



电力电子技术 (试卷 A)

题号	一	二	三	四	五	总分	登分人	审核人
分数								

答卷注意事项:

1. 学生必须用蓝色 (或黑色) 钢笔、圆珠笔或签字笔直接在试题卷上答题。
2. 答卷前请将密封线内的项目填写清楚。
3. 字迹要清楚、工整, 不宜过大, 以防试卷不够使用。
4. 本卷共 五 大题, 总分为 100 分。

得分	评卷人

一、填空题 (每空 2 分, 共 10 分)

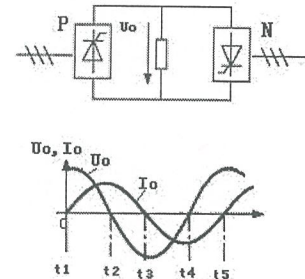
1. 在 GTR、GTO、IGBT 与 MOSFET 中, 开关速度最快的是\_\_\_\_\_。
2. 设三相电源的相电压为  $U_2$ , 三相半波可控整流电路接电阻负载时, 晶闸管能承受的最大反向电压为\_\_\_\_\_。
3. 直流斩波电路完成的是直流到\_\_\_\_\_的变换。
4. 面积等效原理是指\_\_\_\_\_相等, \_\_\_\_\_不同的窄脉冲加在具有惯性的环节上时, 其效果基本相同。
5. GTO 的\_\_\_\_\_结构是为了便于实现门极控制关断而设计的。

得分	评卷人

二、单项选择题 (每题 3 分, 共 15 分)

1. 电力电子器件主要用在( )。
  - A、主电路
  - B、控制电路
  - C、驱动电路
  - D、触发电路
2. 对于同一晶闸管, 维持电流  $I_H$  与擎住电流  $I_L$  之间的大小关系应该有  $I_H$  ( )  $I_L$ 。
  - A、大于
  - B、小于
  - C、等于
  - D、不确定

3. 单相半控桥整流电路的两组触发脉冲依次相差 ( )。
  - A、 $60^\circ$
  - B、 $120^\circ$
  - C、 $180^\circ$
  - D、 $360^\circ$
4. 对于单相交交变频电路如右图, 在  $t_2 \sim t_3$  时间段内, P 组晶闸管变流装置与 N 组晶闸管变流装置的工作状态是( )。
  - A、P 组阻断, N 组整流
  - B、P 组阻断, N 组逆变
  - C、N 组阻断, P 组整流
  - D、N 组阻断, P 组逆变
5. 依靠变流器自身原因实现换流的换流方式是 ( )。
  - A、器件换流和电网换流
  - B、器件换流和强迫换流
  - C、电网换流
  - D、负载换流



得分	评卷人

三、多项选择题 (每题 4 分, 共 20 分)

1. 以下哪点属于电流型逆变电路的特点 ( )。
  - A、输出电流为矩形方波
  - B、输出电压为矩形方波
  - C、直流侧电流基本无脉动
  - D、直流回路呈现高阻抗
2. 晶闸管的换相重叠角与电路的 ( ) 参数有关。
  - A、触发角  $\alpha$
  - B、变压器漏抗  $X_B$
  - C、平均电流  $I_d$
  - D、电源相电压  $U_2$
3. 桥式可逆斩波电路用于拖动直流电动机时, 可使电动机工作于 ( )。
  - A、第一象限
  - B、第二象限
  - C、第三象限
  - D、第四象限
4. 关于单相桥式 PWM 逆变电路, 下面说法错误的是 ( )。
  - A、在一个周期内, 单极性调制时有一个电平, 双极性有两个电平。
  - B、在一个周期内, 单极性调制时有两个电平, 双极性有三个电平。
  - C、在一个周期内, 单极性调制时有三个电平, 双极性有两个电平。
  - D、在一个周期内, 单极性调制时有两个电平, 双极性有一个电平。
5. 无源逆变电路中, 以下半导体器件, 采用器件换流的有 ( )。
  - A、GTO
  - B、SCR
  - C、MOSFET
  - D、IGBT

得分	评卷人

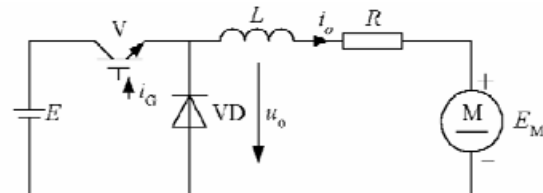
四、判断题 (每题 2 分, 共 10 分)

