MOSFET驱动电路的设计与仿真

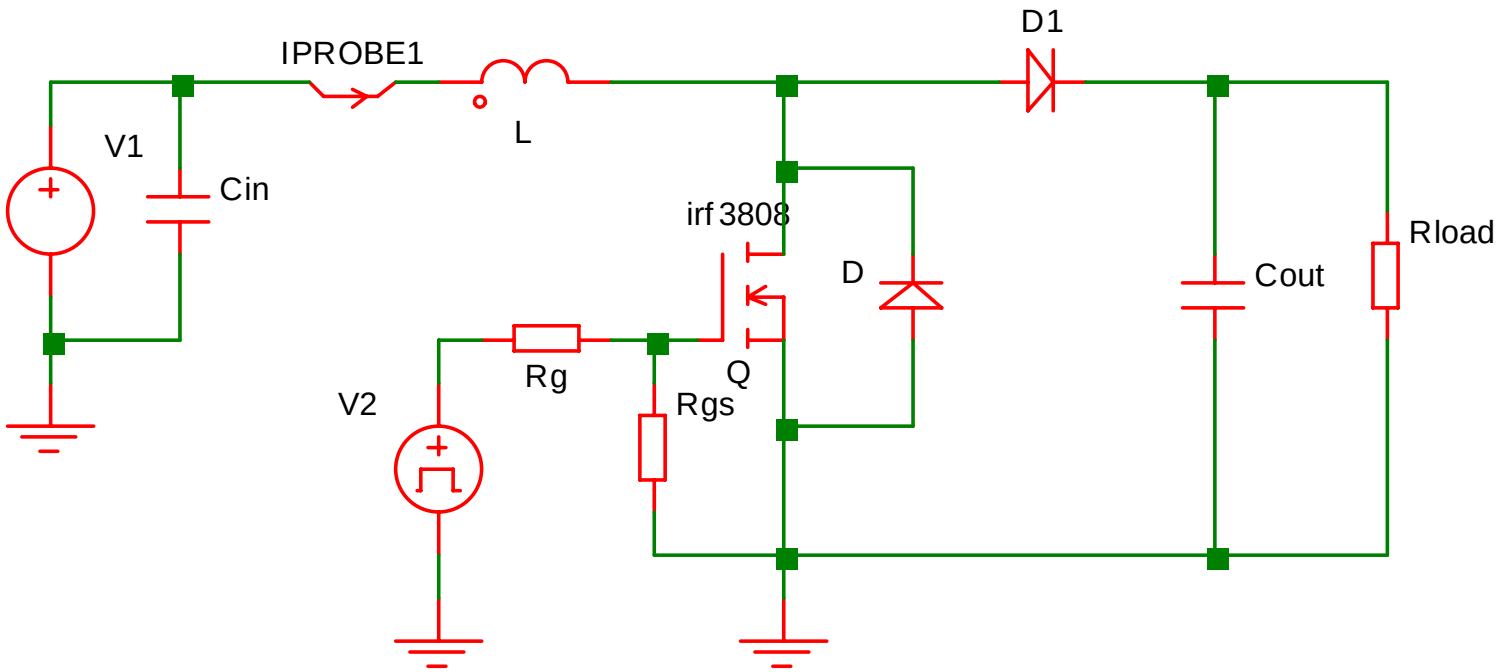
世纪电源网**2010(**深圳**)**电源技术研讨会

胡炎申
世纪电源网-版主（斜阳古道）
2010年10月16日

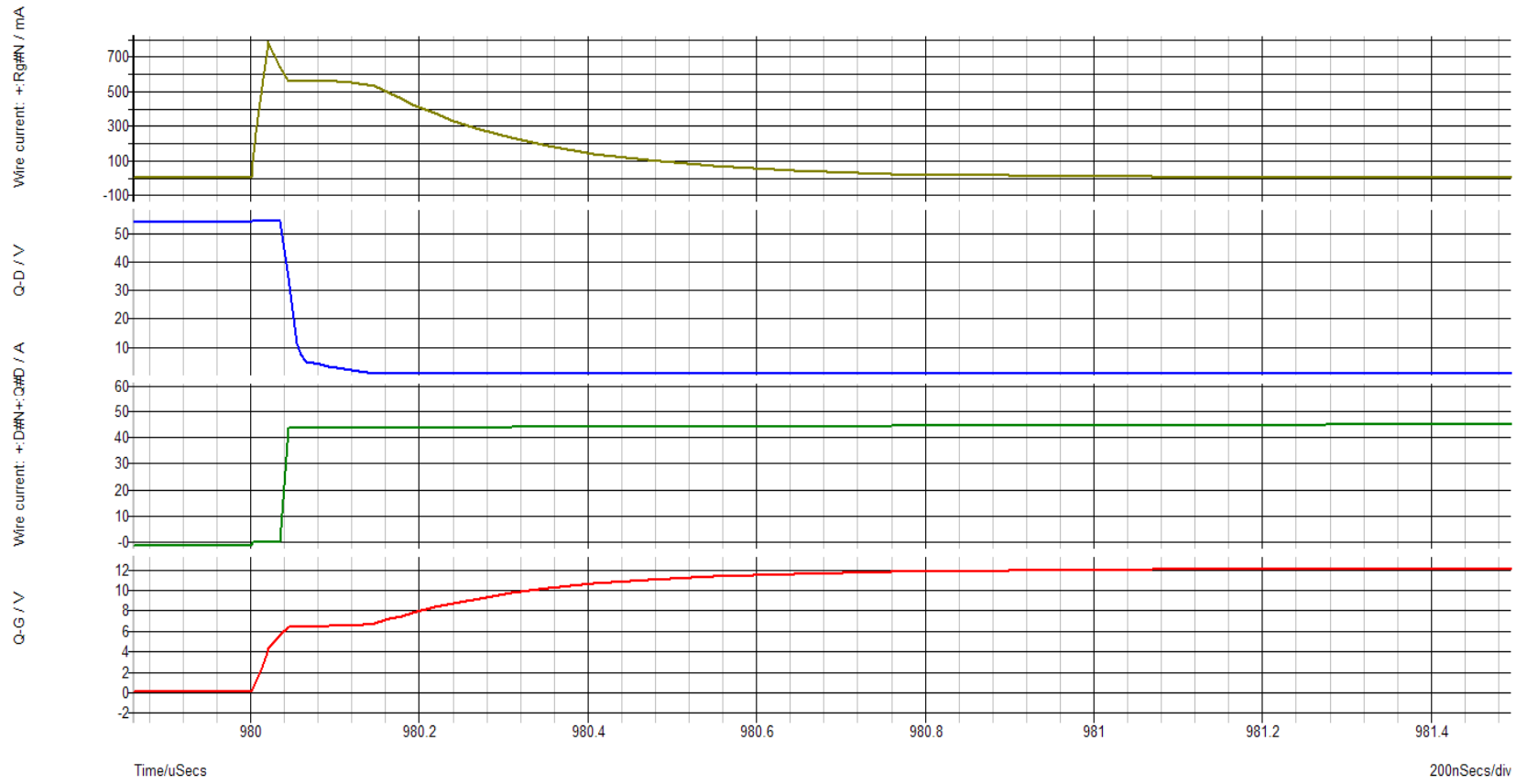
演讲议程

- 1.MOSFET的开关过程
- 2.栅极驱动电路的类型
- 3.驱动电路设计中的实际问题

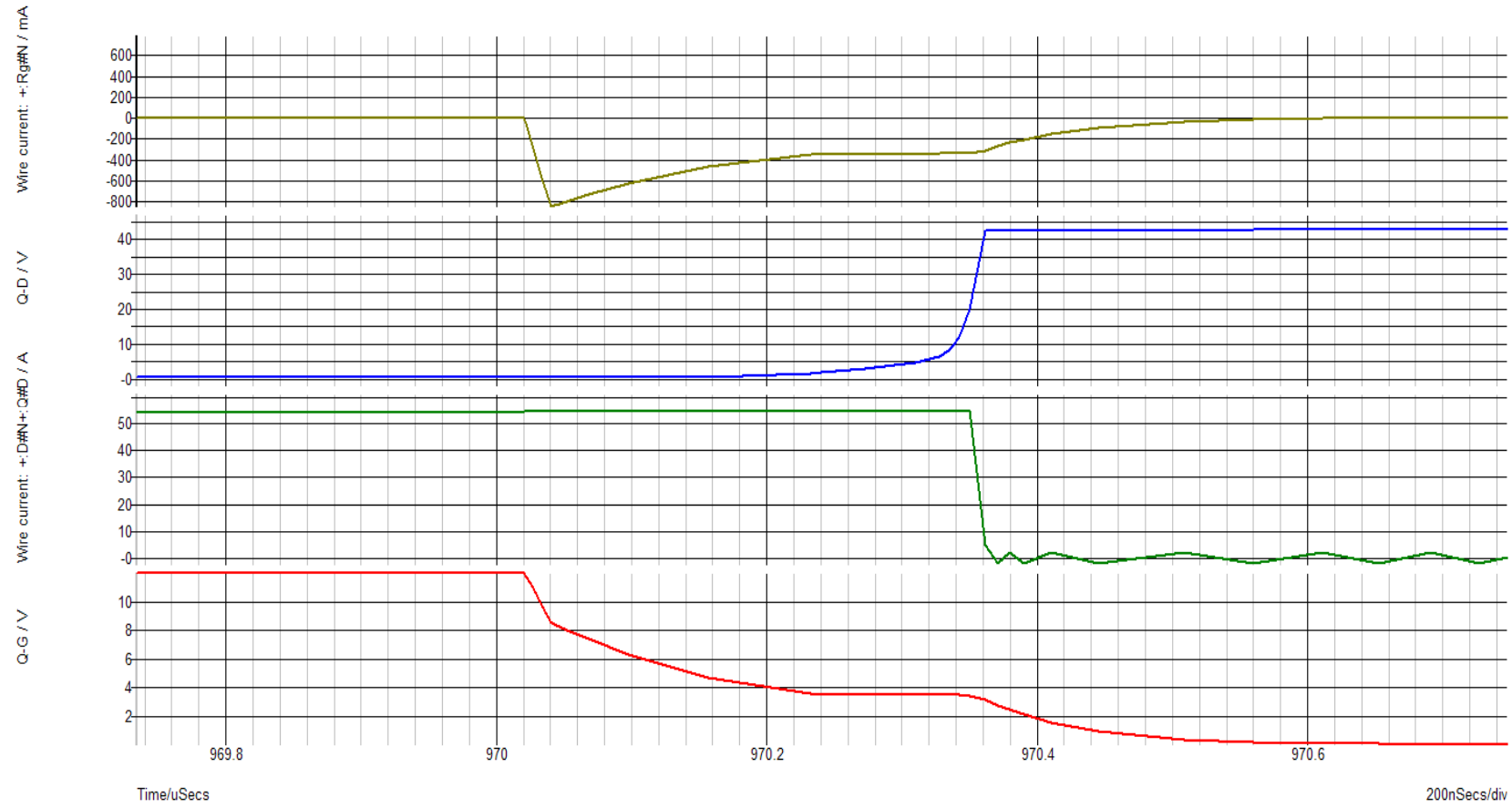
1.MOSFET的开关过程



