

绝密★启用前



2009 年同等学力人员申请硕士学位
学科综合水平全国统一考试

电气工程试卷

第一部分 基础理论知识（必答题）

第二部分 专门知识（共五组，任选一组作答）

考生须知

1. 本试卷满分为 100 分，其中第一部分基础理论知识 60 分，每位考生必答；第二部分专门知识共有 5 组试题，每组试题 40 分，考生可任选一组作答，多选者按首选组计分。
2. 请考生务必将本人考号最后两位数字填写在本页右上角方框内。
3. 考生一律用蓝色或黑色墨水笔在答题纸指定位置上按规定要求作答，未做在指定位置上的答案一律无效。
4. 监考员收卷时，考生须配合监考员验收，并请监考员在准考证上签字（作为考生交卷的凭据）。否则，若发生答卷遗失，责任由考生自负。

第一部分：基础理论知识 （60分）

（含电工基础理论部分、微机原理及应用基础部分）

电工基础理论部分（共45分，其中电路部分30分，电磁场部分15分）

一、填空题（每空1分，共10分）

1. 基尔霍夫电流定律是_____的具体体现，基尔霍夫电压定律实质上是_____性质的反映。
2. 一RLC串联电路产生欠阻尼响应的条件是_____。
3. 一非正弦电压 $u = 20 + 20\sqrt{2}\sin\omega t + 10\sqrt{2}\sin 3\omega t$ V，其电压有效值 $U =$ _____。
4. 图1所示正弦稳态电路中，电流表Ⓐ的读数（有效值）为_____。

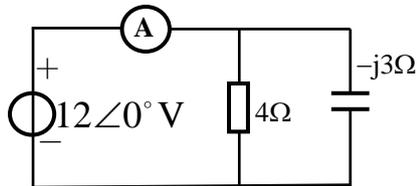


图1

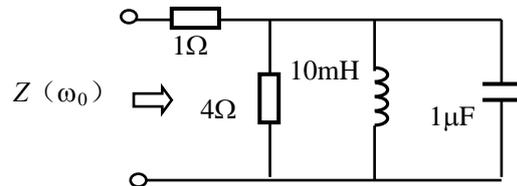


图2

5. 图2所示电路的谐振角频率 $\omega_0 =$ _____，谐振时的入端阻抗 $Z(\omega_0) =$ _____。
6. 在无损耗传输线中，电磁波传播的速度 $v =$ _____，特性阻抗 $Z_0 =$ _____，正弦电磁波的相位常数 β 与角频率 ω 和波速 v 之间的关系式为 $\beta =$ _____。

二、计算题（35分）

1. （8分）电路如图3所示。当 R 的值为多大时可获得最大功率？并求该最大功率。

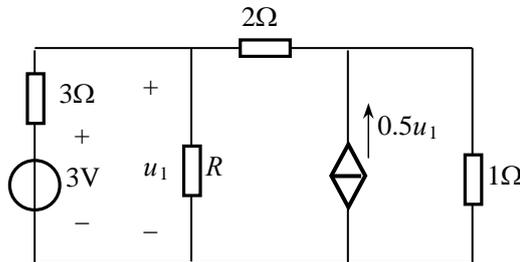


图3

2. (8分) 已知图4所示电路中, 对称三相电路电源电压 $\dot{U}_{AB} = 380\angle 0^\circ \text{V}$ 。电动机负载的三相总功率为 $P=1.7\text{kW}$, 功率因数 $\cos\varphi_D=0.8$ (感性)。电阻 $R=100\Omega$ 。求线电流 $\dot{I}_A, \dot{I}_B, \dot{I}_C$ 。

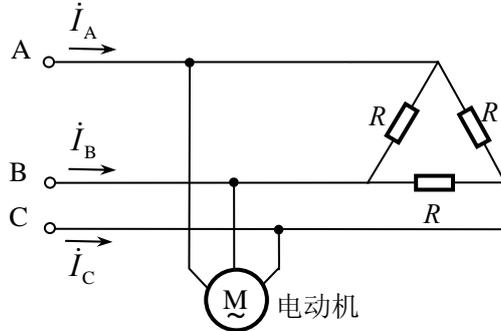


图4

3. (7分) 图5所示电路, 开关S闭合前电路已达稳态。在 $t=0$ 时开关S闭合, 用经典法求 $u(t)$ 。

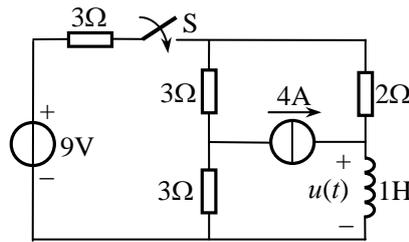


图5

4. (6分) 在面积为 S 的平行板电容器内填充介电常数作线性变化的介质, 从一极板 ($y=0$) 处的 ϵ_1 连续地变化到另一极板 ($y=d$) 处的 ϵ_2 , 试求电容量。
5. (6分) 一特性阻抗为 300Ω 的无损耗传输线, 终端接一未知负载, 驻波比为2, 距负载 0.3λ 为最接近负载的最小值电压处。求负载处的反射系数。

微机原理及应用基础部分 (15分)

一、选择题 (每小题1分, 共5分)

在下列各题的A、B、C、D四个选项中, 请选择正确的选项, 写在答题纸上。

1. 在一般微处理器中, 包含在中央处理器(CPU)内的是_____。
- | | |
|-----------|---------|
| A. 算术逻辑单元 | B. 主内存 |
| C. I/O单元 | D. 数据总线 |