- ( ) 1. 给晶闸管加上正向阳极电压就会导通。
- ( ) 2. 开启电压是耗尽型场效应管的参数, 关断电压是增强型场效应管的参数。
- ( ) 3. 无源逆变指的是把直流电能转变成交流电能送给电网。
- ( ) 4. 在单相工频桥式可控整流电路中, 电路输出电压波形的脉动频率为 50Hz。
- ( ) 5. 单相交流调压电路, 带电阻负载, 触发角越大, 功率因数越低。

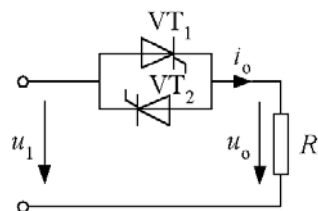
得分	评卷人

五、计算题 (4 小题, 共 45 分)

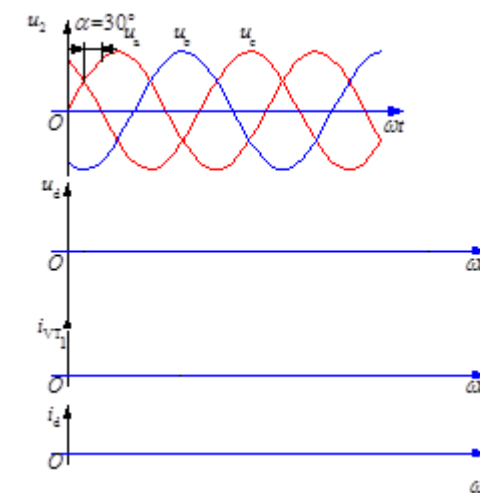
(共 6 分) 1. 在下图所示电路中, 已知  $E=200V$ ,  $R=10\Omega$ ,  $L$  值极大,  $E_M=30V$ , 采用脉宽调制控制方式, 当  $T=50\mu s$ ,  $t_{on}=20\mu s$  时, 计算输出电压平均值  $U_o$ , 输出电流平均值  $I_o$ 。



(共 15 分) 2. 一台调光台灯由单相交流调压电路供电, 设该台灯可看作电阻负载, 在  $\alpha=0^\circ$  时输出功率为最大值, 试求功率为最大输出功率的 50% 时的开通角  $\alpha$ 。



(共 16 分) 3. 三相半波可控整流电路,  $U_2=100V$ , 带电阻电感负载,  $R=5\Omega$ ,  $L$  值极大, 当  $\alpha=60^\circ$  时, 要求: 画出  $u_d$ 、 $i_d$  和  $i_{VT1}$  的波形; 计算  $U_d$ 、 $I_d$ 、 $I_{dT}$  和  $I_{VT}$ 。



(共 8 分) 4. 三相桥式电压型逆变电路,  $180^\circ$  导电方式,  $U_d=100V$ 。试求输出相电压的基波幅值  $U_{UN1m}$  和有效值  $U_{UN1}$ 、输出线电压的基波幅值  $U_{UV1m}$  和有效值  $U_{UV1}$ 。

订 线

班级: \_\_\_\_\_ 姓名: \_\_\_\_\_ 学号: \_\_\_\_\_

榆林学院 2019—2020 学年第二学期期末考试  
能源工程学院（系） 2018 级电气工程及其自动化专业



电力电子技术(试卷 B)

题号	一	二	三	四	五	总分	登分人	审核人
分数								

**答卷注意事项:**

1. 学生必须用蓝色（或黑色）钢笔、圆珠笔或签字笔直接在试题卷上答题。
2. 答卷前请将密封线内的项目填写清楚。
3. 字迹要清楚、工整，不宜过大，以防试卷不够使用。
4. 本卷共 五 大题，总分为 100 分。

得分	评卷人

一、填空题（每空 2 分，共 10 分）

1. 复合斩波电路是由\_\_\_\_\_结构的基本斩波电路组成的。
2. 交流调压电路是通过改变电路中晶闸管的\_\_\_\_\_来调节输出电压有效值大小的。
3. 降压斩波电路中，已知电源电压  $U_i=20V$ ，导通比  $\alpha=0.4$ ，则负载电压  $U_d=_____V$ 。
4. 斩波电路的控制方式中， $T$  不变，改变  $t_{on}$  的调制方式称为\_\_\_\_\_。
5. 整流电路输出电压产生缺角的原因是由于考虑\_\_\_\_\_引起的。

