

采用5引脚 SOT-23 封装的 1.4MHz，单节电池 DC/DC 转换器

特 点

- 采用微型电容器和电感器
- 内部补偿
- 1.4MHz 固定频率工作
- 可配合低至 1.1V 的 V_{IN} 工作
- 从单节电池获得 3V 电压和 30mA 电流
- 从 3.3V 输入获得 5V 电压和 200mA 电流
- 从四节碱性电池获得 15V 电压和 60mA 电流
- 高输出电压：高达 34V
- 低停机电流： $<1\mu A$
- 低 V_{CESAT} 开关：在 300mA 时电压为 300mV
- 小型 5 引脚 SOT-23 封装

应 用

- 数码相机
- 传呼机
- 无绳电话
- 后备电池
- LCD 偏置
- 医疗诊断设备
- 5V 或 12V 局部供电
- 外置式调制解调器
- PC 卡

描 述

LT[®]1613 是业界第一个采用 5 引脚 SOT-23 封装的电流模式 DC/DC 转换器。它针对小型、低功率应用，可在低至 1.1V 的输入电压下工作，开关频率为 1.4MHz，并容许使用微型、低成本电容器以及高度为 2mm 或更扁平的电感器。得益于它的小尺寸和高开关频率，用户仅需小于 0.2 平方英寸的印刷电路板面积就能实现完整 DC/DC 转换器功能。现在，多输出电源可为每个输出电压用一个单独稳压器，取代了以往采用单个稳压器和定制变压器的笨拙稳压方法。

恒定频率、内部补偿电流模式 PWM 架构导致低及可预测的输出噪声，使之容易滤除掉。LT1613 上的高压开关额定值为 36V，这使得该器件非常适合应用在高达 34V 的升压型转换器、以及单端主电感转换器 (SEPIC) 和回扫设计。在 SEPIC 设计中，该器件能够从 3.3V 的电源中产生 5V 电压和 200mA 电流，或者从四节碱性电池产生 5V 电压和 175mA 电流。

LT1613 采用 5 引脚 SOT-23 封装。

LT[®], LTC 和 LT 是凌特公司的注册商标。

典型应用

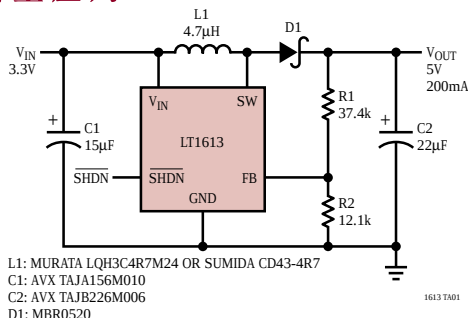
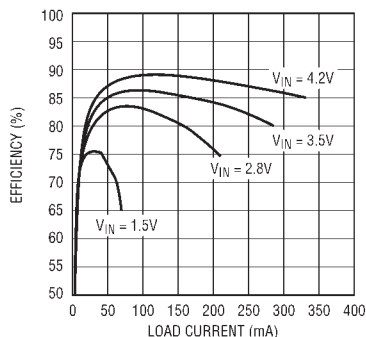


图1：3.3V 到 5V/200mA DC/DC 转换器

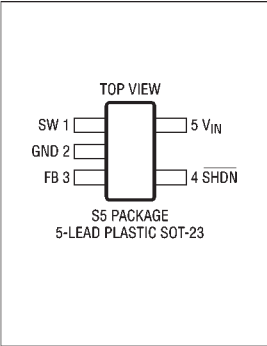
效率曲线图



绝对最大额定值
(注1)

V _{IN} 电压	10V
SW电压	–0.4V 至36V
FB电压	V _{IN} + 0.3V
进入FB引脚的电流	±1mA
SHDN电压	10V
最大结温	125°C
工作环境温度范围	
商业用温度	0°C 至 70°C
延伸商业用温度范围(注2)	–40°C 至 85°C
贮藏温度范围	–65°C 至 150°C
引脚温度(焊接时间10秒)	300°C

封装 / 订购信息

	产品型号
	LT1613CS5
	S5 型号标记
LTED	

关于工业元件，请咨询凌特公司。

电 特 性 凡标注●代表技术指标适合整个工作温度范围，否则指标是在 T_A = 25°C。商业等级为 0°C 到 70°C，V_{IN} = 1.5V，V_{SHDN} = V_{IN}，除非另外注明。（注2）

参数	条件		最小值	典型值	最大值	单位
最小工作电压			0.9		1.1	V
最大工作电压					10	V
反馈电压		●	1.205	1.23	1.255	V
FB引脚偏置电流		●	27		80	nA
静态电流	V _{SHDN} = 1.5V		3		4.5	mA
在停机时的静态电流	V _{SHDN} = 0V, V _{IN} = 2V		0.01		0.5	μA
	V _{SHDN} = 0V, V _{IN} = 5V		0.01		1.0	μA
基准电源稳压	1.5V ≤ V _{IN} ≤ 10V		0.02		0.2	%/V
开关频率		●	1.0	1.4	1.8	MHz
最大占空比		●	82	86		%
开关电流限制	(注 3)		550	800		mA
开关V _{CESAT}	I _{SW} = 300mA		300		350	mV
开关泄漏电流	V _{SW} = 5V		0.01		1	μA
SHDN高输入电压			1			
SHDN低输入电压					0.3	V
SHDN引脚偏置电流	V _{SHDN} = 3V		25		50	μA
	V _{SHDN} = 0V		0.01		0.1	μA