2. 8255A 工作在方式 2, 正确的工作状态为_____。
- A. A 口工作在输入状态 B. A 口工作在输出状态
C. B 口工作在输出状态 D. A 口工作在双向传输状态
3. 若对 8253 写入控制字的值为 AAH, 8253 工作在_____。
- A. 计数器 0 工作在方式 5 B. 计数器 1 工作在方式 5
C. 计数器 2 工作在方式 5 D. 计数器 3 工作在方式 5
4. 设被测温度变化范围为 0~100 摄氏度, 要求测量误差不超过 0.1 摄氏度, 则应选用的 A/D 转换器的分辨率的最小二进制位数为_____。
- A. 4 B. 0
C. 10 D. 12
5. 键盘输入 2008 时, 对应的 ASCII 码是_____。
- A. 42H40H40H48H B. 32H30H30H38H
C. 52H50H50H58H D. 62H60H60H68H

二、填空题 (每空 1 分, 共 5 分)

1. 微机内部一次可以处理的二进制数码的位数称为微机的_____。
2. 微型计算机内部采用_____结构将 CPU、存储器、接口芯片等各部分连接构成一个整体。
3. 二进制数 01001010 转换成压缩的 BCD 码的形式为_____。
4. 8086 机型中宏汇编有三种基本语句, 分别为指令语句、_____和_____。

三、简答题 (5 分)

1. (3 分) 程序阅读理解 (其中: 1A-8086, 1B-8031, 两者择一, 不重复记分)

(1A) 分析下列程序, 回答指定问题:

MOV AX, 5C8FH

MOV BX, AB8FH

XOR AX, BX

XOR AX, BX

问: (AX) = ①, (BX) = ②, CF = ③。

(1B) 设 (SP) = 60H, (ACC) = 30H, (B) = 70H。执行下列指令:

PUSH ACC

PUSH B

问: SP的内容为 ①, 61H单元的内容为 ②, 62H的内容为 ③。

2. (2分) 什么是寻址方式? 以寄存器间接寻址为例, 说明该寻址方式的要点。

第二部分 专门知识（40分）

（注：本部分由B₁~B₅五组试题构成，每位考生可任选做其中的一组试题，若选做多组试题，则按首选组计分）

B₁卷（40分）：电力系统分析

一、填空题（每空1分，共10分）

1. 在电力系统正常运行时，有功功率依靠_____元件产生，发电机、调相机和并联的电容器可以产生_____功率，发电机频率的调节依靠_____，发电机电压的调节依靠_____。
2. 电力系统的潮流计算主要希望获得各节点_____和各条支路中的_____，电力系统暂态稳定计算主要希望获得各发电机的_____，以考察发电机间同步运行的_____。
3. 电力系统继电保护的作用是_____和_____。

二、简答题（每小题5分，共20分）

1. 简述电力系统中采用“标幺制”计算的优点，“标幺值”与有名值的关系及三相电路在“标幺制”、“有名制”下容量、线电压和线电流三者间运算关系。
2. 简述在中性点不接地的电力系统中发生单相接地故障时零序电压、电流分布特点。
3. 简述距离保护是如何配置、配合保证故障被快速、有选择的切除的。
4. 简述潮流计算中 PQ 节点、PV 节点和平衡节点的意义和确定原则。

三、计算题（10分）

给出 P-Q 分解法潮流计算的修正方程式、功率误差表达式及计算流程图。

B₂卷 (40分): 电机学

一、填空题 (每空 1 分, 共 10 分)

1. 某工厂有两台额定电压和联结组标号都相同的三相变压器: 变压器 A 的额定容量为 $20 \text{ kV} \cdot \text{A}$, 短路阻抗标幺值为 0.05; 变压器 B 的额定容量为 $10 \text{ kV} \cdot \text{A}$, 短路阻抗标幺值为 0.04。现将两台变压器并联运行, 则变压器_____将先达到满载。此时, 两台变压器的总负载容量为_____ $\text{kV} \cdot \text{A}$ 。
2. 并联于无限大电网运行的同步发电机, 改变哪些可调节的量能引起功角变化? _____; 改变这些量能否使输出有功功率发生变化? _____。
3. 试将三相凸极同步发电机的电抗参数 X_{ad} 、 X_{aq} 、 X_d 、 X_σ (漏电抗) 按由大到小进行排序: _____。
4. 一台三相、2 极笼型感应电动机, 接在 60 Hz 电网上运行。当转差率 $s=0.05$ 时, 转子电流频率为_____ Hz。此时, 转子基波磁通势相对转子的转速为_____ r/min, 相对定子的转速为_____ r/min。
5. 三相感应电动机在定子电压和频率一定时, (1) 若增加定子绕组匝数, 则空载电流将_____; (2) 若减小气隙, 则定子功率因数将_____。

二、问答题 (每小题 5 分, 共 10 分)

1. 分布和短距为什么能改善交流绕组的感应电动势波形? 对于 60° 相带的分布绕组, 如果每极每相槽数 $q=2$, 则与集中绕组时相比, 感应电动势基波幅值损失的百分比是多少? 如果要用短距绕组尽量抑制交流绕组磁通势中的 5 次谐波, 则绕组中线圈的短距比 y 应取为多大?
2. 一台他励直流电动机, 磁路线性, 电枢回路总电阻为常数, 负载转矩不变, 不计空载转矩和电枢反应。若将励磁电流减小 5%, 则在新的稳态下, 电枢电流 I_a 、转速 n 、电磁功率 P_{em} 、输出功率 P_2 、输入功率 P_1 将如何变化? (定性说明即可)

三、计算题 (每小题 7.5 分, 共 15 分)

1. 一台三相变压器, 额定频率 $f_N=50 \text{ Hz}$, 额定容量 $S_N=1000 \text{ kV} \cdot \text{A}$, 联结组标号为 Yd11。在低压侧加额定电压 $U_{2N}=3.15 \text{ kV}$, 测得高压侧空载电压 $U_{10}=10 \text{ kV}$ 。在高压侧做短路试验, 测得额定电流下的短路电压 $U_k=550 \text{ V}$, 短路损耗 $p_{kN}=10 \text{ kW}$ 。不考虑温度换算。
 - (1) 若在低压侧做短路试验, 则测得的短路阻抗为多少欧姆?
 - (2) 求该变压器的短路电阻、短路电抗的标幺值;
 - (3) 当该变压器高压侧接在额定电压、频率为 60 Hz 的电网上, 带功率因数 $\cos\varphi_2=0.8$ (超前) 的额定负载运行时, 低压侧电压 U_2 是多少?