得分	评卷人

二、选择题（每题 3 分，共 30 分）

1. 在一般可逆电路中，最小逆变角  $\beta_{min}$  选在下面那一种范围合理（ ）。  
A、 $30^\circ-35^\circ$     B、 $10^\circ-15^\circ$     C、 $0^\circ-10^\circ$     D、 $0^\circ$
2. 下面哪种功能不属于变流的功能（ ）

- A、有源逆变    B、交流调压    C、变压器降压    D、直流斩波
3. 单相半控桥整流电路的两只晶闸管的触发脉冲依次应相差（ ）。  
A、 $60^\circ$     B、 $120^\circ$     C、 $180^\circ$     D、 $360^\circ$
  4. 如某晶闸管的正向阻断重复峰值电压为  $745V$ ，反向重复峰值电压为  $825V$ ，则该晶闸管的额定电压应为（ ）  
A、 $700V$     B、 $750V$     C、 $800V$     D、 $850V$
  5. 三相全控桥式整流电路带电阻负载，当触发角  $\alpha=0^\circ$  时，输出的负载电压平均值为（ ）。  
A、 $0.45U_2$     B、 $0.9U_2$     C、 $1.17U_2$     D、 $2.34U_2$
  6. 变流器工作在逆变状态时，控制角  $\alpha$  必须在（ ）度。  
A、 $0^\circ-90^\circ$     B、 $30^\circ-120^\circ$     C、 $60^\circ-150^\circ$     D、 $90^\circ-150^\circ$ ;
  7. 电容滤波的三相不可控整流电路，电流连续与断续的临界条件是（ ）。  
A、 $\omega RC=2$     B、 $\omega RC=\sqrt{2}$     C、 $\omega RC=3$     D、 $\omega RC=\sqrt{3}$
  8. 在下面几种电路中，能实现有源逆变的电路是（ ）。  
A、三相半波可控整流电路    B、三相半控桥整流电路  
C、单相全控桥续流二极管电路    D、单相半控桥整流电路
  9. 三相半波可控整流电路在换相时，换相重叠角  $\gamma$  与哪几个参数有关（ ）。  
A、 $\alpha$ 、 $I_d$ 、 $X_B$ 、 $U_2$     B、 $\alpha$ 、 $I_d$     C、 $\alpha$ 、 $U_2$     D、 $\alpha$ 、 $U_2$ 、 $X_B$
  10. 下面哪个电力电子器件无反向阻断能力（ ）。  
A、大功率三极管    B、逆导型晶闸管  
C、功率场效应管    D、绝缘栅双极晶体管

得分	评卷人

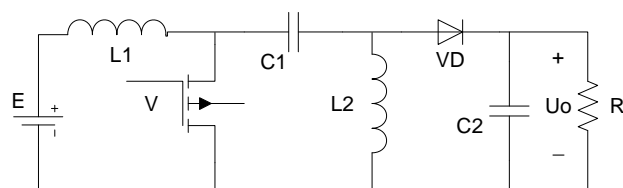
三、判断题（每题 2 分，共 10 分）

1. 晶闸管和 GTO 都属于 PNP 四层半导体结构，所以两者都可以通过门极使其关断。（ ）
2. 在单相交变频电路中，当  $u_o>0$ ， $i_o>0$  时，说明是正组变流器处于逆变状态。（ ）
3. 有源逆变指的是把直流电能转变成交流电能送给负载。（ ）
4. 晶闸管并联使用时，必须注意均流问题。（ ）
5. 电流型逆变电路在直流侧串接大电感，保证直流侧电流基本无脉动。（ ）

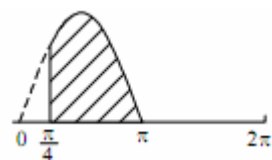
得分	评卷人

四、简算题（两小题，共 16 分）

1. 利用伏秒平衡推导下图所示电路中输出电压  $U_o$  的表达式。（共 6 分）  
（设开关导通时间为  $t_{on}$ ；开关关断时间为  $t_{off}$ ）



2. 如下图中阴影部分为晶闸管处于通态区间的电流波形，其电流最大值为  $I_m$ ，试计算该波形的电流平均值  $I_d$  与电流有效值  $I$ ；如果不考虑安全裕量，问 100A 的晶闸管能送出的平均电流  $I_d$  为多少，相应的电流最大值  $I_m$  为多少？（10 分）