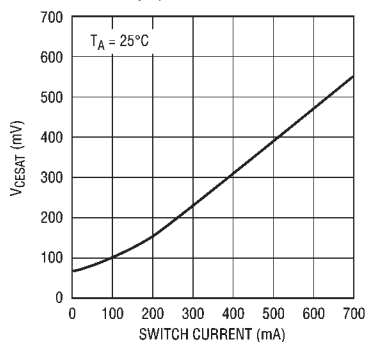
注1：绝对最大额定值是指器件超过这一个临界值可能会被损坏。

注2：在 0°C 至 70°C 温度范围内，保证 LT1613C 符合相关性能规格。但工作温度在 –40°C 至 85°C 范围，技术指标则靠设计、特征和相关的统计过程控制来保证。

注3：电流限制要靠设计和/或相关的统计测试来保证。

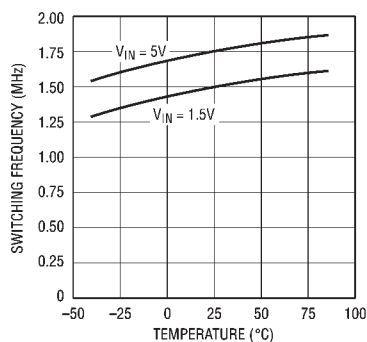
典型性能特征

开关 V_{CESAT} 与开关电流关系图



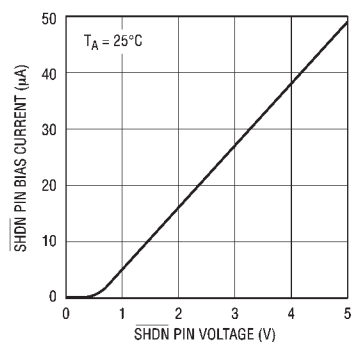
1613 G01

振荡频率与温度关系图



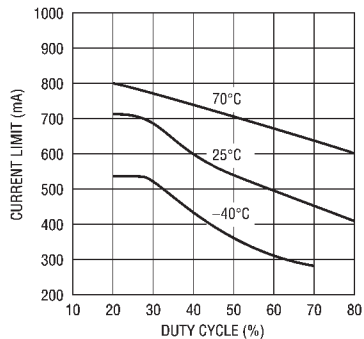
1613 G02

$\overline{\text{SHDN}}$ 引脚电流与 $V_{\overline{\text{SHDN}}}$ 关系图



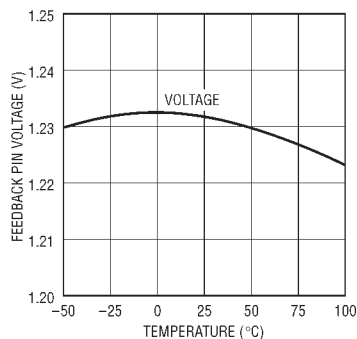
1613 G03

电流限制与占空比关系图



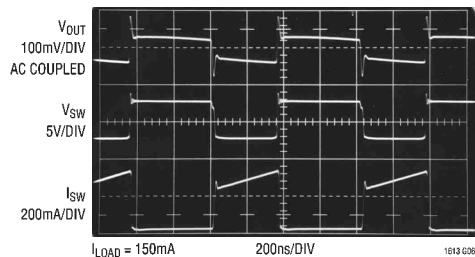
1613 G04

反馈引脚电压



1613 G05

图1电路的开关波形图



1613 G06

引脚功能

SW(引脚1)：开关引脚。这里连接电感器/二极管。尽量使SW引脚的引线面积减到最小以降低EMI。

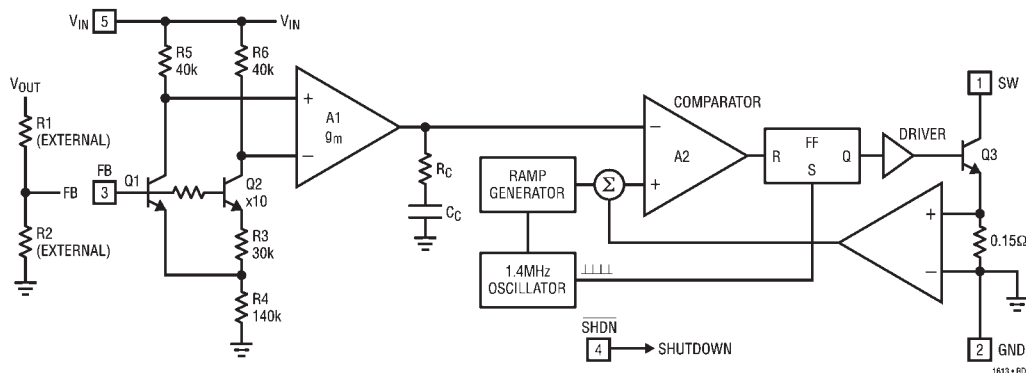
GND(引脚2)：地。直接与本地的接地面连接。

FB(引脚3)：反馈引脚。基准电压为1.23V。在这里连接电阻分压器的抽头。尽量使FB引脚的引线面积减到最小。根据 $V_{OUT} = 1.23V(1 + R1/R2)$ 设置 V_{OUT} 。

