

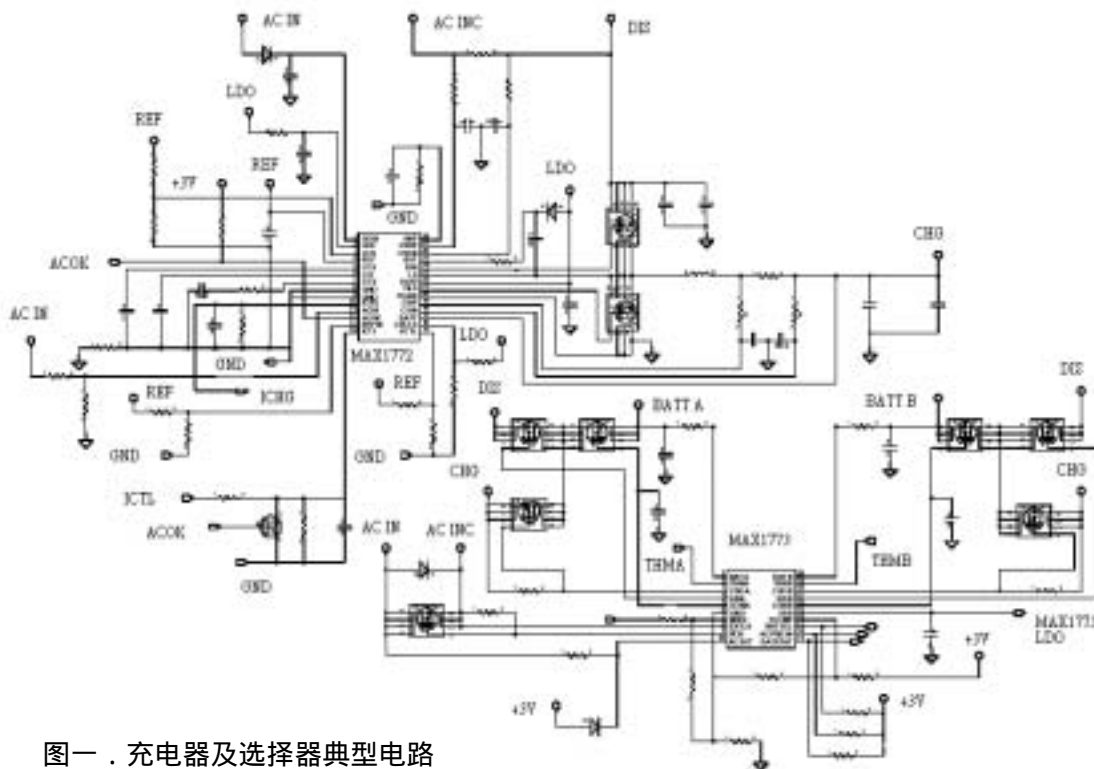
笔记本电脑转接器

前言

在商用笔记本电脑设计中,需要 2 节或 2 节以上电池供电,以延长系统的整体使用时间。设计中,需要充电控制及快速切换电源机制,不仅使电池达到满充状态,更重要的是能够判断电池是否存在,剩余电量是否在有效范围内,据此做出电池与适配器之间的快速切换。所以,充电器与电源选择器的选用非常关键。特别是一些商用型计算机需要支持航空适配器,航空适配器直接与飞机上的直流电源连接,电压一般为 15.5V(大约 12V 到 16V),输出功率低于笔记本电脑的交流适配器,所以,当选用航空适配器供电时不能为电池充电,只能为负载供电。本文具体讨论商用笔记本电脑的电源选择器设计。

航空适配器的充电限制

图一所示为充电器、选择器的典型电路,图中采用了 MAX1772 充电器和 MAX1773 选择器,笔记本电脑交流适配器电压一般在 18V 到 20V,而航空适配器电压为 12V 到 16V ($15.5 \pm 0.5V$),因此,设计适配器输入电压在 17V 以上时为电池充电,在 17V 以下禁止充电。图中,AC IN 用于检测输入电压,交流适配器电源就绪(AC OK)检测门限设为 17V,插入航空适配器时,AC OK 将输出高电平,系统判断为不满足充电条件,通过控制 ICTL 引脚禁止 MAX1772 充电。