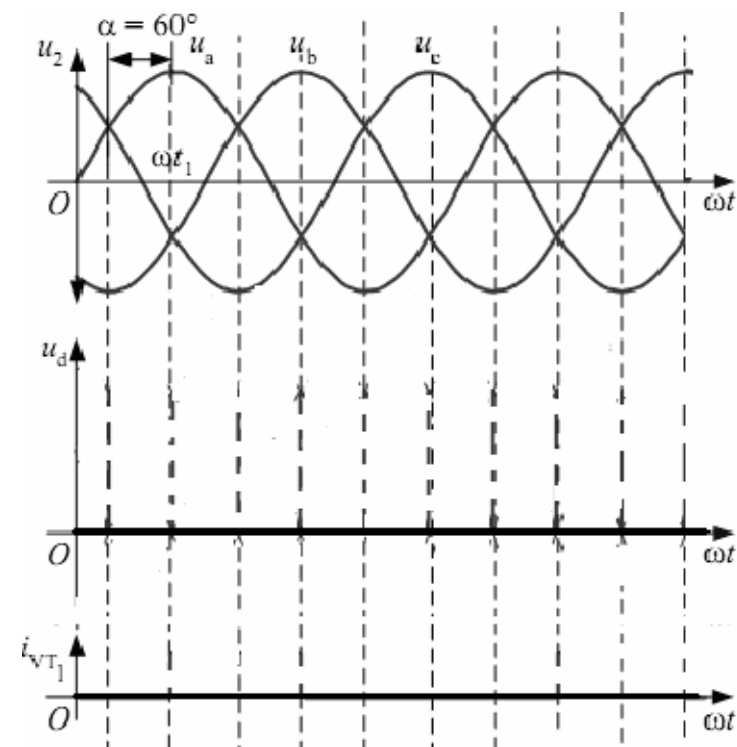


得分	评卷人

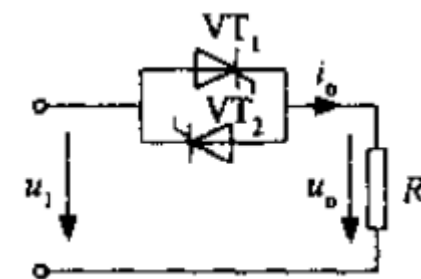
五、分析计算题（两小题，共 34 分）

- （共 20 分）1. 三相全控桥，反电动势阻感负载， $E=200V$ ， $R=1\Omega$ ， $L$  极大， $U_2=220V$ ， $\alpha=60^\circ$ ，当  
（1） $L_B=0$ ，分别求  $U_d$ 、 $I_d$  的值；  
（2） $L_B=1mH$ ，分别求  $U_d$ 、 $I_d$  与  $\gamma$  的值，并画出  $u_d$  与  $i_{VT1}$  的波形。

其中  $\Delta U_d = \frac{3X_B I_d}{\pi}$ ； $\cos\alpha - \cos(\alpha + \gamma) = \frac{2X_B I_d}{\sqrt{6}U_2}$ 。



2. 一调光台灯由单相交流调压电路供电，设该台灯可看做是电阻负载，在  $\alpha=0^\circ$  时，输出功率为最大值，试求功率为最大功率的 80% 时的触发延迟角  $\alpha$ 。其中  $u_1 = \sqrt{2}U_1 \sin \omega t$ 。（共 14 分）



订.....线.....装.....

班级：\_\_\_\_\_ 姓名：\_\_\_\_\_ 学号：\_\_\_\_\_

下.....线.....订.....

榆林学院 2019—2020 学年第二学期期末考试  
能源工程学院（系） 18 级电气工程及其自动化专业  
电力电子技术(试卷 A)答案

一、填空题（每空 2 分，共 10 分）

1. MOSFET      2.  $\sqrt{U_1}$       3. 直流      4. 冲量； 形状      5. 多元

二、单项选择题（每题 3 分，共 15 分）

1~5. ABCDB;

三、多项选择题（每题 4 分，共 20 分）

1. ACD      2. ABCD      3. AC      4. ABD      5. ACD

四、判断题（每题 2 分，共 10 分）

1. ×, 2. ×, 3. ×, 4. ×, 5. √

五、计算题（共 45 分）

1. （共 6 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

$$U_0 = \frac{t_{on}}{T} E = \frac{20 \times 200}{50} = 80(V) \quad (3 \text{ 分})$$

