

500mA、76V、高效、MAXPower 降压型 DC-DC 转换器

概述

MAX5033 为简单易用的高效、高压、降压型 DC-DC 转换器，能够工作在高达 76V 的输入电压，空载时仅消耗 350 μ A 的静态电流。脉宽调制 (PWM) 转换器重载时工作在固定的 125kHz 开关频率，轻载时可自动切换到脉冲跳频模式，以获得较低的静态电流和较高的效率。MAX5033 包括内部频率补偿，简化了电路设计。器件内部采用低导通电阻、高电压、DMOS 晶体管，以达到高效率、降低系统的整体成本。此器件包括欠压锁存、逐周期限流、间歇模式输出短路保护及热关断功能。

MAX5033 可提供高达 500mA 的输出电流，输出电流会受到封装的最大功率耗散能力限制。具有外部关断模式，关断电流 10 μ A (典型值)。MAX5033A/B/C 分别提供固定的 3.3V、5V 和 12V 输出电压；MAX5033D 提供 1.25V 至 13.2V 的可调输出电压。

MAX5033 采用节省空间的 8 引脚 SO 或 8 引脚塑料 DIP 封装，工作在汽车级 (-40 $^{\circ}$ C 至 +125 $^{\circ}$ C) 温度范围内。

应用

汽车电子
消费类电子
工业
分布式电源

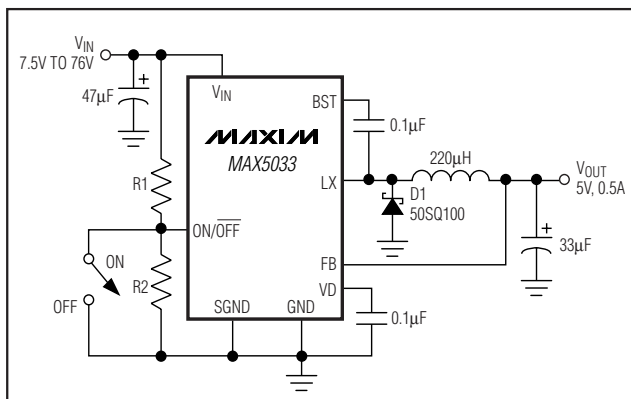
特性

- ◆ 7.5V 至 76V 的宽输入电压范围
- ◆ 提供固定 (3.3V、5V、12V) 及可调电压 (1.25V 至 13.2V)
- ◆ 500mA 输出电流
- ◆ 效率高达 94%
- ◆ 内部 0.4 Ω 高端 DMOS FET
- ◆ 空载时静态电流为 350 μ A；关断电流 10 μ A
- ◆ 内部频率补偿
- ◆ 固定的 125kHz 开关频率
- ◆ 热关断及短路电流限制
- ◆ 8 引脚 SO 或 PDIP 封装

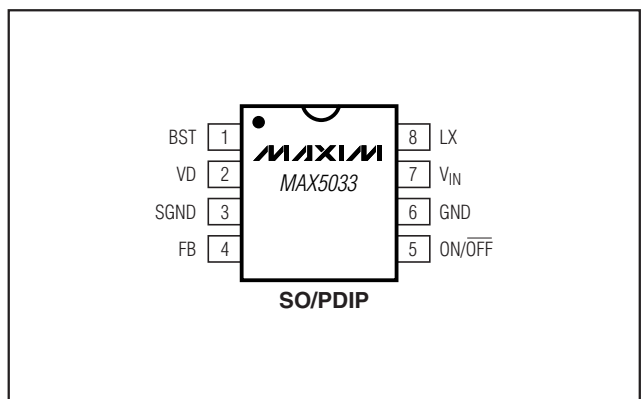
订购信息

PART	TEMP RANGE	PIN-PACKAGE	OUTPUT VOLTAGE (V)
MAX5033AUSA	0 $^{\circ}$ C to +85 $^{\circ}$ C	8 SO	3.3
MAX5033AUPA	0 $^{\circ}$ C to +85 $^{\circ}$ C	8 PDIP	
MAX5033AASA	-40 $^{\circ}$ C to +125 $^{\circ}$ C	8 SO	5.0
MAX5033BUS	0 $^{\circ}$ C to +85 $^{\circ}$ C	8 SO	
MAX5033BUPA	0 $^{\circ}$ C to +85 $^{\circ}$ C	8 PDIP	12
MAX5033BASA	-40 $^{\circ}$ C to +125 $^{\circ}$ C	8 SO	
MAX5033CUSA	0 $^{\circ}$ C to +85 $^{\circ}$ C	8 SO	12
MAX5033CUPA	0 $^{\circ}$ C to +85 $^{\circ}$ C	8 PDIP	
MAX5033CASA	-40 $^{\circ}$ C to +125 $^{\circ}$ C	8 SO	ADJ
MAX5033DUSA	0 $^{\circ}$ C to +85 $^{\circ}$ C	8 SO	
MAX5033DUPA	0 $^{\circ}$ C to +85 $^{\circ}$ C	8 PDIP	ADJ
MAX5033DASA	-40 $^{\circ}$ C to +125 $^{\circ}$ C	8 SO	

典型工作电路



引脚配置



500mA、76V、高效、MAXPower 降压型 DC-DC 转换器

ABSOLUTE MAXIMUM RATINGS

(Voltages referenced to GND, unless otherwise specified.)

V _{IN}	-0.3V to +80V
SGND	-0.3V to +0.3V
LX	-0.8V to (V _{IN} + 0.3V)
BST	-0.3V to (V _{IN} + 10V)
BST (transient < 100ns)	-0.3V to (V _{IN} + 15V)
BST to LX	-0.3V to +10V
BST to LX (transient < 100ns)	-0.3V to +15V
ON/OFF	-0.3V to (V _{IN} + 0.3V)
VD	-0.3V to +12V
FB	
MAX5033A/MAX5033B/MAX5033C	-0.3V to +15V
MAX5033D	-0.3V to +12V

V _{OUT} Short-Circuit Duration	Indefinite
VD Short-Circuit Duration	Indefinite
Continuous Power Dissipation (T _A = +70°C)	
8-Pin PDIP (derate 9.1mW/°C above +70°C)	727mW
8-Pin SO (derate 5.9mW/°C above +70°C)	471mW
Operating Temperature Range	
MAX5033_U_ _	0°C to +85°C
MAX5033_A_ _	-40°C to +125°C
Storage Temperature Range	-65°C to +150°C
Junction Temperature	+150°C
Lead Temperature (soldering, 10s)	+300°C

Stresses beyond those listed under "Absolute Maximum Ratings" may cause permanent damage to the device. These are stress ratings only, and functional operation of the device at these or any other conditions beyond those indicated in the operational sections of the specifications is not implied. Exposure to absolute maximum rating conditions for extended periods may affect device reliability.

ELECTRICAL CHARACTERISTICS (MAX5033_U_ _)

(V_{IN} = +12V, V_{ON/OFF} = +12V, I_{OUT} = 0, T_A = 0°C to +85°C, unless otherwise noted. Typical values are at T_A = +25°C. See the Typical Application Circuit.)

PARAMETER	SYMBOL	CONDITIONS	MIN	TYP	MAX	UNITS
Input Voltage Range	V _{IN}	MAX5033A	7.5		76.0	V
		MAX5033B	7.5		76.0	
		MAX5033C	15		76	
		MAX5033D	7.5		76.0	
Undervoltage Lockout	UVLO			5.2		V
Output Voltage	V _{OUT}	MAX5033A, V _{IN} = 7.5V to 76V, I _{OUT} = 20mA to 500mA	3.185	3.3	3.415	V
		MAX5033B, V _{IN} = 7.5V to 76V, I _{OUT} = 20mA to 500mA	4.85	5.0	5.15	
		MAX5033C, V _{IN} = 15V to 76V, I _{OUT} = 20mA to 500mA	11.64	12	12.36	
Feedback Voltage	V _{FB}	V _{IN} = 7.5V to 76V, MAX5033D	1.192	1.221	1.250	V
Efficiency	η	V _{IN} = 12V, I _{LOAD} = 500mA, MAX5033A		86		%
		V _{IN} = 12V, I _{LOAD} = 500mA, MAX5033B		90		
		V _{IN} = 24V, I _{LOAD} = 500mA, MAX5033C		94		
		V _{IN} = 12V, V _{OUT} = 5V, I _{LOAD} = 500mA, MAX5033D		90		
Quiescent Supply Current	I _Q	V _{FB} = 3.5V, V _{IN} = 7.5V to 76V, MAX5033A		270	440	μA
		V _{FB} = 5.5V, V _{IN} = 7.5V to 76V, MAX5033B		270	440	
		V _{FB} = 13V, V _{IN} = 15V to 76V, MAX5033C		270	440	
		V _{FB} = 1.3V, MAX5033D		270	440	
Shutdown Current	I _{SHDN}	V _{ON/OFF} = 0V, V _{IN} = 7.5V to 76V		10	45	μA
Peak Switch Current Limit	I _{LIM}	(Note 1)	0.95	1.5	2.1	A
Switch Leakage Current	I _{OL}	V _{IN} = 76V, V _{ON/OFF} = 0V, V _{LX} = 0V		1		μA

500mA、76V、高效、MAXPower 降压型 DC-DC 转换器

MAX5033

ELECTRICAL CHARACTERISTICS (MAX5033_U_) (continued)

($V_{IN} = +12V$, $V_{ON/OFF} = +12V$, $I_{OUT} = 0$, $T_A = 0^{\circ}C$ to $+85^{\circ}C$, unless otherwise noted. Typical values are at $T_A = +25^{\circ}C$. See the Typical Application Circuit.)

