设计机顶盒的水平和垂直极化天线驱动电源

摘要：本文讨论了基于 DVB-S 标准的机顶盒 STB 天线驱动电源的工作特点。13V 的电源用于垂 直极化天线的驱动，18V 的电源用于水平极化天线的驱动。设计了一个可切换交替工作的 BOOST 升压变换器用于产生这两种不同输出电压。并详细的探讨了 BOOST 升压变换器工作从 12V 升压 到 13V 时输出纹波大的原因。针对这一个问题，本文给出了降压工作频率或额外串联一个二极 管的设计方案。最后给出了实验的波形和测试结果。

关键词： 机顶盒 天线 跳脉冲 纹波

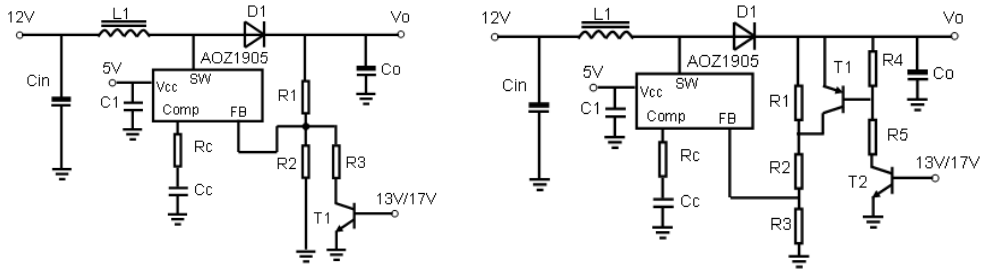
基于 DVB －S 的机顶盒 STB 需要驱动外部水平和垂直极化天线 调整无线的方向从而得到最强的信号。 驱动天线的电源由室内的机顶盒提供，而接收的信号调制在电源线上，进入机顶 盒的信号处理单元。水平极化天线的驱动需要 18V 或者 17V 的电源，而垂直极化天线的驱动 需要 13V 的电源，通常 13V 的电源工作 10 秒，然后 18V 的电源再工作 5 秒，如此交替进行。 而在机顶盒的内部，通常由一个 12V 的直流电源供电，有时会同时有 5V 和 12V 的直流电源， 本方就讨论天线驱动电源在设计中的一些问题并给出相应的设计方案。

1. 升压 Boost 变换器的方案选取

由于 17V 和 13V 的电源交替工作，因此只需要一个 BOOST 升压变换器，从而降低系统的 成本和体积。对于输出的电压的改变，可以通过改变反馈环的电阻进行调节。

调节的方式有两种：改变而在反馈环电阻分压器上部的电阻，或改变而在反馈环电阻分压器下部的电阻，如图 1 所示。改变上部的电阻可以获得更高的输出电压的精度，但电路较复杂。 改变下部的电阻电路简单，输出电压的精度相对而言差一些。

若系统只有 12V 的输入电源，主功率电路可以直接用 12V 供电，而芯片 VCC 可以用 5V 稳压管串联一个电阻得到 5V 电源给其电。当系统 12V 和 5V 两路输入电源时， 不建议用 5V 的电源给主功率电路的供电，此时输入的电流大，芯片内部需要大额定电流的 MOSFET，需要用高成本的芯片。因此也是用 12V 给主功率电路供电，5V 直接给芯片 VCC 供电。



(a) 改变上部的反馈电阻　　(b) 改变下部的反馈电阻

图 1：调节不同的输出电压

2. 升压 Boost 变换器设计的问题

常规的 Boost 变换器在开关管导通时，电感激磁，电感电流线性增加，输出电容提供全部 的输出负载电流。开关管关断时，电感去磁，电感电流线性降低加，输入电源向输出负载提供能量。占空比为：

$$D = Ton \bullet f_S = \frac{Vo + V_F - Vin}{Vo + V_F}$$

对于 12V 升压到 18V，设计没有有特别的考虑。从 12V 升压到 13V，$Vo = 13V$， $Vin = 12V$，$V_F = 0.4V$，可以得到：$D = 10\%$

电流模式的 BOOST 变换器内部电流检测信号具有前沿消隐时间，这导致了内部的 PWM 控制器必须有一个固定的最小导通时间 $Ton_{(Min)}$[1]，这个时间 一般在 150~200nS 的范围，可以取 $Ton_{(Min)}$=150nS。若开关频率为 1MHz，从 12V 升到 13V 的导通时间为 $Ton = \frac{D}{f_S}$=100nS，小于 系统 $Ton_{(Min)}$ 的 150nS 值，这时候，在每个导通的周期，系统的电压会冲到很大的值，PWM 控制器将进入跳脉冲的工作状态[2]，输出的电压纹波很大。

从上面的分析可以看出：提高 PWM 在最高输入电压时的导通时间，保证其值必须大于系统 的最小导通 时间 $Ton_{(Min)}$，PWM 控制区器将不会进入跳脉冲的工作状态。通过减小开关频率和 提高 V_F 的值就可以实现。开关频率高，可以使用小尺寸的电感和电容，系统成本低体积小， 因此开关频率也不能过低。设定 AOZ1905 的工作频率为 500K，导通时间为 200nS，还是比较 临界，这时，进一步的使用正向导通压降大快恢复的二极管， 必要时额外的串联一个快恢复 的二极管，如图 2 所示，就可以使控制器将不会进入跳脉冲的工作状态。使用额外的二极管， 会稍稍降低系统效率。