图一．充电器及选择器典型电路

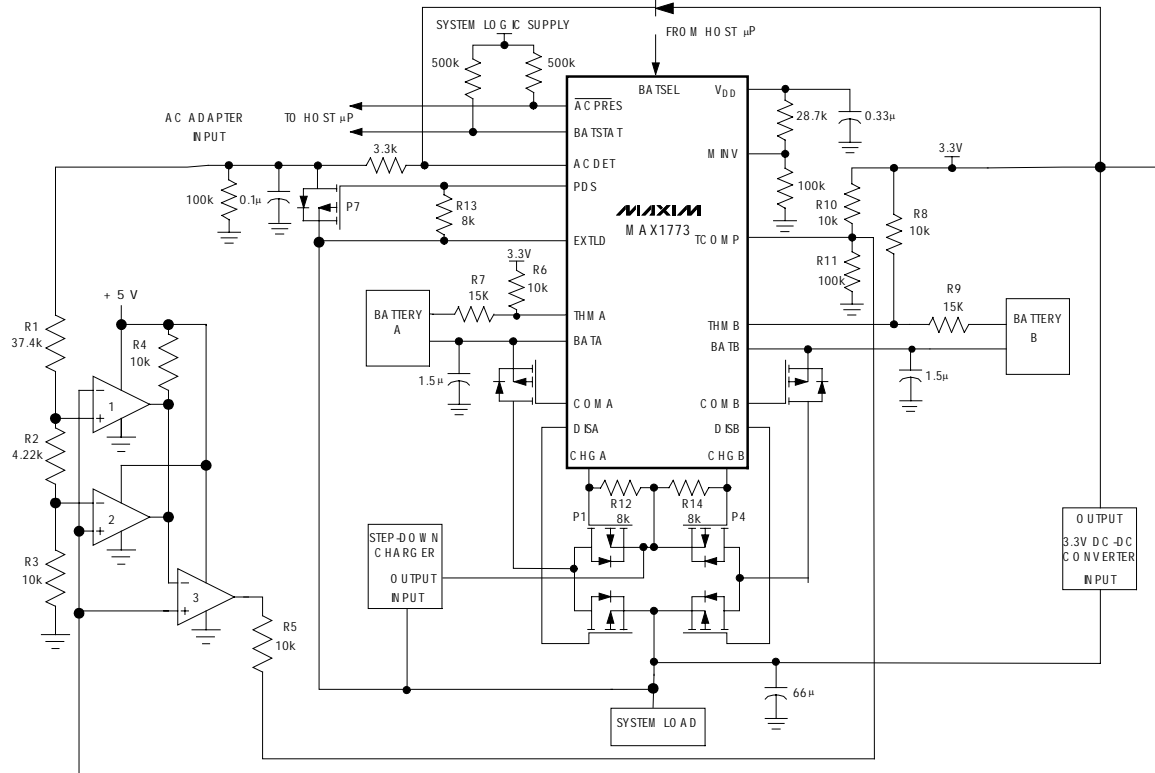
航空适配器放电控制

在笔记本电脑设计中,选择器需要完成两组电池和适配器的侦测及快速切换,MAX1773A 能够为多电源系统提供有效的控制逻辑,可直接驱动 P 沟道 MOSFET,根据这些电源的存在与否和电池状态选择适当的电源供电。正常操作时,如果交流适配器电压超过电池电压,且高于 4.75V,MAX1773A 将选择交流适配器供电,若此时电池连接到系统中,则 MAX1773A 允许电池充电。采用 4 节电池供电时,电池电压高于航空适配器电压,需要适当设计完成电源的选择。

1、窗比较器设计

图二所示电路为系统采用一组电池的电源切换方案,MAX1773A 根据交流适配器输入(ACDET)、电池输入(BATA)及电池温度调节输入(THMA)判断适配器及电池是否接通、电