2. 一台三相隐极同步发电机，磁路线性，电枢绕组为星形联结，漏电抗 $X_{\sigma}=1 \Omega$ ，不计电枢绕组电阻。在某稳态工况下，基波电枢反应磁通势的幅值与转子基波励磁磁通势的幅值恰好相等，此时，发电机端电压为 5196 V，负载电流为 300 A，内功率因数角 $\psi=30^{\circ}$ 。

(1) 画出此时的电动势相量图，并求每相空载电动势 E_0 和同步电抗 X_s ；

(2) 此时电枢反应的性质是什么？

四、论述题（5分）

试述三相感应电动机定子电流和功率因数随负载大小变化而变化的趋势及其原因。

B₃卷（40分）：高电压与绝缘技术

一、填空题（每空1分，共10分）

1. 我国及 IEC 标准均要求，用于绝缘试验的高压直流发生器的电压脉动系数不得大于_____。

2. 影响碰撞电离系数的因素有_____以及_____。

3. 电气设备绝缘的非破坏性试验主要有_____，_____，_____，_____。

4. 局部放电的测量通常是测量_____，_____和_____。

二、简答题（每小题5分，共10分）

1. 简述气体的分级电离的含义。

2. 简述气体放电伏秒特性的含义及一般规律。

三、计算题（10分）

一平板电极之间放置有0.25mm厚的某种固体绝缘，已知该固体绝缘的相对介电常数 $\epsilon_r=2.2$ ，现其内部有一空气微孔，已知该微孔沿固体绝缘厚度方向的长度为0.025mm，又从巴申曲线查得该长度的空气间隙的放电电压为0.45kV，求该平板电极在工频电压下的局部放电起始电压峰值为多少？

四、论述题（10分）

写出工频串级试验变压器的容量利用率 η 与级数 n 的关系，并说明为什么通常的工频串级试验变压器仅使用到三级？

B₄卷（40分）：电力电子技术与电力拖动

一、填空题（每空1分，共10分）

1.  分别是_____、_____和_____的电路符号。
2. 晶闸管整流电路的换相重叠角与_____、_____和负载电流有关。
3. 降压斩波电路的输出电压与_____成正比，最大输出电压与输入电压之比为_____。
4. 直流电动机转速电流双闭环调速系统在突加转速给定时的起动过程分_____、_____和_____三个阶段。

二、简答题（每小题5分，共10分）

1. 画出双极性 SPWM 控制方式原理图。
2. 简述交流电动机矢量控制系统的基本构想。

三、计算题（10分）

三相桥式晶闸管整流电路对电感性负载供电。已知相电压有效值 $U_2=220\text{V}$ ，负载电阻 $R=2\Omega$ ，负载电感 L 值极大。当控制角 $\alpha=60^\circ$ 时，求负载电压平均值 U_d 和晶闸管电流有效值，画出负载电压波形和电源电流波形。

四、论述题（10分）

画出直流电动机转速电流双闭环调速系统的结构框图，并简述其调节器的作用。

B₅卷（40分）：电网络理论和电磁场数值分析

一、填空题（每空1分，共5分）

1. 带通函数的一般形式可写为 $H_{BP}(s)=$ _____，二阶带通函数的一般形式可写为 $H_{BP}(s)=$ _____。
2. 一个不含时变元件的电路称为_____，否则就称为时变电路。
3. 连通图 G 的一个割集是图 G 的一个支路集合，把这些支路移去将使图 G _____，但是如果少移去一条支路，图仍将是_____的。

二、简答题（5分）

给出信号流图中以下术语的简单解释：

- (1) 有向路（简称为路）；
- (2) 路径增益 P ；
- (3) 回路（或反馈回路）；
- (4) 回路增益 L ；
- (5) 前向路。

三、计算题（每小题 10 分，共 30 分）

1. 电路如图 B5-1 所示。写出电路的状态方程，并整理成标准形式 $\dot{X} = AX + BV$ ，其中 $X = [u_C \ i_L]^T$ 。

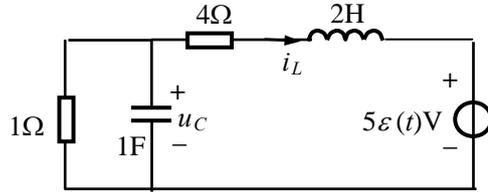


图 B5-1

2. 对于问题

$$\begin{cases} \frac{d^2u}{dx^2} + 9u = 0 & , \quad (0 < x < \frac{\pi}{6}) \\ u(0) = 0 & , \quad u(\frac{\pi}{6}) = 1 \end{cases}$$

用伽辽金法求具有下列形式的近似解

$$u = a_0 \sin 3x + a_1 \sin 6x$$

3. 用加权余量法中的配点法求问题

$$\begin{cases} \frac{d^2u}{dx^2} = -(1 + 2x) & , \quad (0 < x < 1) \\ u(0) = u(1) = 0 \end{cases}$$