$\overline{\text{SHDN}}$ (引脚4)：停机引脚。与1V或更高电压相连以便激活器件。与地相连可关断器件。

V_{IN} (引脚5)：输入电源引脚。必须在本地旁路。

方框图



工作原理

LT1613是一种电流模式、内部补偿、固定频率升压型开关稳压器。参照方框图可更了解它的工作原理。Q1和Q2组成一个带隙参考核，它的环路紧紧围绕稳压器的输出。由于R5和R6上的压降足够低，即使当 V_{IN} 为1V时，Q1和Q2也不至饱和。当没有负载时，FB略微升高至1.23V以上，这将导致 V_C （误差放大器的输出）下降。比较器A2的输出维持高电平，使开关Q3处于关断状态。随著输出负载增加将导致FB电压下降，所以A1的输出增加。通过 V_C 节点可一个循环接一个循环地直接调整开关电流。正反器设置在每个开关周期的开端使开关导通。当代表开关电流以及斜坡发生器的信号总和(引入它是为了避免在占空因数大于50%时产生次级谐波振荡)超过 V_C 信号时，比较器A2改变状态，从而使正反器复位并关

断开关。随著开关电流增加，更多的功率传递给输出端。由外部电阻分压器R1和R2衰减的输出电压出现在FB引脚上，从而闭合整个环路。频率补偿由 R_C 和 C_C 内部提供。在那些使用大容量或低ESR输出电容器的应用中，可通过在R1上并联一个相引导电容器 C_{PL} 来优化瞬态响应。

当负载电流减小时，在每个循环开关导通的周期变短了。如果负载电流进一步减小，为了维持输出电压的稳定性，转换器将跳过循环。

布局

LT1613以很高的速度开关电流，这就要求在布局时格外小心，以便获得适当的性能。如果在布局

工作原理

时粗心大意，你将无法获得所描述的性能。图2推荐了一个升压转换器的元件放置方法，在你的PCB布局中，可周密地仿效这种方法。须注意开关环路的直接通道。输入电容器C1必须放置在靠近IC封装的位置(<5mm)。小到如10mm的走线或从C_{IN}到V_{IN}之间的印刷电路迹将导致不能稳压或发生振荡这样的问题。

输出电容器C2的地端应当与LT1613的引脚2靠近连接，这样做能够减少接地铜片上的dI/dt，从而将高频尖峰减少到最低。为了避免接地面引入的dI/dt，DC/DC转换器的地应当仅在一个地方与印刷电路板的接地面相连。

图3给出了一个SEPIC（单端主感应转换器）电路。该转换器的拓扑结构产生一个围绕输出(即能高于或低于)的稳压输出。图4建议了一个SEPIC的元件放置方案。

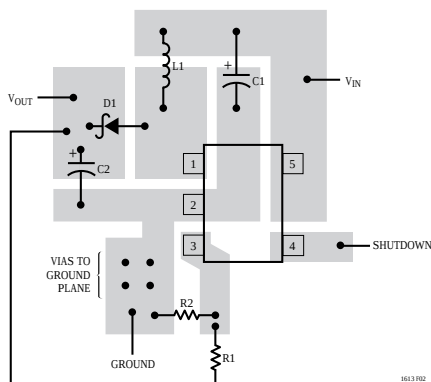


图2：建议的升压型转换器元件放置方法。注意采用宽PCB线迹作为直接的大电流通道。尽量减少引脚3 (FB) 的面积。利用过孔将本地接地面与系统接地面相连。为了避免在接地面中引入开关电流，采用图中所示的过孔。

