

轻松实现复杂电源时序控制

作者: Jess Espiritu

简介

电源时序控制是微控制器、FPGA、DSP、ADC 和其他需要多个电压轨供电的器件所必需的一项功能。这些应用通常需要在数字 I/O 轨上电前对内核和模拟模块上电,但有些设计可能需要采用其他序列。无论如何,正确的上电和关断时序控制可以防止闩锁引发的即时损坏和 ESD 造成的长期损害。此外,电源时序控制可以错开上电过程中的浪涌电流,这种技术对于采用限流电源供电的应用十分有用。

本文讨论使用分立器件进行电源时序控制的优缺点,同时介绍利用 ADP5134 内部精密使能引脚实现时序控制的一种简单而有效的方法。ADP5134 内置 2 个 1.2-A 降压调节器与 2 个 300-mA LDO。同时,本文还列出一系列 IC,可用于要求更高精度、更灵活时序控制的应用。

图 1 所示为一种要求多个供电轨的应用。这些供电轨为内核电源(V_{CCINT})、I/O 电源(V_{CCO})、辅助电源(V_{CCAUX})和系统存储器电源。

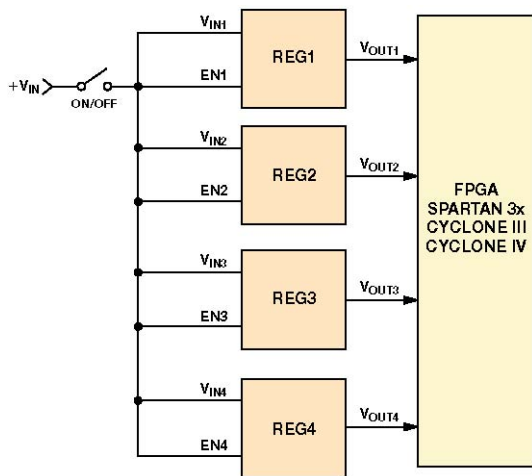


图 1. 处理器和 FPGA 的典型供电方法

举例来说, Xilinx® Spartan-3A FPGA 具有一个内置上电复位电路,可确保在所有电源均达到其阈值后才允许对器件进行配置。这样有助于降低电源时序控制要求,但为了实现最小浪涌电流电平并遵循连接至 FPGA 的电路时序控制要求,供电轨应当按以下序列上电: $V_{CC_INT} \Rightarrow V_{CC_AUX} \Rightarrow V_{CCO}$ 。请注意:有些应用要求采用特定序列,因此,务必阅读数据手册的电源要求部分。

使用无源延迟网络简化电源时序控制

实现电源时序控制的一种简单的方法就是利用电阻、电容、二极管等无源元件,延迟进入调节器使能引脚的信号,如图 2 所示。当开关闭合时, D1 导电,而 D2 仍保持断开。电容 C1 充电,而 EN2 处的电压根据 R1 和 C1 确定的速率上升。当开关断开时,电容 C1 通过 R2、D2 和 R_{PULL} 向地放电。EN2 处的电压以 R2、 R_{PULL} 和 C2 确定的速率下降。更改 R1 和 R2 的值会改变充放电时间,从而设置调节器的开启和关闭时间。

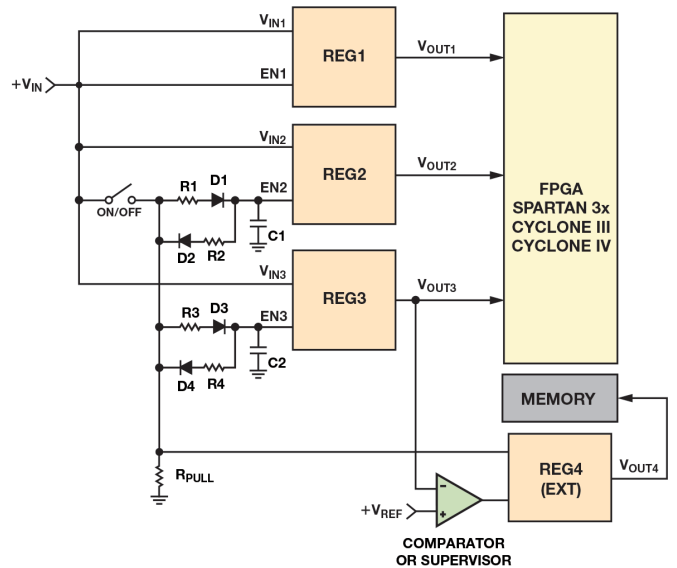


图 2. 利用电阻、电容和二极管实现电源时序控制的简单方法

该方法可用于不要求采用精密时序控制的应用,以及只需延迟信号即可并可能只要求采用外部 R 和 C 的部分应用。对于标准调节器,采用这种方法的缺点在于,使能引脚的逻辑阈值可能因为电压和温度而存在很大的差异。此外,电压斜坡中的延迟取决于电阻和电容值及容差。典型的 X5R 电容在 -55°C 至 $+85^{\circ}\text{C}$ 温度范围内的变化幅度约为 $\pm 15\%$,由于直流偏置效应还会出现 $\pm 10\%$ 的变化,从而使时序控制变得不精确,有时还会变得不可靠。