输出电流平均值为

$$I_0 = \frac{U_0 - E_M}{R} = \frac{80 - 30}{10} = 5(A) \quad (3 \text{ 分})$$

2. （共 15 分）

解： $\alpha=0^\circ$ 时的输出电压最大，为  $U_{0\max} = \sqrt{\frac{1}{\pi} \int_0^\pi (\sqrt{2}U_1 \sin \omega t) dt} = U_1 \quad (3 \text{ 分})$

此时负载电流最大，为  $I_{0\max} = \frac{u_{o\max}}{R} = \frac{U_1}{R} \quad (3 \text{ 分})$

因此最大输出功率为  $P_{\max} = U_{0\max} I_{0\max}$

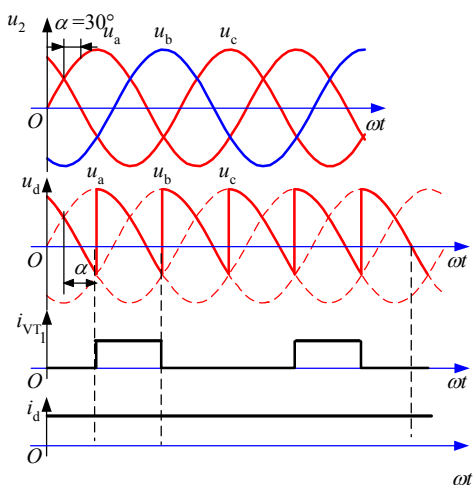
输出功率为最大输出功率的 50%时，有： $U_0 = \sqrt{0.5}U_1 \quad (3 \text{ 分})$

$$\text{又由} \quad U_0 = U_1 \sqrt{\frac{\sin 2\alpha}{2\pi} + \frac{\pi - \alpha}{\pi}} \quad (3 \text{ 分})$$

$$\alpha = 90^\circ \quad (3 \text{ 分})$$

3. (共 16 分)

解: ①  $u_d$ 、 $i_d$  和  $i_{VT1}$  的波形如下图: (2+1+1=4 分)



②  $U_d$ 、 $I_d$ 、 $I_{dT}$  和  $I_{VT}$  分别如下:

$$U_d = 1.17 U_2 \cos \alpha = 1.17 \times 100 \times \cos 60^\circ = 58.5 \text{ (V)} \quad (3 \text{ 分})$$

$$I_d = U_d R = 58.5 / 5 = 11.7 \text{ (A)} \quad (3 \text{ 分})$$

$$I_{dT} = I_d / 3 = 11.7 / 3 = 3.9 \text{ (A)} \quad (3 \text{ 分})$$

$$I_{VT} = I_d / \sqrt{3} = 6.755 \text{ (A)} \quad (3 \text{ 分})$$

4. (共 8 分)

$$U_{UN1m} = \frac{2U_d}{\pi} = 0.637U_d = 63.7(V) \quad (2 \text{ 分})$$

$$U_{UN1} = \frac{U_{UN1m}}{\sqrt{2}} = 0.45U_d = 45(V) \quad (2 \text{ 分})$$

$$U_{UV1m} = \frac{2\sqrt{3}U_d}{\pi} = 1.1U_d = 110(V) \quad (2 \text{ 分})$$

$$U_{UV1} = \frac{U_{UV1m}}{\sqrt{2}} = \frac{\sqrt{6}}{\pi} U_d = 0.78U_d = 78(V) \quad (2 \text{ 分})$$

榆林学院 2019—2020 学年第二学期期末考试  
能源工程学院（系）2018 级电气工程及其自动化专业  
电力电子技术(试卷 B) 答案

一、填空题（每空 2 分，共 10 分）

1. 不同      2. 触发角 ( $\alpha$ )      3. 8      4. PWM(调宽型)      5. 变压器漏感

二、选择题（每题 3 分，共 30 分）

1~5. ACCBD;      6~10. DDAAB

三、判断题（每题 2 分，共 10 分）

1.  $\times$ , 2.  $\times$ , 3.  $\times$ , 4.  $\checkmark$ , 5.  $\checkmark$  .;