PARAMETER	SYMBOL	CONDITIONS	MIN	TYP	MAX	UNITS
Switch On-Resistance	$R_{DS(ON)}$	$I_{SWITCH} = 500mA$		0.4	0.80	Ω
PFM Threshold	I_{PFM}	Minimum switch current in any cycle	35	65	95	mA
FB Input Bias Current	I_B	MAX5033D	-150	+0.01	+150	nA
ON/OFF CONTROL INPUT						
ON/OFF Input-Voltage Threshold	$V_{ON/OFF}$	Rising trip point	1.53	1.69	1.85	V
ON/OFF Input-Voltage Hysteresis	V_{HYST}			100		mV
ON/OFF Input Current	$I_{ON/OFF}$	$V_{ON/OFF} = 0V$ to V_{IN}		10	150	nA
OSCILLATOR						
Oscillator Frequency	f_{OSC}		109	125	135	kHz
Maximum Duty Cycle	D_{MAX}	MAX5033D		95		%
VOLTAGE REGULATOR						
Regulator Output Voltage	V_D	$V_{IN} = 8.5V$ to $76V$, $I_L = 0mA$	6.9	7.8	8.8	V
Dropout Voltage		$7.5V \leq V_{IN} \leq 8.5V$, $I_L = 1mA$		2.0		V
Load Regulation	$\Delta V_D / \Delta I_{VD}$	0 to 5mA		150		Ω
PACKAGE THERMAL CHARACTERISTICS						
Thermal Resistance (Junction to Ambient)	θ_{JA}	SO package (JEDEC 51)		170		$^{\circ}C/W$
		DIP package (JEDEC 51)		110		
THERMAL SHUTDOWN						
Thermal-Shutdown Junction Temperature	T_{SH}			+160		$^{\circ}C$
Thermal-Shutdown Hysteresis	T_{HYST}			20		$^{\circ}C$

ELECTRICAL CHARACTERISTICS (MAX5033_A_)

($V_{IN} = +12V$, $V_{ON/OFF} = +12V$, $I_{OUT} = 0$, $T_A = T_J = -40^{\circ}C$ to $+125^{\circ}C$, unless otherwise noted. Typical values are at $T_A = +25^{\circ}C$. See the Typical Application Circuit.) (Note 2)

PARAMETER	SYMBOL	CONDITIONS	MIN	TYP	MAX	UNITS
Input Voltage Range	V_{IN}	MAX5033A	7.5		76.0	V
		MAX5033B	7.5		76.0	
		MAX5033C	15		76	
		MAX5033D	7.5		76.0	
Undervoltage Lockout	UVLO			5.2		V
Output Voltage	V_{OUT}	MAX5033A, $V_{IN} = 7.5V$ to $76V$, $I_{OUT} = 20mA$ to $500mA$	3.185	3.3	3.415	V
		MAX5033B, $V_{IN} = 7.5V$ to $76V$, $I_{OUT} = 20mA$ to $500mA$	4.825	5.0	5.175	
		MAX5033C, $V_{IN} = 15V$ to $76V$, $I_{OUT} = 20mA$ to $500mA$	11.58	12	12.42	

500mA、76V、高效、MAXPower 降压型 DC-DC 转换器

ELECTRICAL CHARACTERISTICS (MAX5033_A_)

($V_{IN} = +12V$, $V_{ON/OFF} = +12V$, $I_{OUT} = 0$, $T_A = T_J = -40^{\circ}C$ to $+125^{\circ}C$, unless otherwise noted. Typical values are at $T_A = +25^{\circ}C$. See the *Typical Application Circuit.*) (Note 2)

PARAMETER	SYMBOL	CONDITIONS	MIN	TYP	MAX	UNITS
Feedback Voltage	V_{FB}	$V_{IN} = 7.5V$ to $76V$, MAX5033D	1.192	1.221	1.250	V
Efficiency	η	$V_{IN} = 12V$, $I_{LOAD} = 500mA$, MAX5033A		86		%
		$V_{IN} = 12V$, $I_{LOAD} = 500mA$, MAX5033B		90		
		$V_{IN} = 24V$, $I_{LOAD} = 500mA$, MAX5033C		94		
		$V_{IN} = 12V$, $V_{OUT} = 5V$, $I_{LOAD} = 500mA$, MAX5033D		90		
Quiescent Supply Current	I_Q	$V_{FB} = 3.5V$, $V_{IN} = 7.5V$ to $76V$, MAX5033A		270	440	μA
		$V_{FB} = 5.5V$, $V_{IN} = 7.5V$ to $76V$, MAX5033B		270	440	
		$V_{FB} = 13V$, $V_{IN} = 15V$ to $76V$, MAX5033C		270	440	
		$V_{FB} = 1.3V$, MAX5033D		270	440	
Shutdown Current	I_{SHDN}	$V_{ON/OFF} = 0V$, $V_{IN} = 7.5V$ to $76V$		10	45	μA
Peak Switch Current Limit	I_{LIM}	(Note 1)	0.95	1.5	2.20	A
Switch Leakage Current	I_{OL}	$V_{IN} = 76V$, $V_{ON/OFF} = 0V$, $V_{LX} = 0V$		1		μA
Switch On-Resistance	$R_{DS(ON)}$	$I_{SWITCH} = 500mA$		0.4	0.80	Ω
PFM Threshold	I_{PFM}	Minimum switch current in any cycle	35	65	110	mA
FB Input Bias Current	I_B	MAX5033D	-150	+0.01	+150	nA
ON/OFF CONTROL INPUT						
ON/OFF Input-Voltage Threshold	$V_{ON/OFF}$	Rising trip point	1.50	1.69	1.85	V
ON/OFF Input-Voltage Hysteresis	V_{HYST}			100		mV
ON/OFF Input Current	$I_{ON/OFF}$	$V_{ON/OFF} = 0V$ to V_{IN}		10	150	nA
OSCILLATOR						
Oscillator Frequency	f_{OSC}		105	125	137	kHz
Maximum Duty Cycle	D_{MAX}	MAX5033D		95		%
VOLTAGE REGULATOR						
Regulator Output Voltage	V_D	$V_{IN} = 8.5V$ to $76V$, $I_L = 0mA$	6.5	7.8	9.0	V
Dropout Voltage		$7.5V \leq V_{IN} \leq 8.5V$, $I_L = 1mA$		2.0		V
Load Regulation	$\Delta V_D / \Delta I_D$	0 to 5mA		150		Ω
PACKAGE THERMAL CHARACTERISTICS						
Thermal Resistance (Junction to Ambient)	θ_{JA}	SO package (JEDEC 51)		170		$^{\circ}C/W$
		DIP package (JEDEC 51)		110		
THERMAL SHUTDOWN						
Thermal-Shutdown Junction Temperature	T_{SH}			+160		$^{\circ}C$
Thermal-Shutdown Hysteresis	T_{HYST}			20		$^{\circ}C$

Note 1: Switch current at which the current limit is activated.

Note 2: All limits at $-40^{\circ}C$ are guaranteed by design, not production tested.

