



XAPP389 (v1.1) 2007 年 10 月 29 日

为 CoolRunner-II CPLD 供电

提要

电路板的实际电源电压往往高于（或低于）CoolRunner™-II CPLD 所需的 1.8V 标称 V_{CCINT} 水平。对于这种情况，通常使用功率 IC 来完成所需的直流到直流电源电压转换。这些器件称为稳压器，将不稳定的输入电压转换为不受输入电压变化或输出电流波动影响的稳定的输出电压。稳压器有多种不同类型。本应用指南说明各类型稳压器，并借助一些典型电路重点讲述目前市场上出售的稳压器。

稳压器概述

稳压器主要有线性稳压器和开关稳压器两种。线性稳压器或许是各种工业用电源的最基本的构建模块。这种稳压器使用极其方便，而且往往是最廉价的解决方案。另外，线性稳压器在各类稳压器中噪声最低。

但在另一方面，开关稳压器功率转换效率高，并且具有从单一输入电压源生成多种输出电压的灵活性，因此日益普及。另外，线性稳压器只能提供低于输入电压的输出电压，而开关稳压器则可产生高于输入电压的输出电压。

对于应使用哪种稳压器没有唯一答案，其选择取决于具体应用。各类稳压器都有其固有的优缺点。本应用指南力图简化稳压器的选择。

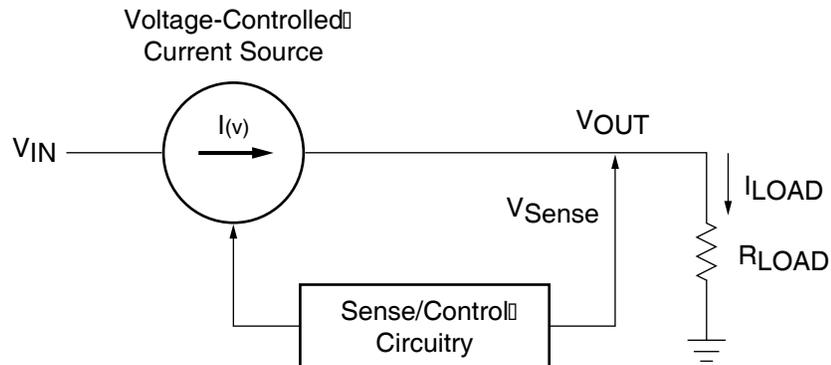
线性稳压器

线性稳压器的工作原理是使用压控电流源强制稳压器的输出端输出电压（图 1）。控制电路的作用是监测此输出电压，并据此调整电流源（以保持稳定的输出电压）。电流源的设计规范规

© 2003–2007 Xilinx, Inc. All rights reserved. All Xilinx trademarks, registered trademarks, patents, and further disclaimers are as listed at <http://www.xilinx.com/legal.htm>. All other trademarks and registered trademarks are the property of their respective owners. All specifications are subject to change without notice.

NOTICE OF DISCLAIMER: Xilinx is providing this design, code, or information "as is." By providing the design, code, or information as one possible implementation of this feature, application, or standard, Xilinx makes no representation that this implementation is free from any claims of infringement. You are responsible for obtaining any rights you may require for your implementation. Xilinx expressly disclaims any warranty whatsoever with respect to the adequacy of the implementation, including but not limited to any warranties or representations that this implementation is free from claims of infringement and any implied warranties of merchantability or fitness for a particular purpose.

定稳压器可以提供的最大负载电流，同时保持稳压器能正常稳压。



X389_01_022103

图 1: 线性稳压器功能图

线性稳压器类型（标准型和低压差型）

线性稳压器主要有标准和低压差 (LDO) 两种类型。二者之间唯一且最重要的区别在于电压差，其定义是为保持正常输出稳压所需的跨稳压器两端的最小电压降。线性稳压器压差越低，其内部功耗越小，效率越高。毫不为奇，LDO 稳压器所需两端电压降最低，而标准稳压器所需两端电压降最高。

标准线性稳压器

标准线性稳压器的典型压差约为 1.5V 到 2.2V。换言之，该稳压器的输入电压至少要比输出电压高 1.5V 到 2.2V。另一方面，LDO 稳压器的典型压差约为 500 mV，而更新型的超低压差稳压器的压差则约为 100 mV。

低压差线性稳压器

低压差线性稳压器意味着能充分利用可用的输入电压。这对于以电池供电的领域非常重要，因为 LDO 稳压器能在电池放电周期内保持较长的稳压时间。正是这种效率提升使 LDO 稳压器在以电池供电的领域中开始占据主导地位。

选择线性稳压器

LDO 稳压器看似大多数应用的理想选择，其实不然。

标准稳压器往往最适合以交流供电的应用，其中低成本和大负载电流占主导地位。在这类应用中，稳压器两端的电压降通常为 3.0V 以上。因此，压差不是大问题。

值得注意的是，在以交流供电的环境中，标准稳压器实际上可能比 LDO 稳压器更有效，因为标准稳压器具有较小的接地引脚电流（接地引脚电流的定义是稳压器驱动负载时所需的电流量）。当稳压器两端的电压降较高时，接地引脚电流较小意味着效率较高而功耗较低（功耗的计算方法是用稳压器两端的电压降乘以接地引脚电流）。

不过，LDO 稳压器尽管在这类情况下可能不如标准稳压器有效，但却往往具有较多功能，并且具有较高的输出电压精度。就这两点特性而言，LDO 稳压器可能更适合以交流供电的应用。

LDO 稳压器无疑是以电池供电之应用的较好选择。这些器件的低压差特性允许系统使用较少电池单元。因此，不仅可以通过减少系统所需的电池数量来降低系统成本，还可以通过降低输入输出电压差来大大降低功耗。

