

电力电子技术 复习资料

一、名词解释 (每小题 2 分, 共 10 分)

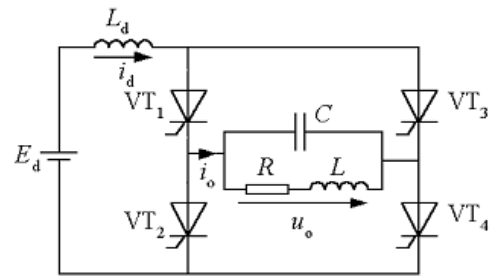
- 1.自然换相点
- 2.IGBT
- 3.换相重叠角
- 4.强迫换流
- 5.脉宽调制法

二、填空题(每空 1 分, 共 18 分)

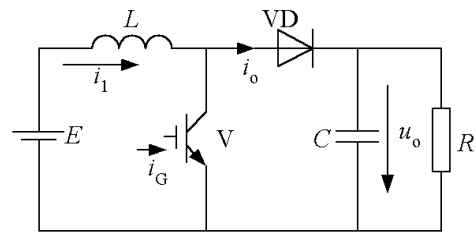
- 6.晶闸管的动态参数有断态电压临界上升率 du/dt 和通态电流临界上升率 di/dt 等, 若 du/dt 过大, 就会使晶闸管出现_____, 若 di/dt 过大, 会导致晶闸管_____。
- 7.单相全控桥可控整流电路中功率因数 $\cos \phi$ 比单相半波可控整流电路的功率因数提高了_____倍。各管上承受的最大反向电压为_____。
- 8.三相桥式可控整流电路带电阻性负载工作时, 在控制角 $\alpha \geq 60^\circ$ 时, 负载电流出现_____。晶闸管所承受的最大反向电压为_____。
- 9.在单相全控桥整流电路带反电势负载时, 若交流电源有效值为 U_2 , 反电势为 E 时, 提前关断角 $\delta =$ _____, 若晶闸管不导通时, 输出电压应为_____。
- 10.三相桥式可控整流电路, 在电阻性负载时, 当控制角 $\alpha \leq 30^\circ$, 每个晶闸管的导通角 $\theta =$ _____。此电路的移相范围为_____。
- 11.单相桥式整流电路在一个周期内换相_____次; 三相桥式整流电路在一个周期内换相_____次。
- 12.升降压斩波电路呈现升压状态的条件为_____。
- 13.当采用 6 脉波三相桥式电路且电网频率为 50HZ 时, 单相交-交变频电路的输出上限频率约为_____。
- 14.整流和有源逆变的本质是电能的交换, 有可能发生_____短路, 即 U_d 和 E _____(填“同”或“反”)极性, 形成短路。
- 15.在逆变器中, 晶闸管的自然关断法, 是利用负载回路中的电感 L 和_____在产生振荡时, 电路中的电流具有_____的特点, 从而使晶闸管发生自然关断。

三、分析、作图题(第 16 题 10 分; 第 17 题 12 分, 共 22 分)

16. 说明下面斩波电路的类型及其工作原理，画出输出电压 u_o 、输出电流 i_o 波形

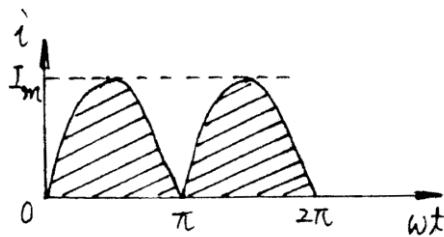


17. 下面逆变电路采用何种方式换流？试分析它的工作原理与过程。

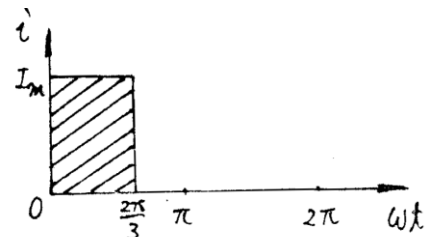


四、计算题(每题 10 分, 共 50 分)

18. 有两个电流波形波形如下图所示，最大值均为 I_m ，试分别求它们的电流平均值 I_d ，电流有效值 I 。



(a)



(b)

19. 单相半波可控整流电路对电阻性负载供电，已知 $U_2=220V$ ，要求输出直流平均电压 $U_d=80V$ ，试计算晶闸管的控制角 α ，导通角 θ 各为何值？

20. 三相全控桥变流器，反电动势阻感性负载， $R=1\Omega$ ， $L=\infty$ ， $U_2=220V$ ， $L_b=1mH$ ，当 $E=-400V$ 、 $\alpha=60^\circ$ 时求 U_d 、 I_d 与 γ 的数值，此时送回电网的有功功率是多少？