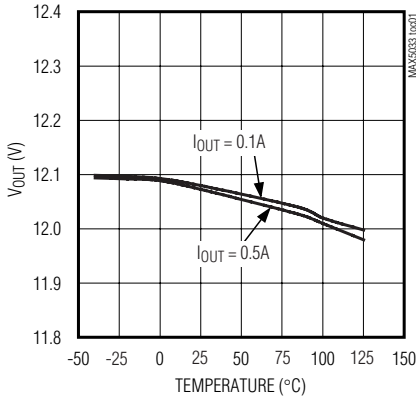
500mA、76V、高效、MAXPower 降压型 DC-DC 转换器

典型工作特性

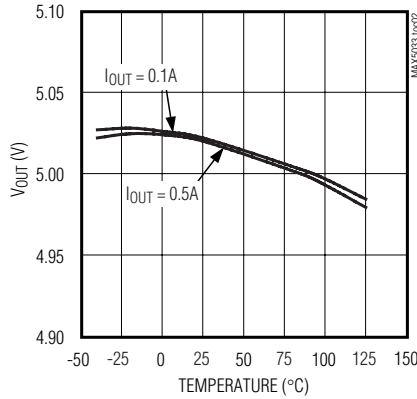
($V_{IN} = 12V$, $V_{ON/OFF} = 12V$, $T_A = -40^{\circ}C$ to $+125^{\circ}C$, unless otherwise noted. Typical values are at $T_A = +25^{\circ}C$. See the *Typical Application Circuit*, if applicable.)

MAX5033

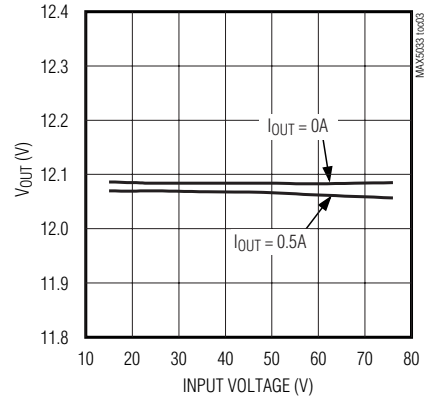
V_{OUT} vs. TEMPERATURE
(MAX5033CASA, V_{OUT} = 12V)



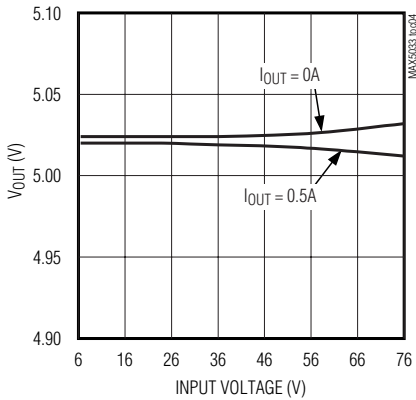
V_{OUT} vs. TEMPERATURE
(MAX5033BASA, V_{OUT} = 5V)



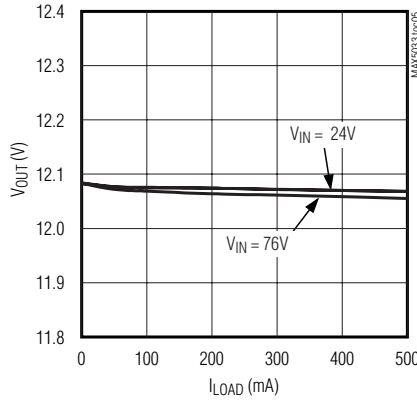
LINE REGULATION
(MAX5033CASA, V_{OUT} = 12V)



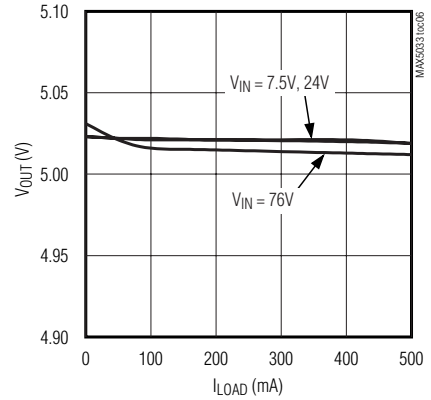
LINE REGULATION
(MAX5033BASA, V_{OUT} = 5V)



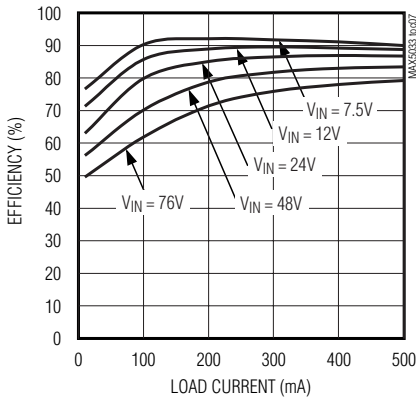
LOAD REGULATION
(MAX5033CASA, V_{OUT} = 12V)



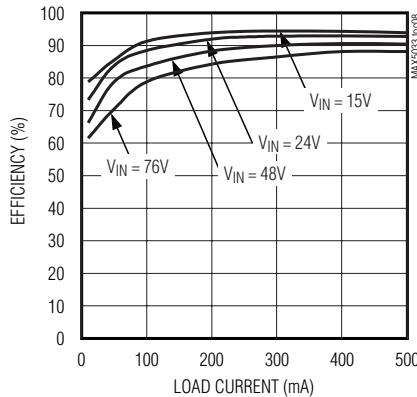
LOAD REGULATION
(MAX5033BASA, V_{OUT} = 5V)



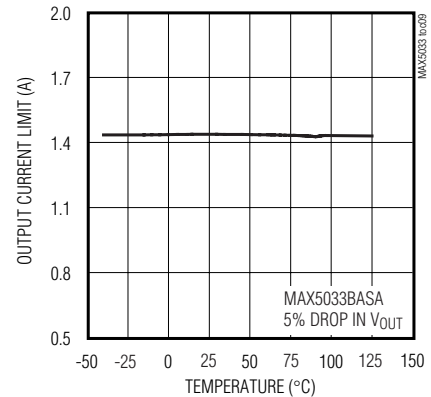
EFFICIENCY vs. LOAD CURRENT
(MAX5033BASA, V_{OUT} = 5V)



EFFICIENCY vs. LOAD CURRENT
(MAX5033CASA, V_{OUT} = 12V)



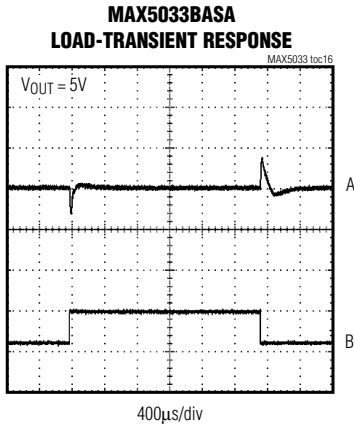
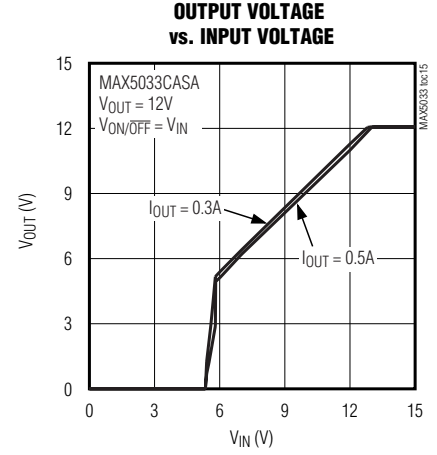
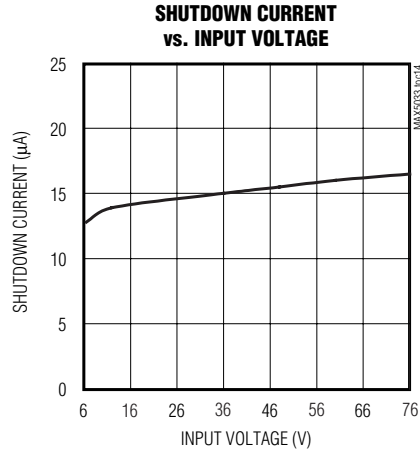
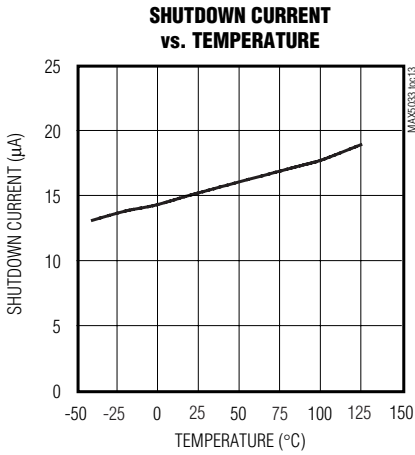
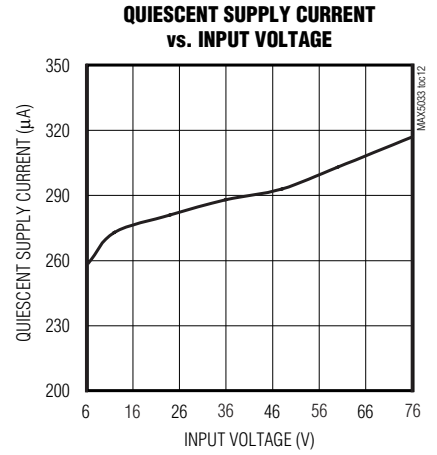
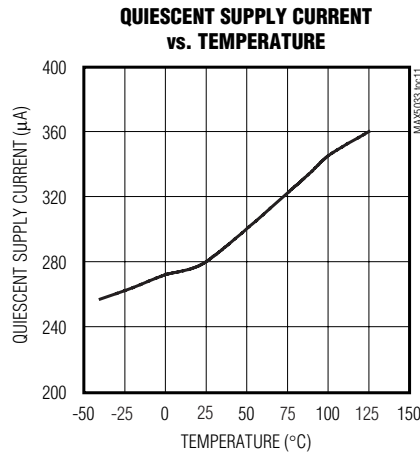
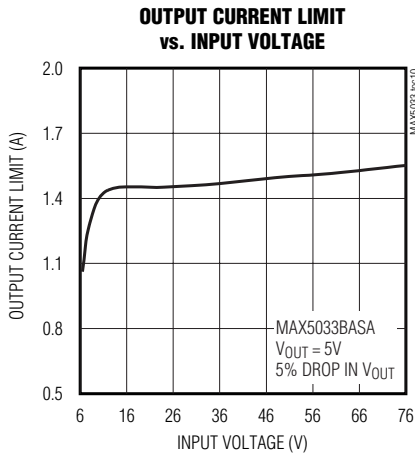
OUTPUT CURRENT LIMIT vs. TEMPERATURE