的幂级数形式的一级近似解和二级近似解。（设等间距的匹配点）

2009 年电气工程试卷参考答案

(60 分) 基础理论知识部分

电工基础理论部分

一、填空题 (每空 1 分, 共 10 分)

1. 电荷守恒, 电压与路径无关 (电位单值性)。

$$2. R < 2\sqrt{\frac{L}{C}}。$$

$$3. U = 30\text{V}。$$

$$4. I = 5\text{A}。$$

$$5. \omega_0 = 10^4 \text{rad/s}, 5\Omega。$$

$$6. \frac{1}{\sqrt{LC}}, \sqrt{\frac{L}{C}}, \frac{\omega}{v}$$

二、计算题 (35 分)

1. (8 分)

解: 求除 R 支路以外的电路的戴维南等效电路如图所示

开路电压

$$U_{oc} = 2\text{V} \quad (3 \text{分})$$

等效电阻

$$R_1 = 2\Omega \quad (3 \text{分})$$

$R=2\Omega$ 时其上获最大功率, 此时 $P_{\max}=0.5\text{W}$ 。 (2 分)

2. (8 分)

解: 对电动机负载, 有

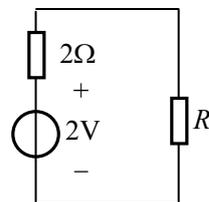
$$I_{A1} = \frac{P}{\sqrt{3}U_l \cos \varphi_D} = \frac{1700}{\sqrt{3} \times 380 \times 0.8} = 3.229\text{A} \quad (1 \text{分})$$

$$\varphi = 36.87^\circ \quad (1 \text{分})$$

$$\dot{I}_{A1} = 3.229 \angle -66.87^\circ \text{A} \quad (1 \text{分})$$

对电阻负载, 有

$$\dot{I}_{A2} = \sqrt{3} \frac{\dot{U}_{AB}}{R} \angle -30^\circ = 6.582 \angle -30^\circ \text{A} \quad (3 \text{分})$$



总电流为

$$\dot{I}_A = \dot{I}_{A1} + \dot{I}_{A2} = 9.37 \angle -41.9^\circ \text{A} \quad (1 \text{分})$$

由对称性, 可得

$$\dot{I}_B = 9.37 \angle -162^\circ \text{A}, \quad \dot{I}_C = 9.37 \angle 78.1^\circ \text{A} \quad (1 \text{分})$$

3. (7分)

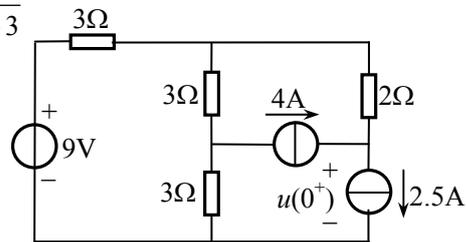
解: $i_L(0^+) = i_L(0^-) = \frac{5}{8} \times 4 = 2.5 \text{A}$, 0^+ 电路如下图所示。

$$u(0^+) = -2.5 \times (2 + (3//6)) + 4 \times 2 + \frac{4 \times 3 \times 3}{3+3+3} + \frac{9 \times 6}{3+3+3} = 8 \text{V} \quad (3 \text{分})$$

$$u(\infty) = 0 \quad (1 \text{分})$$

$$\tau = \frac{1}{(3//6) + 2} = 0.25 \text{s} \quad (2 \text{分})$$

$$\text{得 } u(t) = 8e^{-4t} \text{V} \quad (t > 0) \quad (1 \text{分})$$



4. (6分)

解: 由题意可知, 介质的介电常数为

$$\varepsilon = \varepsilon_1 + y(\varepsilon_2 - \varepsilon_1) / d \quad (1 \text{分})$$

设平行板电容器的极板上带电量分别为 $\pm q$, 由高斯定律可得

$$D = \sigma = \frac{q}{S} \quad (2 \text{分})$$

$$E = \frac{D}{\varepsilon} = \frac{q}{[\varepsilon_1 + y(\varepsilon_2 - \varepsilon_1) / d] S} \quad (1 \text{分})$$

所以, 两极板的电位差

$$U = \int_0^d E dy = \int_0^d \frac{q}{[\varepsilon_1 + y(\varepsilon_2 - \varepsilon_1) / d] S} dy = \frac{qd}{S(\varepsilon_2 - \varepsilon_1)} \ln(\varepsilon_2 / \varepsilon_1) \quad (1 \text{分})$$

故电容量为

$$C = \frac{q}{U} = \frac{S(\varepsilon_2 - \varepsilon_1)}{d \ln(\varepsilon_2 / \varepsilon_1)} \quad (1 \text{分})$$

5. (6分)

解 负载处的反射系数的模值为

$$|\dot{\Gamma}_L| = \frac{S-1}{S+1} = \frac{2-1}{2+1} = \frac{1}{3} \quad (2分)$$

根据

$$|z_{\min}| = \frac{\lambda}{4\pi} \varphi_L + \frac{\lambda}{4} = 0.3\lambda \quad (2分)$$

得

$$\varphi_L = (0.3\lambda - \frac{\lambda}{4}) \frac{4\pi}{\lambda} = 0.2\pi \quad (1分)$$

最后得

$$\dot{\Gamma}_L = \frac{1}{3} \angle 0.2\pi = 0.27 + j0.20 \quad (1分)$$

微机原理及应用基础部分

一、选择题 (每小题 1 分, 共 5 分)

1. A 2. D 3. C 4. C 5. B

二、填空题 (每空 1 分, 共 5 分)

