

《电机学》(上) 试题 (闭卷)

电气、水电 2003 级

2005.7.8

班级 _____ 姓名 _____ 学号 _____ 成绩 _____

题号	1	2	3	4	5	6	7	8	9
得分									

一、填空题 (20×2=40 分)

1. 一个带铁心的电感, 当铁磁材料饱和后, 随着磁通密度的增加, 其磁导率将 减小, 磁阻将 增大。
2. 两个匝数相同、结构尺寸相同的空心电感和铁心电感, 它们的电感值的大小关系为 $L_{(空)}$ < $L_{(铁)}$ 。
3. 换向器式直流电机中, 电枢静止不动, 当电刷与主磁极同步旋转时, 电刷两端产生的电动势的性质是 直流。
4. 一台四极他励直流电动机, 电枢绕组为单叠绕组, 当电机额定电流为 80A 时, 其每条支路电流为 20 A。
5. 直流电动机的调速方法有 ①调压 (他励) ②电枢串电阻 ③调励磁 (励磁回路串电阻)。
6. 直流电机负载运行时, 气隙磁场由 I_f 和 I_a 共同 建立。
7. 变压器的空载损耗主要是 铁 损耗。若一次侧的电压下降 10%, 变压器的空载损耗将近似变化为原来的 0.81 倍。
8. 一台 $f_N = 50\text{Hz}$ 的变压器, 当将其接在 60Hz 相同电压的电网上时, 变压器的空载电流将 减小, 短路电抗将 增加。
9. 两台短路阻抗标么值不相等的变压器并联运行时, 随着总负载的增加, 先达到满载的变

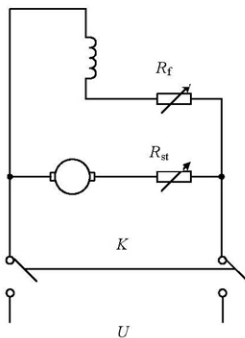
压器是 短路阻抗标么值较小的一台变压器。

10. 一台单相变压器，一次侧绕组有可以改变绕组匝数的多个引出线，当一次侧外加电压低于额定电压时，若要保持二次侧电压仍为额定电压不变，则应使一次侧绕组的匝数 减小。
11. 单相变压器一次侧加正弦波电压时，空载电流中出现三次谐波分量的原因是 由于磁路的饱和（非线性）特性。
12. Yyn联接变压器带单相至中线间的单相负载时，对于三相组式变压器和三相心式变压器两种结构，其三相相电压的不对称程度较大的变压器是 组式变压器，其原因是 组式变压器 Z_{m0} 大。
13. 一台单相变压器， $U_{1N}/U_{2N}=220/110V$ ，若其参数 $R_1^*=R_2^*$ ，则其 R_1 与 R_2 实际值的对应关系是 $R_1=4R_2$ 。
14. 一台三相变压器，Yy联接，额定数据： $S_N=500kVA$ ， $U_{1N}/U_{2N}=10/0.4kV$ ，短路阻抗标么值为 0.05，则一次侧在额定电压下的稳态短路电流为 577.35 A。
15. 要完全消除交流绕组中的 5 次谐波电动势，合理的线圈节距 $y_1=4\tau/5$ 。
16. 电流互感器使用时，二次侧不得 开路，电压互感器使用时二次侧不得 短路。
17. 单相交流绕组产生的磁动势的性质是 脉动（脉振） 磁动势，其特点是 空间位置不动，磁势幅值大小随时间交变。
18. 在 8 极三相对称绕组中流通频率为 60Hz 的三相对称电流，所产生的基波合成旋转磁动势的转速为 900 r/min。
19. 要改变三相交流绕组基波合成磁动势的转向，应将 三相电流相序改变，即调换接入电源的三相线中的任意两线。
20. 三相六极异步电机接在 50Hz 电网上运行，转速为 970r/min，则电机转差率为 0.03，该电机工作在 电动机 状态。

二、简答题 (7+7+6=20 分)