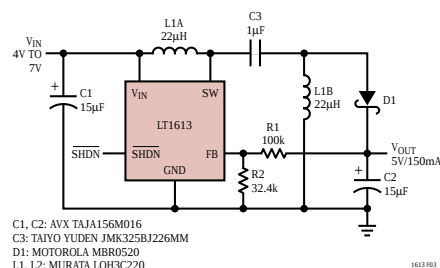


图3：单端主电感转换器 (SEPIC) 可从一个超过或低于5V的输入电压上产生5V电压

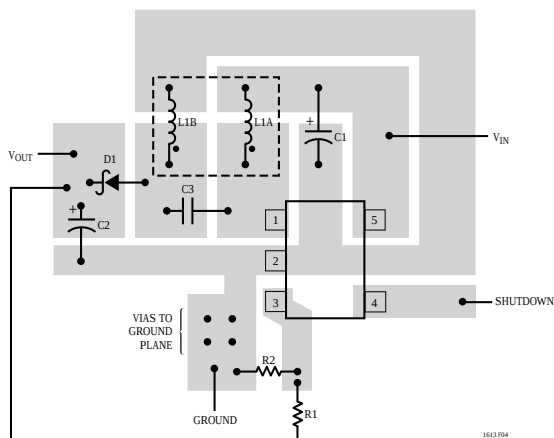


图4建议的SEPIC元件放置方法**

元件选择

电感器

配合LT1613使用的电感应当具有约0.5A或更大的饱和电流额定值(这时的电感约为零电流电感的70%)。电感的DCR应为0.5Ω或更小。对于升压型转换器，当输入电压小于3.3V时，电感应为4.7μH，而当输入电压大于3.3V时，电感应为10μH。当将该器件用作SEPIC时，既可采用一个耦合电感或两个独立电感。如果采用独立电感，若输入电压大于3.3V，建议采用22μH的电感。耦合电感具备有益的互感，这样一个10μH耦合电感所导致的纹波电流与两个20μH非耦合电感所导致的相同。

工作原理

表1列出了几种可配合LT1613工作的电感器，当然这不是一个详尽的表格。许多电磁元件供应商所开发的元件也适合。

二极管

建议采用一个肖特基二极管配合LT1613使用。Motorola的MBR0520就是一个很好的选择。对于输入到输出电压差分超过20V的情况，可采用MBR0530（一个30V的二极管）。如果成本比效率更重要，可采用1N4148，但只适合小电流负载的情况。

电容器

输入旁路电容器必须放置在靠近输入引脚的位置上。ESR不是一个关键因素，并且在大多数情况下廉价钽电容也适合。

输出电容器的选择是非常重要的，该电容器的质量对输出电压纹波具有决定性影响。输出电容器必须具有足够大的容量以满足瞬态条件下的负载要求，并且它必须能够旁路掉来自二极管的开关成份电流。当该开关电流通过输出电容器的有限输出阻抗时，就会导致输出电压纹波。在LT1613的1.4MHz开关频率下，电容器应当具有较低的阻抗。在该频率下，阻抗通常由电容器的等效串联电阻（ESR）决定。选择一个较低ESR电容器将导致较小输出纹波。

如果考虑环路的稳定性，可采用陶瓷电容器配

合LT1613工作。钽电容器会有一些ESR，这将在稳压器环路中引起“零ESR”。这个零有益于环路稳定性。内部补偿的LT1613没有一个可以使用的补偿节点，但可采用其它电路技术来抵消零ESR损失，有关细节请参见下一节。

表2给出了一些适合配合LT1613使用的电容器类型。

采用陶瓷电容器的工作原理

因为LT1613是内部补偿的，当选择输出电容器时，必须认真考虑环路稳定性。小型低成本钽电容器具有一些ESR，这有助于提高稳定性。但是，由于陶瓷电容器具有接近零的ESR、小尺寸和成本合理等吸引人的特性，正变得越来越普及。简单地利用陶瓷电容器取代输出钽电容器，则可减小相容限；在有些情况下，会减小到不能接受的程度。若增加一只相引导电容（C_{PL}）和隔离电阻器（R3），LT1613则能成功地配合陶瓷输出电容器使用，正如随后图中所描述的那样。

图5给出了一个从2.5V升高到5V的升压型转换器。输入和输出采用钽电容器（只要满足最小电容量的要求，输入电容器并不关键，它对环路稳定性的影响也较小）。图6给出了一个从50mA到100mA的负载台阶瞬态响应图。要注意由C2的ESR所引起的“双

表1：电感器供应商一览表

供应商	电话	网址	型号	说明
Sumida	(847) 956-0666	www.sumida.com	CLS62-22022 CD43-220	22μH 耦合 22μH
Murata	(404) 436-1300	www.murata.com	LQH3C-220 LQH3C-100 LQH3C-4R7	22μH, 2mm 高 10μH 4.7μH
Coiltronics	(407) 241-7876	www.coiltronics.com	CTX20-1	20μH 耦合, 低DCR

表2：电容器供应商一览表

供应商	电话	网址	型号	说明
Taiyo Yuden	(408) 573-4150	www.t-yuden.com	陶瓷电容器	X5R 介电质
AVX	(803) 448-9411	www.avxcorp.com	陶瓷电容器 钽电容器	
Murata	(404) 436-1300	www.murata.com	陶瓷电容器	

工作原理

重轨迹”。环路是稳定的，且稳定时间小于 $100\mu\text{s}$ 。在图7中， C_2 被 $10\mu\text{F}$ 陶瓷电容器单元取代。此时，相容限显著减小，结果导致严重的欠阻尼响应发生。通过增加 R_3 和 C_{PL} ，可参见图8所示的电路，相

