 问哪台电机的负序电抗要小? 为什么?

4. 空载运行的三相同步发电机作三相突然短路试验时, (1) 初始短路电流 I_{i0} , (瞬时值) 为多大? (2) 理论上可能达到的最大突然短路电流 I_{im} (瞬时值) 为多大? 并简述产生该状态的条件。



本资源免费共享 收集网站 nuan.store

5. 画出并联在电网上的同步发电机 V 形曲线, 且说明同步发电机在过励状态时向电网输出什么性质的无功功率? 欠励状态下发出什么性质的无功功率。

6. 异步电动机的气隙为什么要尽可能地小? 它与同容量变压器相比, 为什么空载电流较大?

7. 一台绕线式异步电动机，负载转矩保持不变，如果增加转子回路电阻，电动机运行性能有什么变化？并画出改变前后的机械特性曲线及其工作点。

8. 绕线式异步电动机在转子回路中串电阻启动时，为什么既能降低启动电流，又能增大启动转矩？

本资源免费共享 收集网站 nuaa.store

9. 一台三角形接三相异步电动机启动时，如电机的一相绕组断线，这时电动机能否顺利启动？如果电源的一相断线，电机能否启动？

10. 两只采用同样磁路结构形式的永磁同步发电机的定子完全相同，空载电压也相同，但其中的一只发电机的气隙比较大，请问那一只发电机的电压调整率大？并阐述原因。

本资源免费共享 收集网站 nuuaa.store

本题分数	10
得分	

二、有一台三相异步电动机, 采用 60° 相带双层绕组, $2p=2$, $n=3000\text{r}/\text{min}$, $Z=60$, 每相串联匝数 $N=20$ 匝, $f_s=50\text{Hz}$, 每极气隙磁通 $\phi_1=1.505\text{Wb}$,

求:

- (1) 基波电动势频率、整距时基波的绕组因数和相电动势;
- (2) 如要消除 5 次谐波, 节距 y_1 应选多大, 此时的基波电动势为多大?

本题分数	10
得分	

三、一台三相隐极同步发电机，Y 联接，额定线电压为 6300V，额定电流为 572A， $\cos\varphi_N = 0.8$ (滞后)。当电机在同步速运转，励磁绕组开路、定子绕组外施对称三相线电压 2300V 时，测得定子电流为 572A。

如不计电阻压降，磁路不饱和，试画出等值电路、矢量图，并求该电机运行在额定状态下的相励磁电势 E 。

本资源免费共享 收集网站 nuaa.store

本题分数	10
得分	

四、一台隐极同步发电机并联于无穷大电网， $S_N = 75000 \text{ kVA}$, $U_N = 3150 \text{ V}$ ，电枢绕组 Y 接法， $\cos\varphi = 0.8$ (滞后)，每相同步电抗 $x_s = 1.6 \Omega$ ，不计电阻压降及饱和影响，试求：(1) 额定运行状态时，电磁功率 P_{em} 和功角 θ ；(2) 此时如使原动机输入功率为 0，励磁电流减半，不计损耗，求电枢电流，并指出电枢反应性质。

本资源免费共享 收集网站 nuaa.store

五、一台三相感应电动机: $f_1=50\text{Hz}$, $p=2$. 在转差率为 0.02 时, 求:
(1) 定子旋转磁场的转速 n_n (2) 定子旋转磁场相对转子的转速; (3) 转子旋转磁场相对转子的转速; (4) 转子旋转磁场相对定子的转速.

本题分数	10
得分	

六、某台三相 4 极笼型感应电动机，定子绕组三角形连接， $n_N = 1470 \text{ r/min}$ ， $f_N = 50 \text{ Hz}$ ， $U_N = 380 \text{ V}$ ，各参数为 $r_1 = 0.715 \Omega$ ， $x_{\sigma 1} = 1.74 \Omega$ ， $r_2' = 0.416 \Omega$ ， $x_{\sigma 2}' = 3.03 \Omega$ ，电动机的机械损耗 $P_m = 139 \text{ W}$ ，额定运行时的附加损耗 $P_A = 320 \text{ W}$ ，励磁电流忽略不计，画出此时的等值电路，并求：额定运行时的转差率 s_N 、额定电流 I_N 、输出功率 P_N 和效率 η 。

本题分数	10
得分	

值电路，并求：额定运行时的转差率 s_N 、额定电流 I_N 、输出功率 P_N 和效率 η 。

1. $F_i = \frac{m}{2} \times \frac{Wk\omega_1}{p}$, F_i 与 l 有关, l 幅值不变, 则 F_i 不变.

转向仅与电流相序有关, 故转向不变.

