

1. 5MHz 600mA 高效率低噪声低电磁辐射同步降压型开关变换器 DST6156

概述

DST6156 是一款同步降压型 DC-DC 非隔离变换器。在重负载情况下，固定频率的电流型脉宽调制 PWM 模式保证了最佳的动态特性和静态特性。在轻负载情况下，脉冲跳跃 PSM 模式使得便携设备获得了极长的电池使用时间。当输入电压降低到 PWM 模式和 PSM 模式仍无法校准输出电压时，DST6156 将进入到 Low-Dropout 模式，延长了电池使用时间。

DST6156 输入电压范围在 2.5V-6.0V，可以适用单节锂离子电池和多节碱性、镍氢电池以及其他电源供电。输出电压范围在 0.6V-6.0V，最高 600mA 的输出电流可以给低压 DSP/ARM/CPLD/FPGA/MCU 提供稳定电能。

DST6156 低至 25μA 的静态电流使得在轻负载条件下仍然具有很高的效率，独特的 anti-EMI 技术把电磁辐射降到了很低的范围，独特的 fast-response 设计又大大改善了负载调整率和线性调整率。

DST6156 内部的同步开关使得外围无需肖特基二极管。另外 DST6156 还具有软启动、过压保护、过温保护、过流限制等基本功能。DST6156 采用 SOT-23-5 封装，占用很小的 PCB 空间。

DST6156 的后缀编码-XXX (ADJ, 1P2, 1P8, 3P3) 标示输出电压。

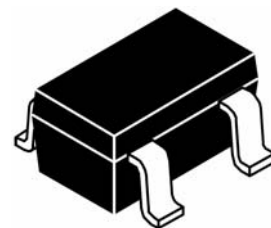
特点

- 25μA 静态电流
- <1μA 关断电流
- 效率高达 96%
- 2.5V-6.0V 输入电压范围
- 0.6V-6.0V 输出电压可调
- 1.2V 1.8V 3.3V 固定输出电压版本
- 高达 600mA 输出电流
- 1.5MHz 固定频率电流型 PWM 模式
- PSM 模式
- 100%占空比 Low-Dropout 模式
- anti-EMI 技术
- 无需外接肖特基二极管
- 模拟式软启动以及过压保护、过温保护和过流限制
- 3KV 人体模式 ESD 保护
- 无铅 SOT23-5L 封装