21. 在降压斩波电路中，已知 $E=200V$ ， $R=10\Omega$ ， L 值极大， $E_m = 30v$ ， $T = 50\mu s$ ， $t_{on} = 20\mu s$ ，计算输出电压的平均值 U_o 、输出电流的平均值 I_o 。

22. 在升压斩波电路中，已知 $E=50V$ ， $R=20\Omega$ ， L 值和 C 值极大， $T = 40\mu s$ ， $t_{on} = 25\mu s$ ，计算输出电压的平均值 U_o 、输出电流的平均值 I_o 。

答案:

一、名词解释(每小题 2 分, 共 10 分)

- 1.三相交流电三个相电压的交点,称为自然换相点。
- 2.绝缘栅双极晶体管。
- 3.由于变压器漏感的影响,将两只换流的晶闸管同时导通所经过的电角度,称为换相重叠角
- 4.设置附加的换流电路,给欲关断的晶闸管强迫施加反向电压或反向电流的换流方式称为强迫换流,是无源逆变电路的换流方式之一。
- 5.通过对一系列脉冲的宽度进行调制,来等效地获得所需要的波形(含形状和幅值)的方法。

二、填空题(每空 1 分, 共 18 分)

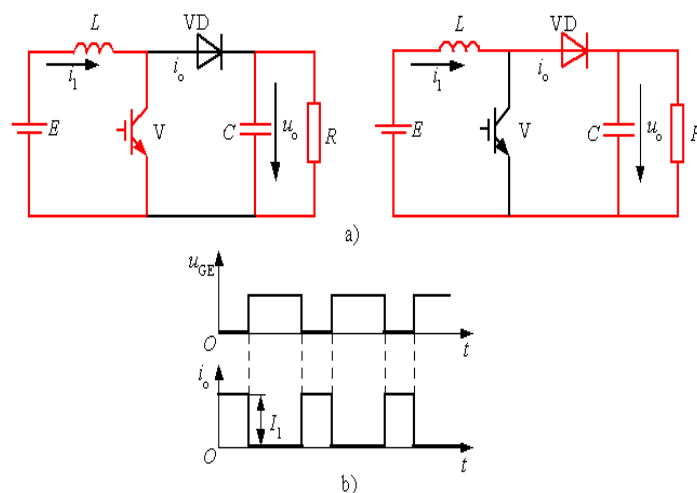
- 6.误导通、因局部过热而损坏
7. $\sqrt{2}$ 、 $\sqrt{2}U_2$
8. 断续、 $\sqrt{6}U_2$
9. $\sin^{-1} \frac{E}{\sqrt{2}U_2}$ 、反电势 E
10. 120° 、 $0 \sim 150^\circ$
11. 2、6
12. $0.5 < D < 1$ (D 为占空比)
13. 20HZ
14. 顺向串联、反
15. 电容 C、自然过零

三、分析、作图题(共 22 分)

16.工作原理:

假设 L 值、C 值很大, V 通时, E 向 L 充电, 充电电流恒为 I_1 , 同时 C 的电压向负载 R 供电, 因 C 值很大, 输出电压 U_o 为恒值, 记为 U_o 。设 V 通的时间为 t_{on} , 此阶段 L 上积蓄的能量为 $E I_1 t_{on}$

V 断时, E 和 L 共同向 C 充电并向负载 R 供电。设 V 断的时间为 t_{off} , 则此期间电感 L 释放能量为 $E I_1 t_{on} = (U_o - E) I_1 t_{off}$



升压斩波电路及其工作波形

a) 电路图 b) 波形

稳态时，一个周期 T 中 L 积蓄能量与释放能量相等，得 $U_o = \frac{t_{on} + t_{off}}{t_{off}} E = \frac{T}{t_{off}} E$