MOSFET的开通过程



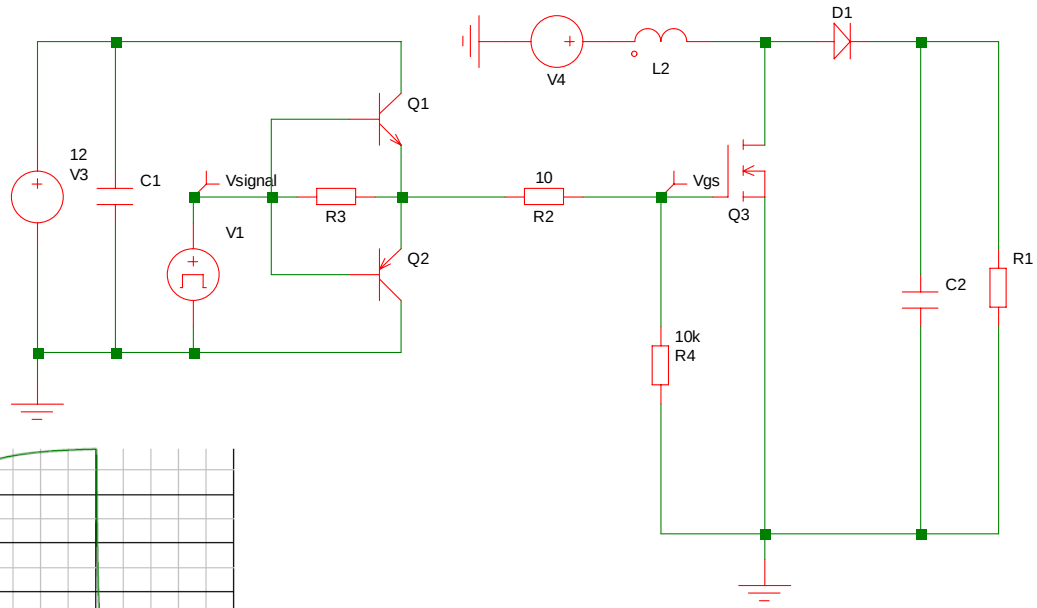
MOSFET的关断过程



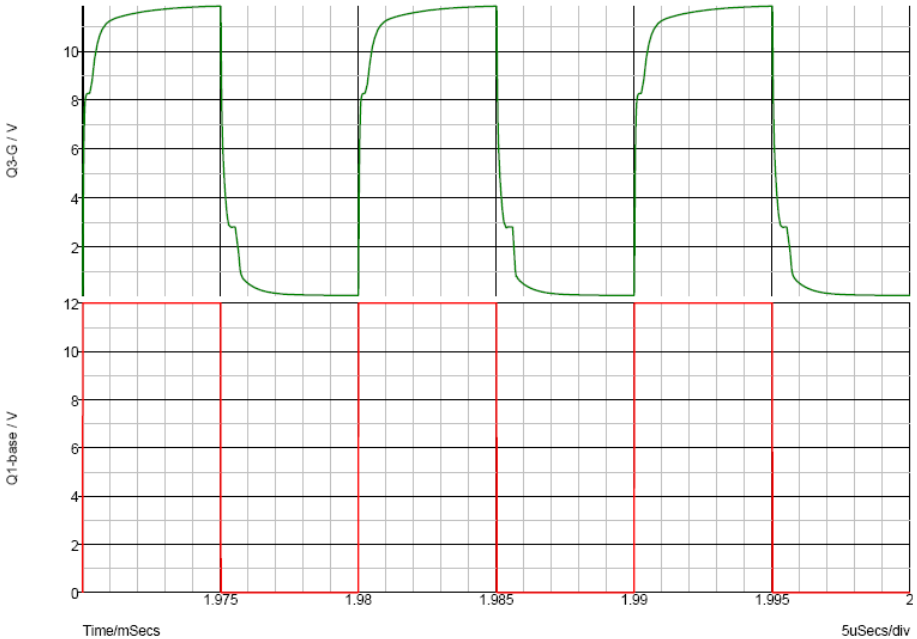
2.栅极驱动电路的类型

- 直接耦合型
- 脉冲变压器耦合型
- 电容耦合型
- 用于双管正激的驱动电路
- 用于桥式变换器的驱动电路

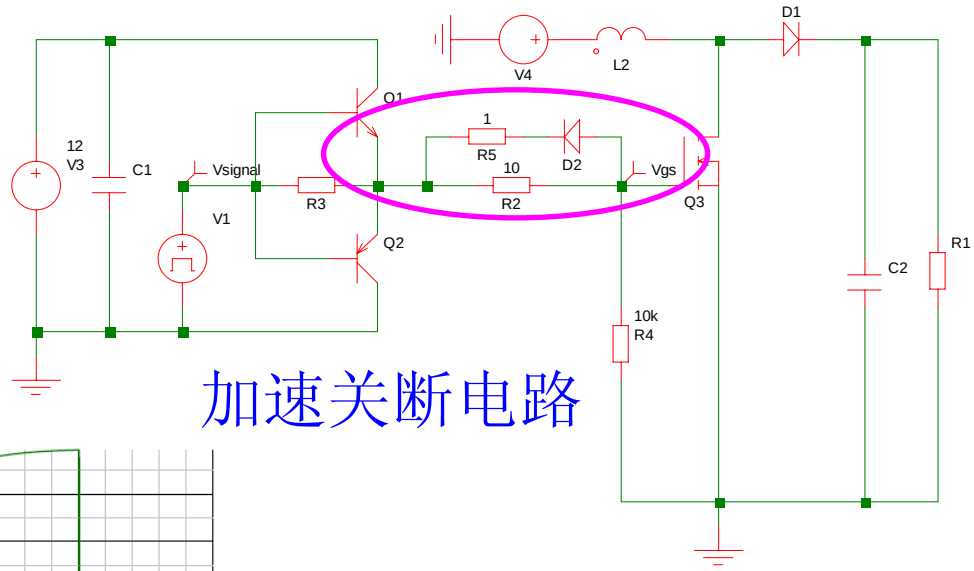
直接耦合型驱动电路



D=50%

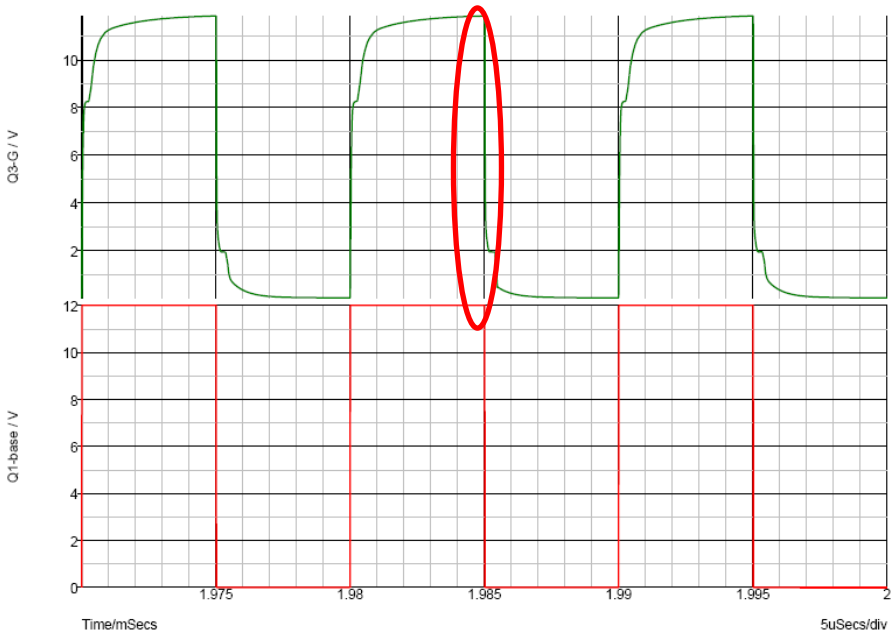


