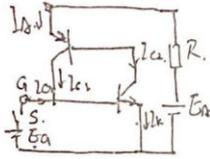


一、简答题



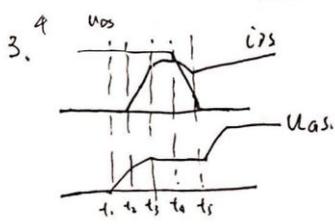
1. 说明晶闸管整流特性
 额定电流 I_{aT} 的含义, 持续平均最大电流 I_{aV} ?

导通条件: 阳极阴极加正向电压; 门极阴极加正向电压和电流
 关断条件: 反偏用管电流或 I_a 维持电流以下, 或门极电压加反压

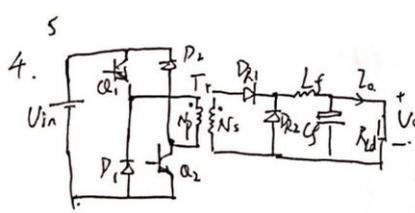
$I_a \rightarrow I_{aT} \rightarrow I_{aV} \rightarrow I_{aT}$

2. 晶闸管整流电路实现有源逆变的条件是什么?
 有源逆变电路为什么需要对最小逆变角进行限制?
 哪些整流电路不能实现有源逆变(至少举两例)?

维持电流 I_H
 单相全波反电动势

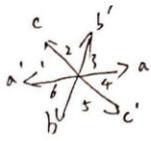


(1) i_{T1} 在 t_3-t_5 时给内关断电流 > 电感电流如何产生?
 (2) 驱动电压 u_{a1} 为什么在 t_3 后会存在一个平台?



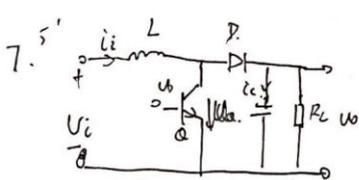
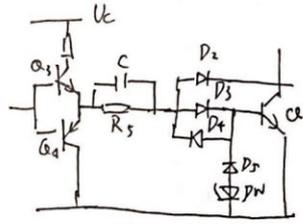
4. T_1, T_2 同时开通与关断。
 (1) 分析电感电流连续的工作原理(模式), 并说明 D_1, D_2 作用。
 (2) 占空比范围并说明理由。
 (1) 防止反峰续流, 电感续流。
 若一直导通
 (2) $D = \frac{1}{2}$, I_o 正向时 D_1 导通
 1. 反向时 D_2 导通
 若偏, 不导通时 $D = \frac{1}{2}$

3. ⁴ 双反型可控整流电路. 平衡电抗器作用?
 工作在整流3脉, 带平衡电抗器与不带电抗器
 情况不要混淆用笔写一样? 为什么?
 不一样.

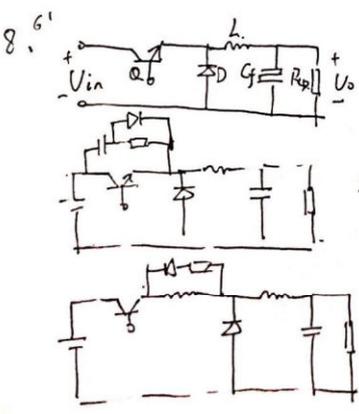
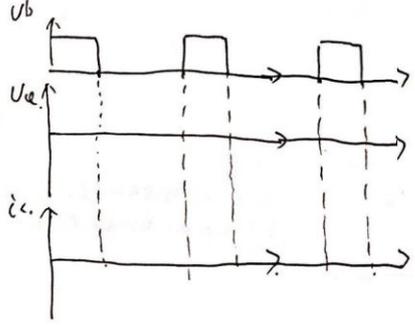


6. ⁶ 驱动电路作用?
 C, D₁, D₂, D₃, Q₁, Q₂作用?

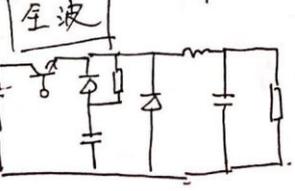
加速电容.
 抗饱和电路.
 防止反偏驱动电路.
 减小功率器件开关时间.



(1) Q两端电压波形及大小.
 (电导电流 iL 的过零)
 (2) 该电路输出能否在开环条件下
 下空载运行, 为什么?