输出电压高于电源电压，故称升压斩波电路。也称之为 boost 变换器
进一步分析：

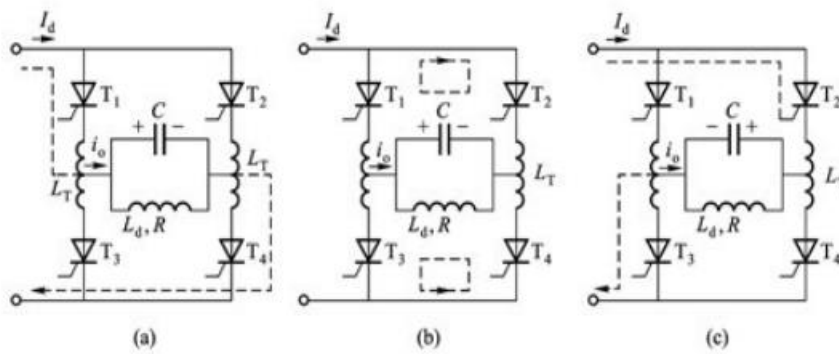
- a L 储能之后具有使电压泵升的作用
- b 电容 C 可将输出电压保持住

17. 答：本电路为并联谐振式逆变电路，采用负载换流。

并联谐振式逆变电路属电流型，故其交流输出电流波形接近矩形波，其中包括基波和各次谐波。

工作时晶闸管交替触发的频率应接近负载电路谐振频率，故负载对基波呈现高阻抗，对谐波呈现低阻抗，谐波在负载上几乎不产生压降，因此，负载电压波形为正弦波。又因基波频率稍大于负载谐振频率，负载电路呈容性， i_o 超前电压 u_o 一定角度，达到自动换流关断晶闸管的目的。

逆变电路换流的工作过程如下图所示。



四、计算题(共 50 分)

18.(1)对图(a)，电流平均值 $I_{da} = \frac{2I_m}{\pi}$

电流有效值 $I_a = \frac{I_m}{\sqrt{2}}$

(2)对图(b):电流平均值: $I_{db} = \frac{I_m}{3}$

电流有效值 $I_a = \frac{I_m}{\sqrt{3}}$

19.(1)由 $U_d = 0.45U_2 \frac{1+\cos\alpha}{2}$,得 $\cos\alpha = \frac{2U_d}{0.45U_2} - 1 = 0.616$

$\therefore \alpha = \arccos(0.616) = 52^\circ$

(2)导通角 $\theta = 180 - 52^\circ = 128^\circ$

$$20. I_d = \frac{U_d - E}{X_B + R} \quad (1)$$

$$\Delta U_d = \frac{6X_B I_d}{2\pi} = 3X_B I_d / \pi \quad (2)$$

$$U_d = 2.34U_2 \cos(\pi - \beta) - \Delta U_d \quad (3)$$

将 (1)、(2) 代入 (3) :

$$U_d = 2.34U_2 \cos(\pi - \beta) - 3X_B I_d / \pi = \frac{2.34U_2 \cos(\pi - \beta) * \pi(X_B + R) + 3X_B E}{(3 + \pi)X_B + \pi R}$$

【其中 $\cos(\pi - \beta) = -\cos\beta$; $X_B = 2\pi fL_B = 2 \times 3.14 \times 50 \times 1 \times 10^{-3} = 0.314 \Omega$ 】

$$U_d = \frac{-2.34 \times 220 \cos 60^\circ \times 3.14(0.314 + 1) + 3 \times 0.314 \times (-400)}{(3 + 3.14) \times 0.314 + 3.14 \times 1} = \frac{-1438.8}{5.068} = -283.9V$$

由式 (1) : $I_d = \frac{U_d - E}{X_B + R} = \frac{-283.9 - (-400)}{0.314 + 1} = 88.356A$

$$\cos\alpha - \cos(\alpha + \gamma) = \frac{2X_B I_d}{\sqrt{6}U_2} = \frac{2 \times 3.14 \times 88.356}{220\sqrt{6}} = 0.103$$

$$\cos(\alpha + \gamma) = \cos\alpha - 0.103 = \cos 120^\circ - 0.103 = -0.5 - 0.103 = -0.603$$

$$\cos^{-1}(-0.603) = \alpha + \gamma \rightarrow 127^\circ = 120^\circ + \gamma \rightarrow \gamma = 7^\circ$$

有功功率 $P_d = RI_d^2 + EI_d = 1 \times 88.356^2 + (-400) \times 88.356 = -27535.6W = -27.54KW$

逆变状态下 $P_d < 0$ 表明功率由直流侧送到交流侧。

21. 由于 L 值极大, \therefore 负载电流连续

$$\text{输出电压的平均值 } U_0 = \frac{t_{on}}{T} E = \frac{20 \times 200}{50} = 80V$$

$$\text{输出电流的平均值 } I_0 = \frac{U_0 - E_m}{R} = \frac{80 - 30}{10} = 5 \text{ 安}$$

22. 输出电压的平均值 $U_0 = \frac{T}{t_{off}} E = \frac{40}{40 - 15} \times 50 = 133.3V$

$$\text{输出电流的平均值 } I_0 = \frac{U_0}{R} = \frac{133.3}{20} = 6.67 \text{ 安}$$