

设计指南

功率驱动集成电路中自举元件的选择

1. 自举电路工作原理

V_{bs} (驱动电路 V_b 和 V_s 管脚之间的电压差)给集成电路高端驱动电路提供电源。该电源电压必须在 10-20V 之间,以确保驱动集成电路能够完全地驱动 MOS 栅极器件(MGT)。IR 公司的部分驱动集成电路有 V_{bs} 欠压保护,当 V_{bs} 电压下降到一定值时(见数据表中 V_{bsuv}),将关闭高端驱动输出,这保证了 MGT 不会在高功耗下工作。

V_{bs} 电源是悬浮电源,附加在 V_s 电压上(V_s 通常是一个高频的方波)。有许多方法可以产生 V_{bs} 悬浮电源,其中一种如本文中介绍的自举方式。这种方式的好处是简单、低廉,但也有局限性。占空比和开通时间受限于自举电容的再充电(长时间导通和大占空比时要求有充电泵电路支持,见 AN978),自举电源由二极管和电容组成,如图 1 所示。

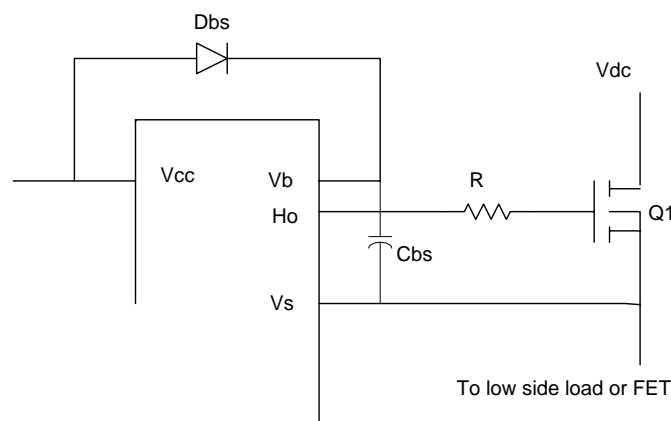


图 1. 自举二极管和电容电路

电路的工作原理如下,当 V_s 被拉到地时(通过下端器件或负载,视电路结构而定),15V V_{cc} 电源通过自举二极管(D_{bs})给自举电容(C_{bs})充电。因此给 V_{bs} 提供一个电源。

2. 影响自举电源的因素

有五种以下因素影响对 V_{ds} 电源的要求：

- MGT 栅极电荷要求。
- I_{qbs} ：高端驱动电路静态电流。
- 驱动 IC 中电平转换电路的电流。
- MGT 栅极源漏电流。
- 自举电容漏电流。

第 e) 个因素只有当自举电容是电解电容时才考虑，其它类型电容可以忽略，因此建议使用非电解类电容。

3. 计算自举电容值

下列公式列出了自举电容应该提供的最小电荷要求：

$$Q_{bs} = 2Q_g + \frac{I_{qbs(max)}}{f} + Q_{ls} + \frac{I_{cbs(leak)}}{f} \quad (1)$$

其中： Q_g ：高端器件栅极电荷

f ：工作频率

$I_{cbs(leak)}$ ：自举电容漏电流

Q_{ls} ：每个周期内，电平转换电路中的电荷要求

500V/600V IC 为 5nc

1200V IC 为 20nc

自举电容必须能够提供这些电荷，并且保持其电压。否则 V_{bs} 将会有很大的电压纹波，并且可能会低于欠压值 V_{bsuv} ，使高端无输出并停止工作。因此 C_{bs} 电容的电荷应是最小值的二倍，最小电容值可以由下式计算：

$$C \geq \frac{2[2Q_g + \frac{I_{qbs(max)}}{f} + Q_{ls} + \frac{I_{cbs(leak)}}{f}]}{V_{cc} - V_f - V_{Ls}}$$

其中， V_f ：自举二极管正向压降

V_{Ls} ：低端器件压降或高端负载压降

注意事项：

由式 (2) 计算的 C_{bs} 电容值是最小的要求，由于自举电路的固有工作原理，低容值可能引起过充电，从而导致 IC 损坏。为了避免过充电和进一步减小 V_{bs} 纹波，由式 (2) 计算的容值应乘一个系数 15。

C_{bs} 电容只在高端器件关断， V_s 被拉到地时才被充电。因此低端器件开通时间（或高端器件关断时间）应足够长，以保证被高端驱动电路吸收掉的电容 C_{bs} 上的电荷被完全补充，因此对低端器件的开通时间（或高端器件的关断时间）有最小要求。

另外，由于高端器件电路的结构使负载成为充电回路一部分时，负载的阻抗将直接影响自举电容 C_{bs} 的充电。如果阻抗太高，电容将不能充分充电，这时就需要充电泵电路，见 AN978。

4. 自举二极管的选择

在高端器件开通时，自举二极管必须能够阻止高压，并且应是快恢复二极管，以减小从自举电容向电源 V_{cc} 的回馈电荷。如果电容需要长期贮存电荷时，高温反向漏电流指标也很重要。二极管的额定电流值式（1）和工作频率的乘积得到。

其中：二极管特性

V_{RRM} =功率端电压

最大 $t_{rr} = 100\text{ns}$

$$I_F = Q_{bs} \times f$$

5. 布板方法

自举电容要尽可能靠近 IC 的管脚。如图 2 所示，至少有一个低 ESR 的电容提供就近耦合。例如：如果使用了铝电解电容做为自举电容，就应再用一个瓷电电容。如果自举电容是瓷电或钽电容，自己做为就地耦合也就足够了。

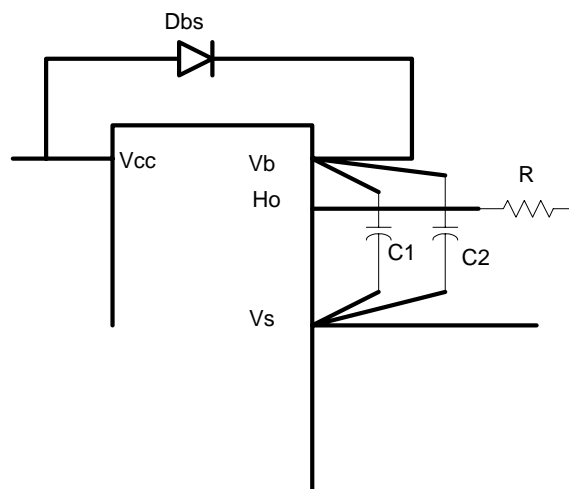


图 2. 自举器件的推荐布板方式