直接耦合型驱动电路

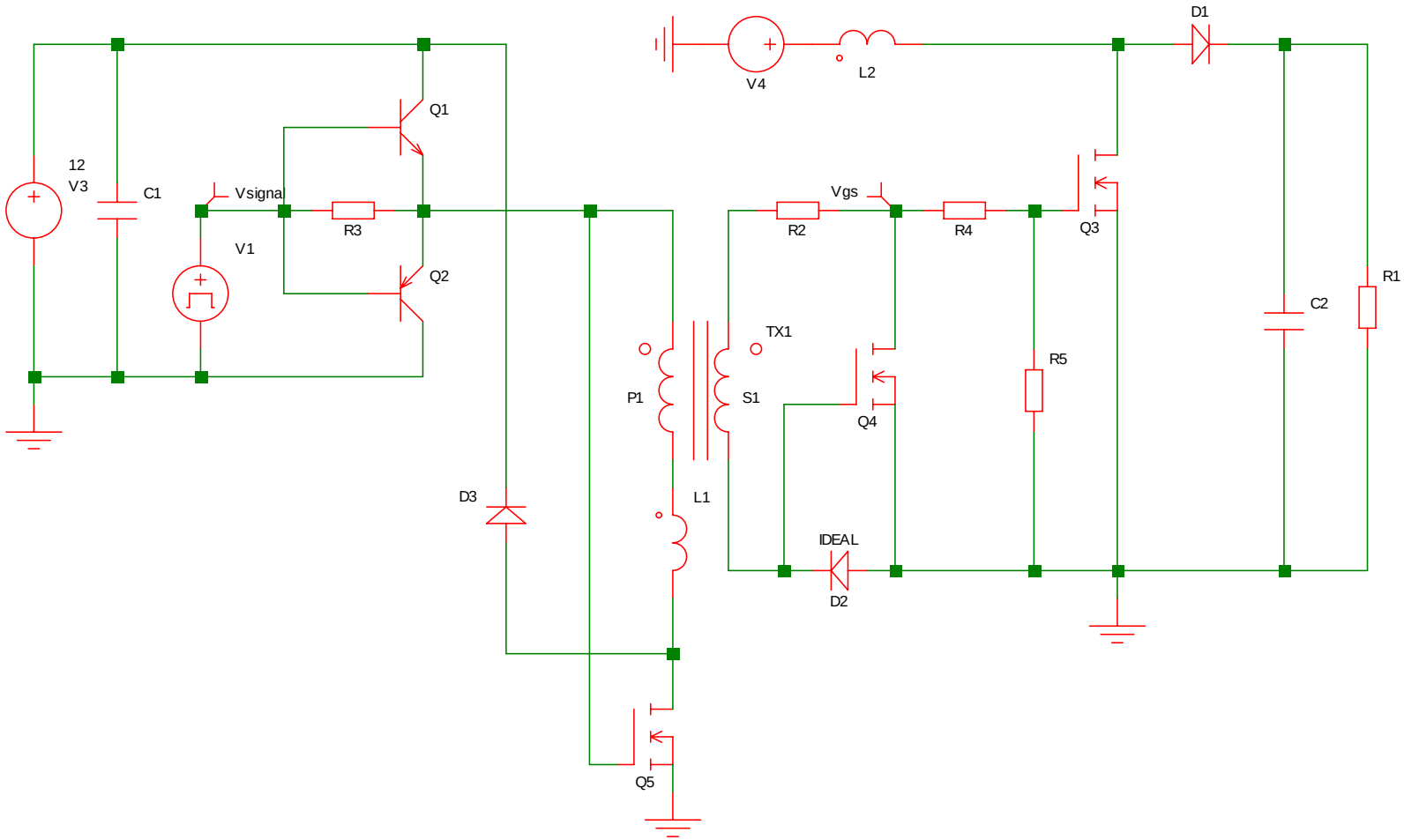


加速关断电路

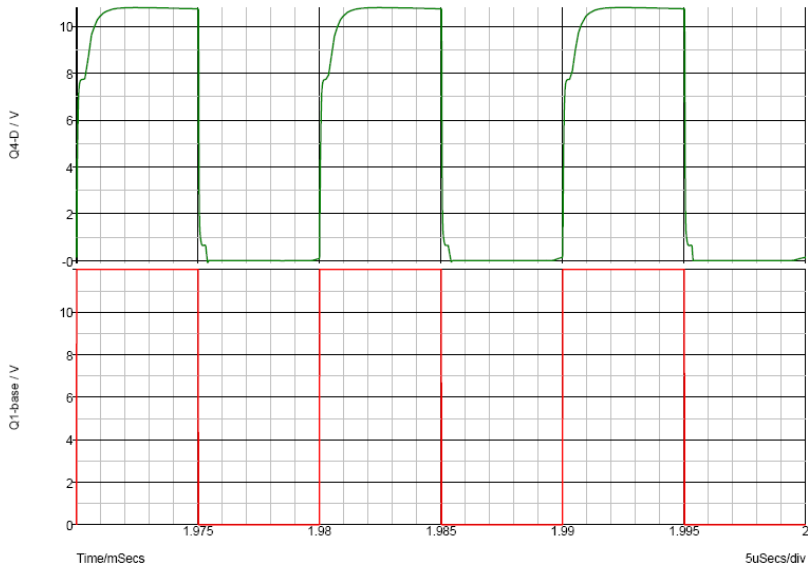
D=50%



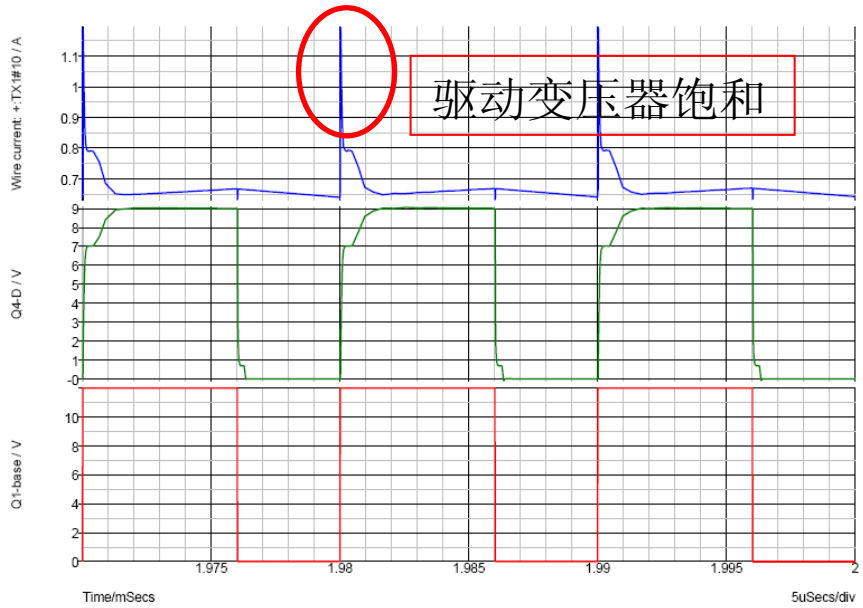
脉冲变压器耦合型驱动电路



脉冲变压器耦合型驱动电路



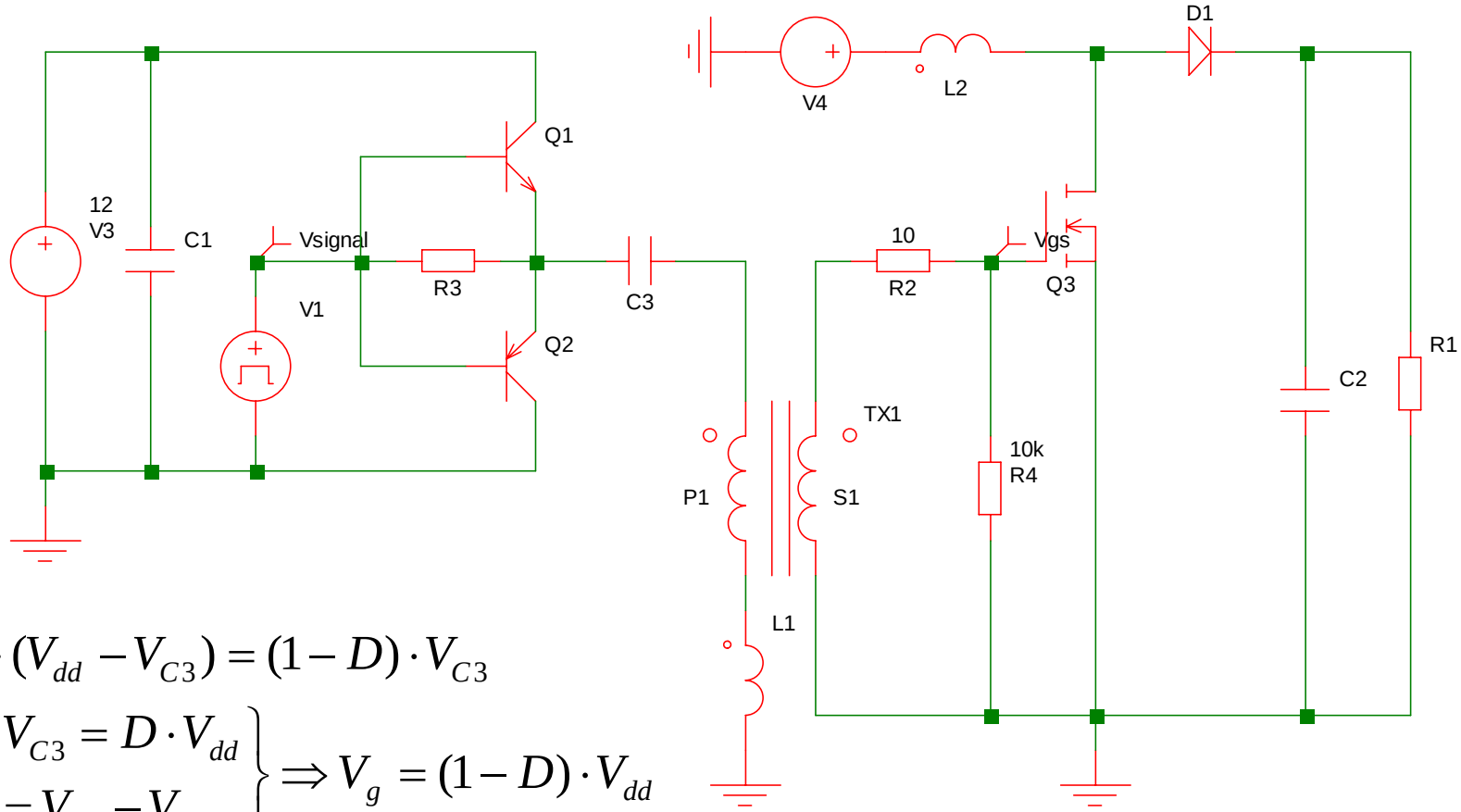
D=50%



D=60%

脉冲变压器耦合型驱动电路的占空比不能超过50%!

