

让你不再迷惑各种正激变换器公式

一个公司写一种公式，搞的人晕晕的哦，其实都是一样
先计算次级：

$$D_{\min} = D_{\max} * \frac{V_{in\min}}{V_{in\max}}$$

$$T_{off} = \frac{1 - D_{\min}}{F_{SW}}$$

输出电感：

$$L_O = \frac{(V_O + V_F) * T_{off}}{\Delta I_{OMAX}} = \frac{(V_O + V_F) * (1 - D_{MIN})}{\Delta I_{OMAX} * F_{SW}} = \frac{(V_O + V_F) * (1 - D_{MIN})}{(2K_{RF} * I_O) * F_{SW}}$$

ΔI 取 20%-40% 的输出电流为最佳 (即 $K_{RF}=0.1-0.2$)

有的地方出现了电流纹波因素， K_{RF}

$$\text{定义: } K_{RF} = \frac{\frac{\Delta I}{I_O}}{\frac{\Delta I}{2I_O}} \quad \Delta I = 2K_{RF} * I_O$$

有了上面的值可以求出次级的峰值电流：

$$I_{S-P} = I_O + \frac{\Delta I}{2} = I_O * (1 + K_{RF})$$

根据电感量求出输出电感的圈数

$$N = \frac{L * I_{S-P}}{\Delta B * A_e} = \frac{\frac{(V_O + V_F) * (1 - D_{MIN})}{(2K_{RF} * I_O) * F_{SW}} * (I_O * (1 + K_{RF}))}{\Delta B * A_e} = \frac{(V_O + V_F) * (1 - D_{MIN}) * (1 + K_{RF})}{2K_{RF} * F_{SW} * \Delta B * A_e}$$

根据次级的峰值电流，按变压器匝比求出初级的峰值电流：

$$I_{P-P} = I_{S-P} * \frac{N_S}{N_P} = I_O * (1 + K_{RF}) * \frac{N_S}{N_P}$$

同样可以：先求出初级峰值电流 $I_{P-P} = I_{EDC} * (1 + K_{RF})$ ，求出初级的峰值电流后同样可以安

匝比计算出次级的峰值电流

其中： K_{RF} 因数就为次级电感电流纹波因数

$$I_{EDC} = \frac{P_{IN}}{V_{INMIN} * D_{MAX}} = \frac{\frac{P_{OUT}}{h}}{V_{INMIN} * D_{MAX}} = \frac{V_{OUT} * I_{OUT}}{h * V_{INMIN} * D_{MAX}}$$

进过数学运算可以计算出 N 的计算：

$$I_{P-P} = I_{S-P} * \frac{N_S}{N_P} = I_O * (1 + K_{RF}) * \frac{N_S}{N_P} = \frac{V_{OUT} * I_{OUT}}{h * V_{INMIN} * D_{MAX}} * (1 + K_{RF})$$

结果得到:

$$N = \frac{N_S}{N_P} = \frac{V_O}{h * V_{INMIN} * D_{MAX}} \quad (ON)$$

取 10%的初级峰值电流为磁化电流（经验法则，一般不大于 10%），

$$\text{根据 } I_{MAG} = 10\% * I_{P-P} = \frac{V_{ON} * T_{on}}{L_{MAG}}$$

$$\text{得: } L_{MAG} = \frac{V_{IN} * T_{ON}}{10\% * I_{P-P}} = \frac{V_{IN} * \frac{D_{MAX}}{F_{SW}}}{10\% * I_{P-P}}$$

使用 D_{MAX} 和 F_{SW} 在公式中主要是减少计算，这两个参数都可以直接设定
变压器匝比计算:

$$N = \frac{N_S}{N_P} = \frac{V_O + V_F}{V_{INMIN} * D_{MAX}} \quad \text{这个相对较准确}$$

还有的书上为:

$$N = \frac{N_S}{N_P} = \frac{V_O}{h * V_{INMIN} * D_{MAX}}$$

这两种算法谁更加准确呢？变压器匝比计算可能直接用输入电压除以输出电压更加准确：
变压器次级输出电压为：

$$V_{SEC} = V_{OUT} + V_{L(ON)} + V_D$$

根据伏秒有:

$$V_{L-ON} * T_{ON} = V_{L-OFF} * T_{OFF}$$

$$\begin{aligned} V_{L-ON} &= \frac{V_{L-OFF} * T_{OFF}}{T_{ON}} \\ &= V_{L-OFF} * \frac{T - T_{ON}}{T_{ON}} = V_{L-OFF} * \left(\frac{T}{T_{ON}} - 1 \right) \\ &= V_{L-OFF} * \left(\frac{1-D}{D} \right) \end{aligned}$$

根据 BUCK 节点电压，得

$$V_{L-OFF} = V_{OUT} - V_F$$

根据变压器原理最后得到 N 的计算公式:

$$N = \frac{V_{INMIN}}{V_{OUT} + (V_{OUT} - V_F) * \left(\frac{1-D_{MAX}}{D_{MAX}} \right) + V_F}$$