注：开关降压稳压器总会比 LDO 稳压器更有效。因此，如果以电池寿命为重（相对于成本），则应使用开关稳压器。

有关电压差的最后忠告

当考虑将 LDO 稳压器用于 CoolRunner-II CPLD 时，请务必注意电压差常常会成为误导性指标。更值得考虑的参数是稳压器的最低允许输入电压 V_{IN} 。许多稳压器的输出电压可以大大低于其最小输入电压。在这种 $V_{OUT} \ll V_{IN\text{minimum}}$ 的情况下，不适用指定的低压差！而真正的压差变为 $V_{IN\text{min}}$ 与 V_{OUT} 之差 ($V_{IN\text{min}} - V_{OUT}$)。如果以尽量延长电池使用寿命为重，则应首选具有低 $V_{IN\text{min}}$ 的稳压器，这时请检查指定的压差是否适用。有关推荐的 LDO 稳压器，请见第 5 页附录 A：LDO 稳压器应用示例。

开关稳压器

开关稳压器没有线性稳压器的任何优点。这种稳压器较昂贵，通常占用电路板空间较多，而且比线性稳压器噪声大。但开关稳压器仍然越来越普及，原因是其功率转换效率高。高效率电源的功耗较少，因此在便携设备中使用这类电源意味着延长电池寿命。另外，因为所耗功率是以热形式耗散，所以开关稳压器比相应的线性稳压器发热少。因此，开关功率 IC 既可见于壁挂式供电设备（其中温度是关键的设计因素），也可见于便携设备（其中电池寿命是关键）。

线性稳压器使用电流源强制输出端输出电压，而大多数开关转换器则与此不同，使用的是一种称为脉宽调制的调压形式（图 2）。这类稳压器需要使用外部电感和电容形成 L-C 网络。稳压器的 PWM 输出生成的方波序列经滤波产生直流输出电压，该输出电压值等于脉冲的占空比乘以方波的振幅峰值。因此，可以使用一个控制回路监测并改变脉宽，以控制电压输出。由于有 PWM，开关稳压器比相应的线性稳压器功耗低 - 总功耗与脉冲处于高状态的时长成比例，这与处于稳态连续直流电平下的状态不同。

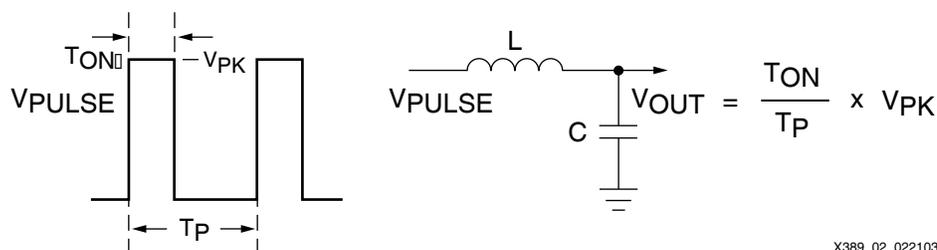


图 2：脉宽调制

开关稳压器类型（降压型和升压型）

常用的直流到直流开关转换电路有降压和升压两种类型。降压转换器用来将较高的直流电压向下转换成较低的直流电压。同理，升压转换器用来将较低的直流电压转换成较高的直流电压。在具有必须向下转换成较低电压的主系统电压轨的系统中，降压转换器起着关键作用。在由电池供电但一个电池组或电池组系列不足以构成完整电压轨的应用中，升压转换器很有用。

降压稳压器

在 V_{IN} 大于 V_{OUT} 的向下转换应用中，开关降压稳压器总是比 LDO 稳压器更有效。 V_{IN} 比 V_{OUT} 大得越多，就越是如此。不过请注意，直流到直流降压转换器会产生一些输出纹波和开关噪声。

升压稳压器

升压稳压只能由开关稳压器完成，因为 LDO 稳压器不具备这种功能。与开关升压稳压器功能最接近的是稳压电荷泵，这种电荷泵的效率 and 输出功率都较低。像所有开关稳压器一样，这类 IC 也需要外部电感和电容，设计人员进行 PCB 布局时应注意。当使用升压稳压器进行设计时，另一点值得注意的是输出电流始终小于输入电流。

CoolRunner-II CPLD 上电建议

Xilinx CPLD 可与市场上最常见的具有不同上电条件的稳压器配套使用。因此，对 V_{CCINT}/V_{CCIO} 上升时间没有要求，对 V_{CCINT}/V_{CCIO} 上电顺序也没有要求。

不过，Xilinx 建议尽可能遵循以下指导原则：

1) V_{CC} 应单调上升

有负载电源（如带 CPLD 的电路板）的 V_{CCINT} 应平稳上升。允许 V_{CCINT} 曲线趋缓而形成“台肩”，然后继续上升到推荐的工作电压 V_{CCINT} 。这是达到电流极限的正常结果。但应避免下倾。电源电压应单调上升，如图 3 所示。