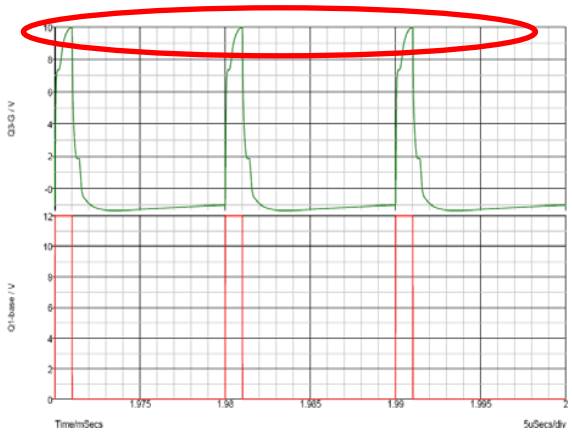
电容耦合型驱动电路



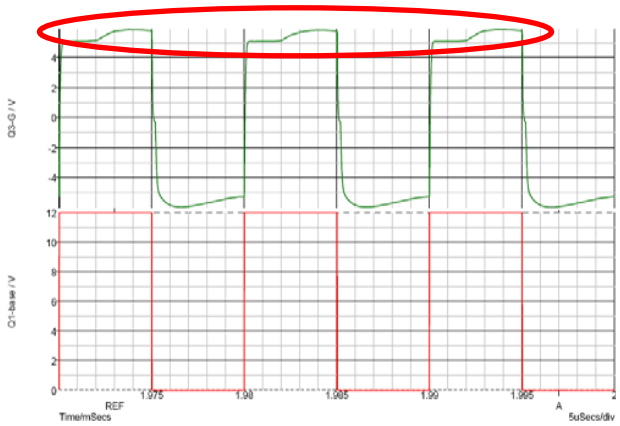
$$D\cdot(V_{dd}-V_{C3})=(1-D)\cdot V_{C3}$$

$$\left.\begin{aligned}\Rightarrow V_{C3}&=D\cdot V_{dd}\\ V_g&=V_{dd}-V_{C3}\end{aligned}\right\}\Rightarrow V_g=(1-D)\cdot V_{dd}$$

