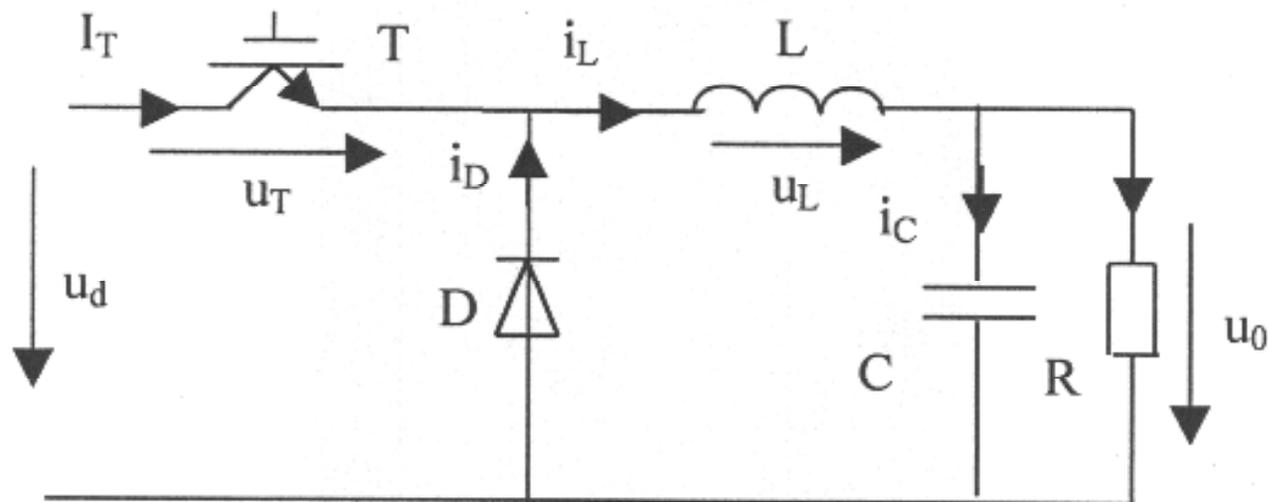


第二节、降压斩波电路（BUCK电路）

假定：

- ❖ 晶体管，二极管具有理想的特性（无损耗，无惯性）
- ❖ 电感足够大，电感电流连续。电感无损耗。
- ❖ 电容足够大，电容电压的脉动远小于电容电压，脉动电压可以忽略。电容无损耗。
- ❖ 输入直流电压无脉动
- ❖ 电路进入稳态