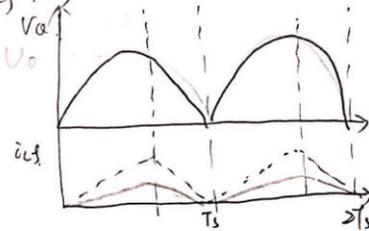
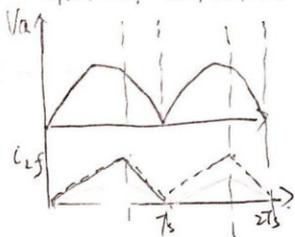
缓冲电路作用?
 加上RC缓冲电路, 并工作原理?



9. 降压式变换器中, $U_i, U_o, D, P_o=20W$ 波形所示.

(1) $P_o=10W, U_i, D$ 不变, 开关管电压波形与滤波电感电流波形

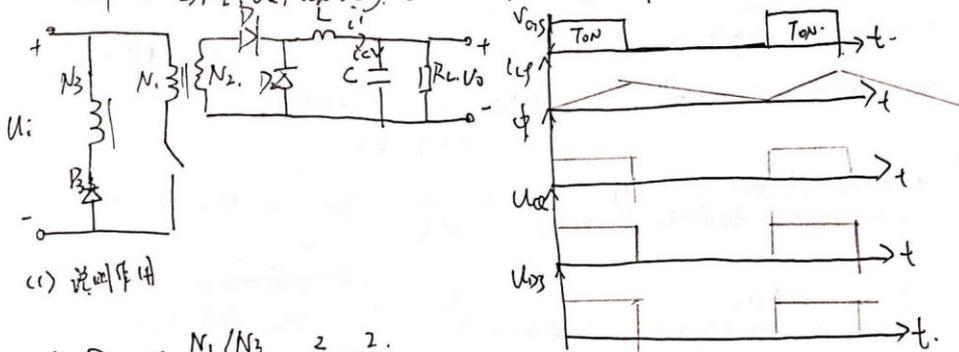
(2) $P_o=10W, U_i, U_o$ 不变, V_{ce} 与 i_{L_f} 波形



10. 单相正激变换器, $U_i=300V, U_o=30V, N_1:N_2:N_3=6:2:3$.

(1) 补正电路, 并说明作用. (2) 允许工作最大占空比.

(3) 断续下 $i_{L_f}, \phi, U_{ce}, U_{D3}$ 波形. (磁完全复位, i_{L_f} 已入断续区后)



(1) 说明作用

$$(2) D_{max} \leq \frac{N_1/N_3}{1+N_1/N_3} = \frac{2}{1+2} = \frac{2}{3}$$

$$\text{最大占空比 } D_{max} = \frac{2}{3}$$

$$(3) i_{L_f} = i_{L_f, \text{max}} + \frac{1}{L_f} \left(\frac{N_2}{N_1} U_i - U_o \right) t$$

$$\phi(t) = \frac{U_i}{N_1} D t$$

$$\phi(-) = \frac{U_i}{N_3} D t$$

$$U_{ce} = U_{in}$$

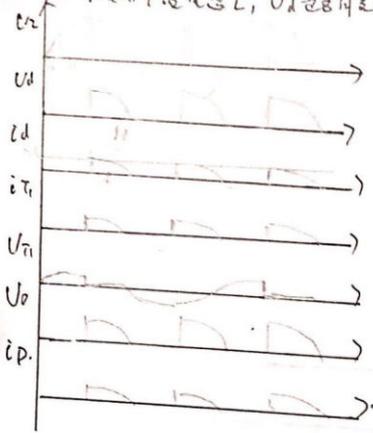
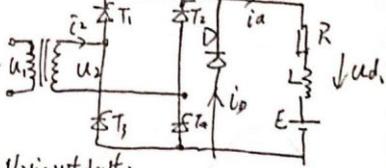
$$U_{D3} = U_{in} \left(1 + \frac{N_3}{N_1} \right)$$

二、单相桥式全控整流电路。反电动势 $U_2=100V$, $E=50V$, $R=1\Omega$, L 足够大, $\alpha=60^\circ$

(1) 画出 $u_d, i_d, i_{T1}, U_{T1}, U_o, i_o$ 波形 (标出极性和方向)

