

1. 三相异步电动机变频交流电动机系统，一台6极60kVA的同步发电机发出360~800Hz的变频交流电，则拖动航空发电机的转速范围？

2. 一台同步发电机，转速恒定，保持转子励磁电流不变，定子电流 $I = I_N$ ，试根据电枢反应相态，比较：①空载 ②纯电阻负载 ③纯电感负载 ④纯电容时负载时发电机端电压大小？为保持端电压恒定值，应如何调节？

3. 三相交流同步发电机定子绕组接入电网，电压，频率均为额定值，在下列2种情况下，哪一种情况下定子电流比较大？①取出转子；②转子在同步速下旋转但不加励磁电流

4. 两台三相同步电机，定子的材料、尺寸、零件完全一样；一台转子的磁极用钢片迭成，另一台为实心磁极，问哪台电机的空载电抗小，为什么？

5. 空载运行时的三相同步发电机作三相突然短路实验时，①初始短路电流 $i_t = 0+$ (瞬时值)多大？②理论上可能达到的最大突然短路电流 i_{max} (瞬时值)为多大？并简述产生该状态条件。

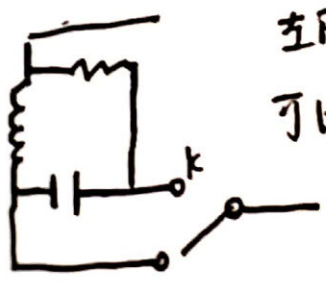
6. 感应电动机定子绕组与转子绕组无直接联系，为什么转子输出转矩增加时定子电流和输入功率会自动增加，试说明物理过程。

7. 异步电动机的气隙为什么要尽可能小？它与同步变压器比，为什么空载电流大。

8. 异步电动机等效电路中的附加电阻 $\frac{s}{s_0} R_2'$ 的物理意义是什么？能否用电容或电导代替，为什么？

9. 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

10. 左图为一台电容运转单相感应电机，当双向开关K切换不同的位置可以改变电机的转向，实现正反转运行，解释及变换转向的原因



二. 一台三相隐极同步发电机, Y联接, 定子额定电流为60A, 已知每相同步电抗 $X_s = 1 \Omega$, 调节励磁电流使电机空载电压180V, 保持此励磁电流不变, 发电机输出功率因数为 $\cos \varphi_N = 0.8$ (输出容性电流) 的额定电流时, 不计电阻压降, 磁路不饱和, 发电机端电压多大? 解释此时电枢反应起何作用 (支磁. 增磁. →)?

三. 一台Y接法100kW的隐极同步发电机的额定电压400V, 已知同样大小的励磁电流下的空载实验数据 $i_f = 2A$ $E_0 = 300V$, 短路实验的数据 $i_f = 2A$ $I_k = 130A$ 忽略电机定子绕组电阻, 不考虑电机饱和, 电机与无限大电网并联运行时的 (1) 同步电抗大小 (2) 电枢电压. 电流为额定值, 功率因数角为 30° (输出感性电流) 时的功率 (3) 该运行状况时电机过载能力 (4) 这时把励磁电流减小到额定值的 $1/2$, 保持输出功率不变, 该电机可否运行?

四. 一台三相感应电动机, $f_1 = 50Hz$, $p = 2$ 在转差率为0.03时 (1) 转子电流与定子电流的相位. (2) 定子旋转磁场转速 (3) 定子旋转磁场相对转子转速 (4) 转子旋转磁场相对定子转速 (5) 转子旋转磁场相对定子转速

五. 一台三相四极绕线式感应电动机, $P_N = 155kW$, $U_N = 380V$, 定子Y联接 $f_1 = 50Hz$, 转子每相电阻 $r_2' = 0.012 \Omega$, 空载时测得转子 $P_{Cu2} = 2210W$. 机械损耗 $P_m = 1640W$, 杂散损耗 $P_s = 1310W$, 当负载转矩恒定时, 每相转子电路中串入 $R_p' = 0.1 \Omega$ 的电阻 (r_2' , R_p' 均为折合到定子边值) (1) 转子串入 R_p' 后转差率 s (2) 转子串入 R_p' 后转速

$$1. n_1 = \frac{60f}{P}$$

$$P=3$$

$$f_{\min} = 360 \text{ Hz} \quad n_1 = \frac{60 \times 360}{3} = 7200 \text{ r/min}$$

$$f_{\max} = 800 \text{ Hz} \quad n_1 = \frac{60 \times 800}{3} = 16000 \text{ r/min}$$