1. 字长;
2. 总线;
3. 74D;
4. 伪指令语句; 宏指令语句。

三、简答题 (共 5 分)

1. (共 3 分, 每空 1 分。(1A)和(1B)不重复记分。(1A)和(1B)均做则取其中高分)

(1A) ①(AX)=5C8FH, ②(BX)=AB8FH, ③(CF)=0;

(1B) ① 62H, ② 30H, ③ 70H。

2. (共 2 分)

指令中确定操作数所在地址的方法称为寻址方式(1 分)。寄存器间接寻址是指指令中的寄存器 (有专门标识) 的内容并不是操作数, 而是操作数在内存中的有效地址(1 分)。

B₁卷 (40分): 电力系统分析

参考答案只是一种解题的方法, 考生的答题中只要回答出要点, 即可给分, 语句组织可与参考答案不一致。

一、填空题 (每空 1 分, 共 10 分)

1. 发电机, 无功, 自动调速系统, 自动励磁调节系统。
2. 电压大小 (或幅值) 和相位, 流动功率 (或电流), 功角摇摆曲线, 稳定性 (或能力)。
3. 切除故障元件, 反应被保护元件的异常运行状态。

二、简答题 (每小题 5 分, 共 20 分)

1. (2分) 使用标幺制具有大量简化运算、计算过程简单, 数值简明、便于迅速判断计算结果的正确性和结果的使用。

(1分) 标幺值 = 有名值 (有单位的物理量) / 基准值 (与有名值同单位的物理量)

(1分) 有名值中容量、线电压和线电流三者间运算关系为 $S = \sqrt{3}UI$ 。

(1分) 标幺值中容量、线电压和线电流三者间运算关系为 $S^* = U^* I^*$ 。

2. (每答对一关键点给 2 分, 全对给 5 分。) 中性点不接地的电力系统中发生单相接地时零序电压、电流分布特点为:

(1) 在发生单相接地时, 相当于在接地点产生一个其值与故障相故障前相电压大小相等、方向相反的零序电压, 而全系统都将出现零序电压;

(2) 在非故障元件中流过的零序电流, 其数值等于本身的对地电容电流; 电容性无功功率方向为母线流向线路;

(3) 在故障元件中流过的零序电流, 其数值为全系统中非故障元件对地电容电流之总和, 电容性无功功率的实际方向为由线路流向母线。

3. (2分) 目前电力系统应用的距离保护装置, 一般都采用阶梯时限配合的三段式配置方式。具体来说:

(1分) 距离保护 I 段为无延时的速动段, 只反应本线路故障, 下级线路出口故障应该可靠不动作;

(1分) 距离保护 II 段保护按两个原则整定: a、与相邻线路距离保护 I 段配合, 保护范围不超过下级线路 I 段的保护范围; b、与相邻变压器的快速保护配合, 保护范围不超过变压器快速保护的保护区。距离保护 II 段的整定阻抗应按上述原则计算, 取较小者。

(1分) 距离保护 III 段保护按以下几个原则进行: a、按与相邻下级线路距离保护 II 相配合整定; b、按与相邻下级变压器的电流电压保护配合整定; c、按躲过正常运行时的最小负荷阻抗整定。距离保护 III 段的整定阻抗应按上述原则计算, 取较小者。

4. (2分) 在 n 节点系统潮流计算中, 对于每一个节点来说, 涉及 4 个量:

节点注入有功功率 P_i , 节点注入无功功率 Q_i , 节点电压有效值 U_i 和节点电压相位 θ_i , 将涉及 $4n$ 个变量, 它们之间服从 $2n$ 个节点功率非线性方程。在电力系统中, 根据实际物理系统的实际情况给定 $2n$ 个变量, 计算其余的 $2n$ 个变量。给定 $2n$ 个变量中可以分为 PQ 节点, PV 节点和平衡节点。

(1分) 对实际系统中的纯负荷节点, 需要的有功功率 P 和无功功率 Q 可以认为是已知量, 给定 P 和 Q , 称为 PQ 节点。求解该节点的电压大小和相位。

(1分) 对实际系统中的发电机节点, 发出的有功功率和机端电压有限制并可以控制, 给定节点的注入有功功率 P 和节点电压有效值 U , 称为 PV 节点。求解该节点的无功功率 Q 和电压相位。

(1分) 对实际系统中承担功率平衡的发电机, 设置一个平衡节点, 给定其电压有效值和电压相位=0, 而注入有功功率 P 和注入无功功率 Q 为待求量。

三、计算题 (10分)

P-Q 分解法中修正方程式为:

$$(1分) \quad \Delta P/V = B'V\Delta\theta \quad \Delta Q/V = B''\Delta V \quad (3-1)$$

$$(1分) \quad \theta^{(t)} = \theta^{(t-1)} - \Delta\theta^{(t-1)} \quad V^{(t)} = V^{(t-1)} - \Delta V^{(t-1)} \quad (3-2)$$

