

电力电子技术基础（中）

2022 年秋季学期线上期末试题

任课教师：陆海峰

考试时间：2023 年 1 月 3 日

一、选择题 (6 分)

1. 图形符号代表以下哪种器件？

- (A) SCR (B) IGBT (C) D (D) GTO



图 1

2. 三相电流型方波逆变器，通常每只管子导通_____度。

- (A) 60 (B) 180 (C) 120 (D) 90

3. 3 台电流型方波逆变器直接并联多重化输出，一般依次滞后_____度。

- (A) 20 (B) 30 (C) 60 (D) 10

4. 图形符号代表以下哪种器件？

- (A) IGBT (B) BJT (C) MOSFET (D) GTO



图 2

5. 一路 SPWM 信号，某个 PWM 周期的占空比是 0.7，已知调制波为 $m \sin \theta$ ，已知 $\theta = \frac{\pi}{6}$ ，则 $m =$ _____

- (A) 0.8 (B) 0.7 (C) $\frac{7}{5\sqrt{3}} \approx 0.8083$ (D) $\frac{4}{5\sqrt{3}} \approx 0.46$

6. 以下电路中，_____ 不能实现有源逆变。

- (A) 三相半波整流电路 (B) 三相桥式半控整流电路
(C) 单相桥式全控整流电路 (D) 三相桥式全控整流电路

二、填空题 (14 分)

1. 列举四种典型的异步电动机改变转差率调速方法：_____、_____、_____、_____，其中第三种方法由于利用了转差功率，因此效率较高。
2. 关断缓冲吸收电路有_____、_____、_____、_____ 缓冲吸收电路。
3. 正激式功率变换器的隔离变压器一般有_____ 套绕组,其输出电压关系与输入电压关系为_____。
4. 异步电动机采用变频控制时，如果转速从启动逐步上升到额定转速，其定子电压将_____ (A. 逐步增加 B. 保持不变 C. 逐步减小)，电机气隙磁通_____ (A. 逐步增加 B. 保持不变 C. 逐步减小)；如在额定频率基础上进一步提高运行频率，定子电压将_____ (A. 逐步增加 B. 保持不变 C. 逐步减小)，电机气隙磁通_____ (A. 逐步增加 B. 保持不变 C. 逐步减小)。

三、简答题 (11 分)

1. 下面 A、B 两幅图分别表示了什么半导体器件的结构原理？这两种器件各自有什么特点？（答几个要点即可）？

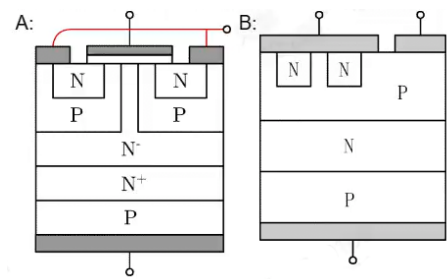


图 3

2. 简要描述直流电机双闭环调整系统启动过程中两个闭环的先后作用顺序及主要被控制量的调节过程。

四、计算题 (69 分)

1. (23 分) 三相桥式半控晶闸管整流电路带他励直流电机调速运行。已知电源为线电压有效值 380V 的普通市电，不计电源内阻抗；电枢绕组电阻为 2Ω ，绕组电感足够大；要求电动机运行在额定工况时，电枢电流为 22A、整流电路输出平均电压为 440V。
 - (a) 请画出等效电路图。(3 分)
 - (b) 电路中，晶闸管一般应接成共阴极连接还是共阳极连接？为什么？(2 分)
 - (c) 求触发角。(3 分)
 - (d) 画出一个周期中负载电压 u_L 的波形和 A 相晶闸管承受的电压波形 u_{T1} 。(6 分)
 - (e) 计算流过晶闸管的电流平均值与有效值，并选择晶闸管（留一倍裕量）。(5 分)
 - (f) 计算网侧电流有效值和整流装置的容量。(4 分)

2. (14 分) 他励直流电动机转速单闭环调速系统, 电机参数为: $U_{nom} = 220V$, $I_{nom} = 25A$, $n_{nom} = 1000r/min$, $R_a = 0.8\Omega$, $L_a = 20mH$, 机电时间常数 $T_m = 0.5s$, 采用桥式 DC-DC 变换器供电, 变换器电压放大系数 $K_S = 50$, 开关周期 $T_s = 0.0001s$, 内阻可忽略; 速度反馈系数 $\alpha = 0.005V \cdot min/r$, 速度反馈环节延时 $T_n = 0.001s$, 转速调节采用比例调节器 $K_p = 10$ 。求:
- 在额定负载工况下, 如给定转速指令为 $U^* = 5V$, 求电机稳态运行转速。(8 分)
 - 画出该调速系统的动态结构图。(6 分)
3. (18 分) 一个升降压斩波器, 已知输入 E 为 $24V$, 要求输出 U_o 为 $16 \sim 36V$ 。负载电阻 10Ω , 开关频率为 $10kHz$, 工作在电流连续模式并假设输出滤波电容足够大。要求:
- 以 N 沟道 MOSFET 为主开关, 画出电路图; 以输出电压的实际电压极性和电感电流的实际流向作为参考正方向, 并在图中用箭头标示出来。(3 分)
 - 根据伏秒平衡原理, 推导稳态下占空比 D 与输入、输出电压的关系, 并给出占空比的取值范围。(6 分)
 - 推导电感电流纹波值 $\Delta I = I_{max} - I_{min}$ 的表达式; 推导电感平均电流 I_{av} 的表达式。(6 分)
 - 要保证电感电流连续, 电感值至少应为多少? (3 分)

4. (14 分) 有一台三相电压型 PWM 逆变器带感性负载, 使用普通七段法 SVPWM 技术, 已知 PWM 频率为 10kHz, 直流母线电压为 300V。希望输出的 ABC 三相电压分别为 $80 \cos 100\pi t$ 、 $80 \cos \left(100\pi t - \frac{2}{3}\pi\right)$ 、 $80 \cos \left(100\pi t - \frac{4}{3}\pi\right)$ 。
- (a) 根据空间电压矢量的定义, 并按 $\frac{2}{3}$ 的变换系数, 请直接写出 (不用推导) 空间电压矢量 $V_{ref} = V_{\alpha} + jV_{\beta}$ 的表达式。(4 分)
- (b) 当 $t = 8ms$ 时, 画出六个基本矢量及扇区示意图, 标记出参考电压矢量所在扇区和用以矢量合成的两个基本矢量, 并进行矢量分解, 计算两个基本矢量的占空比 (6 分)。
- (c) 续 (b), 进一步计算出三相 PWM 波形的脉冲宽度, 画出当前 PWM 周期的三相 PWM 波形示意图, 并将脉冲宽度标注在图中。(4 分)