无负载电源的电压在上电时应平稳上升。无负载电源应避免出现上电电压台肩，因为当有负载时电压曲线可能变坏。

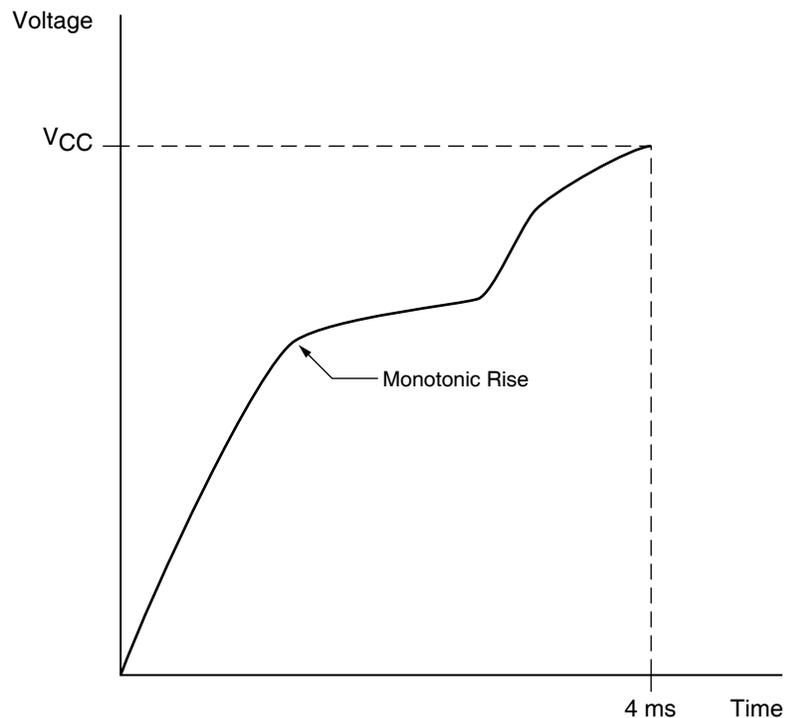


图 3: 实际的有负载电源电压上升曲线

2. V_{CCINT} 的上升时间

有负载电源应尽快提供 0V 到 1.8V 再到 V_{CCINT} 的电压。作为一条通用指导原则，建议使用能在 4 ms 内以匀速上升提供 1.8V 电压的电源。

为了获得这 4 ms（或更快）的速率，请使用电源 / 稳压器提供的“使能”功能。常见的情况是始终处于有效状态的稳压器会致使匀变缓慢。因此，输出电压的上升速率只能达到与输入电压的上升速率相等。仅当输入电压达到其最终水平时才可启用电源。

3. V_{CCINT}/V_{CCIO} 的上电顺序

对于 V_{CCIO} 和 V_{CCINT} 连接不同电源（如 V_{CCINT}/V_{CCIO} 供电电压不同）的设计，建议先为 V_{CCINT} 上电，然后为 V_{CCIO} 上电。对于大多数 Xilinx 器件，核上电先于 I/O 上电是一种好方法。

4. 避免箝制 V_{CCINT} 和 V_{CCIO}

当 CPLD 核与 I/O 的电压处于不同电源供电线时， V_{CCIO} 和 V_{CCINT} 的线路应相互隔离。 V_{CCIO} 的噪声不应影响 V_{CCINT} ，反之亦然。另外，应避免在 V_{CCINT} 和 V_{CCIO} 之间放置箝位二极管（无论方向如何）。箝位二极管会延长二个电压轨之一的上升时间，还会造成人为的电压台肩 / 下倾。

5. 选择可提供足够电流的电源

最大的 CoolRunner-II 器件 (XC2C512 CPLD) 在上电过程中通常需要 40 mA 的峰值电流。因为这是 CoolRunner-II 系列中的最大器件，所以可以放心地认为，如果电源能够在启动过程中为任意 CoolRunner-II 器件提供至少 100 mA 电流，则该电源可以在电源电压上升过程中尽量减少电压台肩，并且可以防止电源电压上升曲线出现下倾。

6. 使用去耦电容器

数字器件中的瞬态电流要求是地弹效应和电源噪声的起因。为了尽量减少这种影响，必须对 CoolRunner-II CPLD 妥善去耦。作为一条通用规则，所有 $V_{CCINT}/$ 接地对和 $V_{CCIO}/$ 接地对都应使用电容器去耦。对于每个 $V_{CC}/$ 接地对，应使用一个电容器专门滤除高频噪声，使用另一个电容器专门滤除低频噪声。

应用示例

CoolRunner-II CPLD 的电源电压必须是 1.8V，而 I/O 电压可以是 3.3V、2.5V、1.8V 或 1.5V。以下部分介绍使用各厂家不同类型稳压器的设计示例。这些稳压器已经过 Xilinx 测试，建议与 CoolRunner-II 器件一起使用。

附录 A: LDO 稳压器应用示例

Micrel Semiconductor 的 MIC221X 双输出 LDO 稳压器

MIC221X 系列双输出 LDO 稳压器由集成在一个芯片上的两个独立的 LDO 稳压器组成。这种双输出功能使 MIC221X 系列成为在混合电压环境中为 CoolRunner-II CPLD 供电的理想选择。第一输出 (V_{OUT1}) 可提供 150 mA 电流，而第二输出 (V_{OUT2}) 可提供 300 mA 电流。

MIC221X 稳压器专用于由电池供电的设备，具有极低的压差（100 mA 时为 80 mV）和极小的接地引脚电流 (48 μ A)。MIC221X 器件还允许使用非常大的输入电压范围（2.25V 到 5.5V）。这些器件在无线调制解调器、移动电话和 PDA 中使用极其广泛。

图 4 所示为 MIC221X 器件的一种典型应用，其中 CoolRunner-II CPLD 的 V_{CCINT} 和 V_{CCIO} 分别由 V_{OUT2} 和 V_{OUT1} 供电。