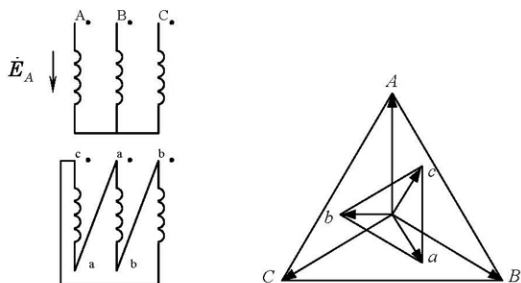
- 1、画出并励直流电动机起动时的电路接线示意图。励磁回路串联电阻 R_f 、电枢回路串联起动电阻 R_{st} 。起动时：电枢回路串联的电阻 R_{st} 应调节到什么位置，为什么？励磁回路串联的电阻 R_f 应调节到什么位置，为什么？

答：启动时： R_{st} 置最大，以使 I_{st} 最小。 R_f 置最小，使 I_f 最大，以获得最大磁通 Φ ，以获得尽可能大的 T_{st} 。



- 2、一台三相变压器，高低压绕组的同名端和高压绕组的首端标记如图所示，将该变压器联接成 Yd5，并画出电动势相量图。

答：



- 3、一台三相对称绕组，Y 接法，接入三相对称电源，若有一相绕组开路，试分析此时合成基波磁动势的性质。

答：设 C 相断开，

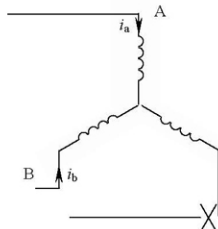
$$\text{则 } i_a = -i_b, \quad i_a = \sqrt{2}I \cos \omega t, \quad i_b = -\sqrt{2}I \cos \omega t$$

$$\text{所以: } \begin{cases} f_{a1} = F_{\varphi 1} \cos \omega t \cos \theta \\ f_{b1} = -F_{\varphi 1} \cos \omega t \cos(\theta - 120^\circ) \\ f_{c1} = 0 \end{cases}$$

所以脉动磁势为：

$$\begin{aligned} f_1 &= f_{a1} + f_{b1} + f_{c1} \\ &= F_{\varphi 1} \cos \omega t [\cos \theta - \cos(\theta - 120^\circ)] \\ &= \sqrt{3} F_{\varphi 1} \cos \omega t \cos(\theta + 30^\circ) \end{aligned}$$

合成磁动势是单相脉振磁动势。



三、计算题 (10+15+15=40 分)

- 1、一台三相交流发电机，定子槽数 $Z=36$, $2p=2$ ，采用双层叠绕组，采用星形接法。节距 $y_1=14$ ，每个线圈的匝数 $N_c=1$ ，并联支路数 $a=1$ ，频率为 50Hz 试求：

- (1) 基波绕组系数 k_{N1} ；
- (2) 若要求发出的基波线电动势为 15000V，每极基波磁通量应为多少？

答：(1) $K_{y1} = \sin(\frac{y_1}{\tau} \times 90^\circ)$, $\tau = \frac{Z}{2p} = \frac{36}{2} = 18$,

$$\text{则 } K_{y1} = \sin(\frac{14}{18} \times 90^\circ) = 0.9397$$

$$\alpha_1 = \frac{p \times 360}{Z} = \frac{1 \times 360}{36} = 10^\circ, \quad q = \frac{Z}{2pm} = \frac{36}{2 \times 3} = 6$$

$$\text{则 } K_{q1} = \frac{\sin \frac{q\alpha_1}{2}}{q \sin \frac{\alpha_1}{2}} = \frac{\sin \frac{6 \times 10}{2}}{6 \sin \frac{10}{2}} = 0.956$$

$$\text{则 } K_{N1} = K_{y1} K_{q1} = 0.9397 \times 0.956 = 0.8984$$

$$(2) \quad N = \frac{Z \times N_c}{m \times a} = \frac{36 \times 1}{3 \times 1} = 12$$

$$\text{由于 } E_{\varphi 1} = 4.44 f N K_{N1} \times \Phi_1$$

$$\text{则 } \Phi_1 = \frac{15000 / \sqrt{3}}{4.44 \times 50 \times 12 \times 0.8984} = 3.6187 \text{ Wb}$$

