



5.1.2 升压斩波电路

■ 升压斩波电路

◆ 工作原理

假设 L 和 C 值很大。

当 V 处于**通态**时，电源 E 向电感 L 充电，电流恒定 I_1 ，电容 C 向负载 R 供电，输出电压 U_o 恒定。

当 V 处于**断态**时，电源 E 和电感 L 同时向电容 C 充电，并向负载提供能量。

◆ 基本的数量关系

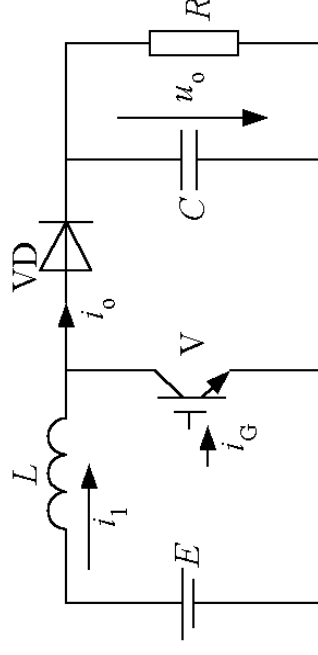
当电路工作于稳态时，一个周期 T 中电感 L 积蓄的能量与释放的能量相等，即

$$EI_1 t_{on} = (U_o - E)I_1 t_{off}$$

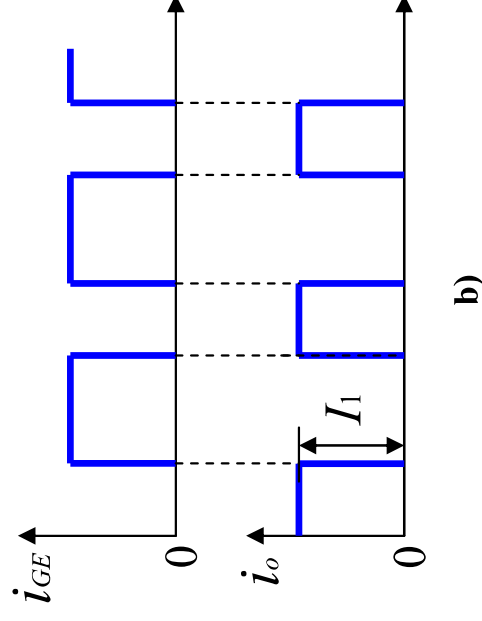
化简得

$$U_o = \frac{t_{on} + t_{off}}{t_{off}} E = \frac{T}{t_{off}} E$$

上式中的 $T/t_{off} \geq 1$



a)



b)

图5-2 升压斩波电路及其工作波形

a) 电路图 b) 波形



5.1.2 升压斩波电路

将升压比的倒数记作 β ，即 $\beta = \frac{t_{off}}{T}$ ，则 β 和导通占空比 α 有如下关系

$$\alpha + \beta = 1 \quad (5-22)$$

式 (5-21) 可表示为

$$U_o = \frac{1}{\beta} E = \frac{1}{1-\alpha} E \quad (5-23)$$

输出电压高于电源电压，关键有两个原因：一是 L 储能之后具有使电压泵升的作用，二是电容 C 可将输出电压保持住。

如果忽略电路中的损耗，则由电源提供的能量仅由负载 R 消耗，即

$$EI_1 = U_o I_o \quad (5-24)$$

输出电流的平均值 I_o 为

$$I_o = \frac{U_o}{R} = \frac{1}{\beta} \frac{E}{R} \quad (5-25)$$

电源电流 I_1 为

$$I_1 = \frac{U_o}{E} I_o = \frac{1}{\beta^2} \frac{E}{R} \quad (5-26)$$



5.1.2 升压斩波电路

■例5-3 在图5-2a所示的升压斩波电路中，已知 $E=50V$ ， L 值和 C 值极大， $R=20\Omega$ ，采用脉宽调制控制方式，当 $T=40\mu s$ ， $t_{on}=25\mu s$ 时，计算输出电压平均值 U_o ，输出电流平均值 I_o 。