精密使能轻松实现时序控制

为了获得稳定的阈值电平以实现精密时序控制,大多数调节器都要求采用一个外部基准电压源。ADP5134 通过集成精密基准电压源、大幅节省成本和 PCB 面积的方式解决了这个问题。每个调节器都有一个独立的使能引脚。当使能输入的电压升至 V_{IH_EN} (最小值为 0.9 V) 以上时,器件退出关断模式,且管理模块开启,但不会激活调节器。将使能输入的电压与一个精密内部基准电压 (典型值为 0.97 V) 相比较。一旦使能引脚的电压升高至高于精密使能阈值,则调节器被激活,输出电压开始升高。在输入电压和温度转折处,基准电压的变化幅度只有 $\pm 3\%$ 。这一小范围变化可确保精密的时序控制,解决采用分立器件时遇到的各种问题。

当使能输入的电压降至低于基准电压低 80 mV（典型值）时，调节器停用。当所有使能输入上的电压都降至 V_{IL_EN} （最大值为 0.35 V）以下时，器件进入关断模式。在该模式下，功耗降至 1 μ A 以下。图 3 和图 4 展示了用于 Buck1 的 ADP5134 精密使能阈值在温度范围内的精度。

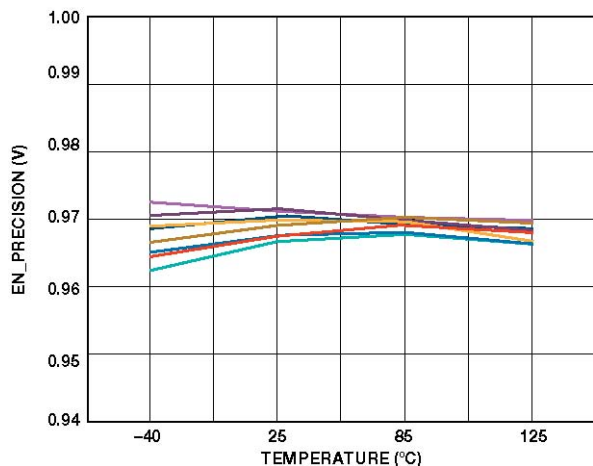


图 3. 温度范围内的精密使能导通阈值（10 个采样）

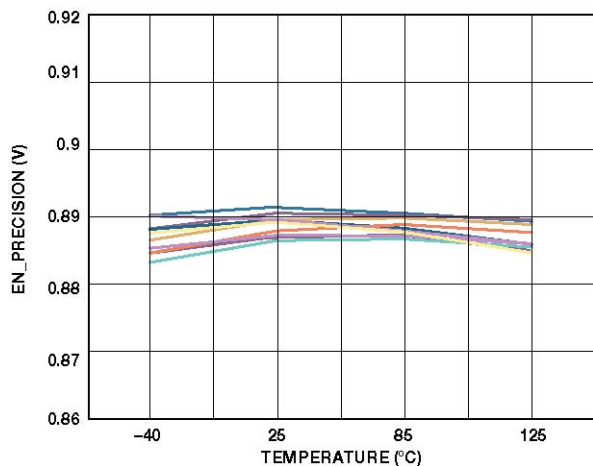


图 4. 温度范围内的精密使能关闭阈值（10 个采样）

使用电阻分压器简化电源时序控制

通过将衰减版本的调节器输出端连接至待上电的下一个调节器使能引脚，可对多通道电源进行时序控制，如图 5 所示，其中，调节器按以下顺序开启或关闭：Buck1 $\Rightarrow$ Buck2 $\Rightarrow$ LDO1 $\Rightarrow$ LDO2。图 6 为 EN1 连接至 V_{IN1} 后的上电序列。图 7 所示为 EN1 与 V_{IN1} 断开后的关断序列。