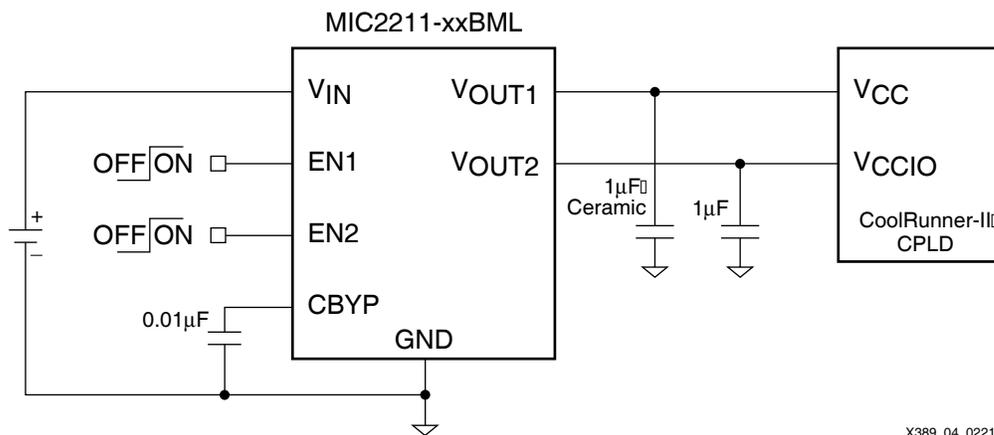


图 4: 典型的 MIC2211 应用电路

MIC221X 稳压器使用 MLF-10 小型封装，具有多种配置。MIC221X 可使用固定输出电压，也可使用可调输出电压。

表 1 列出了可用于 CoolRunner-II CPLD 的部分 MIC221X 系列器件。

表 1: 可用的 Micrel MIC221X 器件

系列	器件编号	Vout1/Vout2
MIC2214 (1)	MIC2214-SGBML	3.3V/1.8V
	MIC2214-AABML	可调 / 可调
MIC2213 (2)	MIC2213-AABML	可调 / 可调
MIC2211 (3)	MIC2211-GSBML	1.8V/3.3V
	MIC2211-JGBML	2.5V/1.8V
MIC2210 (3)	MIC2210-GSBML	1.8V/3.3V

注:

1. MIC2214 包括: 两个独立的使能、开漏驱动器、POR 功能
2. MIC2213 包括: 一个使能、开漏驱动器、POR 功能
3. MIC2211 包括: 两个独立的使能
4. MIC2210 包括: 一个使能、开漏驱动器

Micrel Semiconductor 的 MIC5211 双输出 LDO 稳压器

MIC5211 是双输出 LDO 稳压器，每个输出可提供 80 mA 负载电流。此 LDO 稳压器与上述 Micrel MIC221X 系列相似，但在电压差、电流输出能力和接地引脚电流方面没有那么多功能。MIC5211 虽然不如 MIC221X 功能丰富，却是低成本解决方案。

当输出电流为 20 mA 时，MIC5211 的输入电压指标为 2.5V 到 16V，接地引脚电流指标为 225 μ A。MIC5211 具有 1.8V/3.3V 和 1.8V/2.5V 的双输出配置，因此是为 CoolRunner-II CPLD

的混合电压环境供电的理想稳压器。另外还有 1.8V/1.8V 的双输出配置。表 2 列出了可用的 MIC5211 LDO 系列器件。

表 2: MIC5211 系列器件

器件编号	Vout1/Vout2
MIC5211-1.8BM6	1.8V/1.8V
MIC5211-1.8/2.5BM6	1.8V/2.5V
MIC5211-1.8/3.3BM6	1.8V/3.3V

此器件使用 SOT-23-6 封装，为与小容量低成本陶瓷电容器配套使用进行了优化。每个输出通常仅需要 0.1 μF 电容予以稳定。图 5 所示为典型电路。

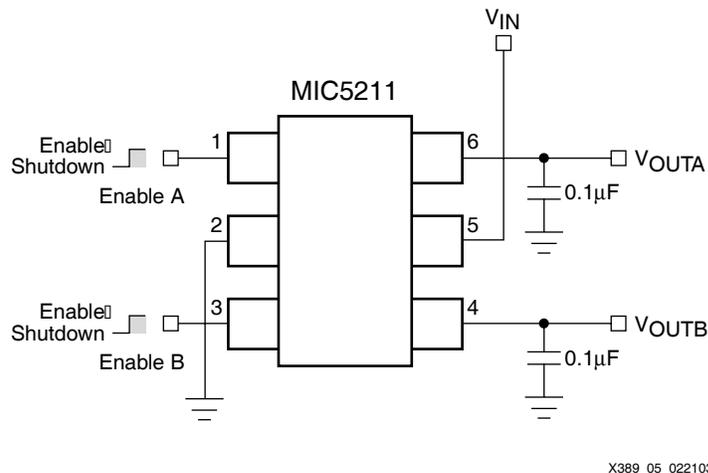


图 5: 典型的 MIC5211 应用

Texas Instruments 的 TPS712xx 低压差线性稳压器

TPS712xx 系列低压差 (LDO) 稳压器专用于噪声敏感型和射频应用。这些产品是具有 250 mA 双输出的 LDO 稳压器，具有噪声超低、电源抑制比 (PSRR) 高且瞬态响应和起动响应快的特点。每个稳压器输出都使用 2.2 μF 低成本陶瓷输出电容器予以稳定，其电压差非常低（250 mA 时的典型值为 125 mV）。TPS712 系列采用 3mm x 3mm 的薄型 SON 封装，额定工作温度范围从 -40°C 一直到 $+125^{\circ}\text{C}$ 。可以从 <http://ti.com/power> 获取样片。图 6 所示为典型的 TPS712xx 电路。表 3 列出了 TPS712xx 系列的电压输出。

表 3: TPS712xx 系列

产品	电压	
	V _{OUT1}	V _{OUT2}
TPS71202	可调	可调
TPS71219	1.8V	可调
TPS71229	2.8V	可调
TPS71247	1.8V	2.85V
TPS71256	2.8V	2.8V
TPS71257	2.85V	2.85V