压是否在有效范围内，TCOMP 端判断电池是否存在，MINV 端检测电池电压是否在适用范围。R1、R2、R3、R4 及比较器 1、2、3 用于检测交流适配器电压是否在 12.5V~17.5V 范围（航空适配器范围）。注意，图中比较器为漏极开路输出，比较器 1 设定 12.5V 低临界点，当适配器电压超过 12.5V 时，该比较器输出为高电平。比较器 2 设定 17.5V 高临界点，当适配器电压高于 17.5V 时，比较器输出也为高电平。如果适配器电压在 12.5V~17.5 范围，将选择适配器为系统供电，而且禁止电池充、放电，这就需要将 TCOMP 端的电压设置在 THMA 及 THMB 端电压以下，使 MAX1773A 做出电池不存在的判断，从而允许适配器供电。为了达到这一目的，R7 及 R9 串联在电池与 THMA、THMB 之间，R5 在比较器 3 输出为低电平时与 R11 并联。



图二. 利用窗比较器侦测航空适配器

假设电池 A 存在，对应的 THMA 电压为：

$$V_{THMA} = \frac{R7 + R_{THM}}{R6 + R7 + R_{THM}} \times 3.3V$$

R_{THM} 为电池内阻，假设为 300m (Li+) 或 10k (NiMH)，则 THMA 电压为 2V 到 2.35V，若航空适配器存在，则比较器 3 输出低电平， T_{COMP} 电压为：

$$V_{TCOMP} = \frac{R11 // R5}{R10 + R11 // R5} \times 3.3V = 1.57V$$

低于 V_{THMA} ，则 MAX1773A 判断电池 A 不存在，适配器为系统供电。当适配器电压比 17.5V 高或比 12.5V 低（不存在）时，比较器 3 输出为高阻抗， T_{COMP} 电压为

$$V_{TCOMP} = \frac{R11}{R10 + R11} \times 3.3V = 3V$$

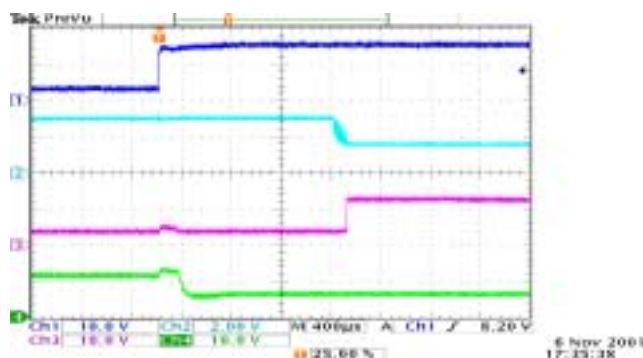
高于 THMA 电压，MAX1773A 处于正常工作状态。

由图三给出了电池存在时，插入航空适配器后电源切换的波形。当航空适配器插入时，PDS 端的外接 MOSFET 导通，经过 1.3ms 延迟， T_{COMP} 电压从 3V 降到 1.57V，COMA 控制其外接 MOSFET 关闭，航空适配器为系统负载放电。

2、如何避免“先通后断”

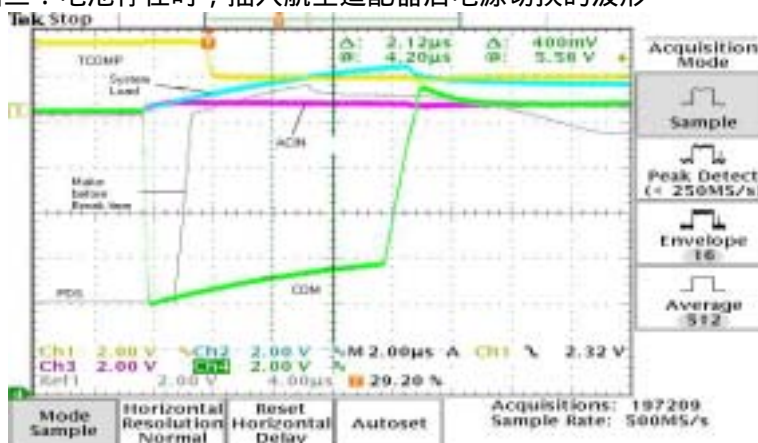
上述应用有一个潜在问题，当电池电压大于 12.5V 低临界点时，如果移开交流适配器，

COMA 的外接 MOSFET 会在切换适配器的 MOSFET 完全关闭前 $2\mu\text{s}$ 导通，造成“先通后断”，此时电池会把 ACDET 引脚拉高，使得窗比较器错误地判断适配器又再度连接到系统上，导致系统电源波动，图四给出了这种情况下的波形。