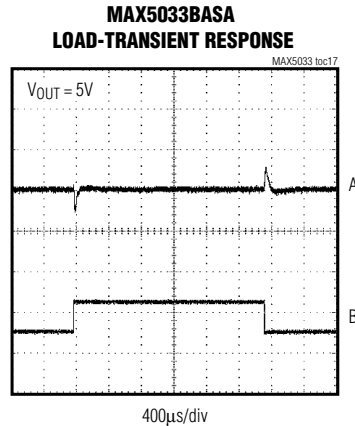
500mA、76V、高效、MAXPower 降压型 DC-DC 转换器

典型工作特性 (续)

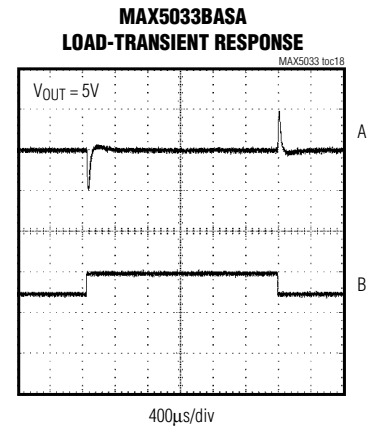
($V_{IN} = 12V$, $V_{ON/OFF} = 12V$, $T_A = -40^{\circ}C$ to $+125^{\circ}C$, unless otherwise noted. Typical values are at $T_A = +25^{\circ}C$. See the *Typical Application Circuit*, if applicable.)



A: V_{OUT} , 200mV/div, AC-COUPLED
B: I_{OUT} , 500mA/div, 100mA TO 500mA



A: V_{OUT} , 100mV/div, AC-COUPLED
B: I_{OUT} , 200mA/div, 100mA TO 250mA



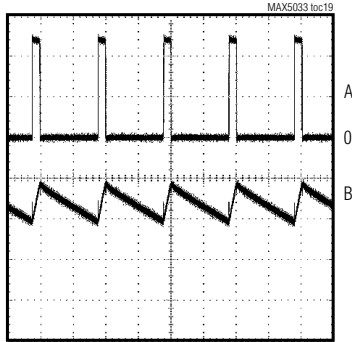
A: V_{OUT} , 100mV/div, AC-COUPLED
B: I_{OUT} , 500mA/div, 250mA TO 500mA

500mA、76V、高效、MAXPower 降压型 DC-DC 转换器

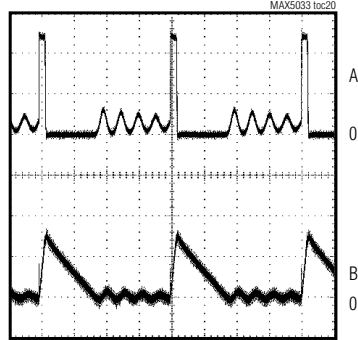
典型工作特性 (续)

($V_{IN} = 12V$, $V_{ON/OFF} = 12V$, $T_A = -40^{\circ}C$ to $+125^{\circ}C$, unless otherwise noted. Typical values are at $T_A = +25^{\circ}C$. See the *Typical Application Circuit*, if applicable.)

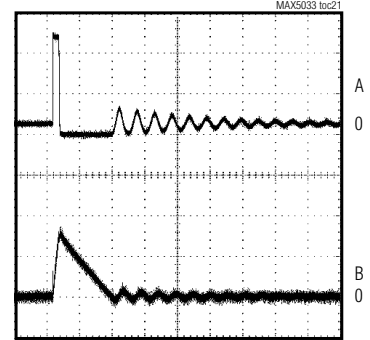
**MAX5033BASA
LX WAVEFORMS**



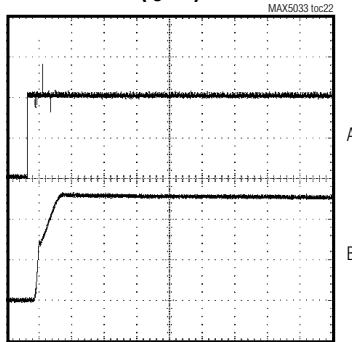
MAX5033BASA LX WAVEFORMS



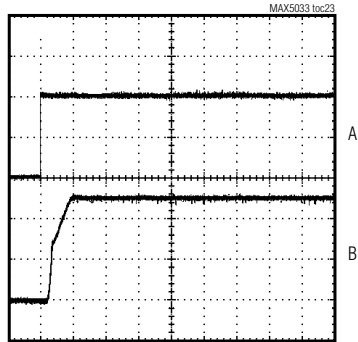
MAX5033BASA LX WAVEFORMS



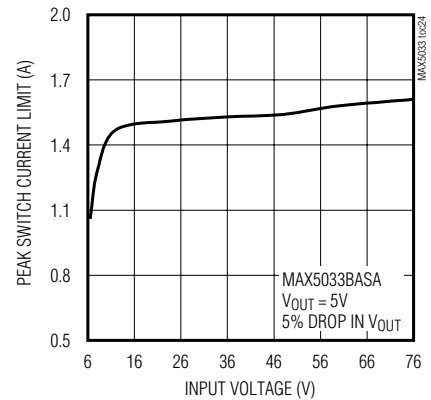
**MAX5033BASA STARTUP WAVEFORM
($I_O = 0$)**