解：输出电压平均值为：

$$U_o = \frac{T}{t_{off}} E = \frac{40}{40 - 25} \times 50 = 133.3(V)$$

输出电流平均值为：

$$I_o = \frac{U_o}{R} = \frac{133.3}{20} = 6.667(A)$$



5.1.2 升压斩波电路

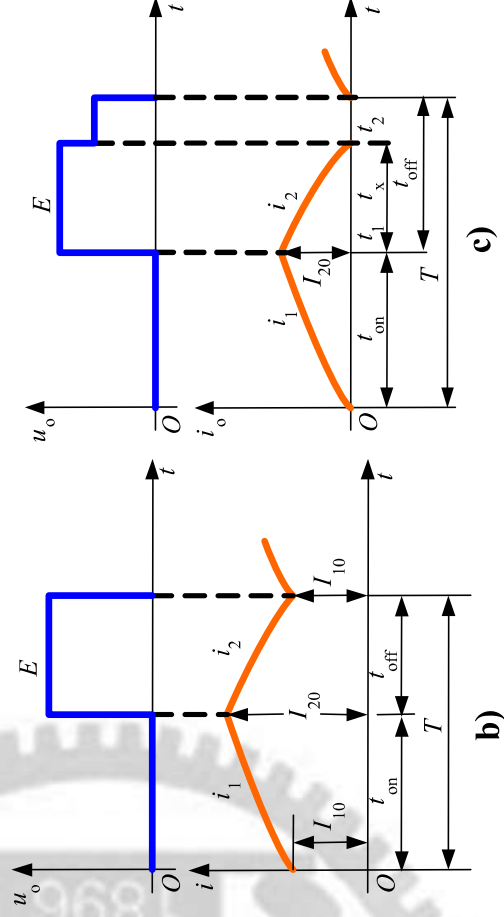
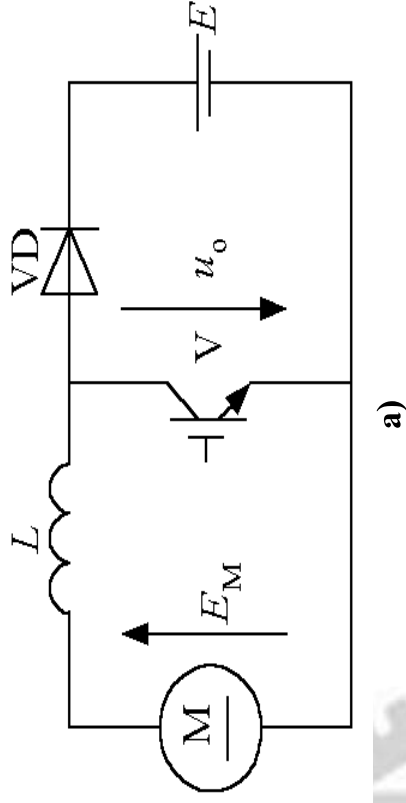


图5-3 用于直流电动机回馈能量的升压斩波电路及其波形

a) 电路图 b) 电流连续时 c) 电流断续时

■ 典型应用

◆ 一是用于直流电动机传动，二是用作单相功率因数校正（Power Factor Correction—PFC）电路，三是用于其他交直流电源中。

◆ 以用于直流电动机传动为例

在直流电动机再生制动时把电能回馈给直流电源。

电动机电枢电流连续和断续两种工作状态。

直流电源的电压基本是恒定的，不必并联电容器。

基于分段线性电路思想，电流连续时得 I 为无穷大时电枢电流的平均值 I_o 为

$$I_o = (m - \beta) \frac{E}{R} = \frac{E_m - \beta E}{R} \quad (5-36)$$



5.1.2 升压斩波电路

当电枢电流断续时，可求得 i_2 持续的时间 t_x ，即

$$t_x = \tau \ln \frac{1 - m e^{-\frac{t_{on}}{\tau}}}{1 - m}$$

(5-37)

当 $t_x < t_{off}$ 时，电路为电流断续工作状态， $t_x < t_{off}$ 是电流断续的条件，即

$$m < \frac{1 - e^{-\beta\rho}}{1 - e^{-\rho}}$$

(5-38)

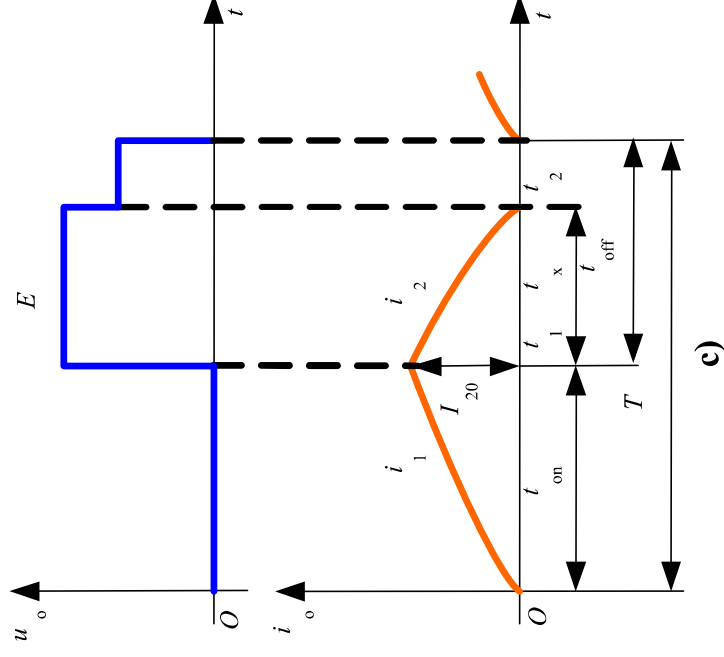


图5-3 用于直流电动机回馈能量的升压斩波电路及其波形
c) 电流断续时