四、简算题（共 16 分）

1.（共 6 分）

$$\text{对于 } L_1: E \cdot t_{on} = (U_{c1} + U_o - E) \cdot t_{off} \quad (2 \text{ 分})$$

$$\text{对于 } L_2: U_{c1} \cdot t_{on} = U_o \cdot t_{off} \quad (2 \text{ 分})$$

$$\text{联立方程可得: } U_o = \frac{t_{on}}{t_{off}} \cdot E \quad (2 \text{ 分})$$

2.（共 10 分）

$$I_d = \frac{1}{2\pi} \int_{\frac{\pi}{4}}^{\pi} I_m \sin wt d(wt) = \frac{I_m}{2\pi} \left( \frac{\sqrt{2}}{2} + 1 \right) \approx 0.27I_m \quad (2 \text{ 分})$$

$$I = \sqrt{\frac{1}{2\pi} \int_{\frac{\pi}{4}}^{\pi} (I_m \sin wt)^2 d(wt)} = \frac{I_m}{2} \sqrt{\frac{3}{4} + \frac{1}{2\pi}} \approx 0.48I_m \quad (2 \text{ 分})$$

额定电流  $I_{T(AV)} = 100A$  的晶闸管，允许的电流有效值  $I=157A$ ,      (2 分)

$$I_m \approx \frac{I}{0.48} \approx 327A \quad (2 \text{ 分})$$

$$I_d \approx 0.27I_m \approx 88A \quad (2 \text{ 分})$$

五. 分析计算题 (共 34 分)

1. (共 20 分)

①当  $L_B=0$  时: (6 分)

$$U_d = 2.34 U_2 \cos \alpha = 2.34 \times 220 \times \cos 60^\circ = 257.4 \text{ (V)}$$

$$I_d = (U_d - E) / R = (257.4 - 200) / 1 = 57.4 \text{ (A)}$$

②当  $L_B=1\text{mH}$  时 (9 分)

$$U_d = 2.34 U_2 \cos \alpha - \Delta U_d$$

$$\Delta U_d = 3X_B I_d / \pi$$

$$I_d = (U_d - E) / R$$

解方程组得:

$$U_d = (2.34 \pi U_2 R \cos \alpha + 3X_B E) / (\pi R + 3X_B) = 244.15 \text{ (V)}$$

$$I_d = 44.15 \text{ (A)}$$

$$\Delta U_d = 13.25 \text{ (V)}$$

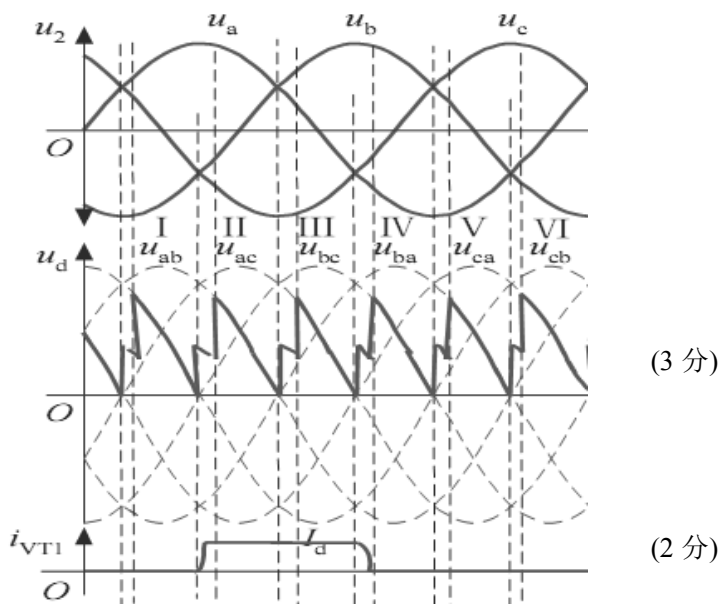
$$\text{又} \because \cos \alpha - \cos(\alpha + \gamma) = 2X_B I_d / \sqrt{6} U_2$$

$$\cos(60^\circ + \gamma) = 0.4485$$

$$\gamma = 63.35^\circ - 60^\circ = 3.35^\circ$$

$u_d$  和  $i_{VT1}$  的波形如下:





(3分)

(2分)

2. (共14分)

当 $\alpha=0$ 时的输出电压最大  $U_{o\max} = \sqrt{\frac{1}{\pi} \int_0^\pi (\sqrt{2}U_1 \sin wt)^2 d(wt)} = U_1$  (3分)

此时最大输出功率为:  $P_{\max} = \frac{U_{o\max}^2}{R} = \frac{U_1^2}{R}$  (3分)

当输出功率为最大输出功率的50%时, 有  $U_o = \sqrt{0.8}U_1$  (3分)

而此时  $U_o = U_1 \sqrt{\frac{\sin 2\alpha}{2\pi} + \frac{\pi - \alpha}{\pi}}$ , (3分)

得  $\alpha=60.54^\circ$ 。 (2分)