**MAX5033BASA STARTUP WAVEFORM
($I_O = 0.5A$)**



**PEAK SWITCH CURRENT LIMIT
vs. INPUT VOLTAGE**

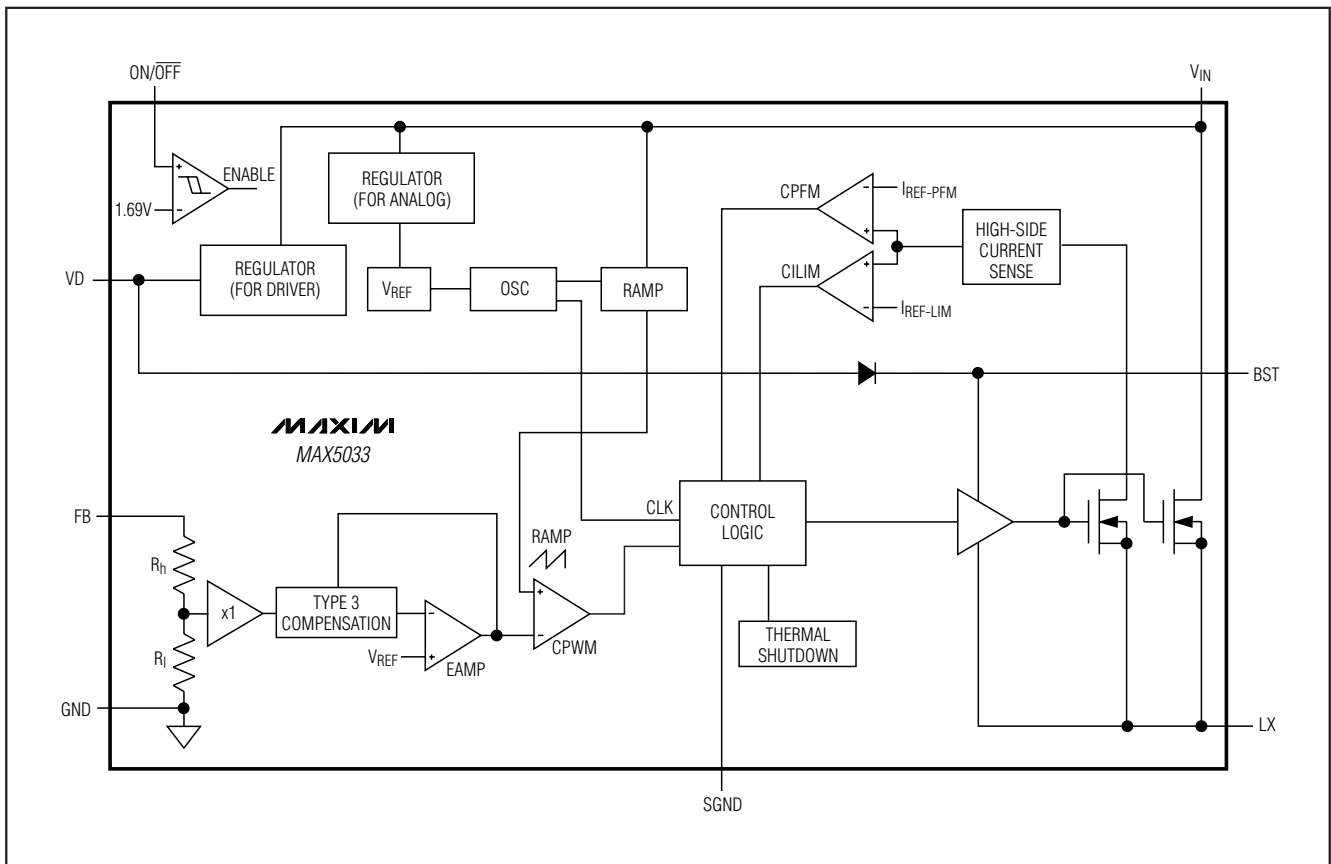


500mA、76V、高效、MAXPower 降压型 DC-DC 转换器

引脚说明

引脚	名称	功能
1	BST	升压电容连接。在 BST 和 LX 之间连接一个 $0.1\mu\text{F}$ 的陶瓷电容。
2	VD	内部调节器输出。用一个 $0.1\mu\text{F}$ 的陶瓷电容将 VD 对 GND 旁路。
3	SGND	内部连接。SGND 必须连接到 GND。
4	FB	输出检测反馈连接。对于固定输出电压 (MAX5033A、MAX5033B、MAX5033C)，将 FB 连接到 V_{OUT} 。对于可调输出电压 (MAX5033D)，利用一个外部电阻分压器来设置 V_{OUT} ， V_{FB} 稳压设置点为 1.12V 。
5	ON/OFF	关断控制输入。将 ON/OFF 拉低时器件处于关断模式。正常工作下将 ON/OFF 驱动为高电平。
6	GND	地
7	V_{IN}	输入电压。用低 ESR 电容将 V_{IN} 对地旁路，此电容应尽可能靠近器件安装。
8	LX	内部高边开关的源极接点。

原理简图



500mA、76V、高效、MAXPower 降压型 DC-DC 转换器

详细说明

MAX5033 降压型 DC-DC 转换器工作在 7.5V 至 76V 的输入电压范围。采用独特的、带有电压前馈功能的电压模式控制结构和内部开关 DMOS FET，能够在宽输入电压范围内提供较高的效率。脉宽调制转换器工作在固定的 125kHz 开关频率，另外，它还能够轻载时自动切换到脉冲跳频模式，以获得较低的静态电流和较高的效率。空载时 MAX5033 仅消耗 270μA 的静态电流，关断模式下耗电仅 10μA。MAX5033 还具有欠压锁存、间歇模式输出短路保护及热关断功能。

关断模式

将 ON/OFF 驱动到地电平可关断 MAX5033，关断模式下强制内部功率 MOSFET 断开，关闭所有内部电路，使 V_{IN} 电源电流降低到 10μA (典型值)。ON/OFF 上升门限为 1.69V (典型值)。在开始任何操作之前，ON/OFF 上的电压必须超过 1.69V (典型值)。ON/OFF 输入具有 100mV 滞回。

欠压锁存(UVLO)

利用 ON/OFF 功能可设置输入电压的 UVLO 门限。在 V_{IN} 和 GND 之间连接一个电阻分压器，将中心节点接到 ON/OFF 端，如图 1 所示。利用下式计算门限值：

$$V_{UVLO(TH)} = \left(1 + \frac{R1}{R2}\right) \times 1.85V$$

对于 3.3V、5V 和 12V 输出电压，相应的 $V_{UVLO(TH)}$ 最小值推荐为 6.5V、7.5V 和 13V。建议 $R2$ 小于 1MΩ。

如果没用到外部 UVLO 门限设置分压器，内部欠压锁存功能可以监视 V_{IN} 上的电压，并可以在 V_{IN} 上升到 5.2V (典型值) 以上时启动。这项功能只能用在 V_{IN} 上升时间低于 2ms 的情况。对于较慢的 V_{IN} 上升速率，可以在 ON/OFF 上使用电阻分压器。

升压器高边栅极驱动 (BST)

在 LX 和 BST 之间连接一个自举电容，为高边 N 通道 DMOS 开关提供栅极驱动电压。该电容由内部稳压输出 VD 交替充电，跨接在高边 DMOS 驱动器上。用一个 0.1μF、16V 的陶瓷电容尽可能靠近器件放置。

启动时，内部低边开关将 LX 接地，并将 BST 电容充电至 VD。一旦 BST 电容充电，内部低边开关断开，且 BST 电容电压提供必要的增强电压打开高边开关。

热过载保护

MAX5033 具有集成的热过载保护功能。热过载保护限制了器件的总功耗，并在故障状态下为器件提供保护。当管芯温度超出 160°C 时，内部热检测器发出关断逻辑信号，关闭内部功率 MOSFET，使 IC 降温。当 IC 的管芯温度冷却到 140°C 时，热检测器将重新接通内部 MOSFET，这样，在连续热过载情况下将会产生脉冲输出。

应用信息

设置输出电压

MAX5033A/B/C 分别具有 3.3V、5V 及 12V 的预置输出电压，FB 接预置输出电压 (参考“典型工作电路”)。

MAX5033D 提供一个可调输出电压，用连接在电路输出与地之间的电阻分压器设置输出电压 (图 1)，分压器的中心点接 FB。选择低于 15kΩ 的 $R4$ ，按下式计算 $R3$ ：

$$R3 = \frac{(V_{OUT} - 1.22)}{1.22} \times R4$$

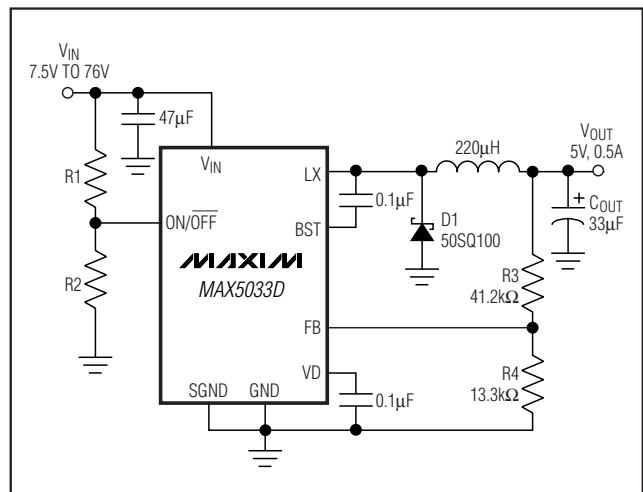


图 1、调节输出电压

500mA、76V、高效、MAXPower 降压型 DC-DC 转换器

MAX5033 具有内部补偿，用于优化闭环带宽和相位裕量。利用预设补偿时，建议在主 LC 后立即检测输出。

电感选择

电感的选择取决于 V_{IN} 与 V_{OUT} 之间的压差、所需输出电流和电路的工作频率。电感最小值由下式决定：

$$L = \frac{(V_{IN} - V_{OUT}) \times D}{0.3 \times I_{OUTMAX} \times f_{SW}}$$

其中： $D = V_{OUT}/V_{IN}$ ， I_{OUTMAX} 是所需要的最大输出电流， f_{SW} 为 125kHz 工作频率。需使用最大饱和电流额定值至少为峰值开关电流限 (I_{LIM}) 的电感。为获得更高的效率，需选用低直流电阻的电感。