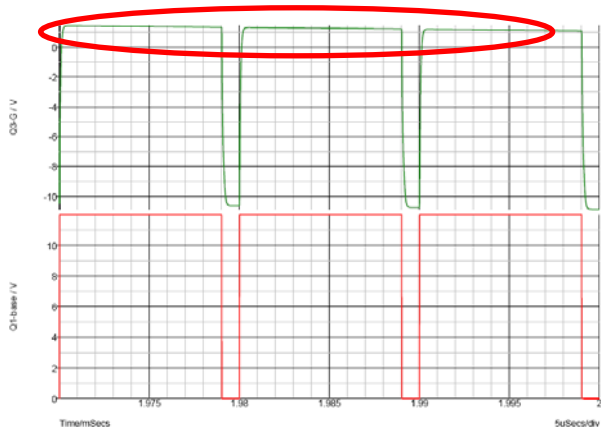
电容耦合型驱动电路



D=10%



D=50%

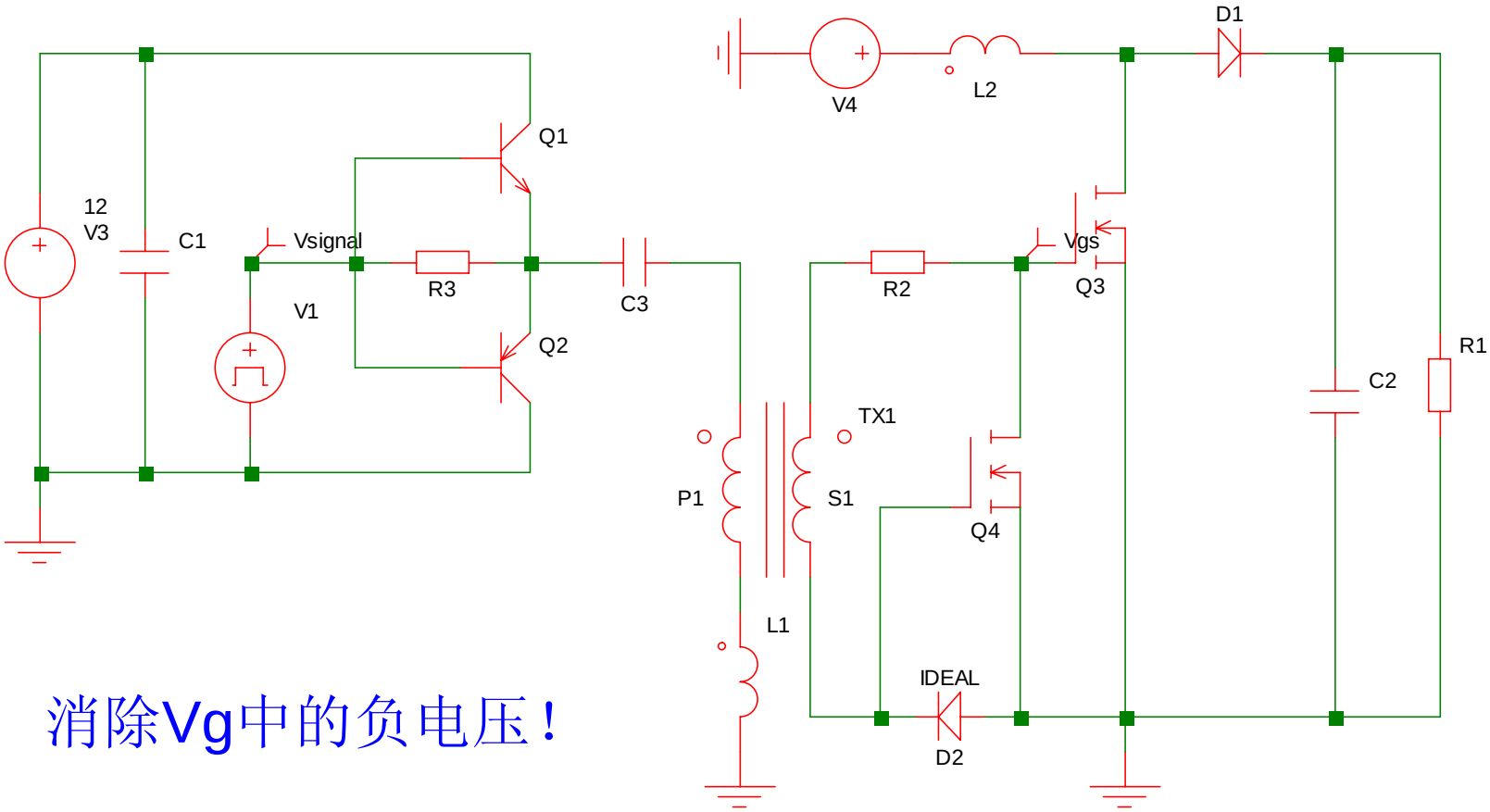


D=90%

▲ 电容耦合型驱动电路的占空比为50%时，Vg=50%*Vdd！

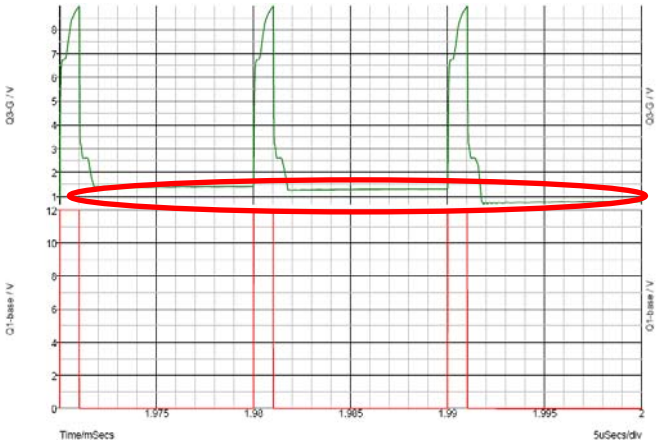
▲ Vg中存在负电压，一定程度上加长了驱动延迟时间！

电容耦合型驱动电路 – 改进型I

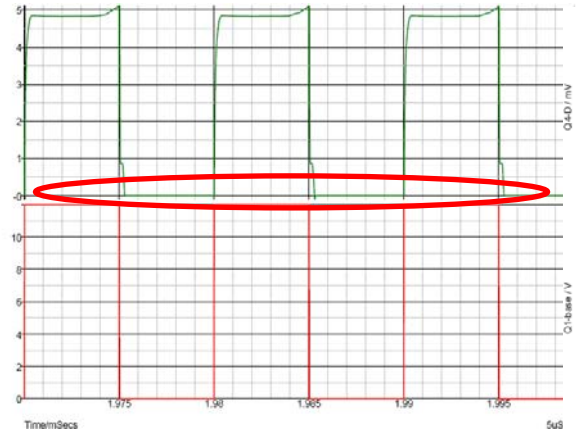


消除Vg中的负电压！

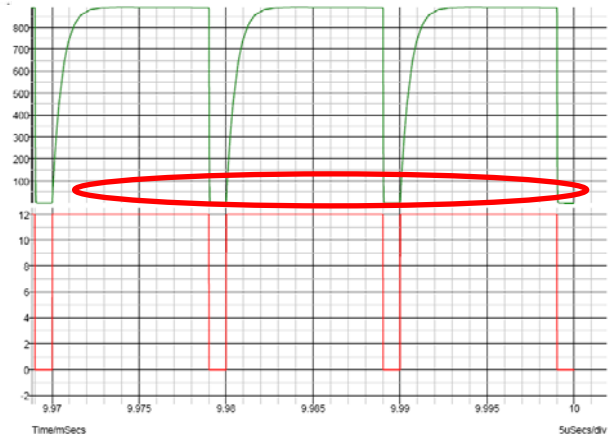
电容耦合型驱动电路



D=10%



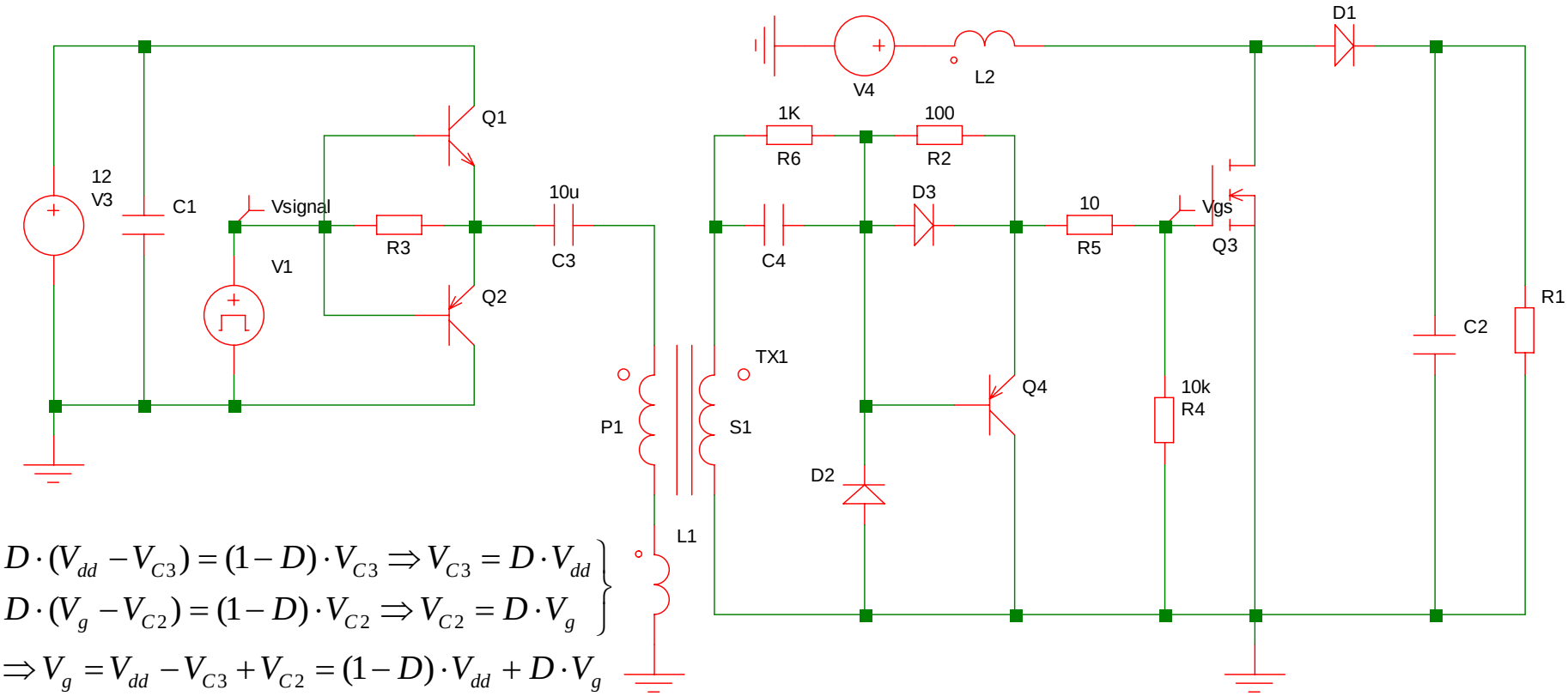
D=50%



D=90%

改进型电路的占空比为50%时，仍然存在Vg=50%*Vdd!

电容耦合型驱动电路 – 改进型II



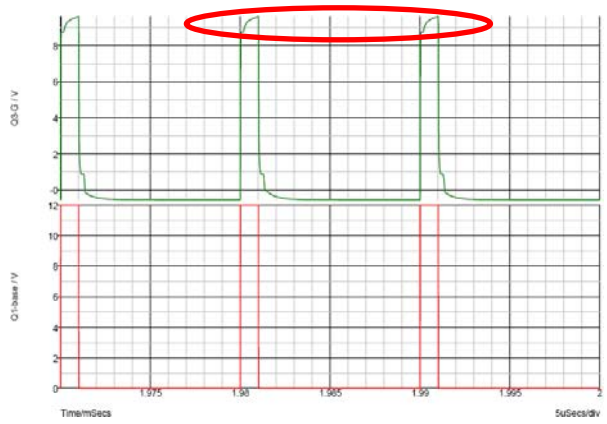
$$\left.\begin{aligned} D\cdot(V_{dd}-V_{C3})=(1-D)\cdot V_{C3} &\Rightarrow V_{C3}=D\cdot V_{dd}\\ D\cdot(V_g-V_{C2})=(1-D)\cdot V_{C2} &\Rightarrow V_{C2}=D\cdot V_g \end{aligned}\right\}$$

$$\Rightarrow V_g=V_{dd}-V_{C3}+V_{C2}=(1-D)\cdot V_{dd}+D\cdot V_g$$

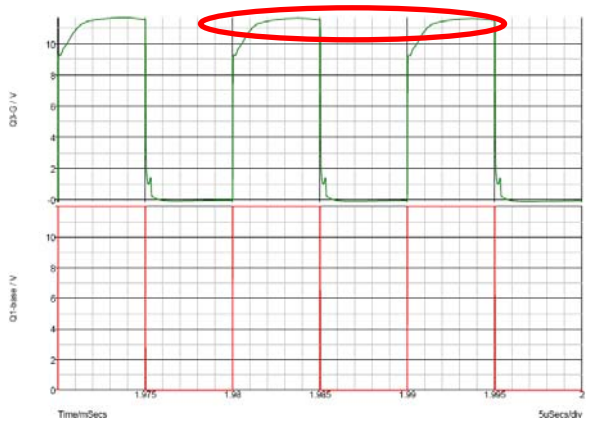
$$\Rightarrow (1-D)\cdot V_g=(1-D)\cdot V_{dd}$$