(2) 平均 U_d, I_d , 电感 L 平均电压, 变压器二次侧电流有效值 I_2 , U_2

(3) 不使用平波电感 L , U_d 是否变化?



$$U_d + E = \frac{1}{\pi} \int_{60^\circ}^{180^\circ} \sqrt{2} U_2 \sin \omega t d\omega t$$

$$= \frac{\sqrt{2}}{\pi} U_2 \cos \alpha = 0.9 U_2 \cos \alpha$$

$$\Rightarrow U_d + E = 0.9 \times 100 \times \cos 60^\circ$$

$$U_d + 50 = 0.9 \times 100 \times \frac{1}{2}$$

$$U_d = -5V$$

$$I_d = \frac{U_d}{R}, I_d = \frac{-5}{1} = -5A$$

$$I_2 = I_d = 5A$$

(3) 有变化, 若无电感, 则成为反电动势电阻负载

$$E \neq U_d = \frac{1}{\pi} \int_{60^\circ}^{180^\circ} \sqrt{2} U_2 \sin \omega t d\omega t = 0.9 U_2 \frac{1 + \cos 60^\circ}{2}$$

U_d 发生变化

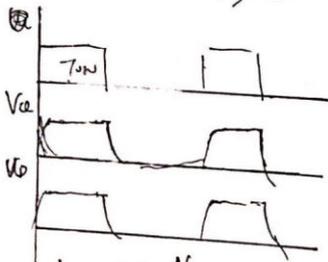
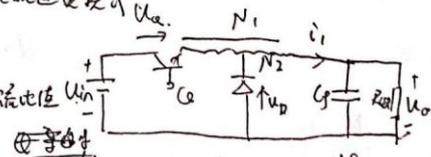
12. 中心抽头降压式 DC/DC 变换器, N_1 匝, 匝数 N_2 , $U_{in} = 400V$, $N_1/N_2 = 2/1$ 输出 $48V/15A$, 开关频率 $100kHz$, 开关管占空比 D , 电感电流连续模式

(1) U_o 表达式

(2) 功率管 Q_1 二极管 D 电压应力

(3) 二极管最大峰值电流与器件最大峰值电流比值 U_{in}

(4) 功率管 Q_1 二极管 D 是什么类型?



$$(1) \frac{dU_o}{dt} = \frac{N_2}{N_1} U_{in} D$$

$$\Delta U_o = \frac{U_{in} D}{L_1} T_{on}$$

$$U_o \approx 0$$

$$\left(\frac{N_2}{N_1} U_{in} - U_o\right) D \cdot T = U_o (1-D) T$$

$$\Rightarrow U_o = \frac{N_2}{N_1} U_{in} D$$

(2) $L_1 = D I_o \frac{N_1}{N_2}$
 $I_p > (1-D) I_o = I_1$

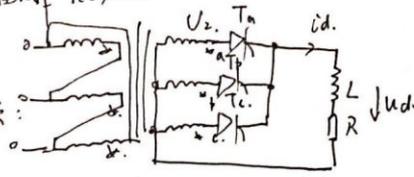
13. 三相半波整流, $\alpha=60^\circ$, $U_2=220V$, 负载阻抗 $R=10\Omega$

(1) 整流电压表达式:

(2) 输出电压 电流平均值, U_d, I_d :

(3) 2 倍容量容量, 晶闸管选型, 电流定额:

(4) 负载电流的表达式? 为何?



$$(1) U_d = \frac{1}{2\pi/3} \int_{30+\alpha}^{30+\alpha+120} \sqrt{2} U_2 \sin \omega t d\omega t = 1.17 U_2 \cos \alpha \quad (3)$$

$$(2) U_d = \frac{1}{2\pi/3} \int_{30+60}^{30+60+120} \sqrt{2} U_2 \sin \omega t d\omega t = 1.17 U_2 \cos 60^\circ$$

$$U_d = 1.17 \times 220 \times \cos 60^\circ = 128.7V$$

$$I_d = \frac{U_d}{R} \Rightarrow I_d = \frac{128.7}{10} = 12.87A$$

(4) Δ -Y 构成变压器

14. 单相反激式变换器. 一个功率晶体管, 二极管, 电感 L , 滤波电容 C .
开关管与电感 L 桥入桥出电压 U_i, U_o

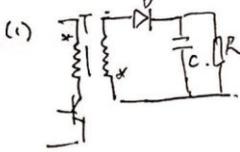
(1) 电路原理图, 标注各元件

(2) CCM 下 U_o/U_i 关系

(3) 再环全桥能否正常工作? ?