应用领域

- 便携式 DVD 播放器
- 数码伴侣/MP3/MP4/PMP/PDA
- 蓝牙耳机
- 机顶盒/数字电视广播
- 数码相框
- 数码相机
- 网络设备

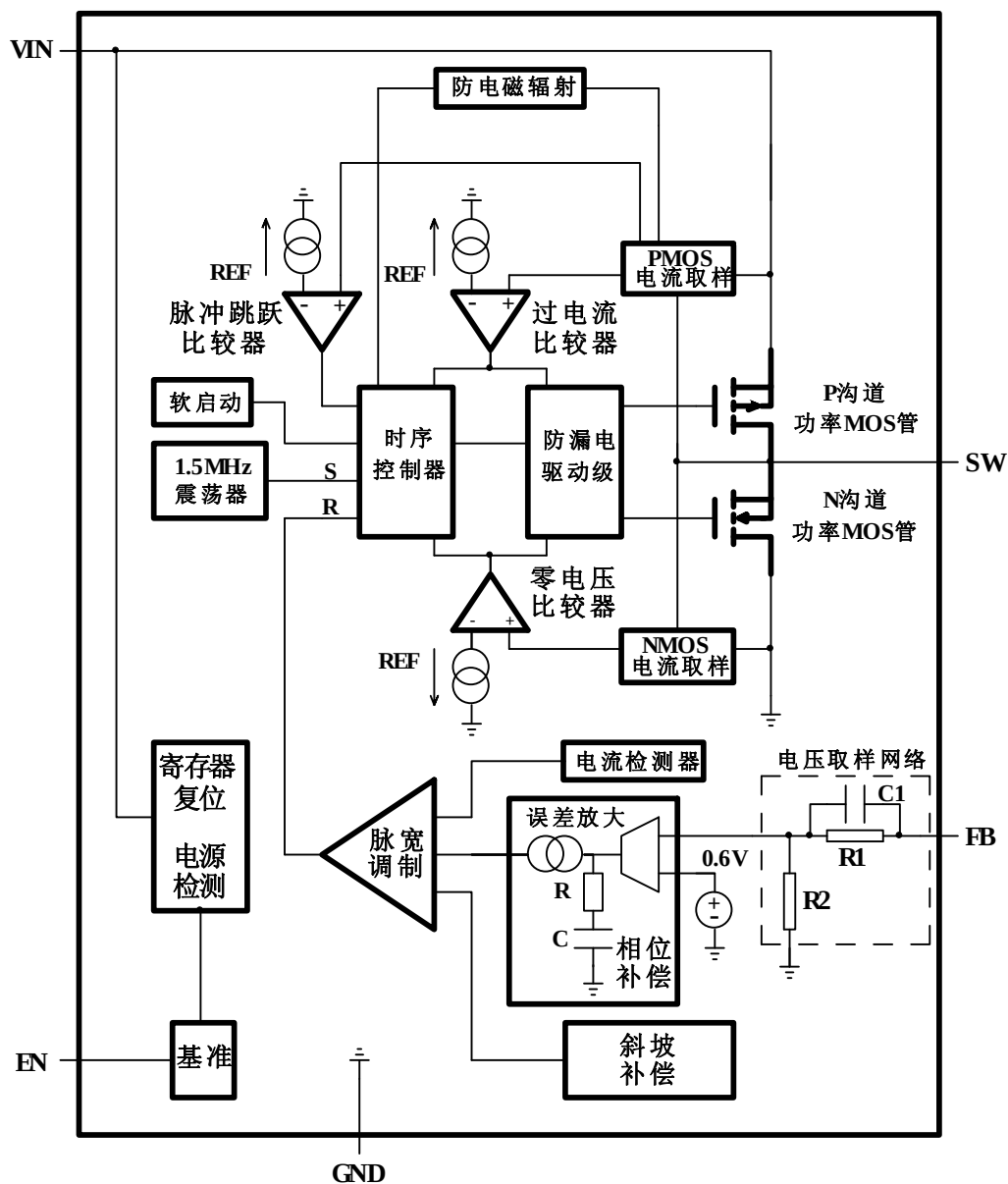
外观



引脚定义与标识信息

顶视图		序号	符号	功能
EN	1	1	EN	使能
GND	2	2	GND	电源地
SW	3	3	SW	开关
	4	4	VIN	输入
FB	5	5	FB	反馈

内部原理框图



极限工作条件与热信息

参数名称	符号	数值	单位
端口耐压	V _{IN}	-0.3 至 6.3	V
	EN/FB/SW	-0.3 至 V _{IN} +0.3	V
存储温度范围	T _{stg}	-65 至 150	°C
焊接温度	T _{Lead}	300	°C
耗散功率	P _D	400@T _A =25°C	mW
		220@T _A =70°C	mW
		160@T _A =85°C	mW
热阻	θ_{JC}	130	°C/W
	θ_{JA}	230	°C/W
结温	T _J	150	°C

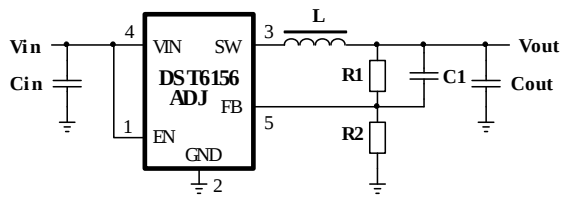
额定工作条件

参数名称	符号	数值	单位
电源电压	V _{IN}	2.5 至 6.0	V
环境温度	T _A	-40 至 85	°C
结温	T _J	-40 至 125	°C

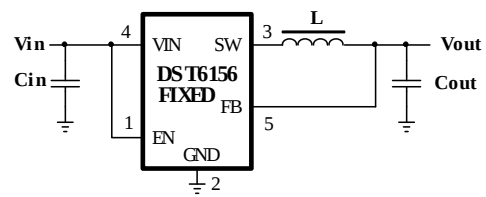
电特性 (T_A=25°C, V_{IN} =EN=3.6V, 除非另外注明。)