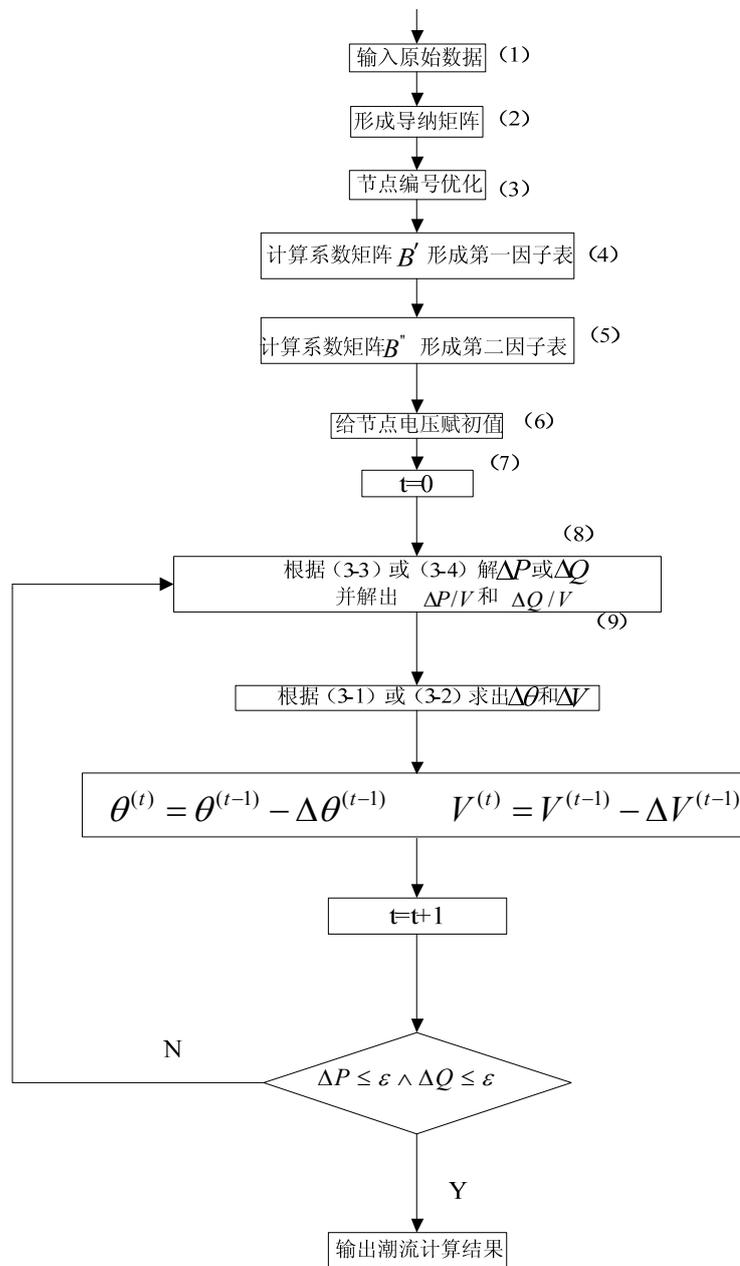
功率误差表达式为:

$$(1分) \quad \Delta P_i = P_{is} - V_i \sum_{j \in i} V_j (G_{ij} \cos \theta_{ij} + B_{ij} \sin \theta_{ij}) \quad (3-3)$$

$$(1分) \quad \Delta Q_i = Q_{is} - V_i \sum_{j \in i} V_j (G_{ij} \sin \theta_{ij} - B_{ij} \cos \theta_{ij}) \quad (3-4)$$

其中: $i = 1, 2, \dots, n$ 。

(6分) P-Q 分解法的迭代流程图为:



B₂卷：电机学

一、填空题（每小题 1 分，共 10 分）

1. B; 26。
2. 原动机输出转矩（发电机输入转矩）和励磁电流；调节原动机转矩可以。
3. X_d 、 X_{ad} 、 X_{aq} 、 X_σ 。
4. 3; 180; 3600。
5. 减小; 提高。

二、问答题（每小题 5 分，共 10 分）

1. 分布和短距对基波削弱较少（绕组因数的绝对值接近 1），而对谐波削弱较多（谐波绕组因数的绝对值通常远小于 1），因此能够改善电动势波形。（2 分）
损失的百分比为 3.41%。（2 分）
短距比应取为 4/5。（1 分）

2. I_a 增大， n 升高， P_{em} 、 P_2 、 P_1 均增大。（各 1 分）

三、计算题（每小题 7.5 分，共 15 分）

1. (1) 变比 $k = \frac{U_{1N\phi}}{U_{2N\phi}} = \frac{U_{10}/\sqrt{3}}{U_{2N}} = \frac{10/\sqrt{3}}{3.15} = 1.833$ （1 分）

$$I_{1N} = \frac{S_N}{\sqrt{3}U_{1N}} = \frac{1000}{\sqrt{3} \times 10} = 57.74 \text{ A} \quad (0.5 \text{ 分})$$

在高压侧测量时， $Z_k = \frac{U_{k\phi}}{I_{k\phi}} = \frac{U_k/\sqrt{3}}{I_{1N}} = \frac{550/\sqrt{3}}{57.74} = 5.5 \Omega$ （1 分）

在低压侧测量时， $Z_k' = Z_k/k^2 = 5.5/1.833^2 = 1.637 \Omega$ （1 分）

(2) $Z_k^* = U_k^* = U_k/U_{1N} = 550/10000 = 0.055$ （1 分）

$$R_k^* = p_{kN}^* = p_{kN}/S_N = 10/1000 = 0.01 \quad (1 \text{ 分})$$

$$X_k^* = \sqrt{Z_k^{*2} - R_k^{*2}} = \sqrt{0.055^2 - 0.01^2} = 0.05408 \quad (0.5 \text{ 分})$$

(3) $\Delta U = \beta (R_k^* \cos \varphi_2 + \frac{60}{50} X_k^* \sin \varphi_2)$

$$= 1 \times (0.01 \times 0.8 - \frac{60}{50} \times 0.05408 \times 0.6) = -3.094\% \quad (1 \text{ 分})$$