(4) 负载轻时 CCM 或 DCM? ?

(5) 开关频率 100kHz, 电感用什么材料? 需要气隙? ?



$$(2) \frac{U_o}{U_i} = \frac{N_s}{N_p} \frac{D}{1-D}$$

(3) 不能, I_{cc} 过大可能导致漏感能量发生二次击穿, 局部过热, 漏感永久损坏.

(4) DCM, 适合大电流.

(5) 需要气隙.

双向磁化需要高 B_s , 高 μ , 低损耗.

加入气隙后, 等效磁导率不降不升

对于同样材料磁芯 (H) 加入气隙后 B_s

磁芯之 B_s 不易饱和

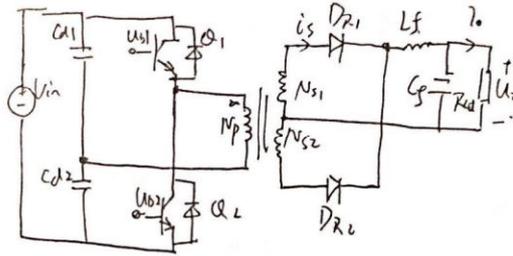
15. B. 半桥直流变换器. 副边双半波整流电路.

$U_{in} = 500V \pm 10\%$ $U_{cd1} = U_{cd2} = U_{in}/2$. $U_o = 20V$ 输出功率 $\max 600W$, $\min 100W$

工作频率 $100kHz$, 占空比 D , $N_p : N_{s1} : N_{s2} = n : 1 : 1$, $n = 10$.

(1) 交流过流. U_o / U_i

(2) 电容交流过流. 作滤波电感, 占空比变化范围



(1)

完

1. 当阳极电压 $V_{AK} > 0$ 且 $V_{GK} > 0$ 或有门极电流 I_G 时, 晶闸管开通, 此时 I_G 经三极管放大后为 I_{C2} , 而 I_{C2} 又是三极管 1 的基极电流, 再经放大产生电流 I_{C1} , 形成正反馈, 所以即使当 I_G 撤掉, 晶闸管仍能维持导通, 即控通不控断特性。要想使 SCR 关断, 需使 $I_A < I_H$ 或减小 V_{AK} 。

$$I_{TAV} = 100 \text{ A}, \quad I_A = \frac{1.57}{k_f} I_{TAV} \quad \text{且 } k_f = 1 \quad \therefore I_A = 157 \text{ A}$$

2. ① $\frac{\pi}{2} < \alpha < \pi$
 ② $|E_d| > |U_d|$

为了防止因 SCR 关断时间、关断延迟和漏感换向重叠角引起的换向失败,
 单相桥式半控整流电路、带续流二极管的单相桥式整流电路。

3. (1) 是由于二极管的反向恢复电流产生的, 在 I_L 基础上加了二极管反向恢复电流。

(2) 称为密勒平台, 是由于 MOSFET 的输入电容突然增大造成的 (Miller 作用), 使该段时间电流用于给电容充电, 故 U_{GS} 电压维持不变。

4. (1) Q_1, Q_2 导通时, 电源 U_i 通过变压器传递到副边 U_2 , D_{R1} 导通, L_f, C_f 滤波, 输出 U_o, I_o 。
 Q_1, Q_2 关断时, 变压器中感应出反电势, 通过 D_1, D_2 回馈到电源, 完成变压器的磁复位; 同时 D_{R2} 导通, L_f, C_f 谐振, D_{R2} 为续流作用, 维持 U_o 稳定。