整流器的选择

MAX5033 需要一个外部肖特基二极管整流器作为续流二极管，该整流器需要靠近器件，通过较短的连线或 PC 板引线连接。需选择连续电流额定值高于最大预计输出电流、电压额定值高于最大预计输入电压 (V_{IN}) 的整流器。选用低正向导通电压的肖特基二极管可以使系统正常工作，并具有较高的效率。应避免使用反向电压超出需求，同时具有较高的正向导通压降的肖特基二极管整流器，应选用在 +25°C、最大负载电流下，正向压降小于 0.45V 的肖特基整流器，以防止内部体二极管 (LX 到地之间) 出现正向偏置。内部体二极管的导通可能会导致结温上升到过高的温度，出现热关断。参考表 1 合理选择不同输入电压和输出电流下的整流器。

表 1、二极管选择

V_{IN} (V)	DIODE PART NUMBER	MANUFACTURER
7.5 to 36	15MQ040N	IR
	B240A	Diodes, Inc.
	B240	Central Semiconductor
	MBRS240, MBRS1540	ON Semiconductor
7.5 to 56	30BQ060	IR
	B360A	Diodes, Inc.
	CMSH3-60	Central Semiconductor
	MBRD360, MBR3060	ON Semiconductor
7.5 to 76	50SQ100, 50SQ80	IR
	MBRM5100	Diodes, Inc.

输入旁路电容

降压转换器的非连续输入电流波形会在输入电容上产生较大的纹波电流。开关频率、峰值电感电流和所允许的反馈到输入级的峰值电压纹波决定了对电容的要求。

MAX5033 具有高开关频率，允许使用低容值的输入电容。

输入纹波由 ΔV_Q (由电容放电产生) 和 ΔV_{ESR} (由电容的 ESR 产生) 组成，可选用能够处理较高输入纹波电流的低 ESR 铝电解电容。假设 ESR 和电容放电所产生的纹波分别占 90% 和 10%，对于指定的纹波范围，可用下列方程计算对输入电容和 ESR 的要求：

$$ESR_{IN} = \frac{\Delta V_{ESR}}{\left(I_{OUT} + \frac{\Delta I_L}{2}\right)}$$

$$C_{IN} = \frac{I_{OUT} \times D(1-D)}{\Delta V_Q \times f_{SW}}$$

其中：

$$\Delta I_L = \frac{(V_{IN} - V_{OUT}) \times V_{OUT}}{V_{IN} \times f_{SW} \times L}$$

$$D = \frac{V_{OUT}}{V_{IN}}$$

I_{OUT} 为转换器的最大输出电流， f_{SW} 为振荡器开关频率 (125kHz)。例如，在 $V_{IN} = 48V$ 、 $V_{OUT} = 3.3V$ 时，对等于或小于 100mV 的输入峰值纹波，可计算出 ESR 和电容值分别为 130mΩ 和 27μF。

对于小尺寸应用，推荐使用低 ESR、陶瓷、多层芯片电容。对于陶瓷电容，假设 ESR 和电容放电所产生的纹波分别占 10% 和 90%。

输入电容必须能够在没有明显温升的条件下处理 RMS 纹波电流。最大电容 RMS 电流出现在大约 50% 的占空比处。

500mA、76V、高效、MAXPower 降压型 DC-DC 转换器

确保输入电容的纹波指标高于最差情况下电容的 RMS 纹波电流。利用下列方程计算输入电容的 RMS 电流：

$$I_{CRMS} = \sqrt{I_{PRMS}^2 - I_{AVGIN}^2}$$

其中：

$$I_{PRMS} = \sqrt{(I_{PK}^2 + I_{DC}^2 + (I_{PK} \times I_{DC})) \times \frac{D}{3}}$$

$$I_{AVGIN} = \frac{V_{OUT} \times I_{OUT}}{V_{IN} \times \eta}$$

$$I_{PK} = I_{OUT} + \frac{\Delta I_L}{2}, I_{DC} = I_{OUT} - \frac{\Delta I_L}{2}$$

$$\text{and } D = \frac{V_{OUT}}{V_{IN}}$$

I_{PRMS} 为输入开关 RMS 电流， I_{AVGIN} 为输入平均电流， η 为转换效率。在较低温度下，铝电解电容的 ESR 会明显上升，最好用一个等于或大于 $1\mu\text{F}$ 的陶瓷电容与铝电解电容并联，特别是在输入电压低于 8V 的应用中。

输出滤波器电容

最差情况下电容纹波电流的峰值和 RMS 值、所允许的峰值输出纹波电压以及负载跃变时所允许的最大输出电压跌落决定了对输出电容容值和 ESR 的要求。

输出电容值和它的 ESR 产生一个零点，改善了降压转换器的闭环稳定性。选择输出电容使 ESR 零点频率出现在 20kHz 和 40kHz 之间，利用下列方程确定 f_z 。推荐使用 ESR 在 $100\text{m}\Omega$ 至 $250\text{m}\Omega$ 之间的电容，确保在较低的输出纹波下保持闭环稳定性。

$$f_z = \frac{1}{2 \times \pi \times C_{OUT} \times \text{ESR}_{OUT}}$$

输出纹波由 ΔV_{OQ} (由电容放电产生) 和 ΔV_{OESR} (由电容的 ESR 引起) 组成。在输出上使用低 ESR 的钽电容或铝电解电容。假设 ESR 和电容放电产生的纹波分别占 80% 和

20%，可用下列方程计算在指定纹波下对输出电容和 ESR 的要求：

$$\text{ESR}_{OUT} = \frac{\Delta V_{OESR}}{\Delta I_L}$$

$$C_{OUT} \approx \frac{\Delta I_L}{2.2 \times \Delta V_{OQ} \times f_{SW}}$$

MAX5033 具有 $400\mu\text{s}$ 的内部软启动时间 (t_{SS})。保证启动过程中输出的上升时间低于 t_{SS} 非常关键，以防出现输出过冲。输出上升时间直接与输出电容成比例。在输出端用等于或低于 $68\mu\text{F}$ 的电容可以控制过冲低于 5%。

在动态负载应用中，出现快速瞬变负载时所允许的最大输出电压偏差决定了对输出电容容值和 ESR 的要求。输出电容需要在控制器以更大的占空比做出响应之前为阶跃负载供电。响应时间 ($t_{RESPONSE}$) 取决于转换器的闭环带宽。负载跃变时，电容 ESR 的电阻压降和电容放电会导致输出电压跌落。为了获得较好的瞬态负载和纹波/噪声特性，可采用低 ESR 钽电容与陶瓷电容并联的方案。要保证最大输出电压偏差不超出被供电器件的容限。假设输出电容放电和 ESR 压降所产生的输出跌落各占 50%，可利用下列方程计算所需的 ESR 和电容值：

$$\text{ESR}_{OUT} = \frac{\Delta V_{OESR}}{I_{STEP}}$$

$$C_{OUT} = \frac{I_{STEP} \times t_{RESPONSE}}{\Delta V_{OQ}}$$

其中， I_{STEP} 为负载跃变电流， $t_{RESPONSE}$ 为控制器的响应时间。控制器响应时间约为闭环单位增益带宽—20kHz (典型值) 的倒数的三分之一。

PC 板布局考虑因素

适当的 PC 板布局是设计的基本保障。将肖特基二极管整流器的阳极、输入旁路电容接地端和输出滤波电容的接

500mA、76V、高效、MAXPower 降压型 DC-DC 转换器

应用电路

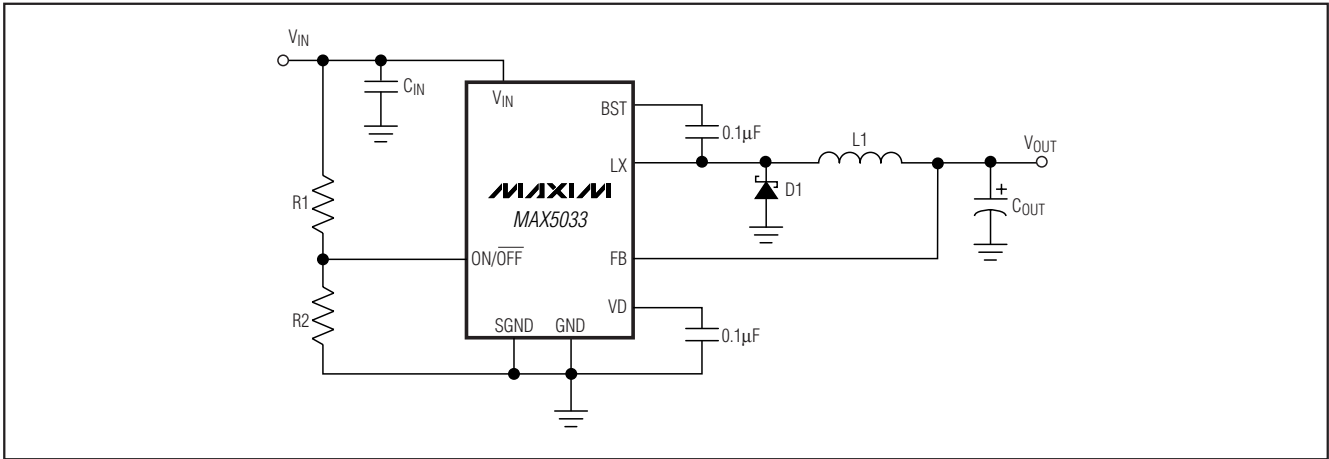


图 2、固定输出电压

表 2、典型外部元件选择 (图 2 电路)