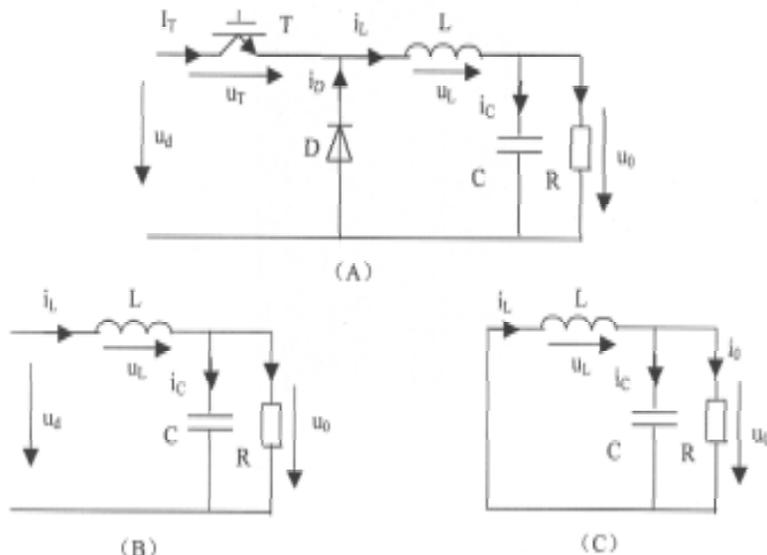


图4-1: (A) BUCK电路 (B) 晶体管T导通时的等效电路
(C) 晶体管T关断时的等效电路

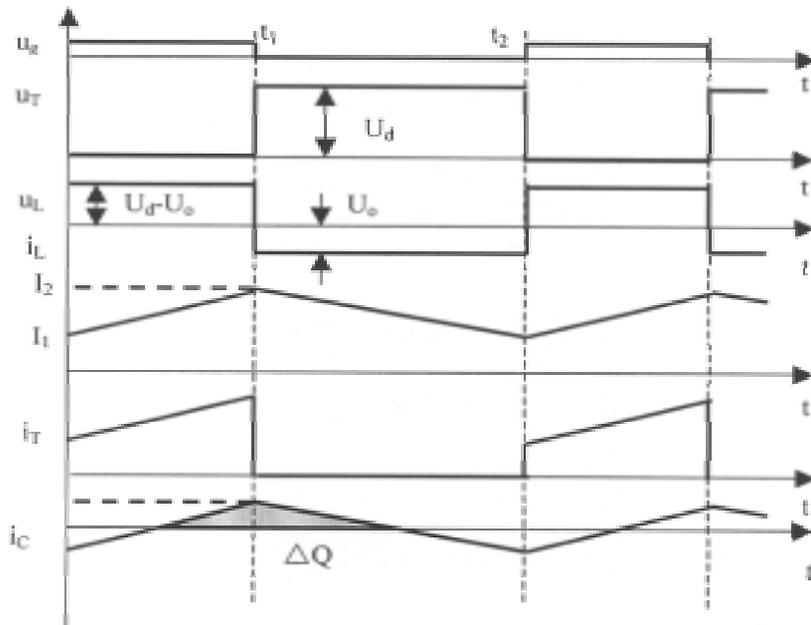


图4-2: BUCK电路各点波形

一、晶体管T导通工作模式

$$(0 \leq t \leq t_1 = kT)$$

$$u_L = u_d - u_0 = L \frac{di_L}{dt}$$

$$U_d - U_0 = L \frac{I_2 - I_1}{t_1} = L \frac{\Delta I}{t_1}$$

$$\Delta I = \frac{(U_d - U_0)t_1}{L}$$

$$\Delta I = I_2 - I_1$$

二、二极管D导通工作模式

$$(t_1 \leq t \leq T)$$

$$U_0 = L \frac{\Delta I}{t_2 - t_1} \quad \Delta I = \frac{U_0(t_2 - t_1)}{L}$$

由一、二得：

$$\Delta I = \frac{(U_d - U_0)t_1}{L} = \frac{U_0(t_2 - t_1)}{L}$$

$$t_1 = kT, t_2 - t_1 = (1 - k)T$$

$$U_0 = kU_d$$

-
- ❖ 若假定Buck电路为无损的，则有

$$U_d I = U_0 I_0 = k U_d I_0$$

即 $I = k I_0$

- ❖ 因为开关周期 T 可表示为

$$T = \frac{1}{f} = \frac{(\Delta I) L U_d}{U_0 (U_d - U_0)}$$

- ❖ 可求得 ΔI 的表达式为

$$\Delta I = \frac{U_0 (U_d - U_0)}{f L U_d}$$

或

$$\Delta I = \frac{U_d k (1 - k)}{f L}$$

$$\Delta Q = \frac{\Delta I T}{4 \cdot 2}$$

因此，电容上电压峰-峰脉动值为

$$\Delta U_c = \frac{\Delta Q}{C} = \frac{\Delta I}{8fC}$$

得

$$\Delta U_c = \frac{U_0(U_d - U_0)}{8LCf^2 U_d}$$

或

$$\Delta U_c = \frac{U_0 k(1-k)}{8LCf^2}$$

动态图形显示

- 输入电压恒定，工作占空比可变/负载可变
- 输入电压恒定，电压传输比变化 /负载变化
- 可控（恒定）的输出电压，电压传输比（输入电压）变动/负载变动

问题1：

BUCK电路中， L 、 C 对电感电流 i_L 脉动大小和输出电容电压 u_c 的脉动大小分别有何影响？

问题1解答：

$$\Delta I = \frac{U_d k(1-k)}{fL} \quad \Delta U_c = \frac{U_0 k(1-k)}{8LCf^2}$$

- $L \uparrow \Rightarrow \Delta I_L \downarrow$
- $L \uparrow, C \uparrow \Rightarrow \Delta U_C \downarrow$
- $f \uparrow \Rightarrow \Delta I_L \downarrow, \Delta U_C \downarrow$
- $\Delta I_L, \Delta U_C$ 确定, 则:
- $f \uparrow \Rightarrow C \downarrow, L \downarrow$

动态图形显示：Buck 变换器：定占空比启动