$$\Rightarrow V_g=V_{dd}$$

电容耦合型驱动电路 – 改进型II



D=10%



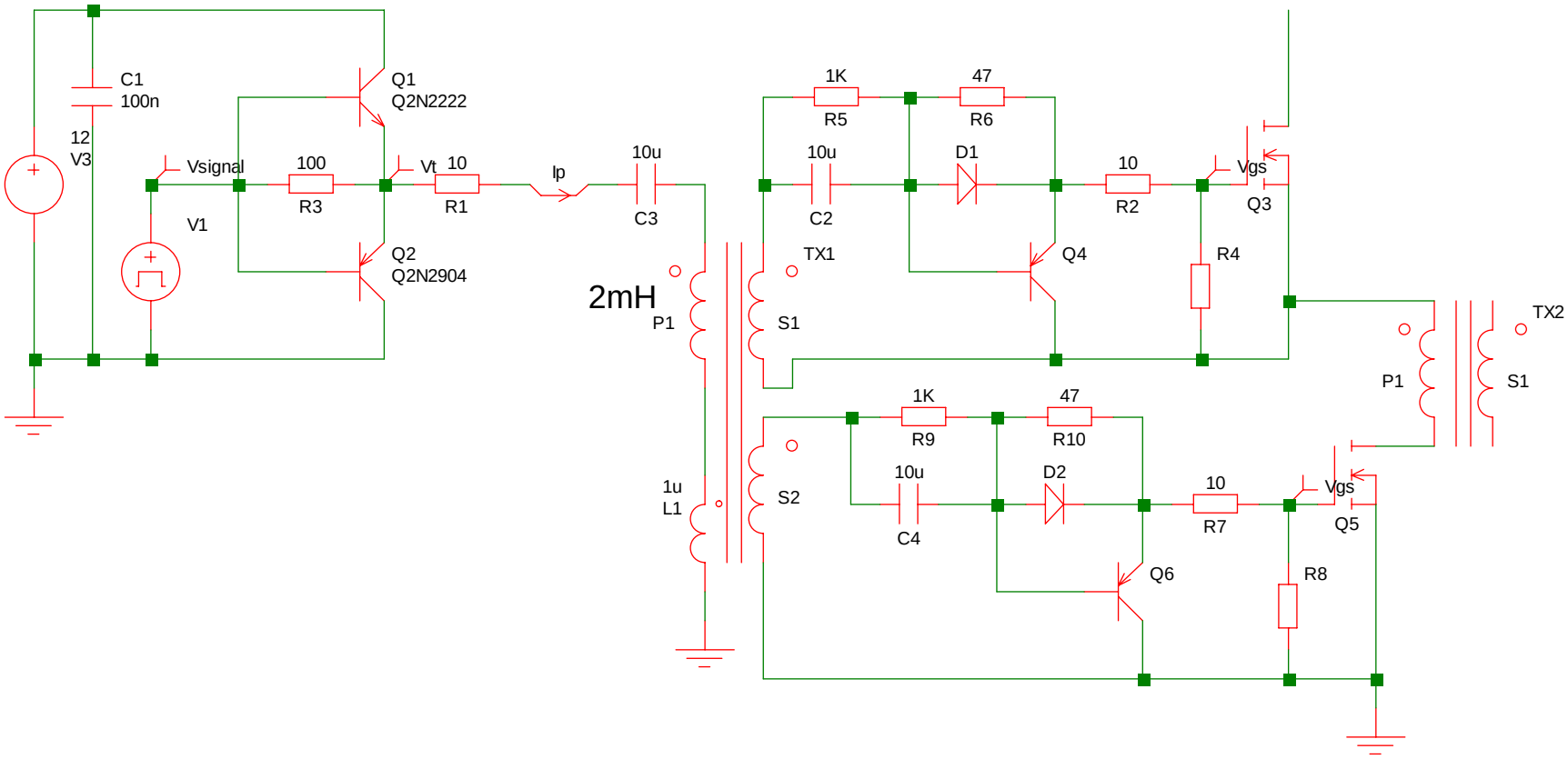
D=50%

D=90%

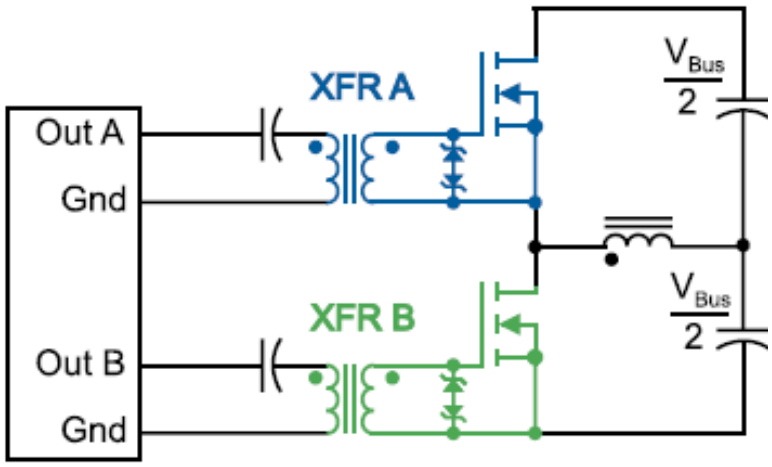
▲ 消除Vg中的负电压；

▲ Vg幅度与D无关；

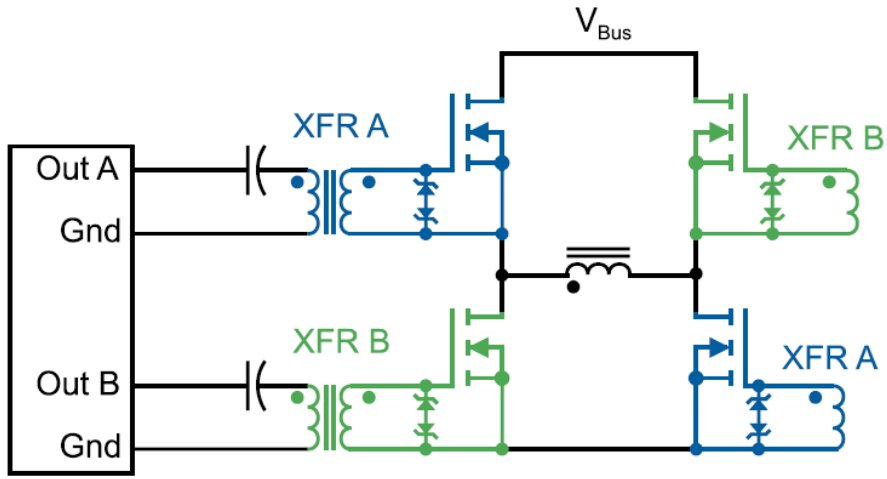
用于双管正激的驱动电路



用于桥式变换器的驱动电路

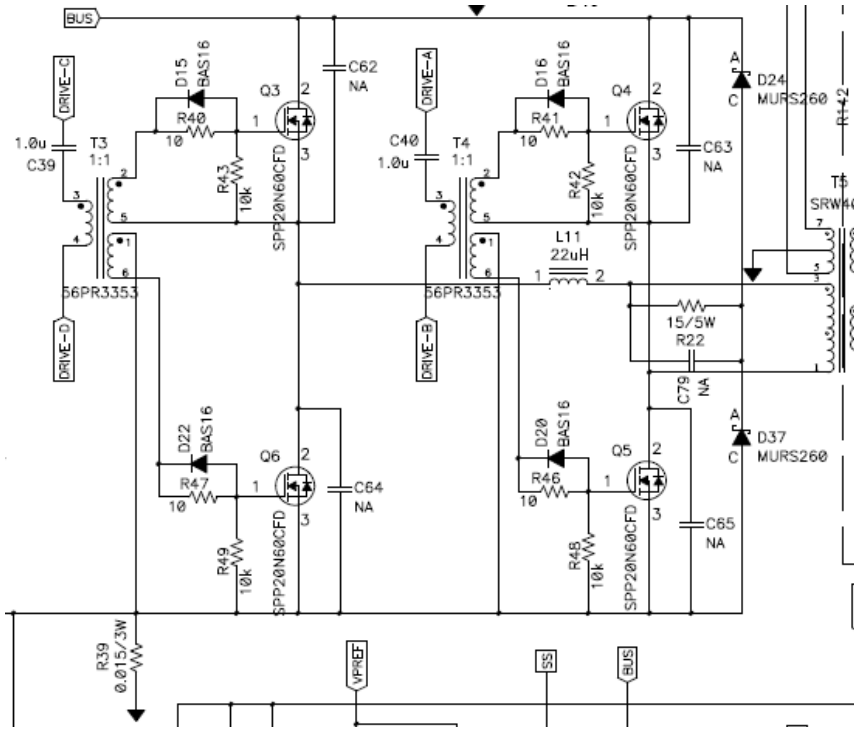


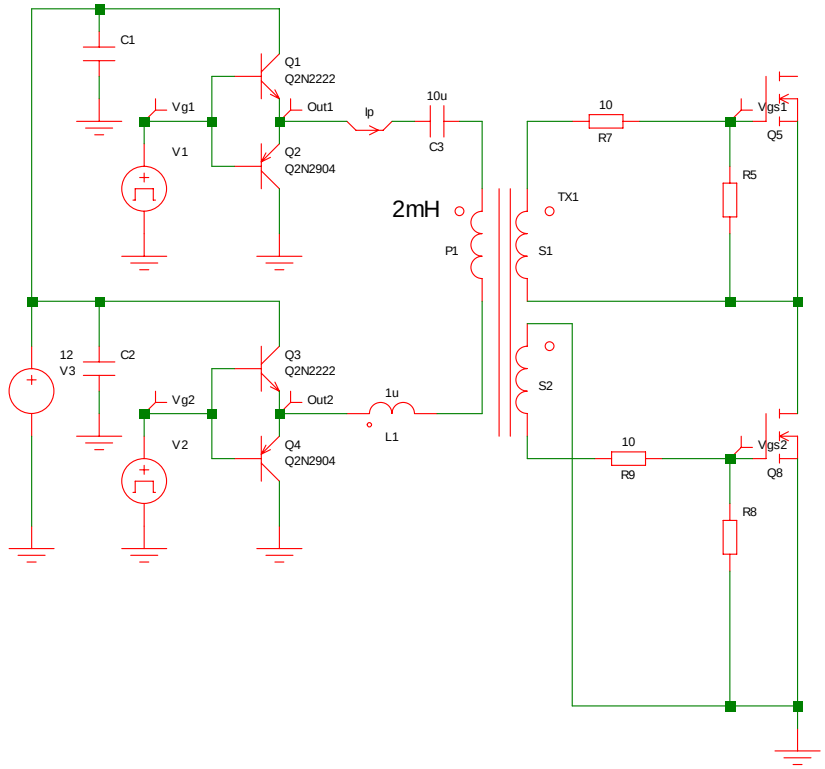
PWM半桥



PWM全桥

用于桥式变换器的驱动电路





ZVS移相全桥

