

### 电源反馈设计速成篇之七: 拓扑篇

图 1 为 Buck 电路,虚线中的部分可以将 CCM 或 DCM 等效平均电路模型代入,即可进行推导和计算仿真交流小信号的各项参数. 同样对 Boost 和 Buck-boost 也可进行同样的代入过程. 图 2 和图 3 分别为 Boost 和 Buck-boost 电路.

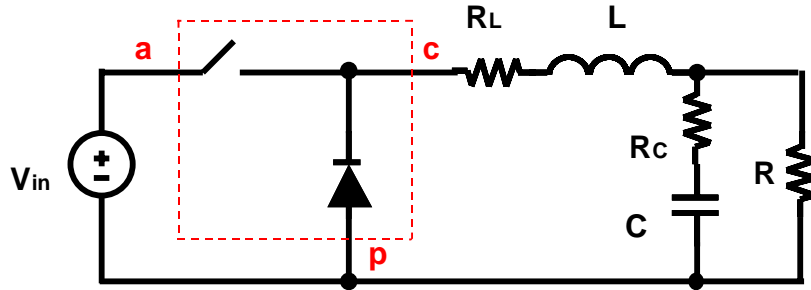


图 1. Buck 电路

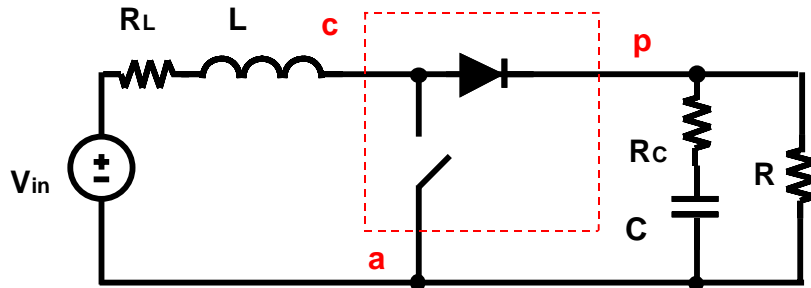


图 2. Boost 电路

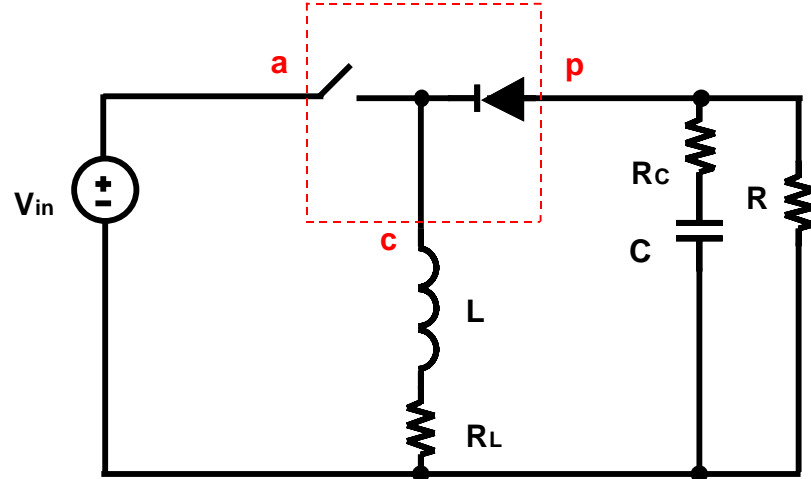


图 3. Buck-boost 电路

对 Boost 不难推出其控制到输出传递函数有右半平面零点(RHP zero):

$$\omega_{z2} = \frac{R}{M^2 \cdot L_f}, \text{ 此表达式对 DCM 和 CCM 是一样的,}$$

$$M = \frac{V_o}{V_{in}}, \text{ 此表达式对 DCM 和 CCM 是不一样的.}$$

对 Buck-boost 有类似的结果:

$\omega_{z2} = \frac{R}{M \cdot (1+M) \cdot L_f}$ , 此表达式对 DCM 和 CCM 是一样的,

$M = \frac{V_o}{V_{in}}$ , 此表达式对 DCM 和 CCM 是不一样的.

有 RHP zero 则回路增益剪切频率必须远低于 RHP zero, 两个极点要补偿 ESR zero 和 RHP zero. 对 DCM 来说, 负载太轻则 RHP zero 移向低频, 为提高带宽和动态响应, 必须加一点点假负载使 RHP zero 不致太低.

为啥 Buck 没有而 Boost 和 Buck-boost 会有 RHP zero? 想一下负载变化时控制信号, 门极信号, 电感电流, 负载电流的变化情况就清楚了.

其他隔离型变换器都可以折算到原边或付边成为非隔离型的变换器再进行计算.

1. 正激 Forward: 绕组复位普通型可以将原边电压折算到付边为 Buck, 有源钳位激磁电感和钳位电容形成谐振, 为四阶系统. 双管正激和单管正激一样.
2. 反激 Flyback: 可以折算到原边或付边成为 Buck-Boost
3. 半桥 Half-bridge: Center-Tap 可以将原边电压折算到付边为 Buck, current doubler 可以将原边电压折算到付边为两相交错 Buck, 最终可折算为单相 Buck, 多相交错 Buck 另文叙述.
4. 全桥 Full-bridge: 普通型和半桥是一样的, 移相全桥没有仔细研究.
5. 两级系统: 为四阶系统, 推导复杂, 但仿真计算一样, 计算机算就是了, 如谐振频率差很多可以近似把第二级看成是第一级的负载.