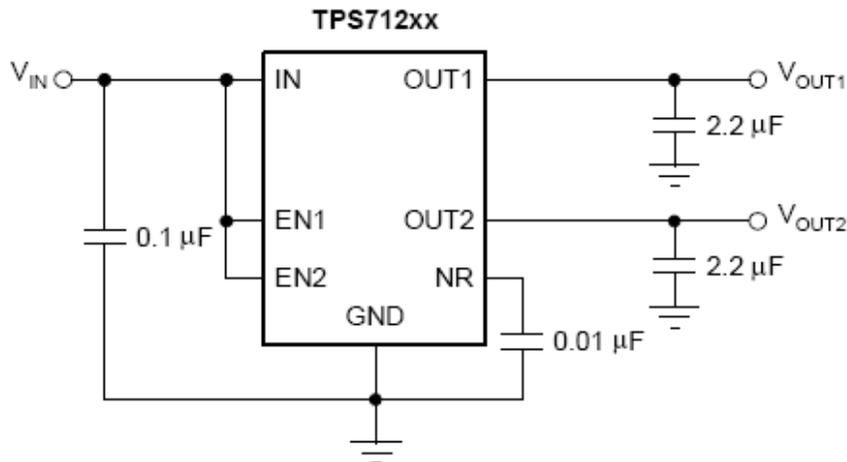


图 6: 典型的 TPS712xx 应用电路

Texas Instruments 的 TPS789xx 低压差线性稳压器

TPS789XX 系列低压差稳压器具有电压差低、功耗超低、输出噪声小和封装小型化的优点。PMOS 传输元件取代了常规的 PNP 传输晶体管。因为 PMOS 传输元件相当于低阻值电阻，所以电压差非常低（100 mA 负载电流时的典型值为 115 mV (PS78930)），并且与负载电流成正比。静态电流超低（典型值为 17 uA），并且在输出负载电流全程上都稳定。这种稳压器专用于便携系统，其超低压差和超低功耗使系统电池的工作寿命显著延长。可以从 <http://ti.com/power> 获取样片。表 4 列出了 TPS789xx 系列的电压输出。图 7 所示为典型的输出电路。

表 4: TPS789xx 系列

产品	电压
	V _{OUT1}
TPS78915	1.5V
TPS78918	1.8V
TPS78925	2.5V
TPS78928	2.8V
TPS78930	3.0V

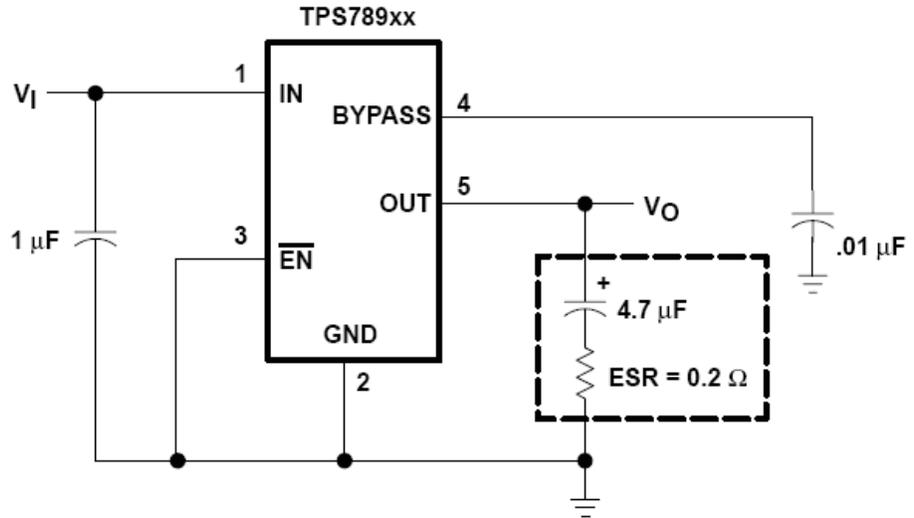


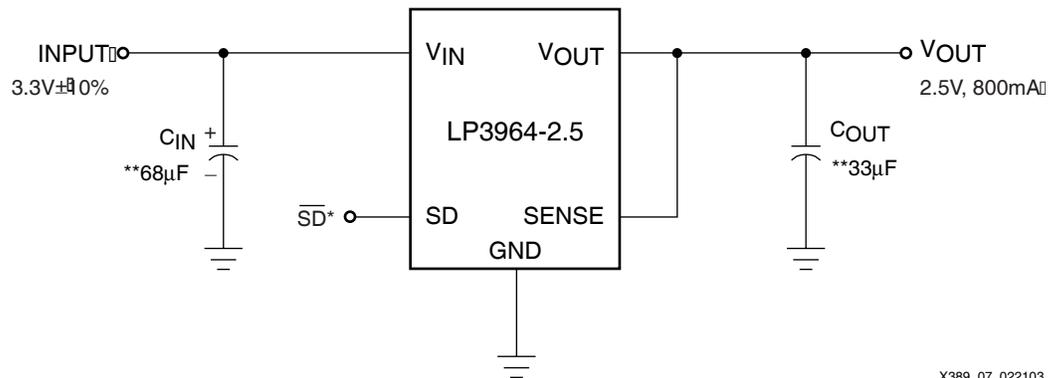
图 7: 典型的 TPS712xx 应用电路

National Semiconductor 的 LP3964 超低压差稳压器

LP3964 系列超低压差稳压器可以输出高达 800 mA 的电流，并且能够在 +2.5V 到 7.0V 输入电压下工作。在负载电流为 80 mA 时，接地引脚电流为 4mA。电压差在 80 mA 负载电流时约为 240 mV，在 800 mA 负载电流时约为 240 mV。请注意，如果将 V_{OUT} 设置为 1.8V，则此压差指标不适用（这种情况下的实际压差为 $2.5V - 1.8V = 0.7V$ ）。

