

浙江工业大学期终考试命题稿

2012/2013 学年第 一 学期

课程名称	电力电子技术	使用班级	自动化 10、电气 10
教师份数		学生份数	
命题人	南余荣	审核人	
命题总页数	页	每份试卷需用白纸	3 大张

命题注意事项：

- 一、命题稿请用 A4 纸电脑打印，或用教务处印刷的命题纸，并用黑墨水书写，保持字迹清晰，页码完整。
- 二、两份试题必须同等要求，卷面上不要注明 A、B 字样，由教务处抽定 A、B 卷。
- 三、命题稿必须经学院审核，并在考试前两周交教务处。

浙江工业大学 2012/2013 学年

第 一 学期试卷

课程_____姓名_____

班级_____

题序	一	二	三	四	五	六	七	八	九	十	总评
计分											

命题：（全部答题直接写在考卷上）

一、填空题（每空格 1 分，共 15 分）

1. 使晶闸管导通的条件有两点：晶闸管承受正向阳极电压 和 在门极施加触发电流（脉冲）。
2. 按 电流有效值相等 原则选择电力二极管的额定电流；如果已知某电力二极管在电路中需要流过某种波形电流的有效值为 I_D ，则在不考虑裕量的情况下，至少应该选取额定电流为 $I_D/1.57$ 的电力二极管。
3. 变流电路的换流方式有器件换流、电网换流、负载换流、强迫换流 等四种。
4. 单相全波可控整流电路中，晶闸管承受的最大反向电压为 $2\sqrt{2} U_2$ 。（电源相电压为 U_2 ）
5. 要使三相全控桥式整流电路正常工作，对晶闸管触发方法有两种，一是用 大于 60° 小于 120° 的宽脉冲 触发；二是用 脉冲前沿相差 60° 的双窄脉冲 触发。
6. 在相同的开关频率下，使用软开关技术可以降低 开关损耗 和 开关噪声。
7. PWM 控制就是对脉冲的 宽度 进行调制的技术；依据 面积等效 原理，SPWM 波形与正弦波等效。
8. 单相调压电路带电阻负载，其导通控制角 α 的移相范围为 $0 \leq \alpha \leq \pi$ ，随 α 的增大，输出电压 U_o 逐渐减小。

二、简答题（共 26 分）

1. 试分析IGBT和电力MOSFET在内部结构和开关特性上的相似与不同之处。（4分）

答：内部结构相似之处：IGBT 内部结构包含了 MOSFET 内部结构。-----（1 分）
内部结构不同之处：IGBT 内部结构有注入 P 区，MOSFET 内部结构则无注入 P 区。---（1 分）

浙江工业大学考试命题纸

开关特性的相似之处: IGBT开关大部分时间由MOSFET运行、特性相似。----- (1分)

开关特性的不同之处: IGBT的注入P区有电导调制效应,有少子储存现象,开关慢。---- (1分)

2. 什么是逆变失败? 如何防止逆变失败? (6分)

答: 逆变运行时, 一旦发生换流失败, 外接的直流电源就会通过晶闸管电路形成短路, 或者使变流器的输出平均电压和直流电动势变为顺向串联, 由于逆变电路内阻很小, 形成很大的短路电流, 称为逆变失败或逆变颠覆。----- (2分)

防止逆变失败的方法有: 采用精确可靠的触发电路, ----- (1分)

使用性能良好的晶闸管, ----- (1分)

保证交流电源的质量, ----- (1分)

留出充足的换向裕量角 β 等。----- (1分)

3. PWM 逆变电路的调制法主要哪有两种? 简述各有哪些优点? (6分)

答: (1) PWM 逆变电路的常用调制法可分为两种, 一是异步调制法; 二是同步调制法。

----- (2分)

(2) 通常异步调制法是保持载波频率不变, 信号频率根据需要而改变时, 载波比是变化的。优点是: 信号频率较低时载波比较大, 一周期内脉冲数较多, 输出较接近正弦波。

----- (2分)

(3) 同步调制时, 保持载波比为常数, 并在变频时使载波和信号波保持同步变化。优点是: 信号波一周内输出的脉冲数是固定的, 脉冲相位也是固定的, 对称性好。----- (2分)

4. 晶闸管的触发脉冲要满足哪几项基本要求? (6分)

答: (1) 触发信号应有足够的功率。----- (1.5分)

(2) 触发脉冲应有一定的宽度, 脉冲前沿尽可能陡, 使元件在触发导通后, 阳极电流能迅速上升超过掣住电流而维持导通。----- (1.5分)

(3) 触发脉冲必须与晶闸管的阳极电压同步, 脉冲移相范围必须满足电路要求。 (1.5分)

(4) 良好的抗扰性能与电气隔离。----- (1.5分)