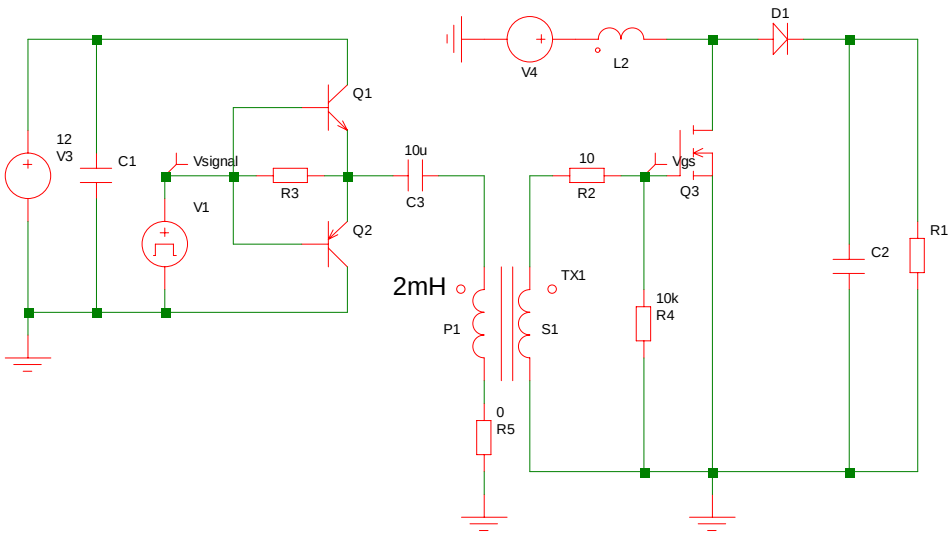
LLC谐振半桥

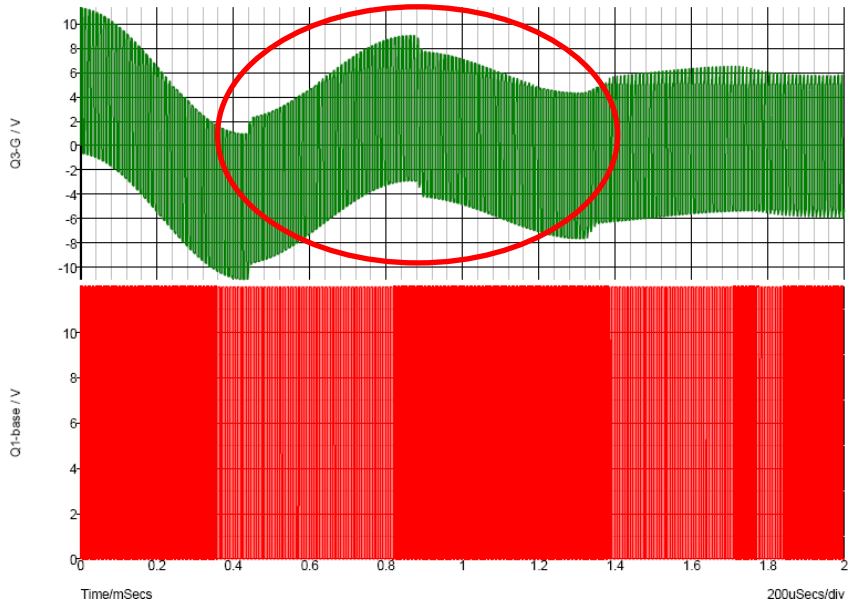
死区时驱动电平不确定，可能有问题！

3.驱动电路设计中的实际问题

- 电容耦合型驱动电路中的振荡
- 桥式变换器中的驱动电路

电容耦合型驱动电路中的振荡

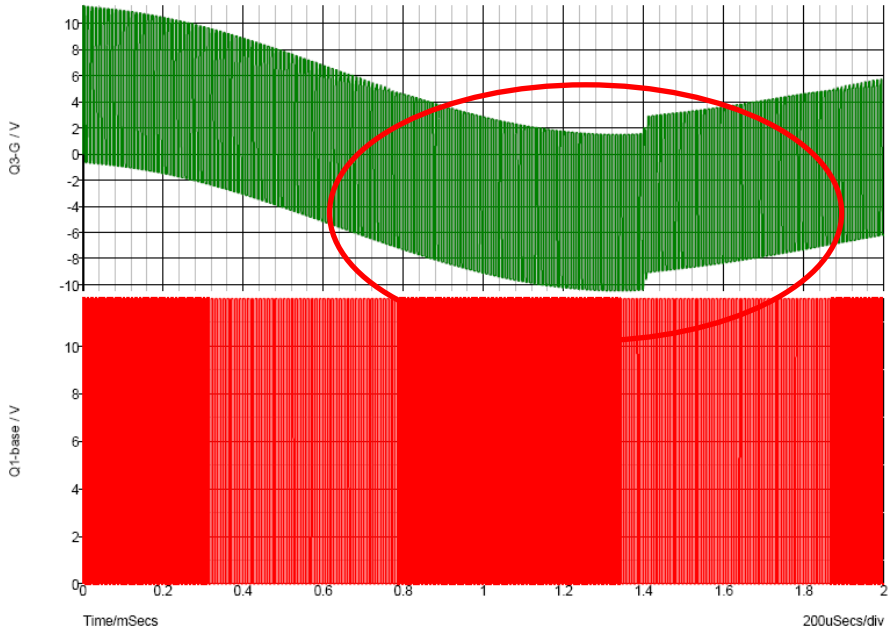




电容耦合型驱动电路的原边器件有可能发生振荡，振荡将使整个电源工作不稳定，振荡一般在起机、动态时最大！

电容耦合型驱动电路中的振荡

原边仅串联5ohm电阻

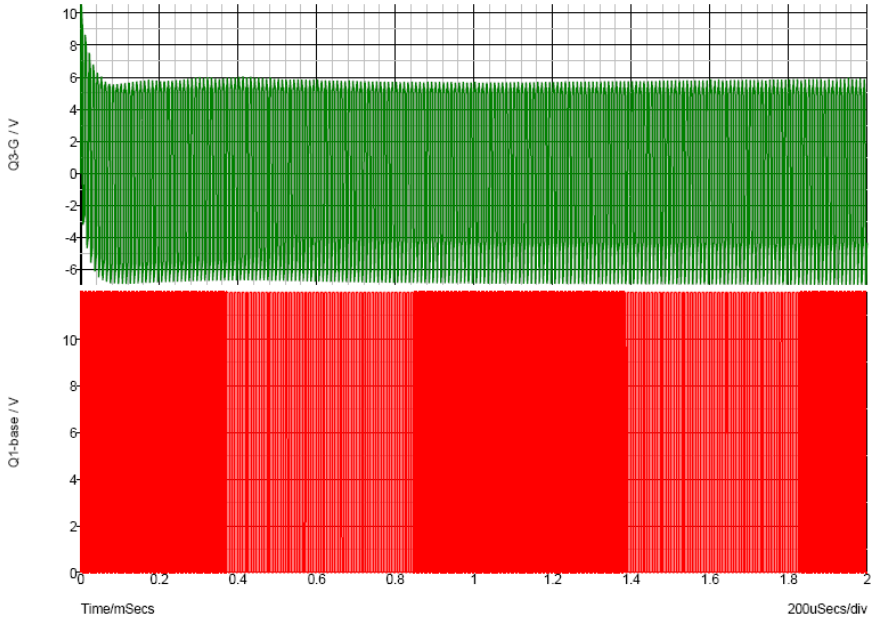


耦合电容仅由10uF改至20uF

$$Q = \frac{\sqrt{\frac{L_m}{C_S}}}{R_S}$$