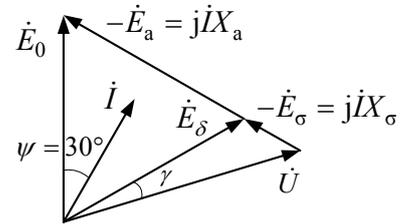
$$U = (1 - \Delta U)U_{2N} = [1 - (-3.094\%)] \times 3.15 = 3.247 \text{ kV} \quad (0.5 \text{ 分})$$

2. (1) 因 $F_{f1} = F_a$, 故 $E_0 = E_a$ 。(1分)

因 $\psi = 30^\circ$, 则可画出电动势相量图, 如右图所示。由相量图可知 $E_a = E_\delta$ 。(2分)

$$E_\sigma = IX_\sigma = 300 \times 1 = 300 \text{ V} \quad (0.5 \text{ 分})$$

$$U = U_L / \sqrt{3} = 5196 / \sqrt{3} = 3000 \text{ V} \quad (0.5 \text{ 分})$$



$$\text{由 } \frac{U}{120^\circ} = \frac{E_\sigma}{\sin \gamma} = \frac{E_\delta}{\sin(60^\circ - \gamma)}, \text{ 可得: } \gamma = 4.97^\circ, E_0 = E_\delta = E_a = 2838.7 \text{ V} \quad (1.5 \text{ 分})$$

$$\text{则 } X_a = E_a / I = 2838.7 / 300 = 9.46 \Omega, X_s = X_a + X_\sigma = 9.46 + 1 = 10.46 \Omega \quad (1 \text{ 分})$$

(2) 电枢反应性质为直轴去磁和交磁。(1分)

四、论述题 (5分)

答: 空载运行时, 转子电流接近零, 此时定子电流基本上为励磁电流(无功分量), 有功分量很小, 其大小一般为额定电流的 0.2~0.5 倍, 所以定子功率因数很低。(2分)

随着负载增大, 转速 n 降低, 转子电流 I_2 增大, 定子电流 I_1 中与转子电流相平衡的负载分量随之增加, 使 I_1 增大。(1分)

负载增大后, 由于定子电流的有功分量增大, 无功分量基本不变, 因此定子功率因数 $\cos\phi_1$ 升高, 一般在额定负载附近达到最大值。若负载继续增加, 则由于转差率 s 较大, 转子回路阻抗角 $\phi_2 = \arctan(X_{\sigma 2s} / R_2)$ 变得较大, 转子功率因数 $\cos\phi_2$ 下降得较快, 使 $\cos\phi_1$ 开始下降。(2分)

B₃卷（40分）：高电压与绝缘技术

一、填空题（每空1分，共10分）

- 3%
- 电子的平均自由行程 碰撞引起电离的概率
- 绝缘电阻的测量 泄漏电流的测量；
介质损耗角正切 $\tan\delta$ 值的测量 局部放电的测量；
- 视在放电电荷量 放电能量 放电重复率

二、简答题（每小题5分，共10分）

- 答：气体的原子或分子在激励态下再获得能量而发生电离的现象称为气体的分级电离（4分），通常只有亚稳激励态的原子或分子才会引起分级电离（1分）。
- 答：由于冲击电压作用下的气体放电时延不仅与放电本身及照射等条件有关，还与间隙上施加的电压幅值有关，也就是说，在一定的冲击电压波形下，击穿电压的幅值与放电的时延有关，也即与电压的作用时间有关。气体放电的这一特性即称为伏秒特性（3分）。一般来说，放电电压幅值越高则放电时延就越短（2分）。

三、计算题（10分）

答：设微孔的面积为 A ，微孔的长度为 $d=0.025\text{ mm}$ ，则微孔的等值电容 $C_g=\epsilon_0 A/d$ ，这里 ϵ_0 为空气的介电常数；在固体绝缘厚度方向与微孔相串联的固体绝缘的厚度则为 $(0.25-0.025)\text{ mm}=9d$ ，则其等值电容 $C_b=\epsilon_r\epsilon_0 A/(9d)$ 。设平板间施加电压峰值为 U 时气隙刚好发生放电（此即该平板电极在工频电压下的局部放电起始电压峰值），则作用在微孔气隙上的电压为 $UC_b/(C_b+C_g)=U\epsilon_r/(9+\epsilon_r)=0.196U$ （5分），发生气隙击穿时应有 $0.196U=0.45\text{ kV}$ （4分），因而 $U=2.29\text{ kV}$ 。也即该平板电极的工频局部放电起始电压峰值为 2.29 kV （1分）。

四、论述题（10分）

答：设 n 级工频串级试验变压器的总输出电压为 nU ，总容量为 nUI ，这里 U 为每级的输出电压， I 为发生器高压端的输出电流。则自上而下，第 n 级变压器的容量应为 UI ，第 $(n-1)$ 级变压器的容量应为 $2UI$ ，以此类推，则第1级变压器的容量应为 nUI ，装置的总容量即为 $(1+2+\dots+n)UI=(n(n+1)/2)UI$ ，因此装置的利用率 $\eta=nUI/((n(n+1)/2)UI)=2/(n+1)$ （6分）。三级串级发生器的容量利用率 $\eta=0.5$ ，四级串级发生器的容量利用率 $\eta=0.4$ ，随着级数的增加， η 将迅速减小，因此从容量利用率来看，用到三级是比较合理的（2分）。此外，对于工频串级试验变压器来说，随着级数的增加，短路电抗也迅速增加，而这会大大影响装置的输出性能（2分）。基于以上两点，通常工频串级试验变压器仅使用到三级。

B₄卷 (40分): 电力电子技术与电力拖动

一、填空题 (每空 1 分, 共 10 分)

1. 二极管、晶闸管、IGBT
2. 控制角、变压器漏抗
3. 导通比、1
4. 电流上升、恒流升速、转速调节

二、简答题 (每小题 5 分, 共 10 分)