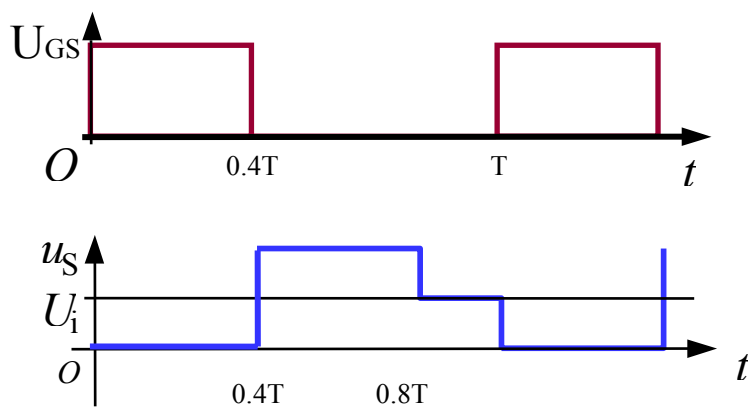
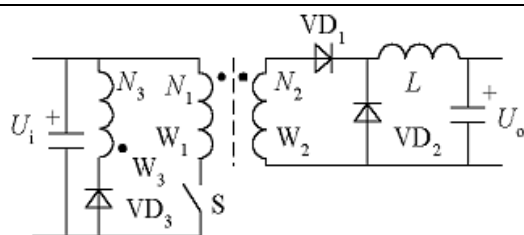
5. 电力电子器件过电压产生的原因有哪些? (4分)

答: 电力电子器件外因过电压包括操作过电压和雷击过电压; ----- (2分)

内因过电压包括换相过电压和关断过电压。----- (2分)

二、波形分析题 (30分)

1. 在下图正激电路中, 输入输出电压和变压器原副边匝数已在图中标注, 假设开关 S 导通占空比为 40%, 电感 L 上的电流连续, 磁复位时间占 40%周期。试画出开关 S 承受的电压波形, 并计算出开关 S 承受的最大电压值。(6分)



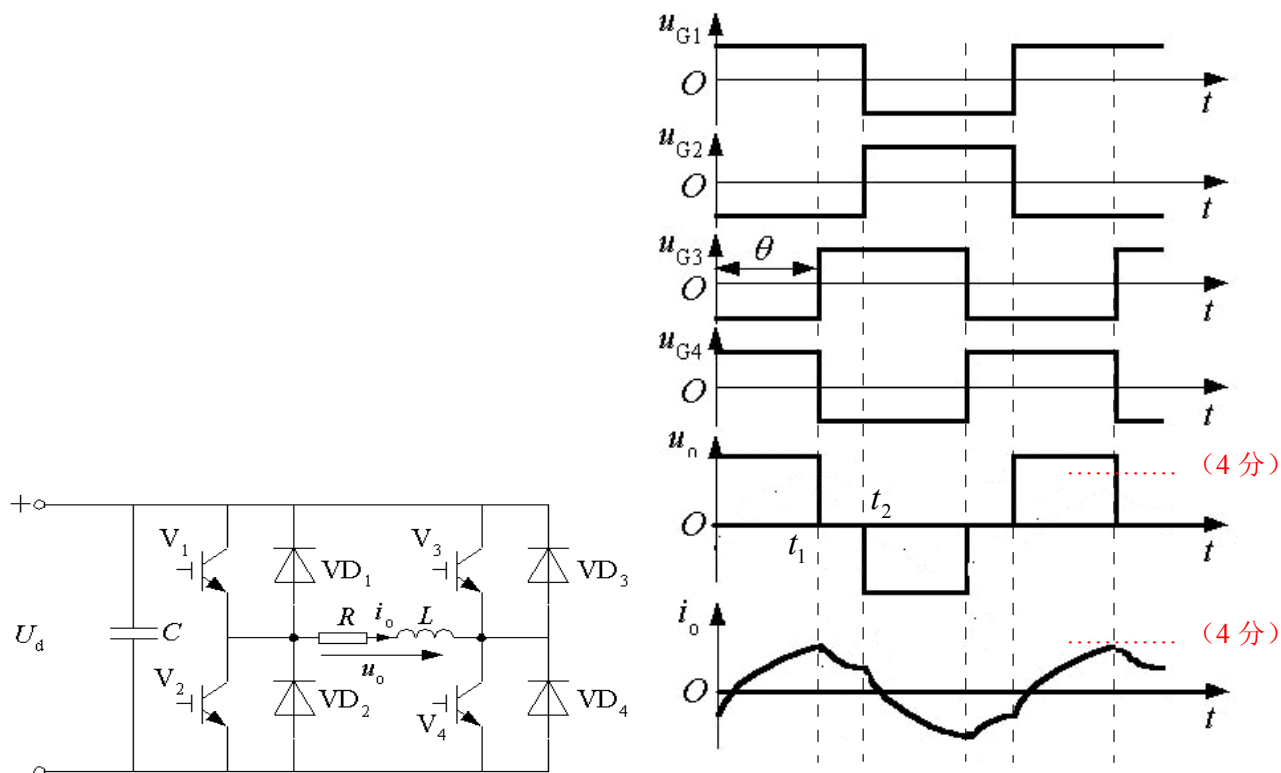
----- (4 分)