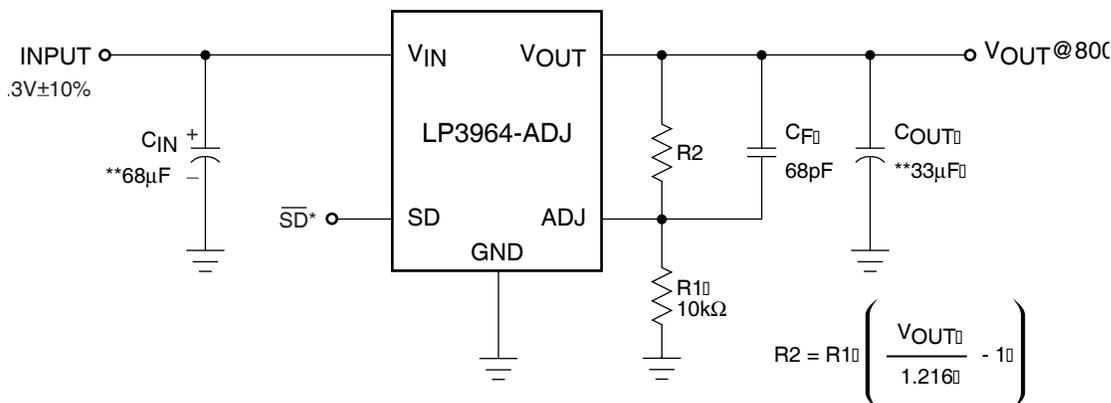
LP3964 稳压器有 SOT223-5、TO220-5 和 TO-263-5 封装。这种稳压器还具有预设电压和可调电压两种可选类型，如图 8（预设）和图 9（可调）所示。

这种稳压器适用于需要大负载电流的应用，但不大适合需要低功耗和高功率效率的应用。



X389_07_022103

图 8: 典型的 LP3964（预设 1.8V）应用电路



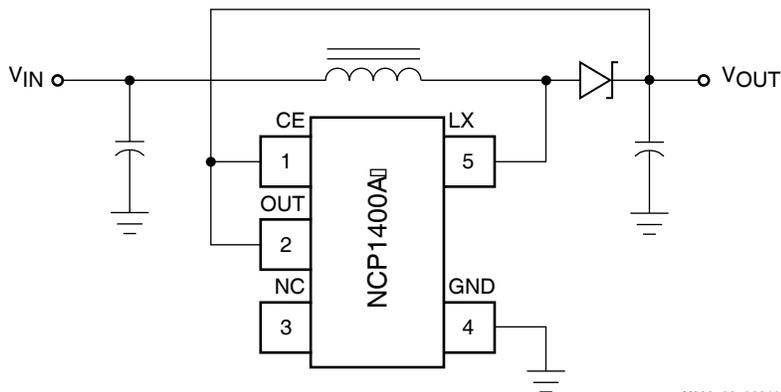
X389_08_0221

图 9: 典型的 LP3964 (可调) 应用电路

开关升压稳压器应用示例

ON Semiconductor 的 NCP1400A 开关升压稳压器

NCP1400A 器件是超低功耗直流到直流升压转换器，专用于使用一到两个电池单元的便携设备。这些器件的设计启动电压为 0.8V，稳压范围向下可达 0.2V 以下。NCP1400A 系列只需要四个外部组件，输出电流可达 100 mA。NCP1400A 系列使用 TSOP-5 封装，具有 1.8V 固定输出。图 10 所示为使用 NCP1400A 稳压器的典型应用。