参数名称	符号	测试条件	最小值	典型值	最大值	单位
输入电压范围	V _{IN}		2.5		6.0	V
输出电压范围	V _{OUT}		0.6		V _{IN}	V
静态电流 (PSM)	I _{SUP}	V _{FB} =0.65V		25	40	μA
动态电流 (PWM)		V _{FB} =0.5V		310		μA
关断电流 (SHDN)		EN=GND		0.1	1	μA
反馈电流	I _{FB}		-40		40	nA
基准电压	V _{FB}		0.588	0.6	0.612	V
线性调整率	LineR	V _{IN} =2.5V 至 6.0V		0.05		%/V
负载调整率	LoadR	I _O =100mA 至 600mA		0.0015		%/mA
振荡器频率	f _{OSC}		1.2	1.5	1.8	MHz
EN 端口输入高电平	V _{EN (H)}	V _{IN} =2.5V 至 6.0V	1.4			V
EN 端口输入低电平	V _{EN (L)}	V _{IN} =2.5V 至 6.0V			0.4	V
P 沟道电流限制	I _{LIM}	V _{IN} =2.5V 至 6.0V	0.8	1	1.2	A
过压保护	V _{OVER}			6.3		V
过温保护	T _J			150		°C
PMOSFET 导通电阻	R _{DS(ON) P}	I _{OUT} =200mA		0.4		Ω
NMOSFET 导通电阻	R _{DS(ON) N}	I _{OUT} =200mA		0.35		Ω
PMOSFET 漏电流	I _{LKG(P)}	V _{DS} =6.0V		0.1	1	μA
NMOSFET 漏电流	I _{LKG(N)}	V _{DS} =6.0V		0.1	1	μA
SW 端口正向漏电流	I _{LKG(SW+)}	V _{IN} >V _{OUT} , 0<V _{SW} <V _{IN}		0.1	1	μA
SW 端口反向漏电流	I _{LKG(SW-)}	V _{SW} =6V, EN=GND		0.1	1	μA
死区时间	T _{DEAD}			30		ns
脉冲消隐时间	T _{BLANK}			30		ns
最大占空比			100			%

外部典型应用图



DST6156可调输出版本应用图

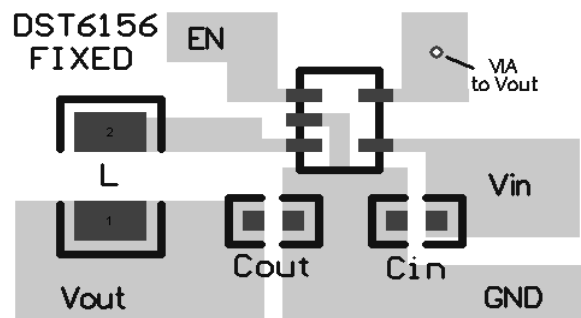
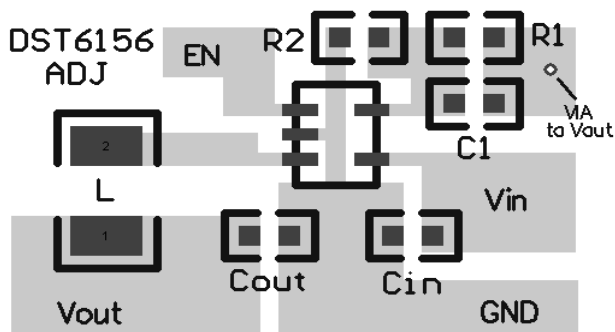


DST6156固定输出版本应用图

建议:

1. Cin 采用 $2.2\mu\text{F}$ 或者 $4.7\mu\text{F}$ 的 lowESR 电容。
Cout 采用 $10\mu\text{F}$ 的 lowESR 电容。
C1 采用 22pF 电容。
2. L 可采用 $2.2\mu\text{H}$, $3.3\mu\text{H}$ 或者 $4.7\mu\text{H}$ 的 lowDCR 高频功率电感。
3. $R1+R2 \approx 1\text{M}\Omega$

外部 PCB 版图建议画法



工作细节描述

电流型 PWM 模式

DST6156 采用快速电流环和慢速电压环双环路控制, 在输出负载 50mA 至 800mA 的范围内, 实现对电压的固定校准。增加了斜坡补偿的电流模式 PWM 控制架构, 利用周期性的稳定开关动作和电流限制, 实现了极好的负载响应和线性响应, 并且有效的保护了 PMOS 开关管和 NMOS 同步整流管。在每个时钟周期到来的时候, PMOS 开关被打开, 电感电流坡度上升至比较器翻转, 然后控制逻辑会关断 PMOS 开关管。另外, 在电感电流超过一个设定限制值 I_{LIM} 时, 过流保护比较器也会关断 PMOS 开关管。经历过一定的死区时间 T_{DEAD} 后, NMOS 同步整流管被打开, 电感电流坡度下降。下一个时钟周期来的时候, 重复以上动作。另外, 为了提升电路的稳定性操作, 在 PMOS 开关打开前加入了脉冲消隐时间 T_{BLANK} ; 为了提高电路的工作效率, 在电感电流趋近于 0 或者反向的时候, 关断 NMOS 整流管, 减少 NMOS 整流管对能量的消耗, 利用电容放电维持输出电压稳定。