第二部分第 1 题图 正激电路、驱动波形及答题波形

答：开关 S 承受的最大电压值 $u_{s\max} = u_i + u_i \frac{N_1}{N_3}$ ，开关 S 承受的电压波形如上图。--- (2 分)

浙江工业大学考试命题纸

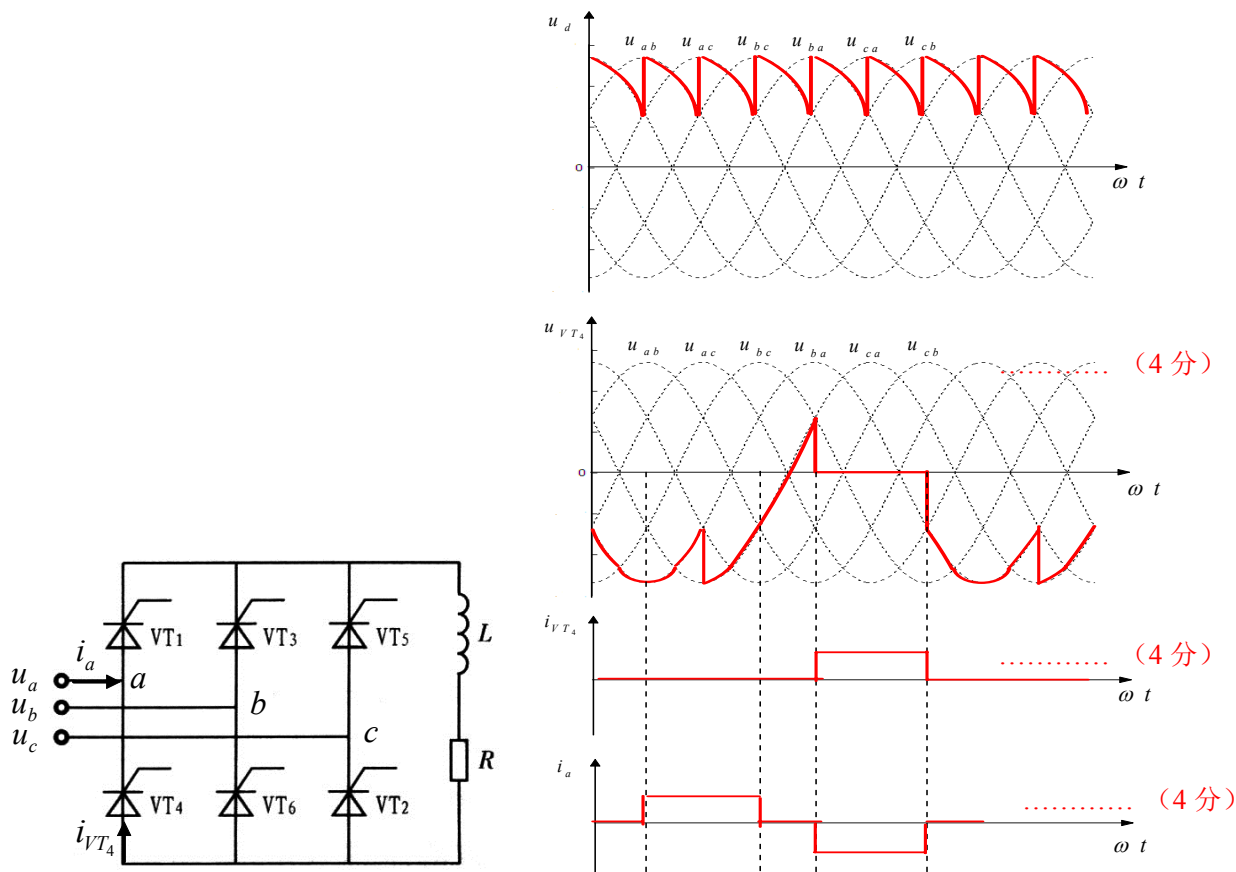
2. 单相全桥逆变电路的原理图如下图, 开关管 V_1 和 V_2 栅极信号互补, 开关管 V_3 和 V_4 栅极信号互补, 驱动信号如图所示。试画出电阻电感负载时的输出电压波形 u_o 及输出电流波形 i_o , 指出 t_1 至 t_2 时间段导通的开关器件, 并简要说明移相角 θ 的大小对输出电压的影响。(12 分)



