

一、例题精解

【例题 20.1】 单相桥式可控整流电路如图 20.1 所示, 已知 $R_L=20\Omega$, 要求 U_o 在 $0\sim 60V$ 的范围内连续可调。(1) 估算变压器副边电压值 U_2 (考虑电源电压的 10% 波动);

(2) 求晶闸管控制角 α 的变化范围; (3) 如果不用变压器, 直接将整流电路的输入端接在 220V 的交流电源上, 要使 U_o 仍在 $0\sim 60V$ 范围内变化, 问晶闸管的控制角 α 又将怎样变化?

【解】(1) 因为 $U_o = 0.9U_2 \frac{1+\cos\alpha}{2}$

当 $\alpha = 0^\circ$ 时, $U_o = 0.9U_2$, 所以副边最低电压

$$U_2 = \frac{U_o}{0.9} = \frac{60}{0.9} \approx 67V \text{ 考虑电源电压波动}$$

10%, 取 U_2 为 $67 \times 1.1 = 74V$ 。

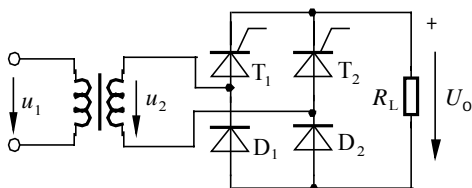


图 20.1 例题 20.1 的图

(2) 根据单相桥式可控整流电路的计算式, 即

$$U_o = 0.9U_2 \frac{1+\cos\alpha}{2}$$

当 $U_o = 0V$ 时, 则 $\alpha = 180^\circ$;

$$\text{当 } U_o = 60V \text{ 时, 则 } 60 = 0.9 \times 74 \times \frac{1+\cos\alpha}{2}。$$

所以 $\cos\alpha = 0.8$, $\alpha = 36.9^\circ$

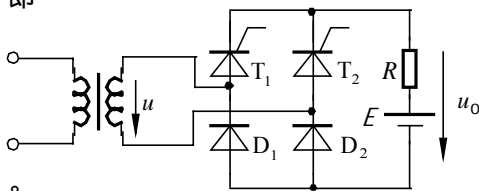


图 20.2 (a) 例题 20.2 的图

即控制角 α 的变化范围为 $36.9^\circ \sim 180^\circ$ 。

(3) 如果不用变压器, 则 $U_o = 0.9 \times 220 \times \frac{1+\cos\alpha'}{2}$ 。

$$\text{当 } U_o = 60V \text{ 时, } \cos\alpha' = \frac{2 \times 20}{0.9 \times 220} - 1 = -0.4$$

所以 $\alpha' = 113.6^\circ$

即控制角 α' 应在 $113.6^\circ \sim 180^\circ$ 之间变化。

【例题 20.2】 已知单相半控桥式整流电路如图 20.2 (a) 所示, 若 $u=20\sin tV$, $E=10V$ 二极管 D 及晶闸管 T 的导通压降忽略不计, 在控制极触发信号 u_G 的作用下见图 20.2 (b), 画出输出电压 u_o 的波形。

【解】 在 t 从 $0 \sim t_1$ 期间, 因无 u_G 信号, 即使晶闸管 T_1 处于正向电压下降, 但仍不导通, 所以此期间 $u_o = E$; 当 $t = t_1$ 时有了 u_G 信号, 由于此时 $u > E$, 所以晶闸管 T_1 正向导通, 忽略其上导通压降, 则 $u_o = u$; 当 u 下降, 在 $u < E$ 时, T_1 受反向电压而关断, 此时 $u_o = E$, 所以得 u_o 波形如图 20.2 (b) 所示。

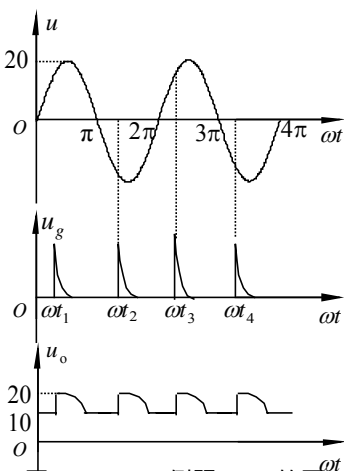


图 20.2 (b) 例题 20.2 的图

【例题 20.3】 在图 20.3 所示单相半控桥式整流电路中, 负载的电阻值为 5Ω , 输入交流电压 $U_2=220V$, 负载的额定励磁电压为 $110V$ 。求可控硅和续流二极管电流平均值。

【解】 已知 $U_o=100\text{V}$, $U_2=220\text{V}$ 。根据

$$\frac{U_o}{U_2} = 0.9 \frac{1 + \cos \alpha}{2}$$

得 $\alpha = 90^\circ$

负载电流 $I_o = U_o/R = 100/5 = 20\text{A}$

流过可控硅和二极管的电流平均值

$$I_k = (\pi - \alpha) / 2\pi \times I_o \\ = (130^\circ - 90^\circ) / 360^\circ \times 20 = 5\text{A}$$

