

MAX9643

60V高速、高精度电流检测放大器

概述

MAX9643是一款高速、60V、高精度单向检流放大器，非常适合电源变化范围较大的控制应用。器件具有很高的信号带宽，适用于DC-DC开关转换器的电源控制环路，具有最小相位延迟。

IC具有50 μ V (最大值)精密输入偏压，允许使用很小的采样电阻，支持高效率、宽动态范围电流测量应用。

较高的DC CMRR和AC CMRR使得该器件可理想用于工作条件变化范围较大的恶劣环境。器件提供2.5V/V和10V/V固定增益，采用小尺寸、8引脚TDFN (2mm x 3mm)封装，工作在-40 $^{\circ}$ C至+125 $^{\circ}$ C温度范围。

应用

工业和汽车电源
GSM基站电源
高亮度LED控制
汽车引擎控制
H桥电机控制

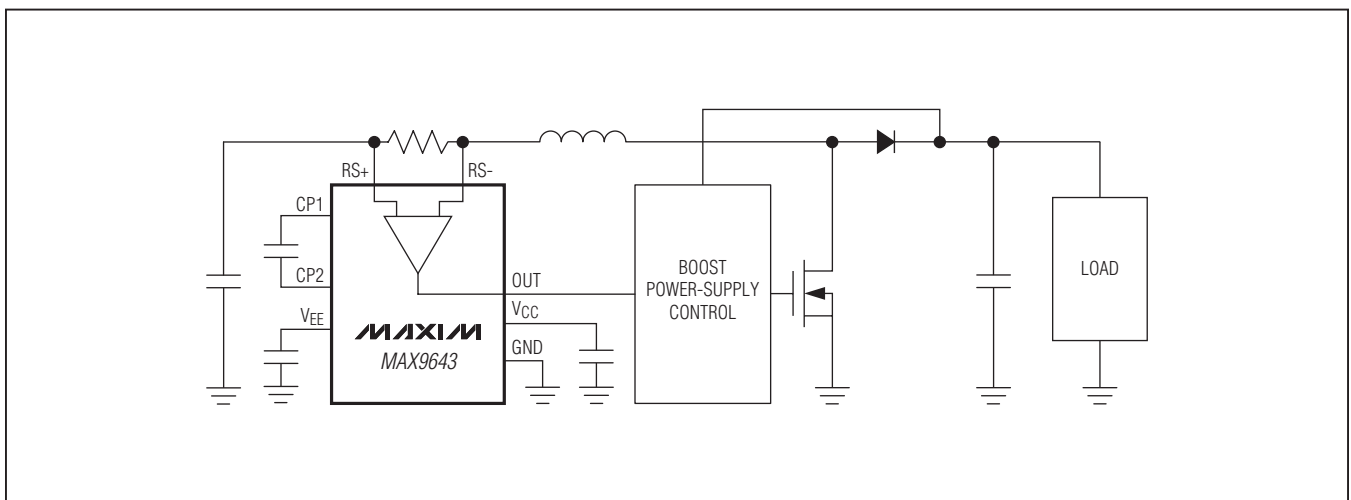
优势和特性

- ◆ 支持高压应用
 - ◇ 宽输入 $V_{CM} = -1.5V$ 至+60V
- ◆ 高速工作
 - ◇ 15MHz带宽
- ◆ 提高系统精度
 - ◇ 高精度 $V_{OS} = 50\mu V$ (最大值)
- ◆ -40 $^{\circ}$ C至+125 $^{\circ}$ C工作温度范围