V _{IN} (V)	V _{OUT} (V)	I _{OUT} (A)	EXTERNAL COMPONENTS
7.5 to 76	3.3	0.5	C _{IN} = 47µF, Panasonic, EEVFK2A470Q C _{OUT} = 47µF, Vishay Sprague, 594D476X_016C2T C _{BST} = 0.1µF, 0805 R1 = 1MΩ ±1%, 0805 R2 = 384kΩ ±1%, 0805 D1 = 50SQ100, IR L1 = 150µH, Coilcraft Inc., DO5022P-154
7.5 to 76	5	0.5	C _{IN} = 47µF, Panasonic, EEVFK2A470Q C _{OUT} = 33µF, Vishay Sprague, 594D336X_016C2T C _{BST} = 0.1µF, 0805 R1 = 1MΩ ±1%, 0805 R2 = 384kΩ ±1%, 0805 D1 = 50SQ100, IR L1 = 220µH, Coilcraft Inc., DO5022P-224
15 to 76	12	0.5	C _{IN} = 47µF, Panasonic, EEVFK2A470Q C _{OUT} = 15µF, Vishay Sprague, 594D156X_025C2T C _{BST} = 0.1µF, 0805 R1 = 1MΩ ±1%, 0805 R2 = 384kΩ ±1%, 0805 D1 = 50SQ100, IR L1 = 330µH, Coilcraft Inc., DO5022P-334

地点连接到一个独立的节点 (星型接地配置), 以降低地噪声。需要一个接地层, 保持尽可能短的引线可以减小寄生电容、引线电阻和辐射噪声。特别是, 需要将肖特基

整流二极管靠近器件的右侧放置。另外, BST和 VD旁路电容需靠近器件安装。用 PC板覆铜层连接 V_{IN}和 LX, 有利于散热。

500mA、76V、高效、MAXPower 降压型 DC-DC 转换器

MAX5033

表 2、典型外部元件的选择 (图 2 电路) (续)

V _{IN} (V)	V _{OUT} (V)	I _{OUT} (A)	EXTERNAL COMPONENTS
9 to 14	3.3	0.5	C _{IN} = 100μF, Panasonic, EEVFK1E101P C _{OUT} = 47μF, Vishay Sprague, 594D476X_016C2T C _{BST} = 0.1μF, 0805 R1 = 1MΩ ±1%, 0805 R2 = 274kΩ ±1%, 0805 D1 = B220/A, Diodes Inc. L1 = 150μH, Coilcraft Inc., DO5022P-154
	5	0.5	C _{IN} = 100μF, Panasonic, EEVFK1E101P C _{OUT} = 33μF, Vishay Sprague, 594D336X_016C2T C _{BST} = 0.1μF, 0805 R1 = 1MΩ ±1%, 0805 R2 = 274kΩ ±1%, 0805 D1 = B220/A, Diodes Inc. L1 = 220μH, Coilcraft Inc., DO5022P-224
18 to 36	3.3	0.5	C _{IN} = 100μF, Panasonic, EEVFK1H101P C _{OUT} = 47μF, Vishay Sprague, 594D476X_016C2T C _{BST} = 0.1μF, 0805 R1 = 1MΩ ±1%, 0805 R2 = 130kΩ ±1%, 0805 D1 = B240/A, Diodes Inc. L1 = 150μH, Coilcraft Inc., DO5022P-154
	5	0.5	C _{IN} = 100μF, Panasonic, EEVFK1H101P C _{OUT} = 33μF, Vishay Sprague, 594D336X_016C2T C _{BST} = 0.1μF, 0805 R1 = 1MΩ ±1%, 0805 R2 = 130kΩ ±1%, 0805 D1 = B240/A, Diodes Inc. L1 = 220μH, Coilcraft Inc., DO5022P-224
	12	0.5	C _{IN} = 100μF, Panasonic, EEVFK1H101P C _{OUT} = 15μF, Vishay Sprague, 594D156X_025C2T C _{BST} = 0.1μF, 0805 R1 = 1MΩ ±1%, 0805 R2 = 130kΩ ±1%, 0805 D1 = B240/A, Diodes Inc. L1 = 330μH, Coilcraft Inc., DO5022P-334

500mA、76V、高效、MAXPower 降压型 DC-DC 转换器

表 3: 元件供应商

SUPPLIER	PHONE	FAX	WEBSITE
AVX	843-946-0238	843-626-3123	www.avxcorp.com
Coilcraft	847-639-6400	847-639-1469	www.coilcraft.com
Diodes Incorporated	805-446-4800	805-446-4850	www.diodes.com
Nichicon	858-824-1515	858-824-1525	www.nichicon.com
Panasonic	714-373-7366	714-737-7323	www.panasonic.com
Sanyo	619-661-6835	619-661-1055	www.sanyo.com
TDK	847-803-6100	847-390-4405	www.component.tdk.com
Vishay	402-563-6866	402-563-6296	www.vishay.com

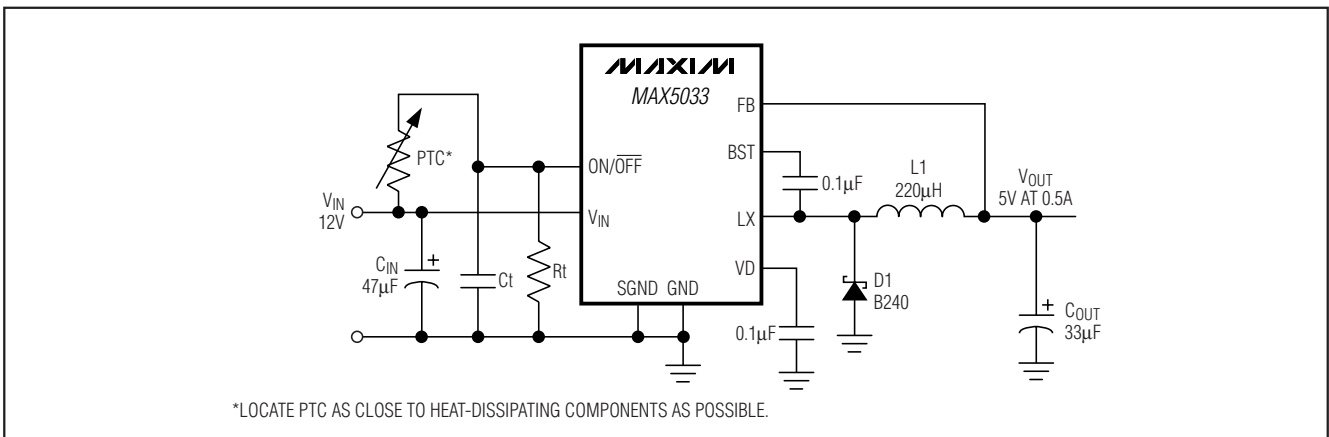


图 3、利用ON/OFF监视负载温度(需要精确的VIN)

