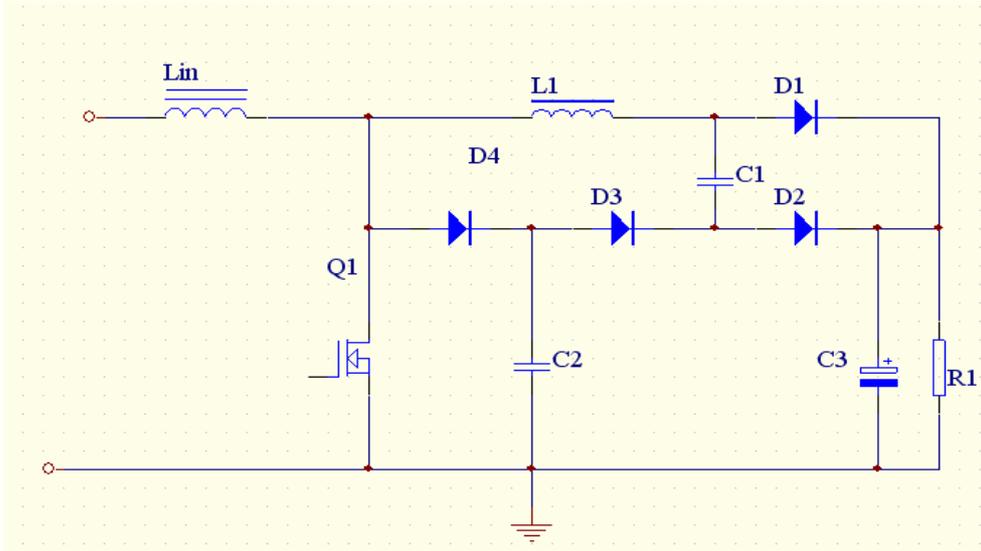


## 无源无损软开关 BOOST 的工程分析

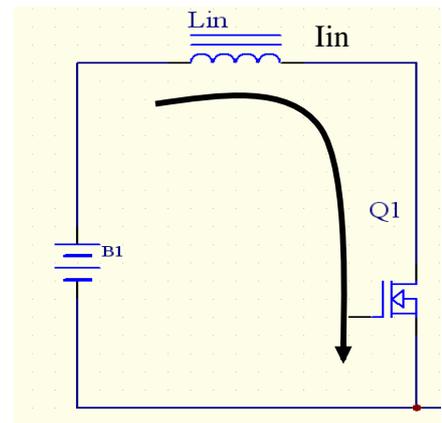
新型无源无损软开关 BOOST 的基本拓扑结构已经出现好久，此电路在不增加开关关应力的情况下实现了主开关管的软开关，有效的降低了开关管损耗，具有可靠性高，价格相对低廉的特点，电路结构如下：



工作原理：

1 设定初始状态：

Q1 导通，电感电流达到最大值  $I_{in}$ 。等效电路如图



2  $T_0$  时刻 MOS 开始关闭 Q1 的  $V_{ds}$  开始升高，因为  $L_{in}$  的电流是连续的，依据电路原理节点 A 的电流原理上将分成三部分 MOS 管通路， $L_1, C_1, D_2$  通路， $D_4, C_2$  通路，如下图：切看零电压关闭的实现。

MOS 开始关闭时刻电流的分配如何：三个通路中自然谁的等效内阻小，电流流向谁，显然应该是 D4,C2 通路，并由此定义为一个阶段。对此电路列出如下方程：

$$V_{q1} = V_{d4} + I_{in}(T - T_0) / C_1 \quad (T_0 \text{ 时刻}) \dots\dots\dots A$$

对 A 方程取微分，得到：

$$dV_{q1} / dT = I_{in} / c_1 \dots\dots\dots B$$

零电压开通的奥秘就在这里， $V_{q1}$  也就是  $V_{ds}$  上升的时间斜率  $dV_{q1} / dT$  如果小于 MOS 本身的电压上升斜率（mos 本身参数），MOS 实现零电压开通，换言之。开通时刻的损耗 VI 转移到 C2 上存贮了，

$V_{q1}$  的上升显然是一个过程，而不仅在  $T_0$  时刻，定义  $T_1$  时刻 D2 导通。

在次过程中不考虑 Q1 通路，

3 当  $V_{q1}$  上升到  $T_1$  时刻 D2 导通。A 点电流有  $L_1, C_1$  和  $D_4, C_2$  支路，此时如果把负载看成短路，那么  $L_1, C_1, C_2$  形成了串联谐振。角频率为：

$$\omega = 1 / \sqrt{L_1 * C_1 C_2 / (C_1 + C_2)} \dots\dots\dots C$$

两支路的电流分别为：

$$I_{c1} = I_{d2} = I_{in} * C_2 / (C_1 + c_2) * \{1 - \cos[\omega(T - T_1)]\} \dots\dots\dots D$$

$$I_{c2} = I_{d4} = I_{in} * c_1 / (c_1 + c_2) + I_{in} * C_2 / (C_1 + C_2) * \cos[\omega(T - T_1)] \dots\dots\dots E$$

在实际应用中， $C_1$  应该远大于  $C_2$ , 20 倍以上。原因以后再讲。

两方程可以简化为

$$I_{c1} = I_{d2} = I_{in} \{1 - \cos[\omega(T - T_1)]\} \dots\dots\dots F$$

$$I_{c2} = I_{d4} = I_{in} * \cos[\omega(T - T_1)] \dots\dots\dots G$$

$T_1$  时刻，MOS 电压可以用如下式子表示。(不懂的话看看基本 LC 电路)

$$V_{q1} = V_o - V_{c1} \dots\dots\dots H$$

依据 H,G 方程。得到 MOS 的电压方程 ( $T_0 - T_1$  时间段) 为：

$$V_{q1} = V_o - (V_{C1})_{T_1} + I_{in} / \omega C_2 * \sin[\omega(T - T_1)] \dots\dots\dots I$$

有人问 I 方程干吗呢，他是 mos 的  $V_{ds}$  上升的时间方程，可以用来指导如何控制 MOS 关闭时的上升时间。当然与驱动能力有关，如果驱动能力足够的话，还是看看吧。