转速 $n = \frac{60f}{p}$ $n \propto f$ f 由 $50\text{Hz} \rightarrow 60\text{Hz}$, 故转速为原来 1.2 倍.

2. ① 为感性 ② 为容性.

原因: ① 当 l 升, 绕组电阻, 漏抗降低, 导致 U 升.

②. 感性负载时, I 产生电枢 F_a , 去磁, 导致 E_o 升, 使 U 升.

3. 实心转子的感应电流大于叠片转子, 对负序磁场削弱作用强, 故实心转子的负序电抗要更小.

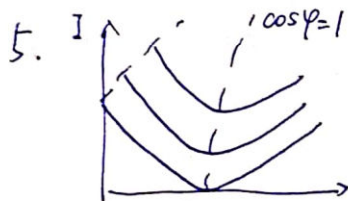
4. ① $i = i_+ + i_- = -\sqrt{2}I'' \cos(\omega t - 2\alpha_0) + \sqrt{2}I'' \cos 2\alpha_0$.

当 $t=0$ 时, $i_{t=0} = -\sqrt{2}I'' \cos(-2\alpha_0) + \sqrt{2}I'' \cos 2\alpha_0 = 0$.

原因是电流不能突变.

②. $i_{max} = 2\sqrt{2}I'' \cos 2\alpha_0 = 2\sqrt{2}I''$.

当 $\omega t = 180^\circ$ 时, 且 $2\alpha_0 = 0^\circ$ 时, 会有最大短路电流.

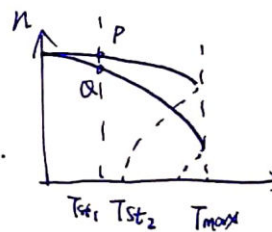


过励时, 输出感性无功功率.

欠励时, 输出容性无功功率.

本资源免费共享 收集网站 nuaa.store

6. 为了减小电机主磁路磁阻, 降低励磁电流, 提升功率因数. 异步机定转子间有气隙, 磁阻很大, 产生相同磁通的电流更大.



7. 增加转子回路电阻, 功率因数上升. 起动转矩变大. 临界转差率上升. 转速下降.

8. 由于 $I_2' = \frac{U_1}{\sqrt{(r_1 + c_1 r_2'/s)^2 + (X_{\sigma 1} + c_1 X_{\sigma 2}')^2}}$ 当 $n \rightarrow 0, s=1$ 时,

$I_{st} = \frac{U_1}{\sqrt{(r_1 + c_1 r_2')^2 + (X_{\sigma 1} + c_1 X_{\sigma 2}')^2}}$ 当 $r_2' \uparrow$, I_{st} 下降.

~~$T = \frac{m p U^2 r_2'/s}{2\pi f n c c x}$~~

~~$T_{st} = \frac{m p U^2 r_2'}{2\pi f n c c x}$~~

虽然起动电流下降了, 但是 $\cos \phi$ 随着 $r_2' \uparrow$ 也上升.

两者综合作用下 $I \cos \phi$ 是上升的, 即起动转矩上升.



9. 若是电机的一相绕组断线，变为单相，无法自起动。
若是电枢一相断线，相当于两相，可以自起动。

10. ~~由于气隙电压相同，即磁通相同，~~
~~气隙小，则磁通大。~~

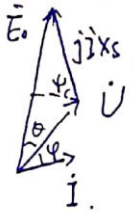
$$E_0 = \dot{U} + iR_a + j\dot{I}X_s + j\dot{I}X_{\sigma}$$

气隙大时，则意味着电抗减小，即电抗压降减小，
在同样的电流作用下，电压下降的更少，即 ΔU 更小，
故气隙小的电压调整率更大。

二. 答. 不记得了。

三. 励磁绕组开路， $\dot{E} = 0$ ， $\therefore \dot{E} = \dot{U} + j\dot{I}X_s$ 。此时， $X_s = \frac{U}{I} = \frac{2300/\sqrt{3}}{572} = 2.32 \Omega$

额定状态下， $\dot{E} = \dot{U} + j\dot{I}X_s$ $\varphi_N = \cos^{-1} 0.8 = 36.8^\circ$



$$\tan \psi = \frac{IX_s + U \sin \varphi_N}{U \cos \varphi_N} = \frac{1327 + 6300/\sqrt{3} \times 0.6}{6300/\sqrt{3} \times 0.8} = \frac{1327 + 2182.38}{2909.85} = 1.206$$

$$\Rightarrow \psi = \tan^{-1} 1.206 = 50.336^\circ \quad \theta = 13.466^\circ$$

$$E_0 = U \cos \theta + 2X_s \cdot \sin \psi = \frac{6300}{\sqrt{3}} \times \cos 13.466 + \dots = 4558.83 \text{ V}$$