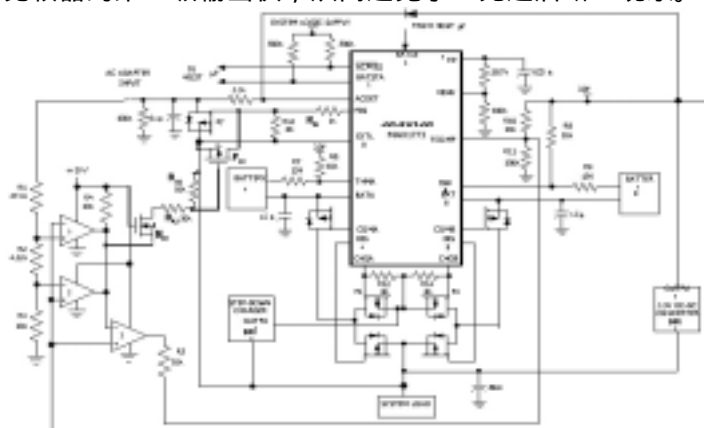
CH1: ACDET, 10V/div
 CH2: TCOMP, 2V/div
 CH3: COMA, 10V/div
 CH4: PDS, 10V/div

图三．电池存在时，插入航空适配器后电源切换的波形



图四．适配器移开时，系统电源的波动

这种情况下，需要提前断开 PDS 外部的 MOSFET，图五所示电路增加了 N_{A1} 、 R_{A1} 、 R_{A2} 、 R_{A3} 及 P_{A1} ，利用窗比较器第一级的漏极开路输出，经过 N_{A1} 、 P_{A1} 驱动会迅速断开适配器的切换开关，动作要比窗比较器的第二级输出快，从而避免了“先通后断”现象。



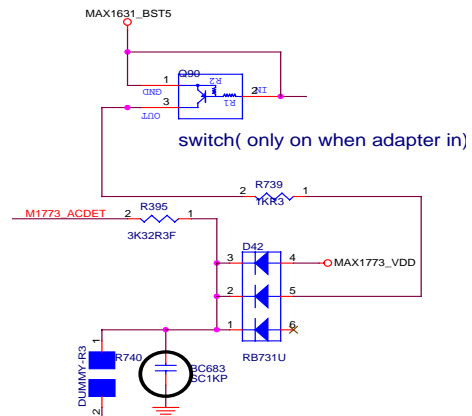
图五、通过增加 N_{A1} 、 P_{A1} 避免“先通后断”现象

需要注意的是， P_{A1} 必须有足够的驱动能力，使 PDS 的外接 MOSFET 关闭。

3、航空适配器与 2 组 4 节电池供电选择

在图二设计中，利用 TCOMP 电压比 THM 低的原理，选择航空适配器为负载供电，该方案

适用一组 4 节电池供电的情况，采用 2 组电池供电时，MAX1773A 需要另外的设计考虑。采用同样的设计思路，即使插入航空适配器后，TCOMP 电压比 THMA/THMB 低，但 MAX1773A 只是在 ACDET 电压低于两组电池电压时禁止电池放电，但 PDS 的外部 MOSFET 不会导通，使航空适配器通过 MOSFET 的体二极管放电。为了解决这一问题，需要产生在 ACDET 产生较高电压，使 MAX1773A 判断交流适配器电压高于电池电压，将 PDS MOSFET 置为导通状态，图六利用电荷泵提供了一个解决方案。该电路在判断航空适配器插入后，利用 MAX1999 或 MAX1631 电荷泵在 MAX1773A 的 ACDET 端产生 $V_{in} + 5V$ 的电压，使 MAX1773A 控制 PDS MOSFET 导通。



图六 利用电荷泵在 MAX1773A 的 ACDET 端产生 $V_{in} + 5V$

结论

在笔记本电脑设计中，需要快速、安全的控制器处理 2 组电池与适配器的充电及放电管理，利用 MAX1773A 选择器，配合适当的外围路设计，能够符合航空适配器等特殊应用的要求，结合 MAX1772 或 MAX1908 充电器，可以构成笔记本电脑电源管理的完备方案。