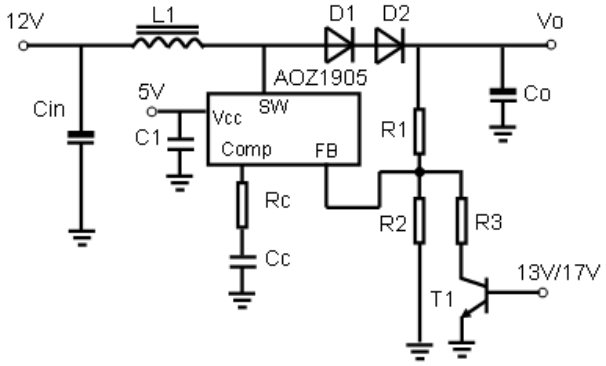
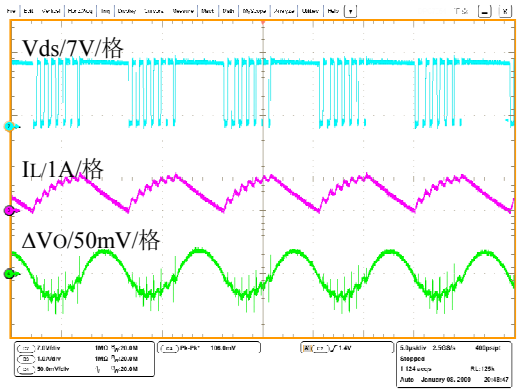


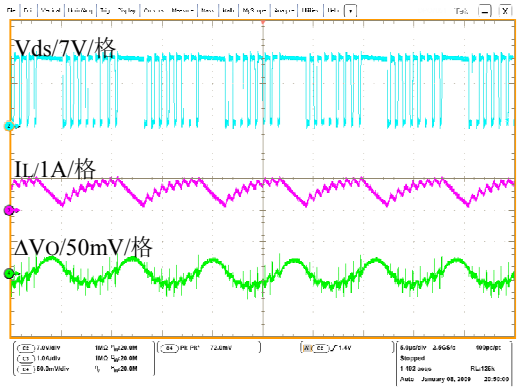
图 2：增大 Boost 变换器最小占空比

3. 测试波形

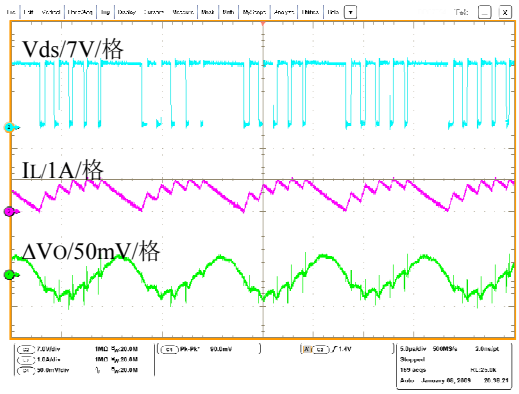
测量 BOOST 变换器，输入电压 12V，输出电压 13V，电流 0.5A。图中最上面的波形为内部 MOSFET 的漏极和源极即开关节点的电压，中间为电感电流波形，最下面的输出 交流纹波电压。



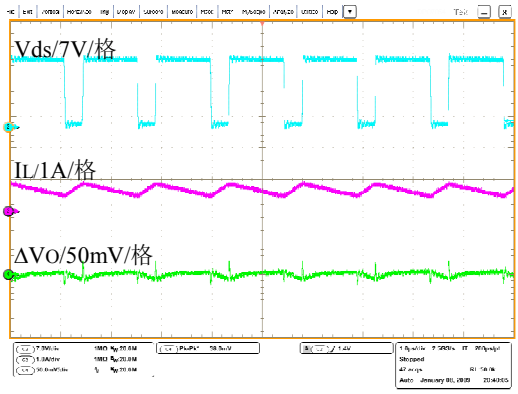
(a) f=1.2MHz/无额外二极管



(b) f=1.2MHz/加额外二极管



(c) f=600kHz/无额外二极管



(d) f=600kHz/加额外二极管

图 3：测试波形

在 1.2MHz 的工作频率下，不加额外二极管，可以看到输出电压纹波的峰峰值为 106mV， 加额外二极管，输出电压纹波的峰峰值为 72mV。在 600kHz 的工作频率下，不加额外二极管，输出电压纹波的峰峰值为 90mV，加额外二极管，输出电压纹 波 的峰峰值为 38mV。加额外二极管比降低频率更为有效的降低输出电压纹波。加额外二极管 同时降低频率则最有效。

4. 结论

1）通过调整反馈环的电阻分压器，可以得到交替工作的 13V/18V 两路电压。

2）降低系统的开关频率，在输出串联一个额外的二极管，并使用正向压降大的快恢复二极管，可以提高系统的最小导通时间值，避免系统进入跳脉冲的工作状态，产生大的纹波。

参考文献