降低原边串联谐振电路的Q值，可以减小驱动电路中的振荡！

电容耦合型驱动电路中的振荡



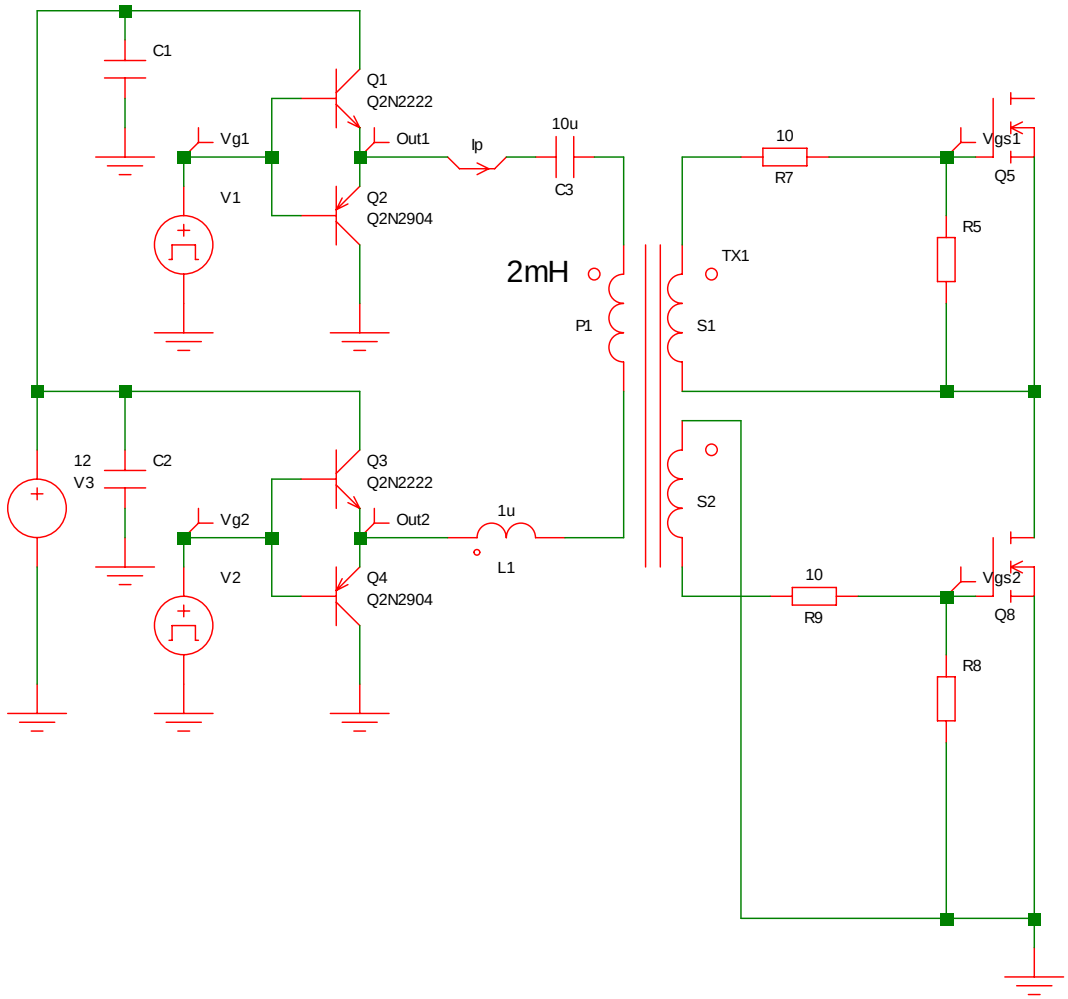
仅激磁电感由2mH改至0.2mH

串联电阻、增大电容、减小激磁电感

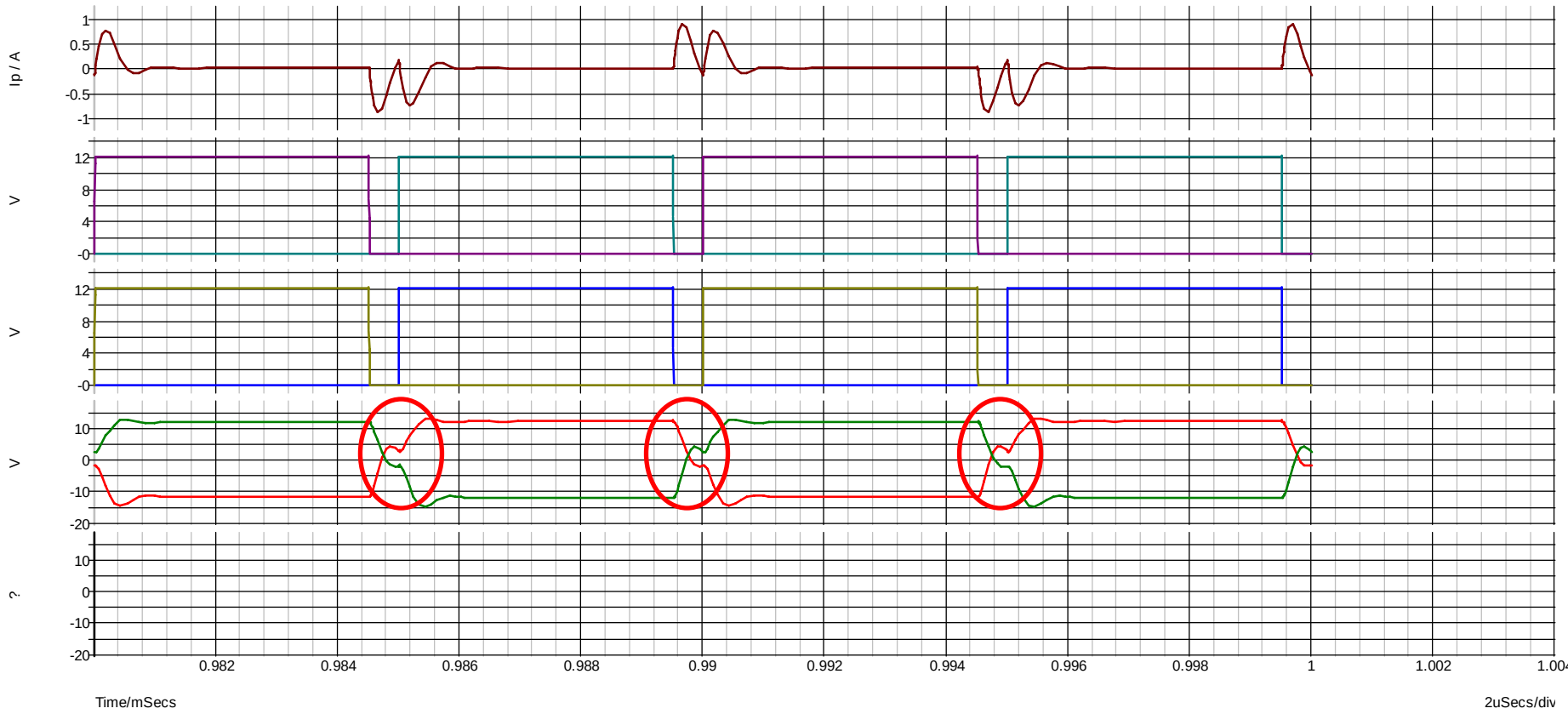
$$Q = \frac{\sqrt{\frac{L_m}{C_S}}}{R_S}$$

降低原边串联谐振电路的Q值，可以减小驱动电路中的振荡！

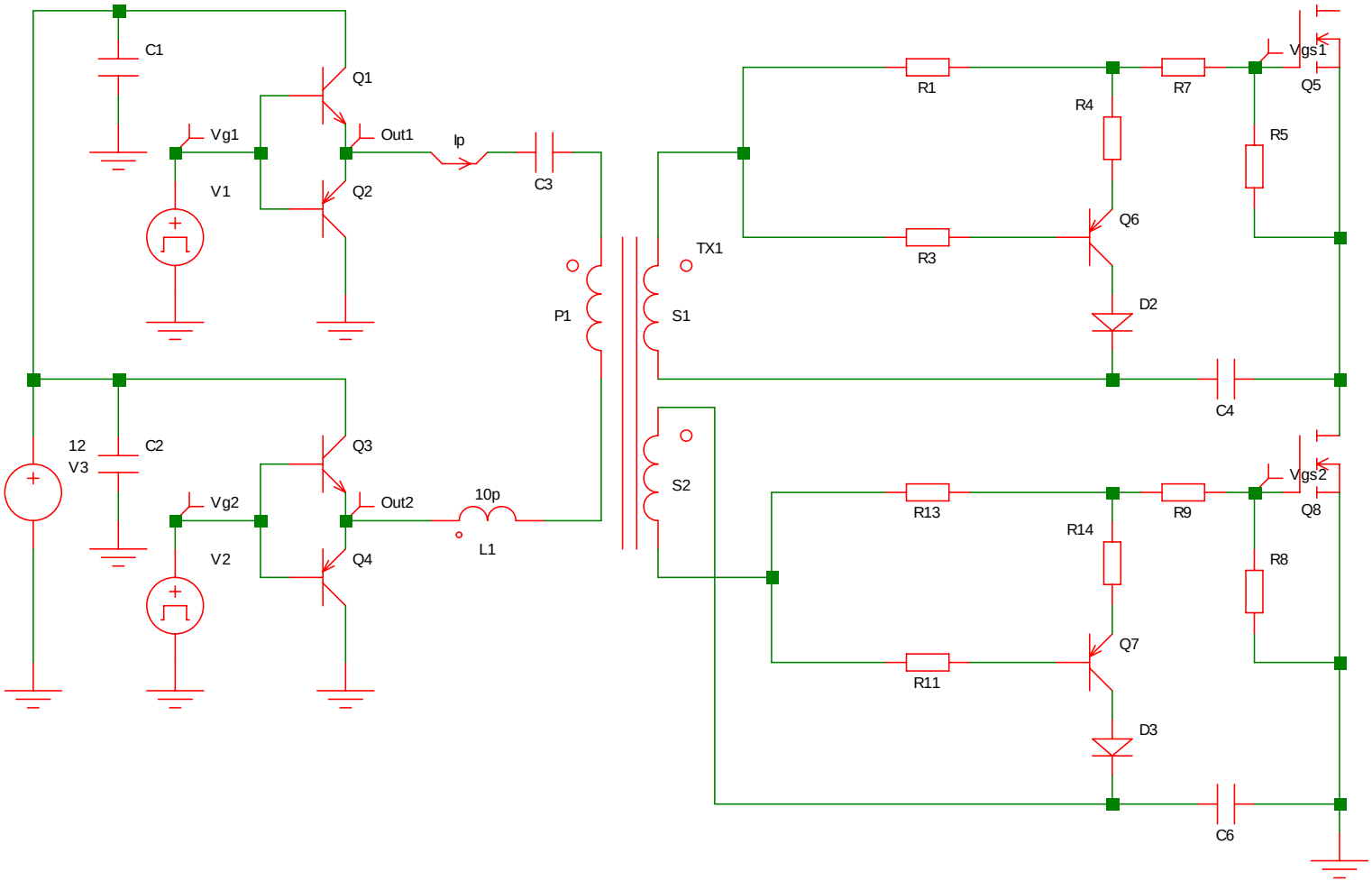
桥式变换器中的驱动 – 常用电路



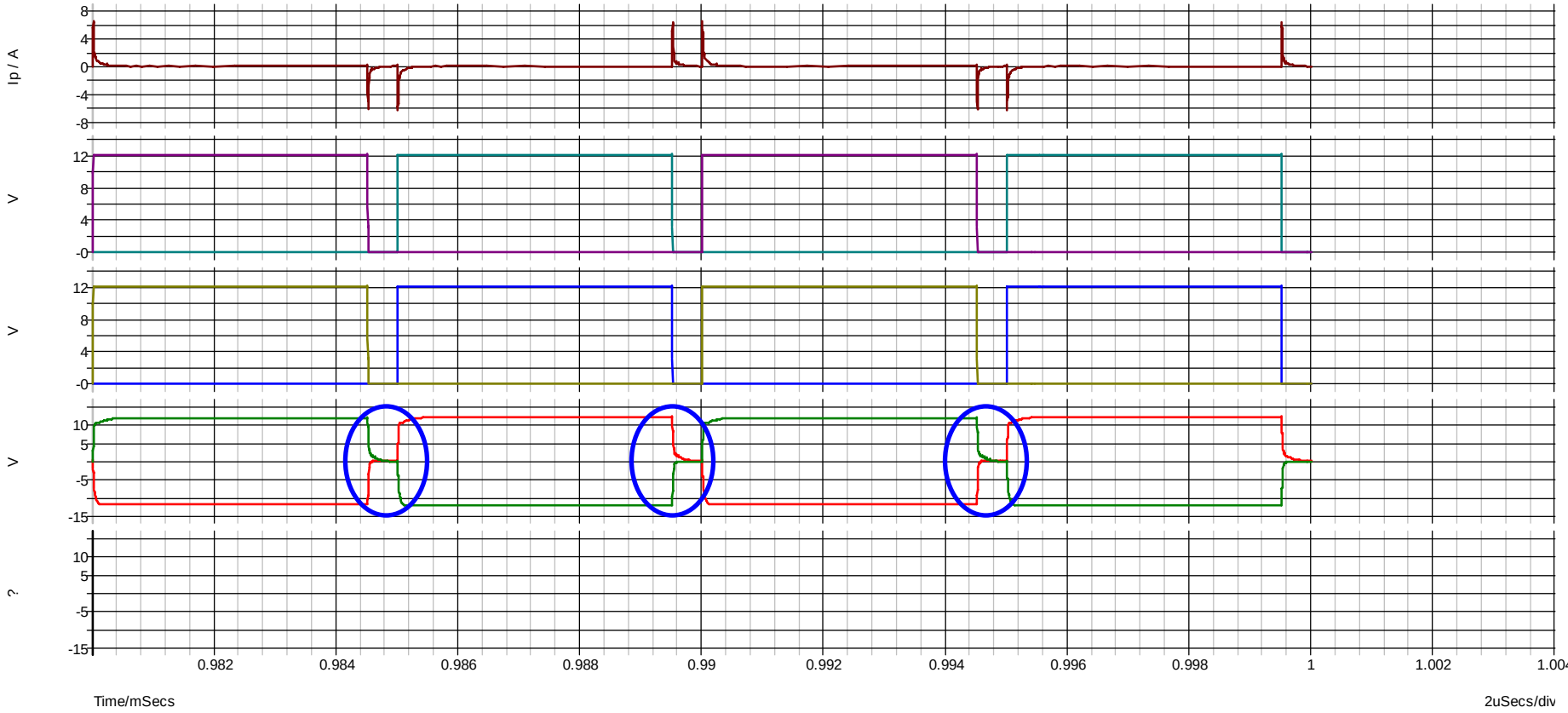
桥式变换器中的驱动电路



桥式变换器中的驱动 – 改进电路



桥式变换器中的驱动电路



谢谢！