总的来说, 相当于一个变压器隔离的 Buck 变换器,

D_1, D_2 的作用是将变压器能量回馈电网, 利用电源实现变压器磁复位。

(2) 导通时, 加在原边电压为 U_i , $\Delta I_{L(+)} = \frac{U_i}{L} T_{on}$

关断时, 加在原边电压也为 U_i , $\Delta I_{L(-)} = \frac{U_i}{L} T_{off}$

由于变压器磁复位, 故 $\Delta I_{L(+)} = \Delta I_{L(-)}$ 所以 $T_{on} = T_{off}$, 即 $D = 0.5$, 所以开关管占空比范围为 $0 \sim 0.5$, 若超过, 则无法完成磁复位。

5. 平衡电抗器稳定两端电压, 使电流均衡, 使两端 SCR 导通

不一样, 带平衡电抗器的 SCR 一个周期内导通 120° , 每次有 2 个 SCR 导通,

而不带平衡电抗器的 SCR 一个周期导通 60° , 每次只有 1 个 SCR 导通。

处于 3 区时, 不带平衡电抗器反 b' 导通

带平衡电抗器 c, b' 导通

本资源免费共享 收集网站 nuaa.store

031720215 张硕



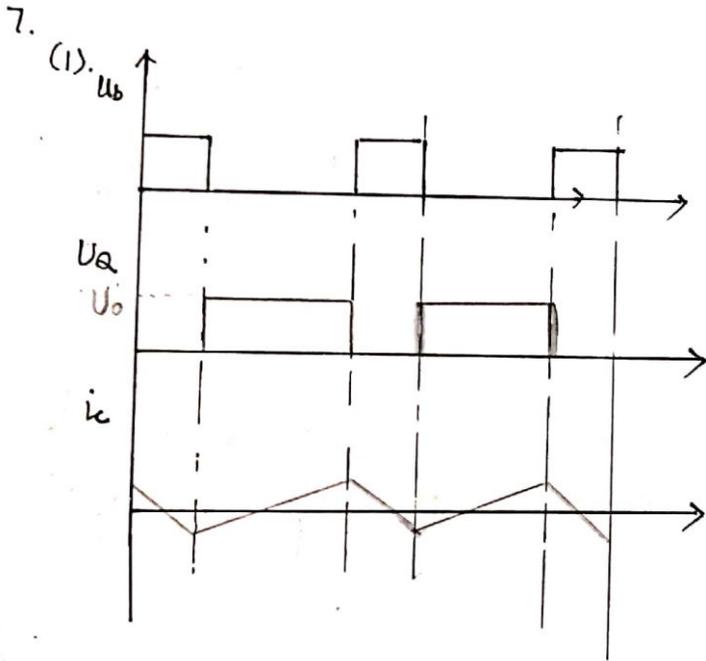
扫描全能王 创建

6. 驱动电路将控制信号^{信号}转为驱动信号, 使开关管获得更理想的驱动波形, 从而实现快导通、快关断, 减少开关管的损耗, 同时使驱动信号稳定。
 起始电流大 电流下降快

Q_3, Q_4 轮流导通。
 Q_3, Q_4 组成反偏电路, Q_3 导通时加快开通, Q_4 导通时加速关断。

C 为加速电容, Q_3 开通时, C 近似短路, 从而产生大电流, 加速导通, Q_4 开通时, C 上形成反压 U_c 迅速抽出基极电荷, 加速关断。

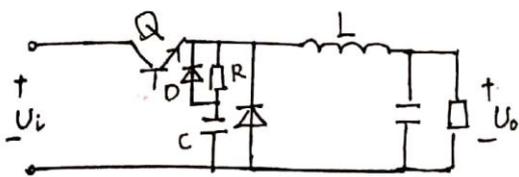
D_2, D_3, D_4 组成抗饱和电路, 当电路轻载时可使基极电流从 D_2 流过, 同时使 U_{cb} 零偏或正偏, 将集电极多余电荷抽出, 减小了开关管 Q 的基极电流, 防止饱和, 使关断加快, 缓冲时间 t_s 减小。



(2) 不可以, 当电路空载运行时, 电感不断给电容充电, 而没有负载消耗电能, 使得电容电压不断升高, U_o 不断升高, 最终损坏器件, 变换器被烧坏。

由断续时 $\frac{U_i}{U_o} = \frac{1}{1 + \frac{4L_{max}D^2}{L}}$ 也可知, 当 $I_o \rightarrow 0$ 时, $U_o \rightarrow \infty$, 会烧坏变换器。