订购信息在数据资料的最后给出。

相关型号以及配合该器件使用的推荐产品，请参见：china.maxim-ic.com/MAX9643.related。

典型工作电路



60V高速、高精度电流检测放大器

ABSOLUTE MAXIMUM RATINGS

RS+ to GND, RS- to GND (Note 1).....	-3.5V to +65V	CP2 to GND	(V _{EE} - 0.3V) to +0.3V
RS+ to RS-.....	±15V	Short-Circuit Duration.....	Continuous
V _{CC} to GND.....	-0.3V to +40V	Continuous Input Current into Any Pin.....	±20mA
V_{CC} > 4.5V		ESD on RS+, RS-	±4kV HBM
OUT to GND	-0.3V to +4.5V	ESD on All Other Pins	±2kV HBM
V _{EE} to GND	+0.3V to -4.5V	Maximum Power Dissipation	
CP1 to GND.....	-0.3V to +4.5V	TDFN-EP (derate 16.7mW/°C at +70°C).....	1333.3mW
V_{CC} ≤ 4.5V		Operating Temperature Range.....	-40°C to +125°C
OUT to GND	-0.3V to (V _{CC} + 0.3V)	Junction Temperature	+150°C
V _{EE} to GND	+0.3V to (-V _{CC} + 0.3V)	Lead Temperature (10s, soldering)	+300°C
CP1 to GND.....	-0.3V to (V _{CC} + 0.3V)	Soldering Temperature (reflow)	+260°C

Note 1: Voltages below -3.5V are allowed, as long as the input current is limited to 5mA by an external resistor.

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.

PACKAGE THERMAL CHARACTERISTICS (Note 2)

TDFN

Junction-to-Ambient Thermal Resistance (θ _{JA}).....	60°C/W
Junction-to-Case Thermal Resistance (θ _{JC}).....	11°C/W

Note 2: Package thermal resistances were obtained using the method described in JEDEC specification JESD51-7, using a four-layer board. For detailed information on package thermal considerations, refer to china.maxim-ic.com/thermal-tutorial.

ELECTRICAL CHARACTERISTICS

(V_{CC} = 5V, V_{RS+} = V_{RS-} = 12V, T_A = -40°C to +125°C, unless otherwise noted.) (Note 3)

PARAMETER	SYMBOL	CONDITIONS	MIN	TYP	MAX	UNITS	
DC CHARACTERISTICS							
Input Common-Mode Voltage Range	V _{RS+} , V _{RS-}	V _{CC} ≥ 5V, guaranteed by CMRR test, V _{SENSE} ≤ 100mV	-1.5		+60	V	
		V _{CC} < 5V, guaranteed by CMRR test, V _{SENSE} ≤ 100mV	3.5 - V _{CC}		60		
Input Offset Voltage (Notes 4, 5)	V _{OS}	T _A = +25°C		10	50	µV	
		-40°C < T _A < +125°C			400		
Common-Mode Rejection Ratio (Note 5)	CMRR	-1.5V ≤ V _{CM} ≤ 60V, T _A = +25°C	120	130		dB	
		-1.5V ≤ V _{CM} ≤ 60V, -40°C ≤ T _A ≤ +125°C	110				
CMRR vs. Frequency (Note 5)	AC CMRR	f = 100kHz		90		dB	
Input Bias Current	I _{RS+} , I _{RS-}	T _A = +25°C		35	60	µA	
		-40°C < T _A < +125°C			60		
Input Bias Current, V _{CC} = 0V, V _{RS+} = V _{RS-} = 60V	I _{RS+} , I _{RS-}				25	µA	
Input Offset Current (Note 6)	I _{RS+} - I _{RS-}	T _A = +25°C		0.02	0.15	µA	
		-40°C < T _A < +125°C			0.3		
Maximum Sense Voltage Before Input Saturation	FS	V _{CM} < 2V	100			mV	
		V _{CM} ≥ 2V	MAX9643T	400			
			MAX9643U	300			

60V高速、高精度电流检测放大器

ELECTRICAL CHARACTERISTICS* (continued)

($V_{CC} = 5V$, $V_{RS+} = V_{RS-} = 12V$, $T_A = -40^{\circ}C$ to $+125^{\circ}C$, unless otherwise noted.) (Note 3)