四. (1). $S_N = \sqrt{3} U_N I_N$

$$\Rightarrow I_N = \frac{S_N}{\sqrt{3} U_N} = \frac{75000 \text{ kVA}}{\sqrt{3} \cdot 3150}$$

$$= 13.746 \text{ kA}$$

$$U_{\text{相}} = \frac{U_N}{\sqrt{3}} = 1818.65 \text{ V}$$

$$P_{\text{em}} = mUI \cos \varphi$$

$$= S_N \cdot \cos \varphi$$

$$= 60000 \text{ kVA}$$

$$\varphi = \tan^{-1} \frac{2X_s + U \sin \varphi}{U \cos \varphi}$$

$$= \tan^{-1} \frac{13.746 \text{ k} \cdot 1.6 + 1818.65 \cdot 0.6}{1818.65 \cdot 0.8}$$

$$= \tan^{-1} 15.8$$

$$= 86.4^\circ$$

本资源免费共享 收集网站 nuua.store

$$\text{则: } \theta = 86.4^\circ - 36.8^\circ = 49.5^\circ$$

12). $P_{\text{em}} = 0$, 则 $\theta = 0 \Rightarrow E, U$ 重合。

$mUI \cos \varphi = 0 \Rightarrow \varphi = 90^\circ \Rightarrow 2X_s \cdot E, U$ 重合。

$$I = \frac{\frac{1}{2}E - U}{X_s}$$

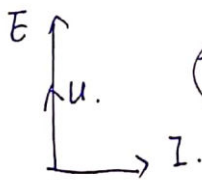
$$\because P_{\text{em}} = mEI \cos \varphi$$

$$\text{则 } 60000 \text{ kVA} = 3 \times E \times 13.746 \text{ k} \cdot \cos 86.4^\circ$$

$$\Rightarrow E = \frac{60000}{3 \times 13.746 \times \cos 86.4^\circ} = 23171.8 \text{ V}$$

$$E' = \frac{1}{2}E$$

$$\Rightarrow I = \frac{11585.9 - 1818.65}{1.6} = 6104.5 \text{ A}$$



直轴去磁



扫描全能王 创建

$$\text{解. (1). } n_1 = \frac{60f_1}{p} = \frac{60 \times 50}{2} = 1500 \text{ rpm}$$

$$(2). \frac{n_1 - n}{n_1} = s \quad n = (1-s)n_1 = 0.98 \times 1500 = 1470 \text{ rpm}$$

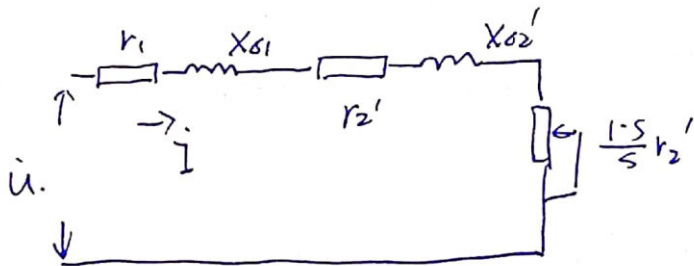
$$\text{则 } F_1 \text{ 相对转子 } \Delta n = 1500 - 1470 = 30 \text{ rpm}$$

$$(3). \Delta n' = 1500 - 1470 = 30 \text{ rpm}$$

$$(4). \Delta n'' = 1500 \text{ rpm.}$$

$$\text{7. } U_{\text{ph}} = 380/\sqrt{3} = 220 \text{ V.}$$

$$\text{则 } n_1 = \frac{60f_1}{p} = \frac{60 \times 50}{2} = 1500 \text{ rpm} \Rightarrow s_{\text{N}} = \frac{n_1 - n}{n_1} = \frac{30}{1500} = 0.02$$



$$\begin{aligned} \dot{I} &= \frac{U}{Z} = \frac{220}{(0.715 + \frac{0.416}{0.02}) + j(1.74 + 3.03)} \\ &= \frac{220}{21.515 + j4.77} \\ &= 9.98 \angle -12.5^\circ \end{aligned}$$

$$\text{则 } P_1 = mUI \cos \varphi = 3 \times 220 \times 9.98 \cos 12.5^\circ = 6430.67 \text{ W.}$$

~~计算~~

$$P_2 = m \cdot I^2 \cdot \frac{1-s}{s} r_2' - P_m - P_d$$

$$= 3 \times 9.98^2 \times 49 \times 0.416 - 139 - 320$$

$$= 5631.76 \text{ W}$$

$$\eta = P_2 / P_1 = 5631.76 / 6430.67 = 87.58\%$$