答: 电阻电感负载时的输出电压波形 u_o 及输出电流波形 i_o 如上。 t_1 至 t_2 时间段导通的开关器件是 V_1 和 VD_3 。 (2 分)

移相角 θ 的大小对输出电压的影响表现在: 改变 θ 就可调节输出电压的波形宽度, 从而改变输出电压有效值。 (2 分)

3. 三相桥式可控整流电路，整流变压器副边三相相电压分别为 u_a 、 u_b 、 u_c ，阻感负载，电感 L 极大，负载电流连续，控制角 $\alpha=30^\circ$ ，画出负载电压 u_d 、晶闸管 VT_4 的电压 u_{VT4} 电流 i_{VT4} 和相电流 i_a 的波形。（12分）



三、计算题（29分）

1. 单相桥式全控整流电路，变压器漏抗忽略不计，整流变压器副边电压 $U_2=110V$ ，阻感负载， $R=3\Omega$ ， L 值极大，当控制角 $\alpha=30^\circ$ 时，求输出平均电压 U_d ，平均电流 I_d ，晶闸管电流的有效值 I_T 。（9分）

解：输出平均电压 U_d 、电流 I_d ，变压器二次电流有效值 I_2 分别为

$$U_d = 0.9 U_2 \cos \alpha = 0.9 \times 110 \times \cos 30^\circ = 85.7 \text{ (V)} \text{ ----- (3分)}$$

$$I_d = U_d / R = 85.7 / 3 = 28.6 \text{ (A)} \text{ ----- (3分)}$$

$$I_T = I_d / \sqrt{2} = 20.2 \text{ (A)} \text{ ----- (3分)}$$

浙江工业大学考试命题纸

2. 三相桥式可控整流电路，整流变压器副边电压 $U_2=180V$ ，反电动势阻感负载，反电动势 $E=100V$ ，电阻 $R=5\Omega$ ， $L=\infty$ ，变压器漏感 $L_B=1mH$ ，控制角 $\alpha=60^\circ$ ，求输出平均电压 U_d 、输出平均电流 I_d 和换相重叠角 γ 的数值。（12 分）

解： $U_d = 2.34 U_2 \cos\alpha - \Delta U_d$ (2 分)

$\Delta U_d = m X_B I_d / 2\pi = 6 f L_B I_d$ (2 分)

$I_d = (U_d - E) / R$

解方程组得：

$U_d = (2.34 U_2 R \cos\alpha + 6 f L_B E) / (R + 6 f L_B)$

$= 2.34 \times 180 \times 5 \times \cos 60^\circ + 6 \times 50 \times 1 \times 10^{-3} \times 100 / (5 + 6 \times 50 \times 1 \times 10^{-3}) = 204.3 (V)$ (2 分)

$I_d = (U_d - E) / R = (204.3 - 100) / 5 = 20.9 (A)$ (2 分)

$\Delta U_d = 6 f L_B I_d = 6 \times 50 \times 1 \times 10^{-3} \times 20.9 = 6.3 (V)$ (2 分)

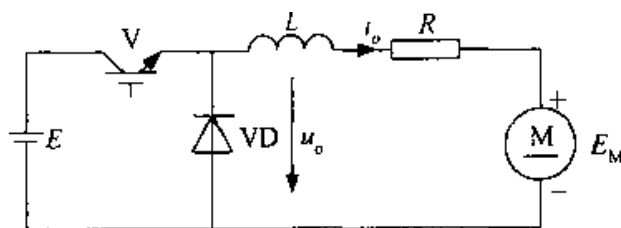
又 $\because \cos\alpha - \cos(\alpha + \gamma) = X_B I_d / (\sqrt{2} U_2 \sin \frac{\pi}{m}) = 2 \times 2\pi f L_B I_d / \sqrt{6} U_2$,

代入数据，得： $\cos 60^\circ - \cos(60^\circ + \gamma) = 2 \times 2\pi \times 50 \times 1 \times 10^{-3} \times 20.9 / (\sqrt{6} \times 180)$

$\cos(60^\circ + \gamma) = 0.4702$

$\gamma = 61.95^\circ - 60^\circ = 1.95^\circ$ (2 分)

3. 在降压斩波电路如下图所示，已知 $E=50V$ ， $R=2\Omega$ ， L 值极大， $E_m=20V$ ，采用脉宽调制控制方式，当 $T=50\mu s$ ， $t_{on}=30\mu s$ 时，计算输出电压的平均值 U_0 和输出电流平均值 I_0 。（假设通过电感的电流连续）。（8 分）



解：由于 L 值极大，故负载电流连续，于是输出电压平均值为

$U_0 = \frac{t_{on}}{T} E = \frac{30 \times 50}{50} = 30(V)$ (4分)

输出电流平均值为

$I_0 = \frac{U_0 - E_m}{R} = \frac{30 - 20}{2} = 5(A)$ (4分)