PARAMETER	SYMBOL	CONDITIONS	MIN	TYP	MAX	UNITS
Voltage Gain (Note 4)		MAX9643T		2.5		V/V
		MAX9643U		10		
Voltage Gain Error (Note 4)	GE	$T_A = +25^{\circ}C$		0.06	0.5	%
		$-40^{\circ}C < T_A < +125^{\circ}C$			0.6	
AC CHARACTERISTICS						
Signal Bandwidth	BW	$V_{SENSE} = 25mV_{DC} + 2mV_{P-P}$, MAX9643T		15		MHz
		$V_{SENSE} = 25mV_{DC} + 2mV_{P-P}$, MAX9643U		10		
Slew Rate	SR	$V_{OUT} = 10mV$ to $110mV$		12		V/ μs
Delay from Output Saturation to V_{OL}		$V_{SENSE} = 0$ to $20mV$		100		ns
Delay from Input Saturation and Delay from Output Saturation to V_{OH}		$V_{SENSE} = 10V$ to $10mV$		1		μs
OUTPUT CHARACTERISTICS						
Output Short-Circuit Current	I_{SC}			3.39		mA
Output-Voltage Low (MAX9643T) (Note 5)	V_{OL}	$I_{OUT} = 100\mu A$ sink, $T_A = +25^{\circ}C$		0.2	1	mV
		$I_{OUT} = 100\mu A$ sink, $-40^{\circ}C < T_A < +125^{\circ}C$			1	
		$I_{OUT} = 1mA$ sink, $T_A = +25^{\circ}C$		0.6	10	
		$I_{OUT} = 1mA$ sink, $-40^{\circ}C < T_A < +125^{\circ}C$			10	
Output-Voltage Low (MAX9643U) (Note 5)	V_{OL}	$I_{OUT} = 100\mu A$ sink, $T_A = +25^{\circ}C$		0.5	3	mV
		$I_{OUT} = 100\mu A$ sink, $-40^{\circ}C < T_A < +125^{\circ}C$			3	
		$I_{OUT} = 1mA$ sink, $T_A = +25^{\circ}C$		0.6	10	
		$I_{OUT} = 1mA$ sink, $-40^{\circ}C < T_A < +125^{\circ}C$			10	
Output-Voltage High (Note 7)	V_{OH}	$I_{OUT} = 1mA$ source, $V_{CC} < 4.5V$		$V_{CC} - 1.3$		V
		$I_{OUT} = 1mA$ source, $V_{CC} \geq 4.5V$		3.2	2.3	
Capacitive Drive Capability	CL	$R_{LOAD} = \text{Open}$, no sustained oscillation		30		pF
POWER-SUPPLY CHARACTERISTICS						
Power Supply	V_{CC}	Guaranteed by PSRR		2.7	36	V
Power-Supply Rejection Ratio (Note 5)	PSRR	$V_{CC} = 2.7V$ to $36V$, $V_{SENSE} = 10mV$, $T_A = +25^{\circ}C$		107	125	dB
		$-40^{\circ}C < T_A < +125^{\circ}C$		100		
Quiescent Supply Current	I_{CC}	$T_A = +25^{\circ}C$		1000	1400	μA
		$-40^{\circ}C < T_A < +125^{\circ}C$			1600	
Charge-Pump Current	I_{EE}	$\Delta V_{EE} = 500mV$		4		mA

Note 3: All devices are 100% production tested at $T_A = +25^{\circ}C$. Temperature limits are guaranteed by design and/or characterization.

Note 4: Gain and offset voltage are calculated based on two point measurements: $V_{SENSE1} = 10mV$ and $V_{SENSE2} = 100mV$.

Note 5: V_{OS} , V_{OL} , CMRR, and PSRR are measured with the charge pump off.