8. 缓冲电路使开关管导通或关断瞬间电压或电流的变化率降低, 从而减小电压与电流的交叠区, 从而减小开关管的开通和关断损耗。



RCDI 作原理: 当 Q 由开通到关断时, i_L 不变, 而 i_{ac} 减小, 所以 i_c 增大, 电容 ~~通过 D 放电~~ 由于 C 两端电压慢慢下降, 所以 Q 两端电压慢慢上升 ($U_a = U_i - U_c$) 从而实现电压缓冲的目的, 减小了关断损耗。当 Q 由关断到开通时, 电容 C 充电, 会产生尖峰电流, 但 R 有效抑制了该电流。导通后, 电容充电至 U_i 。

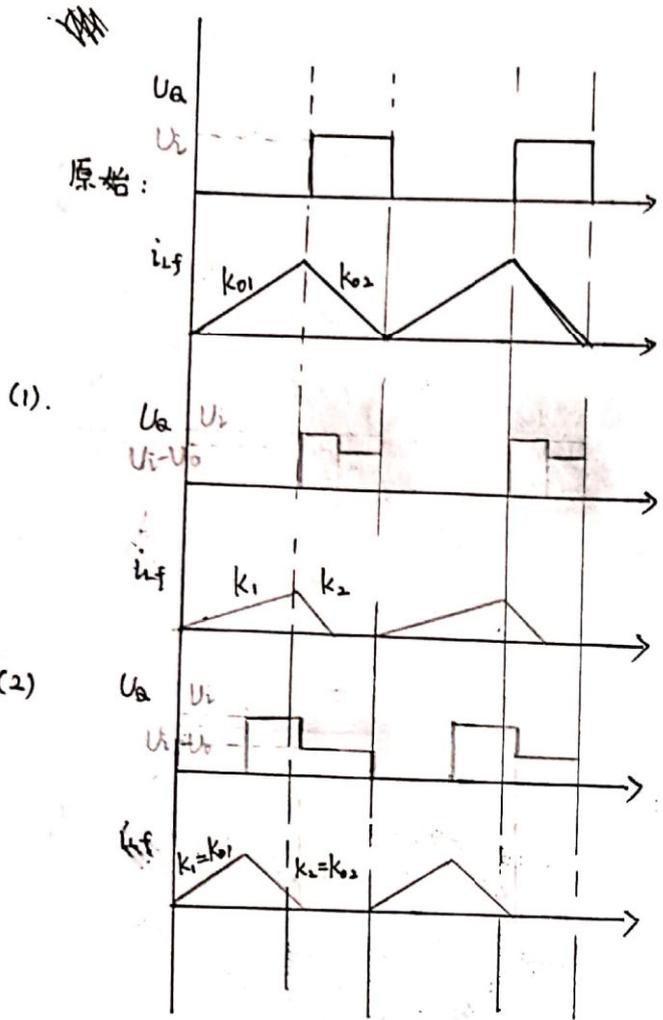
本资源免费共享 收集网站 nuaa.store

031720215 张硕



扫描全能王 创建

9.



断续时:

$$\frac{U_o}{U_i} = \frac{1}{1 + \frac{I_o}{4I_{crms}D^2}}$$

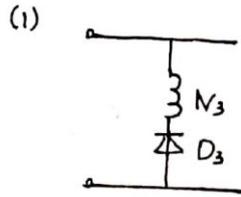
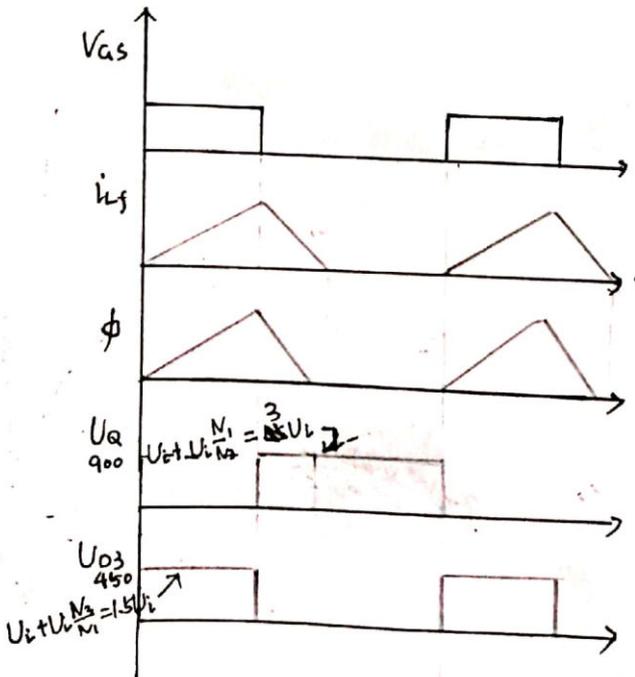
U_i 不变, D 不变, I_o 断续且 $I_o \downarrow$ 则 $U_o \uparrow$,