1. (5分)

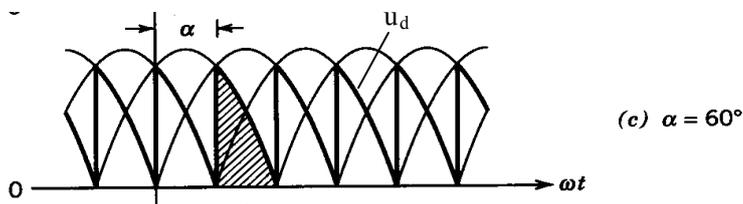
2. (5分) 由于异步电动机经坐标变换可等效为直流电机, 模仿直流电机的控制方法求得控制量再经相应的坐标反变换就能控制异步电动机, 达到相似的控制效果。这样通过坐标变换实现的控制系统就称作矢量变换控制系统或称矢量控制系统。

三、计算题 (10分)

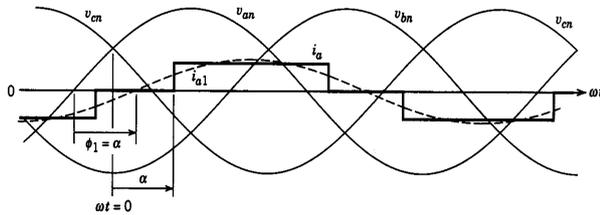
$$U_d = 2.34 U_2 \cos\alpha = 257.4V$$

$$I_T = \frac{U_d}{\sqrt{3}R} = 74.3A$$

负载电压 u_d 波形



电源电流 i_a 波形



四、论述题 (10分)

(5分)

转速调节器的作用可以归纳为：①使转速 n 跟随给定电压变化，稳态无静差；②对负载变化起抗扰作用；③其输出限幅值决定允许的最大电流。(2.5分)

电流调节器的作用可以归纳为：①对电网电压波动起及时抗扰作用；②起动时保证获得允许的最大电流；③在转速调节过程中，使电流跟随其给定电压 U_i^* 变化；④在电机过载时限制电枢电流的最大值。(2.5分)

B₅卷（40分）电网络理论和电磁场数值计算

一、填空题（每空1分，共5分）

1. $H_{BP}(s) = \frac{H_0 s^{n/2}}{D(s)}$, $H_{BP}(s) = \frac{H_0(\omega_n/Q)s}{s^2 + (\omega_n/Q)s + \omega_n^2}$ 。

2. 非时变电路。

3. 分离成为两个部分，连通

二、简答题：（5分）

- (1) 有向路（简称为路）：有向支路序列
- (2) 路径增益 P：有向路中支路增益的乘积
- (3) 回路（或反馈回路）：有向图的有向回路
- (4) 回路增益 L：回路中支路增益的乘积
- (5) 前向路：自输入节点到输出节点的一条路

（每个术语解释1分，共5分）

三、计算题：（每小题10分，共30分）

1. （10分）

$$\begin{bmatrix} \frac{du_C}{dt} \\ \frac{di_L}{dt} \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} -1 & -1 \\ 0.5 & -2 \end{bmatrix} \begin{bmatrix} u_C \\ i_L \end{bmatrix} + \begin{bmatrix} 0 \\ -2.5 \end{bmatrix}$$

6个系数错1个扣2分，错2个扣3分，错3个扣5分，错4个扣7分，错5个扣8分，错6个扣10分。

2. 解：取试函数为

$$u = a_0 \sin 3x + a_1 \sin 6x$$

将其代入给定的边界条件中，得

$$a_0 = 1 \quad (2分)$$

从而有

$$u = \sin 3x + a_1 \sin 6x \quad (1分)$$

代入问题的方程，可得余量为

$$R = -27a_1 \sin 6x \quad (2分)$$

用伽辽金法, 可得方程

$$\int_0^{\pi/6} \sin 6x(-27a_1 \sin 6x)dx = 0 \quad (2 \text{分})$$

即有

$$-\frac{27\pi}{12}a_1 = 0$$

解得

$$a_1 = 0 \quad (2 \text{分})$$

故得解为

$$u = \sin 3x \quad (1 \text{分})$$

3. 解: (1) 满足给定边界条件的幂级数形式的一阶近似解形式为

$$u = a_1x(1-x) \quad (1 \text{分})$$

为了得到配点法解, 在区间 $0 \leq x \leq 1$ 中, 设定等间距的匹配点, 对于一级近似, 它的坐标为

$$x_1 = \frac{1}{2}$$

这时, 在匹配点处, 有

$$-2a_1 = -2 \quad (2 \text{分})$$

所以, 得

$$a_1 = 1 \quad (1 \text{分})$$

故一级近似解为

$$u = x(1-x) \quad (1 \text{分})$$

(2) 满足给定边界条件的幂级数形式的二级近似解形式为

$$u = a_1x(1-x) + a_2x(1-x^2) \quad (1 \text{分})$$

在区间 $0 \leq x \leq 1$ 中, 等间距的两个匹配点分别为 $x_1 = \frac{1}{3}$ 和 $x_2 = \frac{2}{3}$ 。这时, 在这

两个匹配点处分别有

$$-2a_1 - 2a_2 = -\frac{5}{3} \quad (1 \text{分})$$

和 $-2a_1 - 4a_2 = -\frac{7}{3}$ (1分)

解之, 得

$$a_1 = \frac{1}{2}, \quad a_2 = \frac{1}{3} \quad (1分)$$

故二级近似解为

$$u = \frac{5}{6}x - \frac{1}{2}x^2 - \frac{1}{3}x^3 \quad (1分)$$