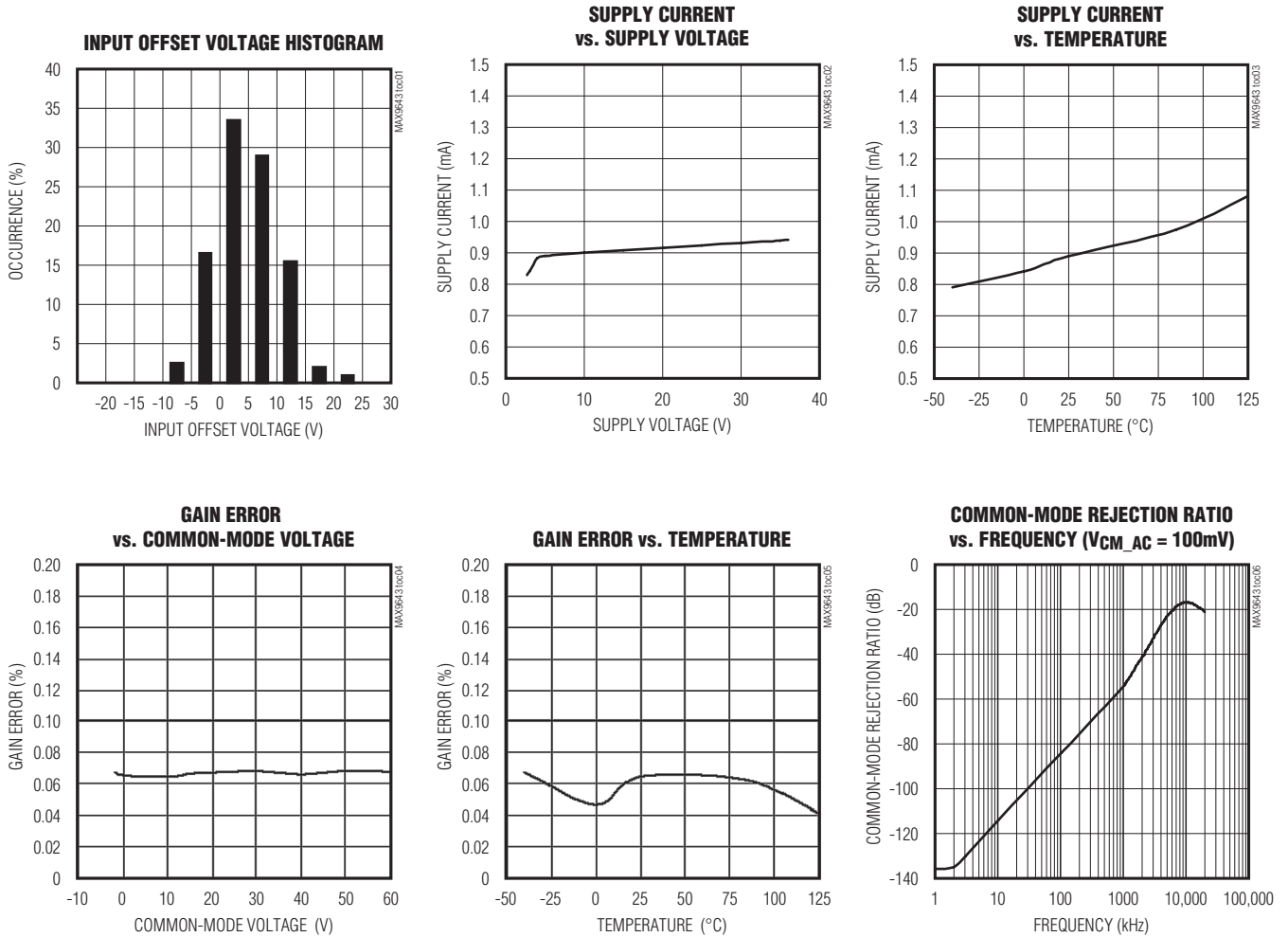
Note 6: Guaranteed by design and/or characterization.

Note 7: The maximum V_{SENSE} of the MAX9643T is 400mV. With the gain = 2.5V/V, the output swing high is not applicable to the MAX9643T.