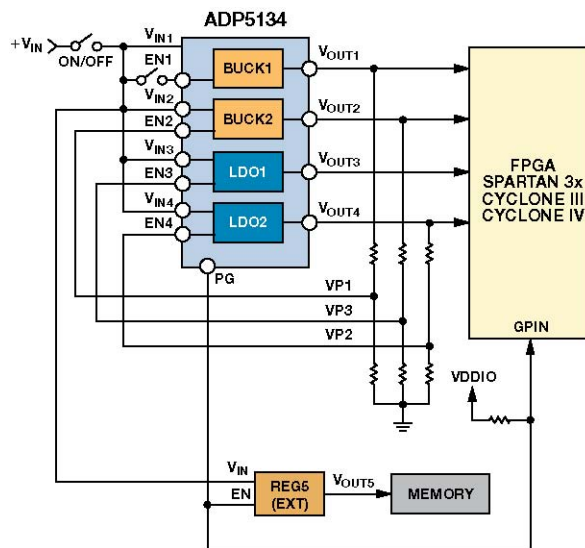


图 5. 采用 ADP5134 实现的简单时序控制

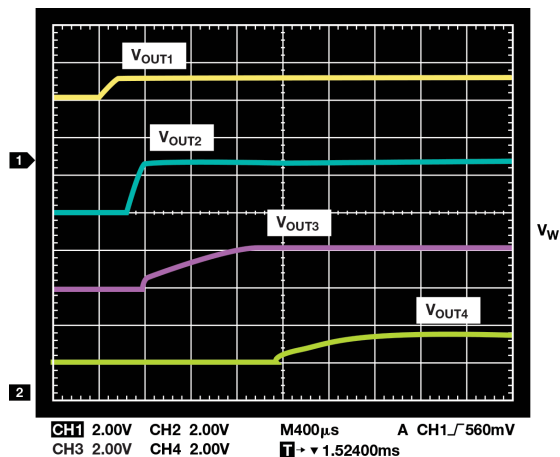


图 6. ADP5134 启动序列

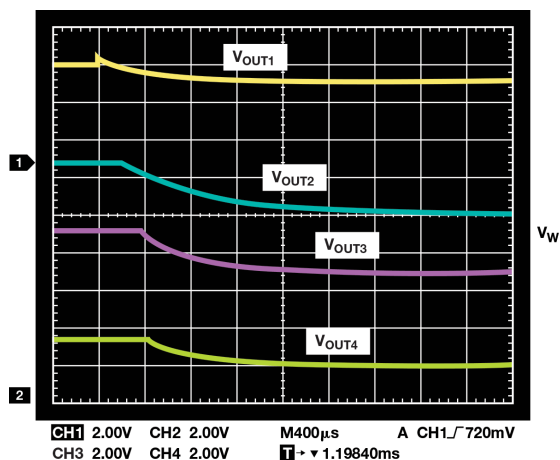


图 7. ADP5134 关断序列

序列器 IC 提高时序精度

在某些情况下，实现精密时序比降低 PCB 面积和成本更重要。对于这些应用，可以使用电压监控和序列器 IC，比如在电压和温度范围内，精度可达 $\pm 0.8\%$ 的 [ADM1184](#) 四通道电压监控器。或者，对于要求更加精确的上电和关断序列控制的应用，可以使用带可编程时序控制的 [ADM1186](#) 四通道电压序列器和监控器。

[ADP5034](#) 四通道调节器集成了两个 3-MHz、1200-mA 降压调节器和两个 300 mA LDO。典型的时序控制功能可以通过以下方式实现，采用 [ADM1184](#) 监控一个调节器的输出电压，并在被监测输出电压达到某个电平时，向下一个调节器的使能引脚提供一个逻辑高电平信号。这种方法（如图 8 所示）可用于不具有精密使能功能的调节器。

结论

使用 [ADP5134](#) 精密使能输入进行时序控制既简单又轻松，每个通道只需要两个外部电阻即可。而更加精密的时序控制则可以通过 [ADM1184](#) 或 [ADM1186](#) 电压监控器实现。

参考文献

应用笔记

Murnane、Martin 和 Chris Augusta。AN-932 应用笔记，[电源时序控制](#)。ADI 公司，2008 年。

外部资源

[Xilinx DS529 Spartan-3A FPGA 系列数据手册](#)

产品页面

电源管理

时序控制

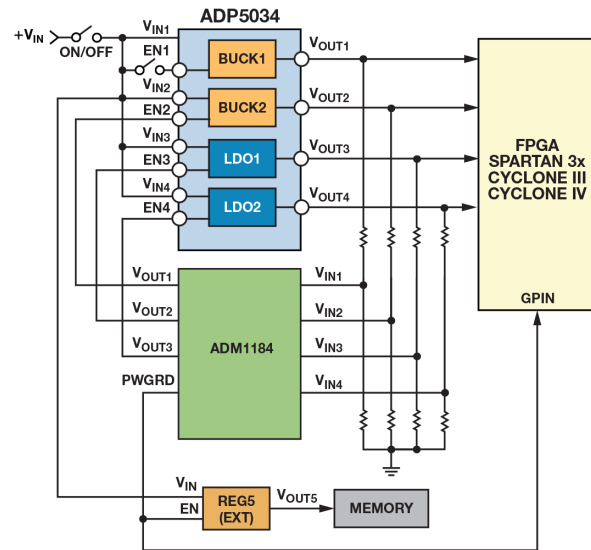


图 8. 使用 [ADM1184](#) 四通道电压监控器对 [ADP5034](#) 四通道调节器实施时序控制

作者简介

Jess Espiritu [jesus.espiritu@analog.com] 于 2005 年 7 月毕业于圣托马斯大学，获电子工程学士学位，毕业后即加入 ADI 公司。目前在 ADGT 担任应用工程师一职。工作之余，Jess 喜欢打篮球、下棋。