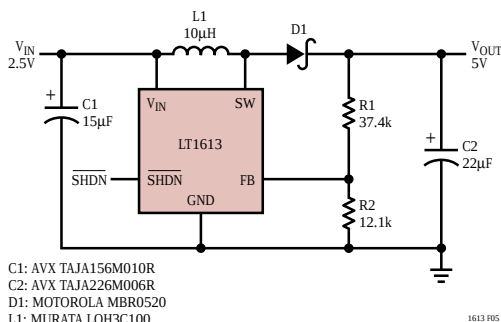


图5：从2.5V到5V的升压型转换器采用“A”类外型尺寸的输入和输出钽电容器。

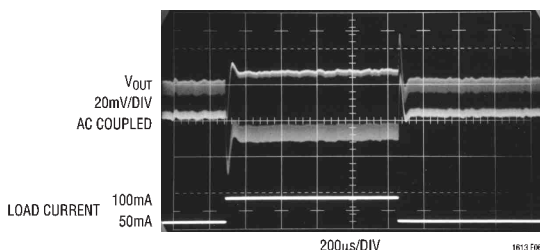


图6：采用 $22\mu\text{F}$ 输出钽电容器，从2.5V到5V升压型转换器的瞬态响应。由于流经电容器ESR的开关频率纹波电流，在 V_{OUT} 上具有明显的双重轨迹。

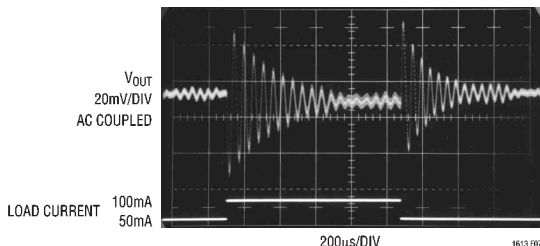


图7：从2.5V到5V的升压型转换器采用 $10\mu\text{F}$ 陶瓷输出电容器，没有 C_{PL} 。

容限得到恢复；而图9给出了相同负载下的瞬态响应。由于寄生印刷电路线迹的电感， R_3 将器件的FB引脚与在 V_{OUT} 节点的快速上升沿隔离开。

图10所示的电路给出了一个可供应高达130mA电流及从5V到12V的升压转换器的细节。对于一个从10mA到130mA的负载，图11中给出了一个没有 C_{PL} 的瞬态响应。虽然震荡比前面的例子小，但响应依然欠阻尼并且能被改善。增加 R_3 和 C_{PL} 后，改善了瞬态响应可参见图12。

图13给出了一个将3V到10V输入转换成5V输出的SEPIC设计。对于一个从20mA到120mA的负载台阶，图14给出了没有 C_{PL} 和 R_3 的瞬态响应。增加这两个元件后，响应得到改善，如图15所示。