500mA、76V、高效、MAXPower 降压型 DC-DC 转换器

MAX5033

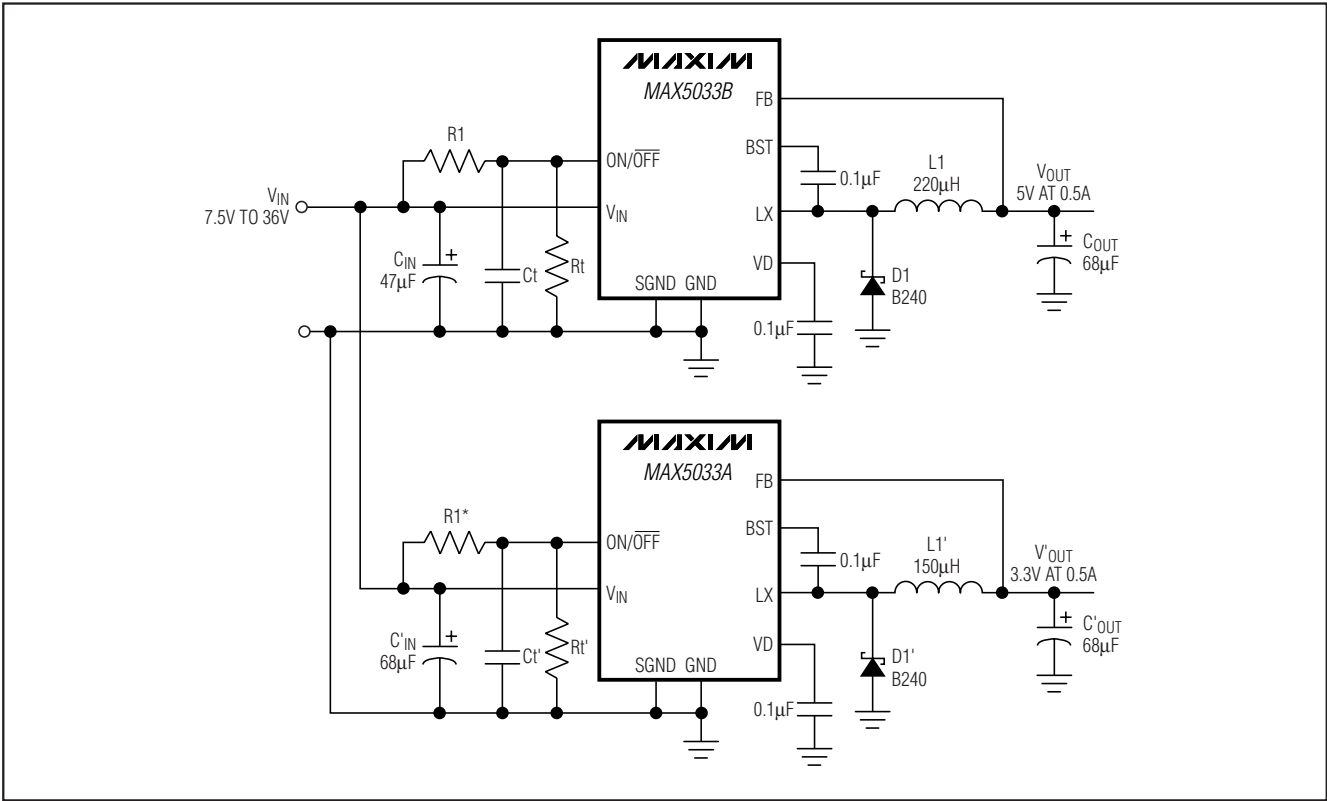


图 4：双路、顺序上电的 DC-DC 转换器 (启动延迟由 $R1/R1'$, Ct/Ct' 及 Rt/Rt' 确定)

芯片信息

TRANSISTOR COUNT: 4344

PROCESS: BiCMOS

500mA、76V、高效、MAXPower 降压型 DC-DC 转换器

封装信息

(本数据资料提供的封装图可能不是最近的规格，如需最近的封装外型信息，请查询 www.maxim-ic.com/packages。)

SOICN .EPS

DIM	INCHES		MILLIMETERS	
	MIN	MAX	MIN	MAX
A	0.053	0.069	1.35	1.75
A1	0.004	0.010	0.10	0.25
B	0.014	0.019	0.35	0.49
C	0.007	0.010	0.19	0.25
e	0.050 BSC		1.27 BSC	
E	0.150	0.157	3.80	4.00
H	0.228	0.244	5.80	6.20
L	0.016	0.050	0.40	1.27

VARIATIONS:

DIM	INCHES		MILLIMETERS		N	MS012
	MIN	MAX	MIN	MAX		
D	0.189	0.197	4.80	5.00	8	AA
D	0.337	0.344	8.55	8.75	14	AB
D	0.386	0.394	9.80	10.00	16	AC

NOTES:

1. D&E DO NOT INCLUDE MOLD FLASH.
2. MOLD FLASH OR PROTRUSIONS NOT TO EXCEED 0.15mm (.006").
3. LEADS TO BE COPLANAR WITHIN 0.10mm (.004").
4. CONTROLLING DIMENSION: MILLIMETERS.
5. MEETS JEDEC MS012.
6. N = NUMBER OF PINS.

PROPRIETARY INFORMATION

TITLE: PACKAGE OUTLINE, .150" SOIC

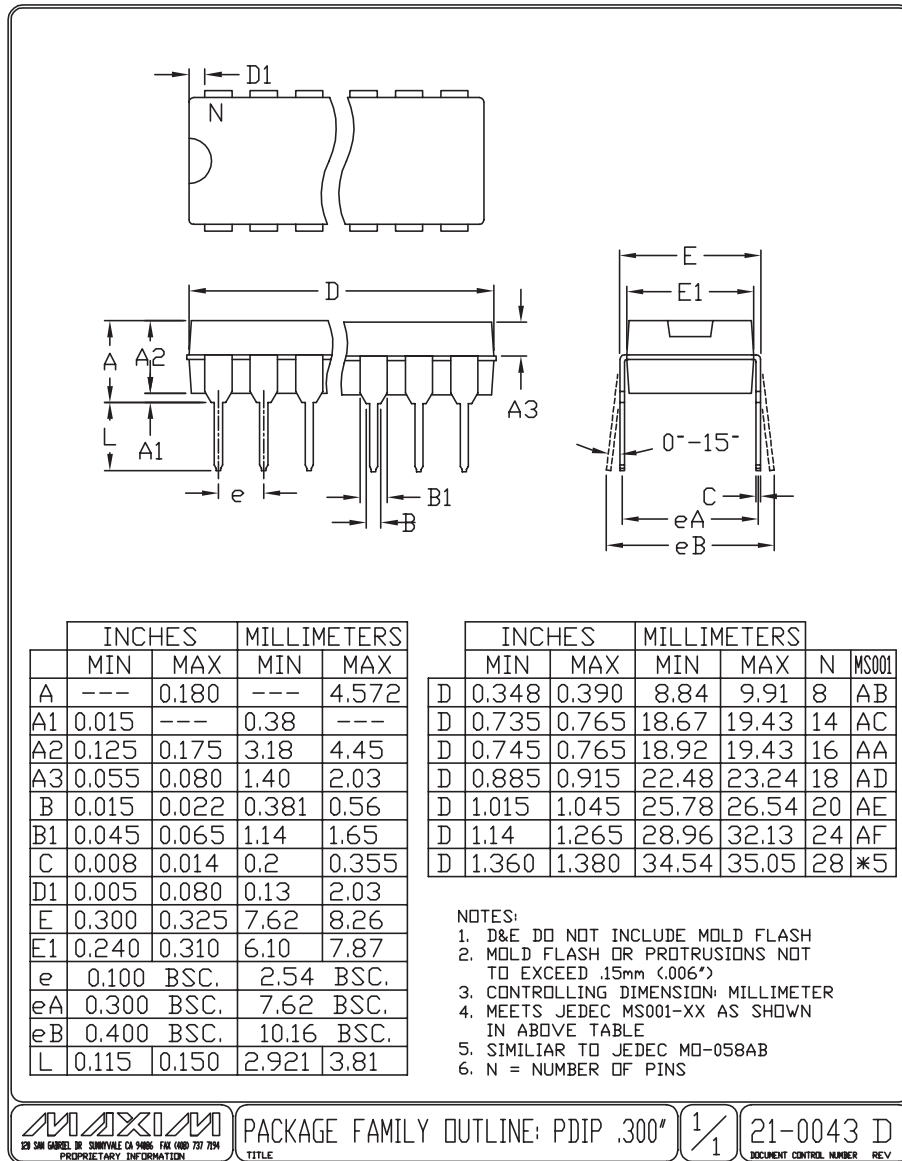
APPROVAL	DOCUMENT CONTROL NO.	REV.
	21-0041	B 1/1

500mA、76V、高效、MAXPower 降压型 DC-DC 转换器

封装信息 (续)

(本数据资料提供的封装图可能不是最近的规格, 如需最近的封装外型信息, 请查询 www.maxim-ic.com/packages.)

MAX5033



Maxim 不对 Maxim 产品以外的任何电路使用负责, 也不提供其专利许可。Maxim 保留在任何时间、没有任何通报的前提下修改产品资料和规格的权利。
Maxim Integrated Products, 120 San Gabriel Drive, Sunnyvale, CA 94086 408-737-7600 _____ 17