X389_09_022103

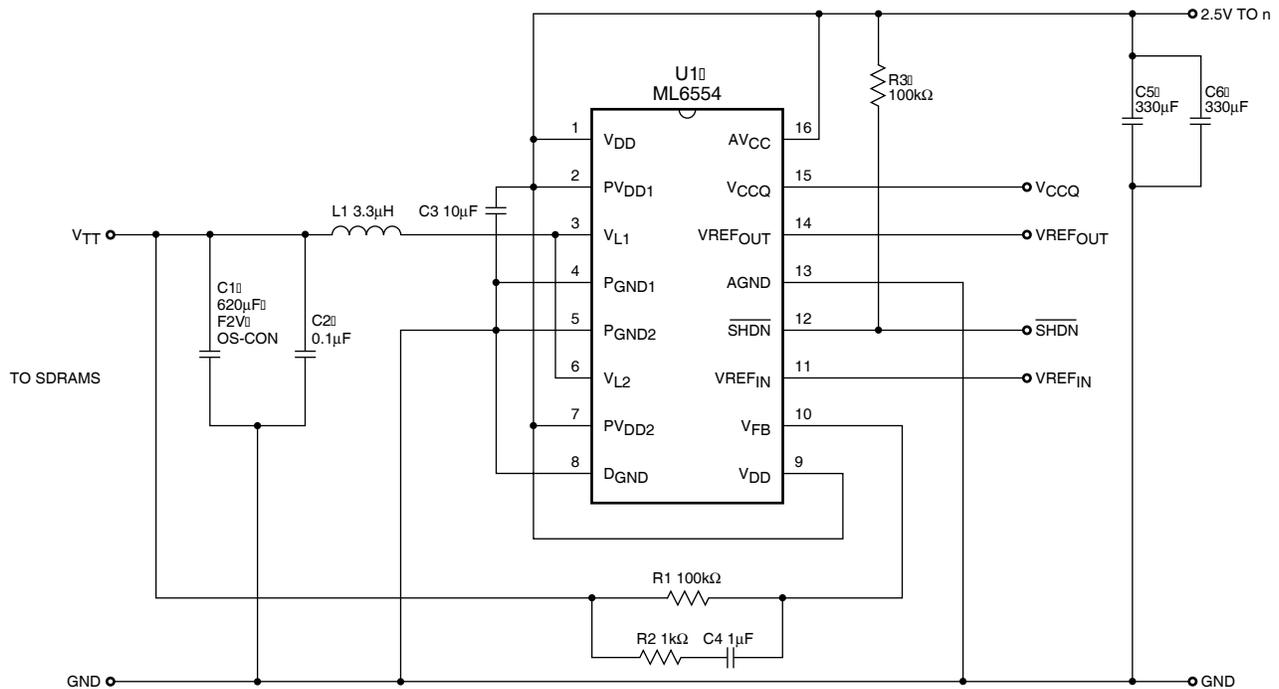
图 10: 典型的 NCP1400A 升压转换器应用

开关降压稳压器应用示例

Fairchild Semiconductor 的 ML6554 开关总线终端稳压器

ML6554 开关稳压器专用于将 2.3V 到 4V 电源电压转换成各种应用所需的输出电压或终端电压。当与串联终端电阻配套使用时，ML6554 最大可输出或输入 3A 电流，同时将终端电压稳定在 3% 或更小的范围内。因此，ML6554 系列可以为高速存储器总线中所见的高速传输线路

的有源终端电路提供优良的电压源。此稳压器的电压输出可用来生成终端电压 V_{TT} 以及符合 SSTL 和 HSTL 等总线接口标准的参考电压 V_{REF} 。图 11 所示为典型的应用电路。



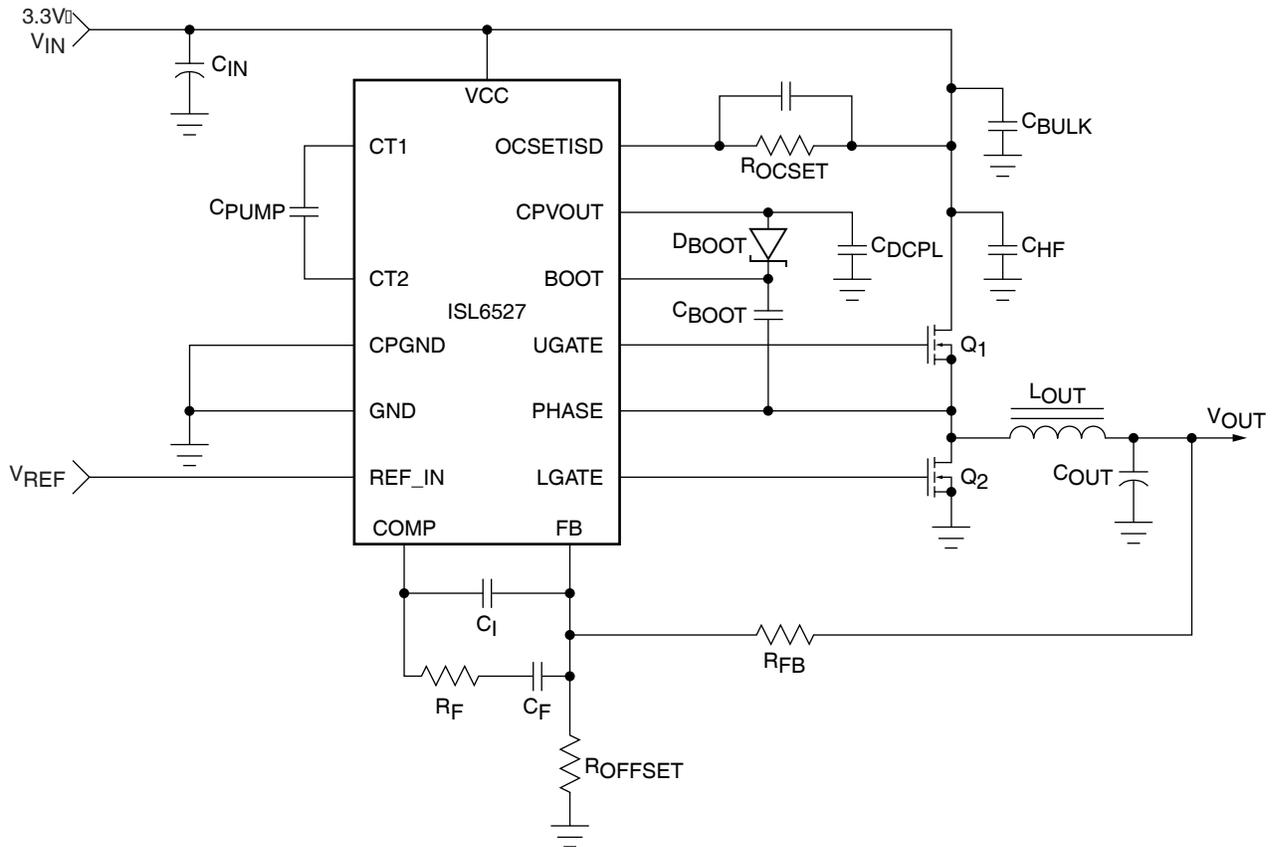
X389_10_022103

图 11: 典型的 ML6554 总线终端稳压器电路

Intersil 的 ISL6527 开关降压稳压器

ISL6527 直流到直流降压转换器的设计输出电压为 3.3V 到 5V，可以产生可调输出电压。ISL6526 虽然不是针对低功耗设计的，却可以产生低电压和大电流（满负载时为 5A）。