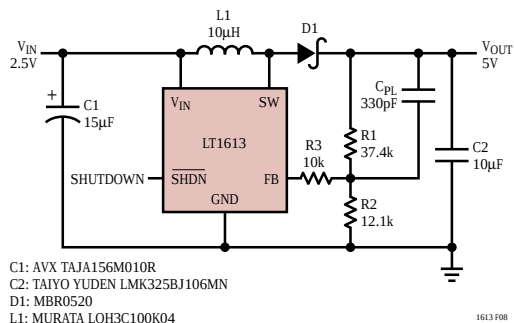


图8：从2.5V到5V的升压型转换器采用陶瓷输出电容器，增加 C_{PL} 可提高相容限，用 R_3 来隔离FB引脚和快速上升沿。

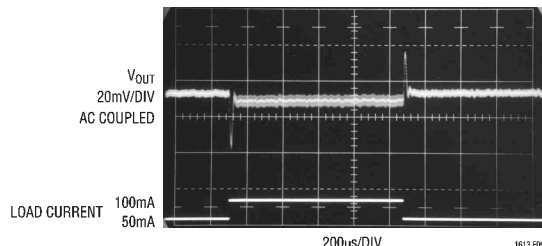


图9：从2.5V到5V的升压型转换器采用 $10\mu\text{F}$ 陶瓷输出电容器， 330pF C_{PL} 以及与FB引脚串联的 10k 电阻器。

工作原理

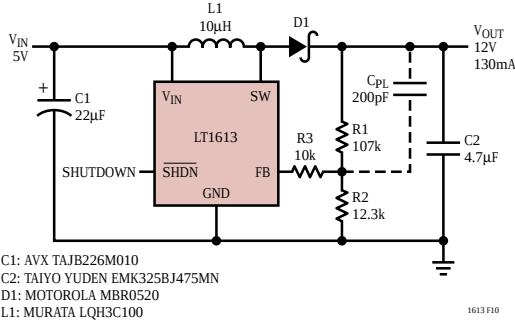


图 10：从5V到12V的升压型转换器采用4.7μF陶瓷输出电容器，加设 C_{PL} 可提高相容限。

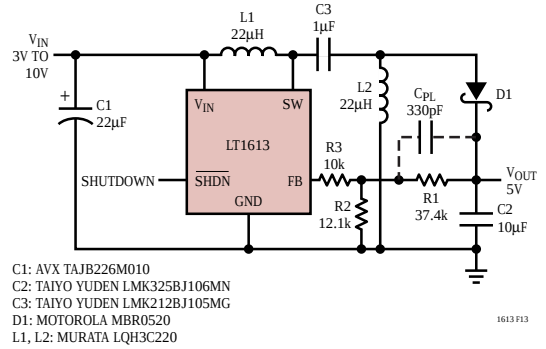


图 13：5V输出SEPIC采用陶瓷输出电容器， C_{PL} 增加相容限。

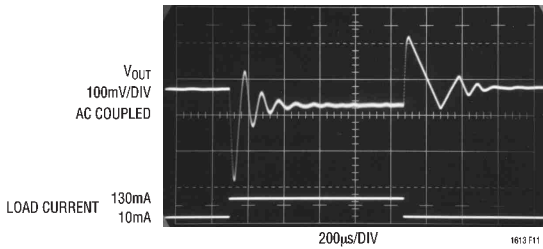


图 11：从5V到12V的升压型转换器采用4.7μF陶瓷输出电容器。

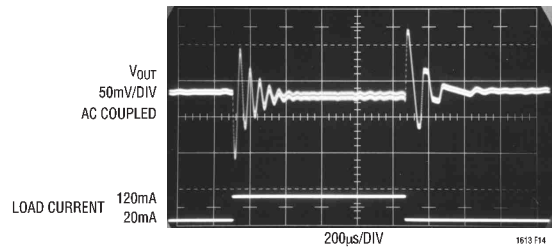


图 14：5V输出SEPIC采用10μF陶瓷输出电容器，没有 C_{PL} ， $V_{IN} = 4V$ 。

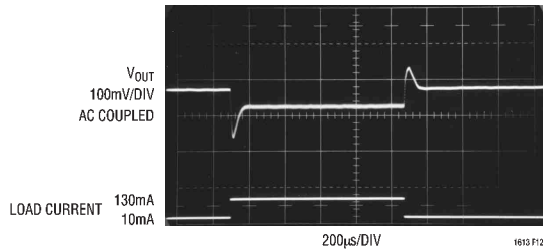


图 12：从5V到10V的升压型转换器采用4.7μF陶瓷输出电容器，200pF相引导电容器 C_{PL} 以及与FB引脚串联的10k电阻器。

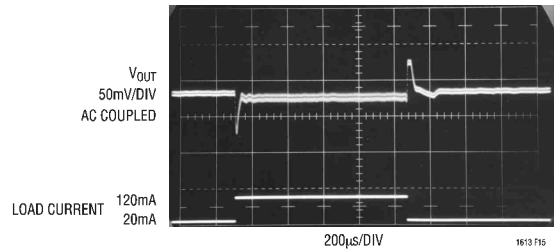


图 15：5V输出SEPIC采用10μF陶瓷输出电容器，330pF C_{PL} 以及与FB引脚串联的10k电阻器。

工作原理

开启/软启动

当 LT1613 $\overline{\text{SHDN}}$ 引脚电压升高时，器件的开关电流迅速增加，直至达到内部电流限制。输入电流一直保持这个水平，直到输出电容器充电至最终输出电压。开关电流可超过 1A。图 16 的示波器图详细给出了图 17 中没有任何软启动的 SEPIC 进入 50 Ω 负载时的开启波形。输出电压在大约 200 μs 的时间里达到最终值，同时输入电流达到 400mA。SEPIC 里的开关电流 2 倍于输入电流，这样开关要传导大约 800mA 的峰值电流。

通过延长达到最终输出电压的时间，软启动可减少侵入电流。图 17 所示了由 $Q1$ 、 R_{S1} 、 R_{S2} 和 C_{S1} 所构成的软启动电路，可用来将侵入电流限制在较低值上。图 18 给出了 V_{OUT} 和具有 33k Ω R_{S2} 、10nF C_S 的

输入电流。当要求达到最终值的时间增加到 1.7ms 时，输入电流的峰值被限制在 200mA。在图 19 中， C_S 增加到 33nF。输入电流不超过器件用来为 50 Ω 负载供电的稳态电流。开启时间增加到 4.3ms。对于更缓慢的斜坡，如果愿意的话，可进一步提高 C_S 。

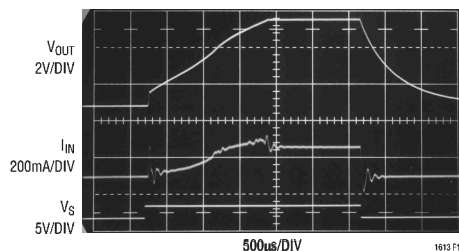


图 18：在图 17 的 SEPIC 中，软启动元件可减少侵入电流。 $C_{SS} = 10\text{nF}$, $R_{\text{LOAD}} = 50\Omega$