由于同步发电机的 $n_1 = n$

\therefore 范围 $7200 \text{ r/min} \sim 16000 \text{ r/min}$

$$2. \dot{U} = \dot{E}_0 - I_a r_a - j I_a x_d - j I_q x_q$$

① 空载时 $\dot{U}_0 = \dot{E}_0$

② 带电阻负载

由于存在电阻压降

$\therefore U_{\text{电阻}} < U_{\text{空载}}$

③ 带电感负载

由于电感性负载存在去磁作用

$U_L < U_R < U_{\text{空载}}$

④ 带电容负载

电容性负载存在增磁作用

$U_L < U_R < U_C < U_{\text{空载}}$

为保持端电压恒定, 可以调节负载大小及性质, 为调节环

$$3. I = \frac{U}{X}$$

① 取出转子 $X \approx X_0$

② 不加励磁 $X \approx X_S$

$$X_0 \ll X_S$$

\therefore 取出转子后电流大.



4. 两台电机其他条件完全相同, 用钢片叠加的电机磁阻大, 阻碍序电流增大, 用空心磁极的电机序电流较大, 阻抗小。

阻抗大

所以空心磁极的序电抗小。钢片叠加的阻抗大。

$$5. (1) i_A = \sqrt{2} I'' \cos(\omega t - \alpha_0) - \sqrt{2} I'' \cos(\omega t - \alpha_0)$$

$$t = 0+, i_A = \sqrt{2} I'' \cos(\alpha_0) - \sqrt{2} I'' \cos(-\alpha_0) = 0 A$$

$$(2) i_{max} = \sqrt{2} I'' \cos(\alpha_0) - \sqrt{2} I'' \cos(\omega t - \alpha_0) \\ = \sqrt{2} I'' \cos \alpha_0 + \sqrt{2} I''$$

$$\text{当 } \omega t - \alpha_0 = \pi + 2k\pi \quad (k \in \mathbb{Z})$$

$$\omega t = \pi + \alpha_0 + 2k\pi$$

$$\text{且 } \alpha_0 = 0 \quad \text{即 } \omega t = (2k+1)\pi$$

$$i_{max} = 2\sqrt{2} I''$$

6. 当转子输出转矩增加, $P_m = T \omega_m$ 几. 转矩增大, 则转子的速度下降. 定子磁势与转子转速差变, 即 s 变大, 转子与定子磁势相对运动变大, 所以加快切割磁通, 定子的电流增大. 输入功率增加.

7. 异步电动的转子无源, 由定子磁通在转子中感应产生电流, 所以为了减少漏磁损耗, 尽可能减小气隙.

与变压器相比, 异步电机的气隙小, 磁阻小, 电抗小. 变压器气隙大. 阻抗

异步电机相当变压器次级绕组短路. 电流更大

8. $P_m = M I_2'^2 \left(\frac{1-s}{s} \right)$. $\frac{1-s}{s} R_2'$ 为等效机械电阻, 上面的功率即为

机械功率 P_m . 由于机电功率为有功功率, 表示实际的机械功, 而电容/电感则产生无功功率, 不符合实际, 不可以



$$9. I_{st} = \frac{U_1}{\sqrt{(r_1 + cr_2')^2 + (x_1 + cx_2')^2}} \quad s_m = \frac{ck_2'}{r_1 + r_2' + cx_2'}$$

转子回路中, 串入电阻, 增大了 $(r_2' + R)$. 所以 I_{st} 下降
 与此同时, 增大转子电阻, 可增大 s_m , 使 $T = f(s)$ 曲线
 向右移动, 增大了 T_{st}

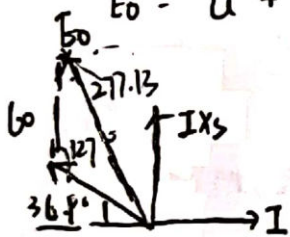
10. 单相感应电机的启动需要 ^{辅助绕组} ① 时间有相位差 ② 空间上有相位差
 当开关处在两个不同状态, 串入电路的性质不同
 感性 和 容性 电路使得电流相位变化, 相当于改变了磁场的
 转向, 从而改变相序, 使电机转向改变.

