

全桥OOF谐振电源计算

1 输入已知参数：

4 输入输出指标：

最大最小输入电压： $V_{inmax} := 50 \text{ V}$ $V_{inmin} := 18 \text{ V}$

额定输入电压： $V_{innom} := 36 \text{ V}$

额定输出电压： $V_{out} := 12 \text{ V}$

额定输出电流： $I_{out} := 20 \text{ A}$

5 选择谐振频率：

通常选择在73n到433n之间，由于OOF谐振电源具有工作在谐振频率时谐振网络增益与负载无关的特点，所以通常谐振频率作为额定工作时的的工作频率，使电源时刻工作在该频率左右。

$f_r := 80 \text{ kHz}$

6 其他参数：

二极管压降： $V_d := 0.7 \text{ V}$

二 电路主要参数计算过程：

全桥电路与半桥电路的区别在于全桥的逆变部分输出电压波形的峰峰值为输入电压，而半桥电路逆变部分输出电压波形的峰峰值为输入电压的一半，所以当计算半桥电路时应把下列式中的 V_{innom} 改成 $\frac{V_{innom}}{2}$ 。

4 计算理论变比：

$$n := \frac{V_{innom}}{V_{out} + V_d} = 2.835$$

5 计算最大最小增益值：

输出电压一定时，输入电压最小时谐振网络的增益最大，同理，输出电压最大时，谐振网络的增益最小。

$$G_{min} := n \cdot \frac{(V_{out} + V_d)}{V_{inmax}} = 0.72$$

$$G_{max} := n \cdot \frac{(V_{out} + V_d)}{V_{inmin}} = 2$$

5: 计算输出负载电阻、变压器原边反射电阻：

反射电阻是负载电阻归算到变压器原边的等效电阻，其中，变压器复边的等效电阻由基波分析法求得。

$$\text{负载电阻： } R_l := \frac{V_{out}}{I_{out}} = 0.6 \Omega$$

$$\text{反射电阻： } R_{ac} := n^2 \frac{8}{\pi^2} R_l = 3.908 \Omega$$

6: 选择n值

n值是激磁电感与谐振电感的比值，通常选取6到8之间，较小的n值可以减小频率变化范围，但是轻载效率低，较大的n值会降低谐振频率附近时的开关损耗，但是会使频率范围较宽，磁性元件不好设计。

$$k := 2$$

7: 计算最小工作频率及估算T值

最小工作频率：

由QOF的阻抗特性让虚部为零，得到T在满足该条件与n和归一化频率的关系，在最大增益处解得最小工作频率公式和T值估算公式，其中3≤k≤8为裕量系数，由于后面需要对谐振电容根据实际情况选取，所以该T值为估算T值。

$$f_{min} := \frac{f_r}{\sqrt{1 + k \cdot \left(1 - \frac{1}{G_{max}^2}\right)}} = 50.596 \text{ kHz}$$

T值的估算：

$$Q_l := \frac{0.95}{k \cdot G_{max}} \cdot \sqrt{k + \frac{G_{max}^2}{G_{max}^2 - 1}} = 0.434$$

8: 计算最大工作频率

最大工作频率：

最大工作频率是在空载，最大输入电压的条件下求得的。

$$f_{max} := \frac{f_r}{\sqrt{1 + k \cdot \left(1 - \frac{1}{G_{min}^2}\right)}} = 169.706 \text{ kHz}$$

计算理论谐振电容值：

理论谐振电容值是根据估算出来的 τ 值得来的，求得后需要在该值附近寻找合适的实际电容值进行下一步计算。

$$C_{rl} := \frac{1}{2 \pi \cdot f_r \cdot R_{ac} \cdot Q_l} = (1.174 \cdot 10^3) \text{ nF}$$

选取实际谐振电容值：

$$C_r := 1174 \text{ nF}$$

推算实际 τ 值、谐振电感值、激磁电感值

$$Q := \frac{1}{2 \pi \cdot f_r \cdot R_{ac} \cdot C_r} = 0.434$$

$$L_s := \frac{1}{4 \pi^2 \cdot C_r \cdot f_r^2} = 3.371 \text{ } \mu\text{H}$$

$$L_p := k \cdot L_s = 6.743 \text{ } \mu\text{H}$$

计算实际变比：

由于变压器原边复变具有漏感存在，所以其耦合系数并非4，所以原副边的理论变比与实际变比不同，由于漏感存在压降，所以理论变比会大于实际变比。

$$n_{real} := n \cdot \sqrt{\frac{L_s + L_p}{L_p}} = 3.472$$

4.3 死区时间的选取：

由于OOF谐振电源是利用死区时间对开关管寄生电容充放电、使体二极管导通从而达到1YV的目的，所以死区时间要求在改时间内可以完成电容的充放电，其最小死区时间如该式所示。

$$\text{Prv管寄生电容： } C_{oss} := 200 \text{ pF}$$

$$\text{变压器电容： } C_{stay} := 100 \text{ pF}$$

$$T_{dmin} := (2 \cdot C_{oss} + C_{stay}) \cdot 4 \cdot f_{max} \cdot (L_s + L_p) = 3.433 \text{ ns}$$

宗上得到电路设计参数如下：

谐振电容： $C_r = (1.174 \cdot 10^3) \text{ nF}$ 谐振电感： $L_s = 3.371 \text{ } \mu\text{H}$ 激磁电感： $L_p = 6.743 \text{ } \mu\text{H}$
变压器变比： $n_{real} = 3.472$ 谐振频率： $f_r = 80 \text{ kHz}$ 最小死区时间： $T_{dmin} = 3.433 \text{ ns}$
额定负载电阻： $R_l = 0.6 \text{ } \Omega$

根据以上参数可进行VDEHU开环仿真