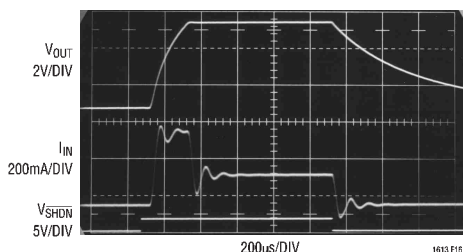


图 16：图 17 的 SEPIC 进入 50 Ω 负载的软启动波形。

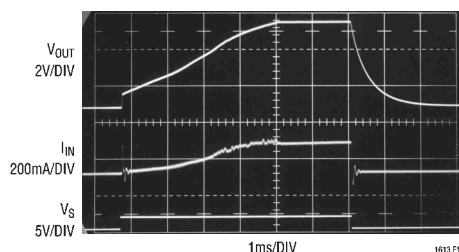


图 19：将 C_S 增加到 33nF，将进一步减小侵入电流。 $R_{\text{LOAD}} = 50\Omega$

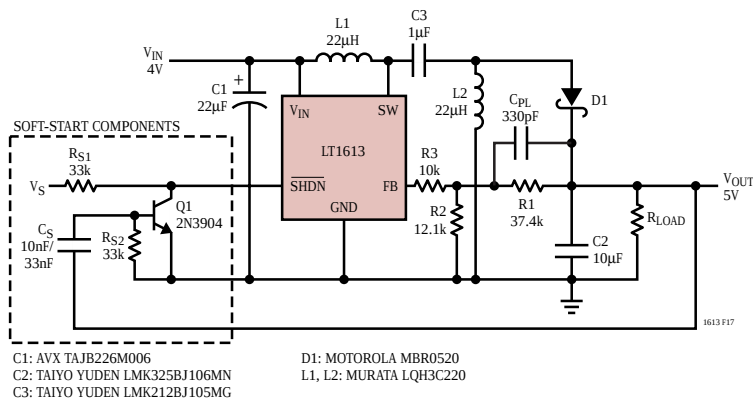
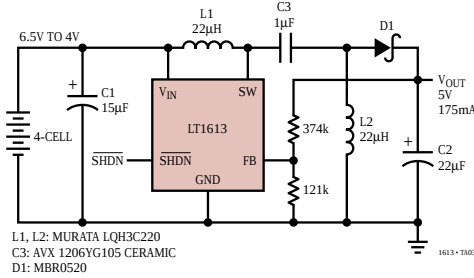