脉冲跳跃 PSM 模式

在负载很轻的时候, 平均电感电流会非常小, 这个信息被慢速电压环路检测到以后, 会发出指令关断 NMOS 整流管以及内部大部分电路, 依靠输出电容放电维持电压稳定。

低压差 LDO 模式

当输入供电电压降至接近输出电压值时, DST6156 将使 PMOS 开关在整个周期里持续导通, 达到 100% 占空比。当电压环路检测到这个信息时, 内部的动态线路将被完全关闭。这样非常有利于便携式设备高效的利用电池电能。当输入电压 $V_{IN} < V_{IN(MIN)}$ 时, DST6156 将进入低压差模式, $V_{IN(MIN)}$ 由下式决定:

$$V_{IN(MIN)} = V_{OUT(MAX)} + I_{OUT(MAX)} \times (R_{DS(ON)P(MAX)} + R_{DC(L)})$$

$V_{OUT(MAX)}$: 平均输出电压加最大电压纹波。

$I_{OUT(MAX)}$: 最大平均输出电流加电流纹波。

$R_{DS(ON)P(MAX)}$: PMOS 完全导通时的最大等效电阻。

R_{DCL} : 电感的直流阻抗。

模拟式软启动

DST6156 内部设计了软启动电路, 以减小启动过程中吸纳前级供电装置的瞬间电流。在由电池供电的便携设备或者高输出阻抗电源供电情况下, 这个功能极大的减小了输入电压降, 提高了整个系统的稳定性。软启动电路采用创新的模拟方式实现, 比普遍采用的阶越式方式更平滑, 实现了从 200mA 到 1000mA 对 PMOS 开关管的缓变电流限制。软启动的具体时间主要决定于输出电容和负载电流。

过压保护

当输入电压高至 6.3V 时, 过压保护将关闭动态电路和输出, 使电路进入休眠状态。

应用信息

输出电压设置（仅针对 DST6156ADJ）

DST6156 可调的输出版本，其输出电压由以下公式设置：

$$V_{OUT} = 0.6V \times \left(1 + \frac{R1}{R2}\right)$$

电感器选择

为了获得高效率，应该选用低阻抗的电感，以减小传导能量损耗。尤其在开关频率比较高时，电感芯对效率的影响会更大。电感建议选择 2.2 μH 至 4.7 μH 高频功率电感。电感值的大小决定了纹波电流的大小，即电感值越大，纹波电流越小，传导损耗越小。但是，大电感又会降低负载瞬态响应性能。另外，为了防止电感的磁饱和，选用电感的最大电流值要高于负载获得的最大平均电流加纹波电流峰峰值的一半。

$$L = \frac{1}{f_{osc} \times \Delta I_L} \times V_{OUT} \times \left(1 - \frac{V_{OUT}}{V_{IN}}\right) \quad I_{LMAX} > I_{OUTMAX} + \frac{\Delta I_L}{2}$$

Δ I_L: 电感纹波电流峰峰值。

I_{L (MAX)}: 电感的最大电流值。

输入电容的选择

DST6156 是一款 DC-AC-DC 变换器，需要跟上级供电设备（比如电池）索取跳跃变动式的电流，这就需要一个低 ESR 的电容。这个电容可以平滑这个电流，使电池几乎输出一个稳定直流值，另外也可以滤除其他设备的干扰。电容值一般选取 4.7 μF 就足够了，当然再大的电容更好，这个对环路稳定性没有影响。陶瓷电容的 ESR 比较钽电容小，对电压瞬变和电流浪涌更不灵敏，所以更适合做输入电容。电容应该布板与距离 VIN 引脚和 GND 引脚最近的地方。

输出电容的选择

为了获得比较小的输出电压纹波，并且保证 buck 环路的稳定性，10 μF 的输出电容比较合适。并且建议选用陶瓷电容。输出电压纹波的计算公式如下：

$$\Delta V_{OUT} \cong \Delta I_L \times \left(ESR + \frac{1}{8 f_{osc} \times C_{OUT}}\right)$$

封装信息

SOT23-5L