ISL6527 转换器在启动过程中采用软启动功能。这种软启动功能使输出电压的上升过程既迅速又可控。



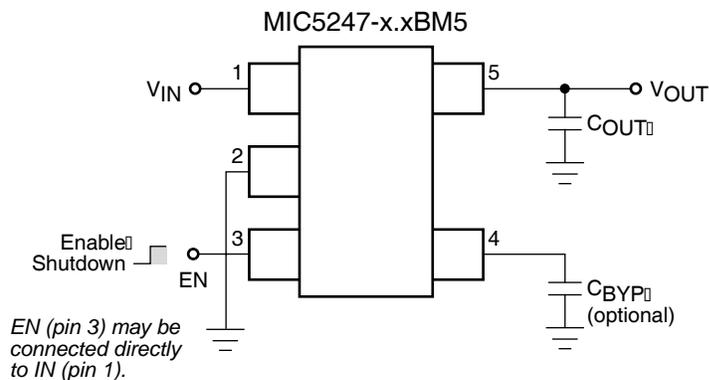
X389_11_022103

图 12: 典型的 ISL6526 应用

标准线性稳压器应用示例

Micrel Semiconductor 的 MIC5247 线性稳压器

MIC5247 是一种高效而精确的 CMOS 稳压器，专用于低噪声环境。其输入电压范围为 +2.7V 到 +6V，而接地引脚电流典型值为 85 μ A。这些器件使用 SOT-23-5 封装，具有多种固定输出配置。



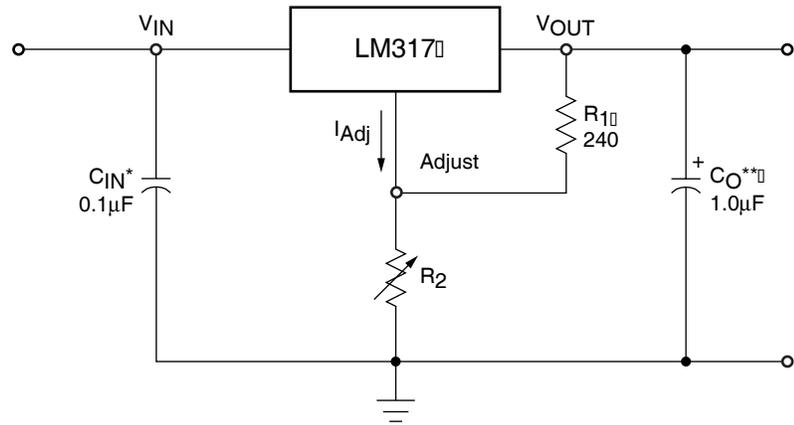
X389_12_022103

图 13: MIC5247 典型应用

LM317 标准线性稳压器

LM317 系列标准线性稳压器是一种通用的三端正压稳压器，设计可提供 1.0A 到 1.5A 负载电流，具有 1.2V 到 3.7V 可调输出电压范围。LM317 稳压器使用方便，并且只需要两个外部电阻来确定输出电压。其压差在 1.5A 电流时约为 2.5V。LM317 稳压器的制造商包括 Linear Technology、National Semiconductor、Fairchild Semiconductor 和 ON Semiconductor。

图 14 所示为 LM317 器件的标准应用。



X389_13_022103

图 14: 典型的 LM317 应用电路

提要

本应用指南涵盖为 CoolRunner-II CPLD 选择电源时的大多数实际考虑事项。尽管为 CoolRunner-II 器件供电有众多可选方案，但先期规划显然是实现最佳结果的成本最低和功耗最低的方法。请注意，LDO 稳压器并非总是比开关稳压器好，开关稳压器也并非总是比 LDO 稳压器好。需要由您自己来选择最适合您的设计的稳压器。最好选择成本低、功耗合理且外形小的稳压器。

CoolRunner-II 资源

- [xapp375.pdf](#) (时序模型)
- [xapp376.pdf](#) (逻辑引擎)
- [xapp377.pdf](#) (低功耗设计)
- [xapp378.pdf](#) (高级功能)
- [xapp379.pdf](#) (高速设计)
- [xapp380.pdf](#) (交叉点开关)
- [xapp381.pdf](#) (演示板)
- [xapp382.pdf](#) (I/O 特性)
- [xapp383.pdf](#) (单纠错和双检错)
- [xapp387.pdf](#) (PicoBlaze 微控制器)
- [xapp388.pdf](#) (动态重配置)
- [xapp389.pdf](#) (为 CoolRunner-II CPLD 供电)
- [xapp393.pdf](#) (8051 微控制器接口)
- [xapp394.pdf](#) (移动 SDRAM 的接口连接)

CoolRunner-II 数据手册

<http://direct.xilinx.com/cn/bvdocs/publications/ds090.pdf> (CoolRunner-II 系列数据手册)

<http://direct.xilinx.com/cn/bvdocs/publications/ds093.pdf> (XC2C128 数据手册)

<http://direct.xilinx.com/cn/bvdocs/publications/ds094.pdf> (XC2C256 数据手册)

<http://direct.xilinx.com/cn/bvdocs/publications/ds095.pdf> (XC2C384 数据手册)

<http://direct.xilinx.com/cn/bvdocs/publications/ds096.pdf> (XC2C512 数据手册)

CoolRunner-II 白皮书

[wp165.pdf](#) (芯片尺寸封装)

[wp170.pdf](#) (安全)

修订历史

下表说明此技术文档的修订历史。

日期	版本	修订
2003 年 5 月 19 日	1.0	Xilinx 最初版本。
2007 年 10 月 29 日	1.1	修改 TPS789xx 和 TPS712xx 的技术文档。