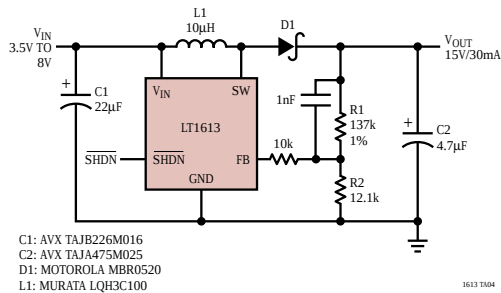
图 17：具有软启动元件的 5V SEPIC。

典型应用

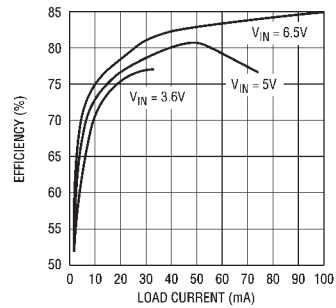
从4节电池到5V的SEPIC DC/DC转换器



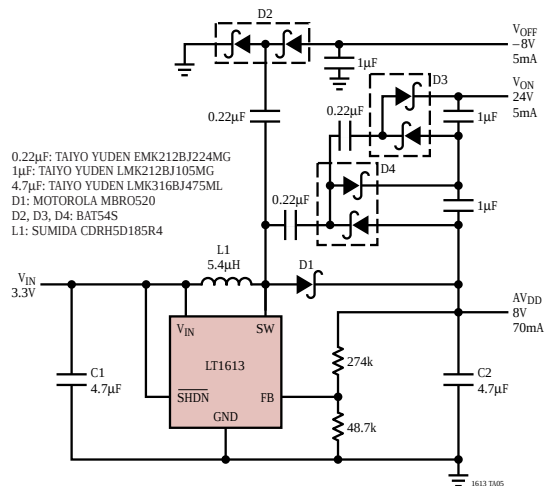
从4节电池到15V/30mA的DC/DC转换器



效率曲线图

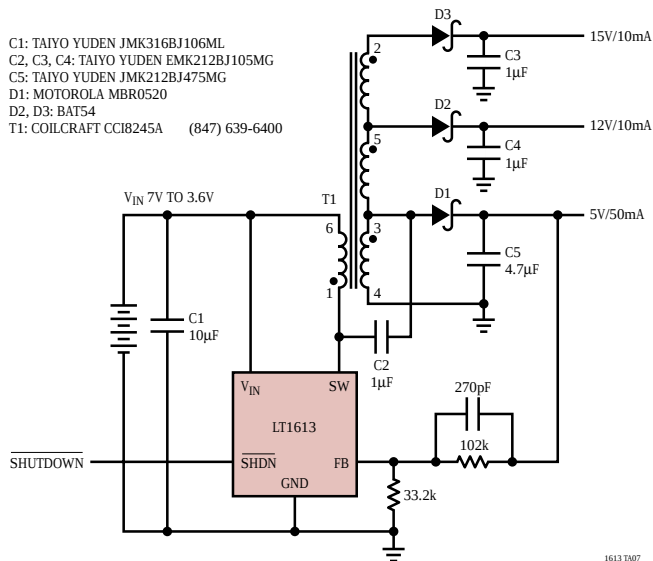


从3.3V到8V/70mA、-8V/5mA和24V/5mA的TFT LCD偏置电源全部采用陶瓷电容器

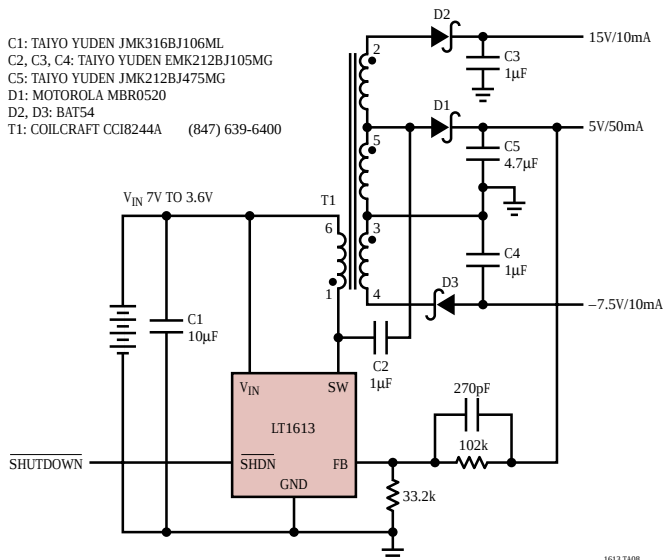


典型应用

从 4 节电池到 5V/50mA、12V/10mA 和 15V/10mA 的数码相机电源

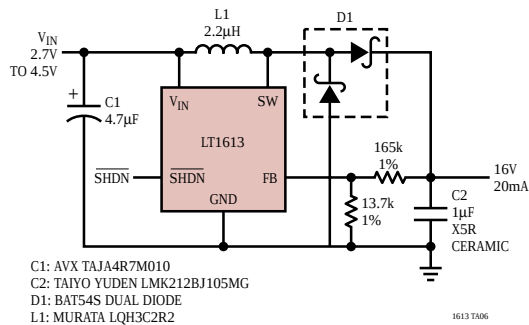


从 4 节电池到 5V/50mA、15V/10mA 和 -7.5V/10mA 的数码相机电源



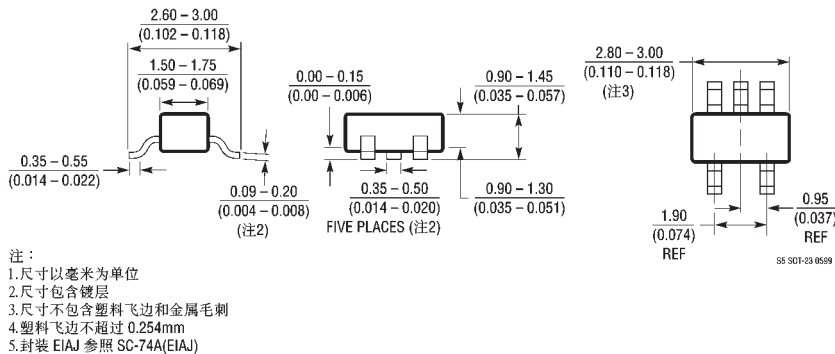
典型应用

从锂离子电池到 16V/20mA 的升压型 DC/DC 转换器



封装描述 除非特别注明，所有尺寸都以英寸 (mm) 为单位。

S5封装
5引脚 SOT-23塑料封装
(LTC DWG # 05-08-1633)



相关器件

型号	描述	说明
LT1307	单节电池微功率 DC/DC	从 1V 获得 3.3V/75mA；600kHz 固定频率
LT1317	节电池微功率 DC/DC	从两节电池中获得 3.3V/200mA；600kHz 固定频率
LTC1474	低静态电流、高效率降压型转换器	效率为 94%，10µA I _Q ，从 9V 到 5V/250µA
LT1521	具有微功率静态电流和关断的 300mA 低压降稳压器	500mV 压降，300mA 输出电流，12µA I _Q
LTC1517-5	微功率稳压充电泵	从3节电池到 5V/20mA，SOT-23 封装，6µA I _Q
LT1610	1.7MHz 单节电池微功率 DC/DC 转换器	30µA I _Q ，MSOP 封装，内部补偿
LT1611	反相 1.4MHz 开关稳压器	从 5V 到 -5V/150mA，低输出噪声
LT1615/LT1615-1	采用 5 引脚 SOT-23 封装的微功率 DC/DC 转换器	从 2.5V 输入获得 20V/12mA，微型 SOT-23 封装