$$k_1 = \frac{U_i - U_o}{L} \downarrow, \quad k_2 = \frac{U_o}{L} \uparrow.$$

U_i 不变, U_o 不变, I_o 断续且 $I_o \downarrow$, 则 $D \downarrow$.

$$k_1 = \frac{U_i - U_o}{L} \text{ 不变}, \quad k_2 = \frac{U_o}{L} \text{ 不变}.$$

10.



在 Q 关断时, N_3 对 N_1 进行磁复位,
 N_3 电压为 U_i , 与 N_1 耦合使 N_1 电压为 $U_i \frac{N_1}{N_3}$
 且极性相反, 对变压器进行磁复位.

(2)

$$D \leq \frac{N_1}{N_1 + N_3} \quad \frac{N_1}{N_1 + N_3} = \frac{61}{61 + 31} = \frac{2}{3}$$

\therefore 最大 $D_{max} = 0.667$

(3)

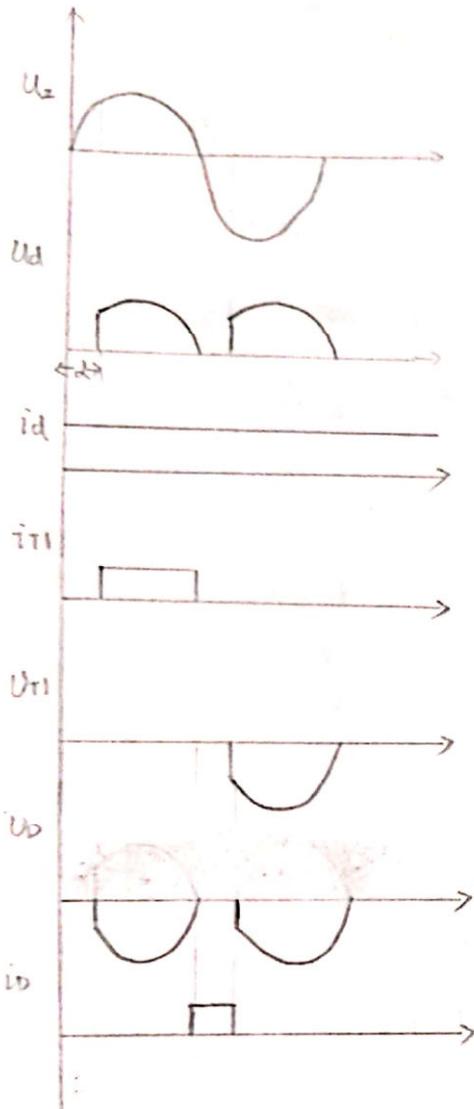
本资源免费共享 收集网站 nuaa.store



扫描全能王 创建

11. $\alpha = 60^\circ$.

(1).



(2).

$$U_d = \frac{1}{\pi} \int_{\alpha}^{\pi} \sqrt{2} U_2 \sin \omega t d\omega t = 0.9 U_2 \frac{1 + \cos \alpha}{2} = 67.5 \text{ V}$$

$$I_d = \frac{U_d - E}{R} = \frac{67.5 - 50}{1} = 17.5 \text{ A}$$

$$U_L = U_d - E - R I_d = 0$$

I_L .

(3). U_d 会变化, 因为当 $U_d < E$ 时, 将 $U_d = E$ 箝位

12. (1).