二. "Y" $I_N = 60A$ $E_0 = \frac{480}{\sqrt{3}} = 277.13V$

$$E_0 = \dot{U} + \dot{I}r_a + j\dot{I}x_s$$

$$r_a = 0$$

$$E_0 = \dot{U} + j\dot{I}x_s$$



$$\cos \varphi_N = 0.8 \Rightarrow \varphi_N = 143.1^\circ$$

$$Ix_s = 60 \times 1 = 60V$$

$$U^2 + 60^2 - 277.13^2 = 2 \times U \times 60 \times \cos 143.1^\circ$$

$$U^2 - 73201 = -72.22U$$

$$U_1 = 236.9V \quad U_2 = -309V \text{ (舍去)}$$

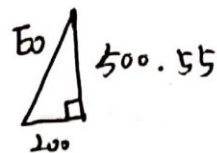
∴ 端电压 236.9V

由于电容性负载, 电枢反应起增磁作用
 并且交轴反应产生力矩, 并扭曲磁极



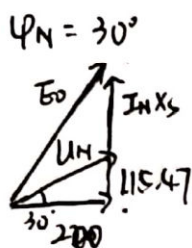
三. "Y" $U_N = 400V$ $U_{\phi} = 230.94V$ $E_0 = 300V$

(1) $I_L = \frac{E_0}{X_S}$
 $X_S = 2.31 \Omega$



(2) $E_0 = U_N + j I_N X_S$

$E_0 = 540V$



$230.94 \times \sin 30^\circ = 115.47V$

$230.94 \times \cos 30^\circ = 200V$

$\tan \psi = 500.55 / 200$

$\psi = 68.22^\circ$

$P_N = \sqrt{3} U_N I_N \cos \varphi_N$

$100 \times 10^3 = \sqrt{3} \times 400 \times I_N \times \frac{\sqrt{3}}{2}$

$\varphi_N = 30^\circ$

$\theta = 38.22^\circ$

$I_N = 166.7A$

$I_N X_S = 385.1$

(3) $P = \frac{m E_0 U \sin \theta}{X_S} = \frac{3 \times 540 \times 230.94}{2.31} \sin \theta = 162 \sin \theta \text{ kW}$

$\frac{P_{max}}{P_N} = 1.62$

(4) $P = \frac{m E_0 U \sin \theta}{X_S} = \frac{3 \times 540 \times 230.94}{2 \times 2.31} \sin \theta = 815.9 \text{ kW}$

只调节日无法实现，电机无法正常运行

四. $f_1 = 50\text{Hz}$ $p = 2$ $n_1 = \frac{60f_1}{p} = 1500 \text{ r/min}$

$\frac{n_1 - n_r}{n_1} = s$ $n_r = n_1 (1 - s) = 1500 (1 - 0.03) = 1455 \text{ r/min}$

(1) $f_{2s} = s f_1 = 0.03 \times 50 = 1.5\text{Hz}$

(2) $n_1 = 1500 \text{ r/min}$

(3) $n_1 - n_r = 45 \text{ r/min}$

(4) $n_r = 45 \text{ r/min}$

(5) $n_{rs} = 1455 + 45 = 1500 \text{ r/min}$



五. $P_N = 155 \text{ kW}$ $U_N = 380 \text{ V}$ "Y"

$$U_\phi = 220 \text{ V}$$

$$(1) \quad P_N = 155 \text{ kW} \quad P_{em} \cdot S_0 = P_{Cu2}$$
$$P_m = P_N + P_m + P_\Delta \quad S_0 = \frac{2.21}{160.16}$$
$$= 155 + 1.64 + 1.31 \quad = 0.0138$$
$$= 157.95 \text{ kW}$$

$$P_{em} = P_m + P_{Cu2}$$
$$= 157.95 + 2.21 = 160.16 \text{ kW}$$

$$T = \frac{m_1 U_1^2 P_{k2}' / S}{2\pi f_1 [(r_1 + k_2 S)^2 + (x_{01} + k_2 x_{02}')^2]}$$

T 不变. 则 $\frac{k_2'}{S_0} = \frac{k_2' + R_p'}{S_1}$

$$\frac{0.012}{0.0138} = \frac{0.012 + 0.1}{S_1}$$

$$S_1 = 0.129$$

2) $p = 2$. $n_1 = \frac{60f}{p} = 1500 \text{ r/min}$

$$n_r = n_1 (1 - s) = 1500 \times 0.871$$

$$= 1306.5 \text{ r/min}$$