2、一台三相变压器额定值为： $S_N=1000\text{kVA}$ ， $U_{1N}/U_{2N}=10/0.4\text{ kV}$ ，阻抗电压标幺值 $u_k^*=0.04$ ，

采用Yyn接法。若在高电压方加电压进行短路试验，测得短路电流 $I_k=50\text{ A}$ 时的短路损耗 $P_k=6.985\text{kW}$ 。试求：

- (1) 一、二次的额定电流；
- (2) 短路参数的标幺值 Z_k^* ， X_k^* ， R_k^* ；
- (3) 额定负载、 $\cos\varphi_2=0.8$ （滞后）时二次侧线电压。

答：(1) $I_{1N} = \frac{S_N}{\sqrt{3}U_{1N}} = \frac{1000}{\sqrt{3} \times 10} = 57.735\text{ A}$

$$I_{2N} = \frac{S_N}{\sqrt{3}U_{2N}} = \frac{1000}{\sqrt{3} \times 0.4} = 1443.38\text{ A}$$

$$(2) \quad Z_k^* = u_k^* = 0.04$$

$$R_k^* = P_{kN}^* = \frac{P_k \times \left(\frac{I_{1N}}{I_k}\right)^2}{S_N} = \frac{6.985 \times \left(\frac{57.735}{50}\right)^2}{1000} = 0.009313$$

$$X_k^* = \sqrt{Z_k^{*2} - R_k^{*2}} = \sqrt{0.04^2 - 0.009313^2} = 0.0389$$

$$(3) \quad \Delta u = \beta(R_k^* \cos\varphi_2 + X_k^* \sin\varphi_2) = 1 \times (0.009313 \times 0.8 + 0.0389 \times 0.6) = 0.0308$$

$$U_2 = U_{2N}(1 - \Delta u) = 400(1 - 0.0308) = 387.7\text{ V}$$

3、一台并励直流电动机， $P_N=75\text{kW}$ ， $U_N=220\text{V}$ ， $\eta_N=90\%$ ， $n_N=1500\text{r/min}$ ，励磁回路电阻

$R_f=44\Omega$ ，电枢回路电阻 $R_a=0.05\Omega$ ，不考虑电枢反应的影响。试计算：

- (1) 额定电流、额定负载转矩；
- (2) 额定负载时的电磁功率、电磁转矩；
- (3) 采用电枢回路串电阻调速方法，在保持总制动转矩不变的情况下，若要求将速度调

为 1000r/min, 则在电枢回路应串入的电阻为多少?

答: (1) $I_N = \frac{P_N}{U_N \eta_N} = \frac{75 \times 10^3}{220 \times 0.9} = 378.8 \text{ A}$

$$T_N = \frac{P_N}{\Omega_N} = \frac{P_N}{2\pi n_N} \times 60 = \frac{75 \times 10^3}{2\pi \times 1500} \times 60 = 477.46 \text{ Nm}$$

(2) $I_f = \frac{U_N}{R_f} = \frac{220}{44} = 5 \text{ A}$

$$I_{aN} = I_N - I_f = 378.8 - 5 = 373.8 \text{ A}$$

$$E_{aN} = U_N - I_{aN} \cdot R_a = 220 - 378.8 \times 0.05 = 201.31 \text{ V}$$

$$P_{em} = E_{aN} I_{aN} = 201.31 \times 373.8 = 75249.7 \text{ W} = 75.2497 \text{ kW}$$

$$T_{em} = \frac{P_{em}}{\Omega_N} = \frac{75249.7}{2\pi \times 1500} \times 60 = 479.05 \text{ Nm}$$

(3) T_{em} 不变, $I_a' = I_{aN} = 373.8 \text{ A}$

$$n' = 1000 \text{ r/min}$$

$$\text{所以: } E' = \frac{n'}{n_N} E_{aN} = \frac{1000}{1500} \times 201.31 = 134.207 \text{ V}$$

$$R_a + R_j = \frac{U_N - E'}{I_a} = \frac{220 - 134.207}{373.8} = 0.2295 \Omega$$

$$\text{所以 } R_j = 0.2295 - 0.05 = 0.1795 \Omega$$