~~中~~ $\Delta I_{L+} = \frac{(U_i - U_o) N_2}{(N_1 + N_2) L} T_{on}$

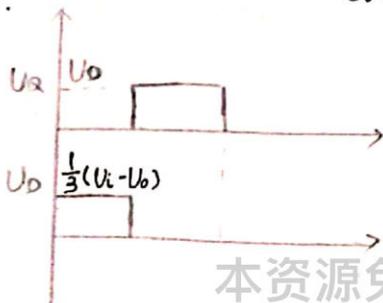
$$\Delta I_{L-} = \frac{U_o}{L} T_{off}$$

由 $\Delta I_{L+} = \Delta I_{L-}$ $\therefore (U_i - U_o) \frac{D}{N_1 + N_2} = U_o (1 - D)$

$$U_i (1 - D) D \frac{N_2}{N_1 + N_2} = U_o (1 - D)$$

(2).

$$U_o = U_i D \frac{N_2}{N_1 + N_2} = \frac{1}{3} U_i D$$



(4). 开关频率较高, Q 应选择 IGBT (~~MOSFET~~)

D 应选择快恢复二极管.

本资源免费共享 收集网站 nuaa.store



13.

(1). $U_d = \frac{1}{\frac{2}{3}\pi} \int_{\alpha}^{\alpha+\theta} \sqrt{2} U_2 \sin \omega t d\omega t$, $\theta = 120^\circ \therefore U_d = 1.17 U_2 \cos \alpha = 128.7V$

(2) $U_d = 1.17 U_2 \cos \alpha = 128.7V$

$I_d = \frac{U_d}{R} = 12.87A$

(3). ~~$I_{Td} = \frac{1}{3} I_d = 4.3A$~~ $I_T = \frac{I_d}{\sqrt{3}} = 7.4$

$I_{Tav} = \frac{I_{Td} k_p}{1.57} \times 2 = \frac{7.4}{1.57} \times 2 = 9.43A$

$U_{Tmax} = U_{2L} = \sqrt{3} U_2 = 386V \therefore U_T = 2 \times U_{Tmax} = 760V$

(4). ~~原~~原: 三角形连接

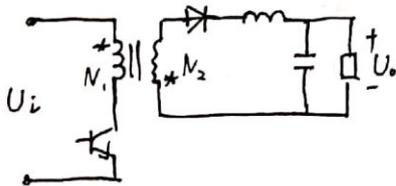
副: 星形连接,

输入端相电压 = 线电压, 减小输入端电流

且 Δ 连接可以抵消三次谐波.

14.

(1)



(2) $U_o = \frac{U_i}{N_1} N_2 \frac{D}{1-D}$

(3). 不能, 相当于 Buck-Boost 变换器, 空载时, 电感不断给 C 充电, 电压飙升, 会烧坏.

(4). 设计在 DCM 方式, 因为使变压器更快磁复位, 减小变压器损耗.

(5). 可采用铁氧体软磁材料, 需要气隙, 因为 I 工作在第四种情况下, 需较宽的 B 的变化范围, 且防止饱和. 或宽恒台金属材料



15. (1).
$$U_o = \frac{1}{2} U_i \frac{N_2}{N_1} 2D = U_i \frac{N_2}{N_1} D = \frac{1}{n} D U_i \quad \therefore \frac{U_o}{U_i} = \frac{1}{n} D$$

(2).
$$I_a = \frac{1}{2} \Delta I_{Lf} = \frac{1}{2} \frac{U_o}{L} T_{off} = \frac{1}{2} \frac{U_o}{L} (1-2D) T \quad \text{①}$$

占空比变化范围:
$$\frac{U_o}{U_i} = \frac{20}{500 \times 0.9} = \frac{1}{10} D \quad \therefore D_{max} = 0.44$$

$$\frac{U_o}{U_i} = \frac{20}{500 \times 1.1} = \frac{1}{10} D \quad \therefore D_{min} = 0.36$$

由①得
$$L = \frac{U_o (1-2D) T}{2I_a}$$

$$I_{omin} = \frac{100}{20} = 5 \text{ A} .$$

取 $I_a = I_{omin}$, $D = D_{min} = 0.36$

可得
$$L = \frac{20(1-2 \times 0.36)}{1 \times 10^5 \times 2 \times 5} = 5.6 \mu\text{H} .$$