流过续流二极管的电流平均值

$$I_o = \alpha / \pi \times I_o = (90^\circ / 180^\circ) \times 20 = 10\text{A}$$

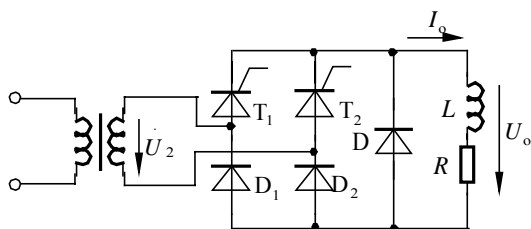


图 20.3 例题 20.3 的图

【例题 20.4】 试分析图 20.4 所示的可控整流电路的工作情况。

【解】 经二极管桥式整流电路整流所得的全波电压通过晶闸管加到负载电阻 R_L 上。晶闸管每周周期导通两次，每次最大导通角为 180° 。改变导通角，就可改变 R_L 上的电压 U_o 的大小。晶闸管所承受的最高正向电压为 $\sqrt{2}U$ ，不受反向电压。

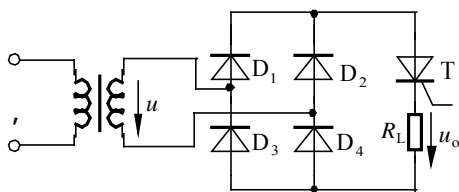


图 20.4 例题 20.4 的图

二、习题精选

【习题 20.1】 某一电阻性负载，需要直流电压 60V 、电流 30A 。今采用单相半波可控整流电路，直接由 220V 电网供电。试计算晶闸管的导通角、电流的有效值，并选用晶闸管。

【习题 20.2】 有一单相半波可控整流电路，负载电阻 $R_L=10\Omega$ ，直接由 220V 电网供电。控制角 $\alpha = 60^\circ$ 。试计算整流电压的平均值、整流电流的平均值和电流的有效值，并选用晶闸管。

【习题 20.3】 试分析图 20.5 所示的可控硅整流电路的工作情况，画出 u_o 、 i_K 、 i_{D1} 、 i_{D2} 、 i_{D3} 、 i_{D4} 、 i_{DK} 的波形图，并说明该电路最大移相范围是多少？

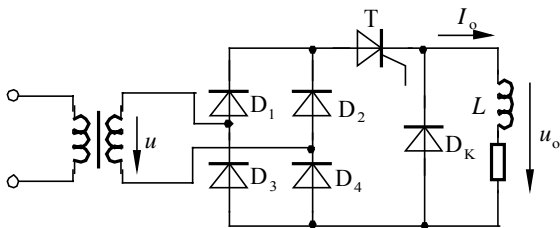


图 20.5 习题 20.3 的图

三、习题答案

- 【习题 20.1】 (1) $\alpha = 77.76^\circ$
(2) $I = 62\text{A}$

$$(3) U_{FM} = U_{RM} = 310V, U_{FRM} \quad (2 \sim 3) U_{FM} = (620 \sim 930) V, \\ U_{RRM} \quad (2 \sim 3) U_{RM} = (620 \sim 930)V, I_T = I_o = 30A$$

【习题 20.2】 (1) $U = 66.7V$

$$(2) U_{FM} = U_{RM} = 94V, I_T = I_D = 5A,$$

$$U_{FRM} \quad (2 \sim 3) U_{FM}, U_{RRM} \quad (2 \sim 3) U_{RM}$$

【习题 20.3】 图 20.5 (a)所示线路是桥式整流器且输出端只用一个可控硅的可控整流电路。因为电路带感性负载，为防止可控硅关断不断，所以必需加续流二极管 D_K ，其电压和电流波形如图 20.5 (b)所示。

可控硅每半个周期导电一次，每次为 $\pi - \alpha$ 。桥臂上的整流管每一周期导电 $\pi - \alpha$ ，续流二极管每半个周期导电一次，每次为 α 。

该电路的最大移相范围为 180° 。可控硅所承受的正向电压为 $\sqrt{2}U$ 。

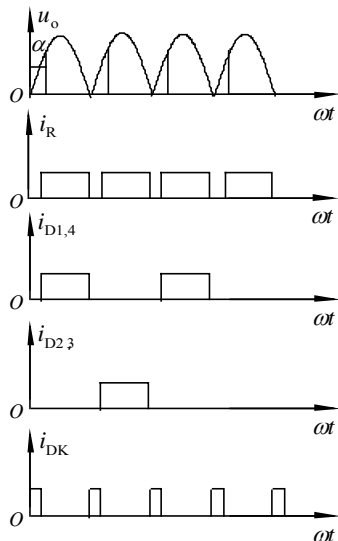


图 20.5 (b) 习题 20.3 的图