60V高速、高精度电流检测放大器

典型工作特性

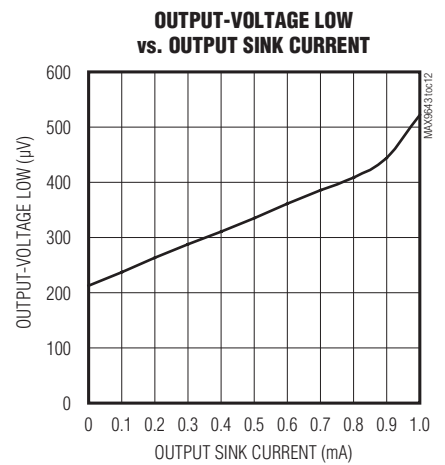
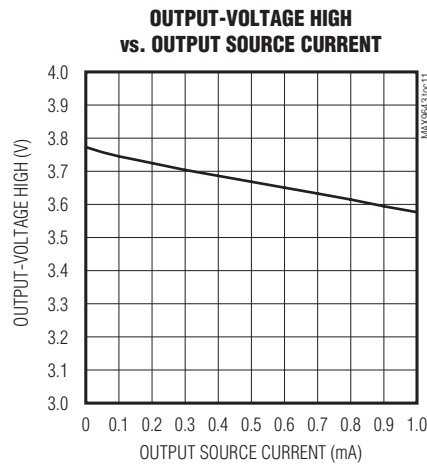
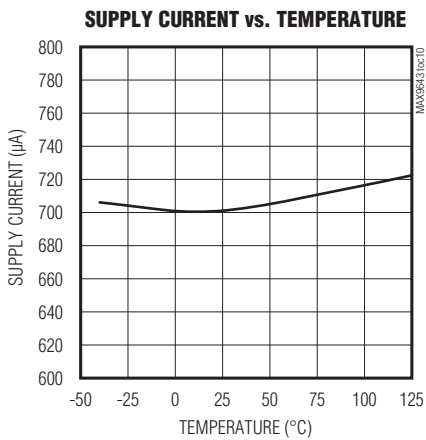
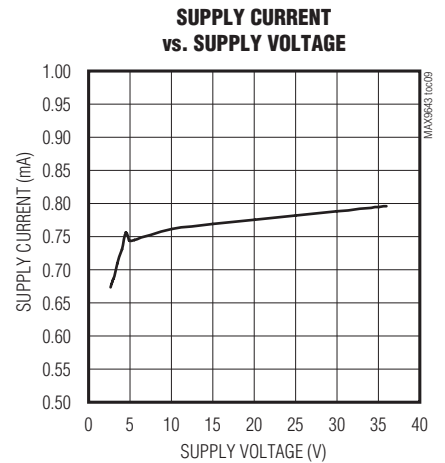
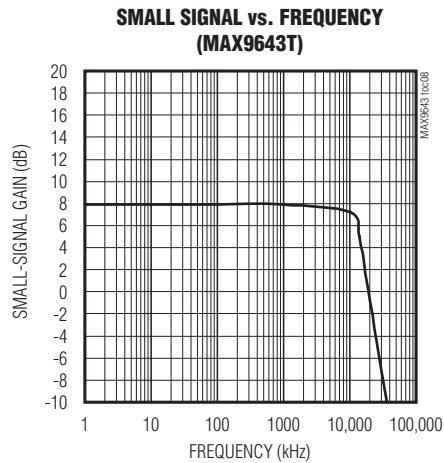
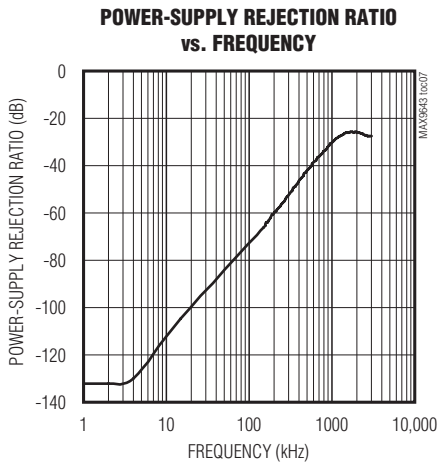
($V_{CC} = 5V$, $V_{RS+} = V_{RS-} = 12V$, $T_A = -40^{\circ}C$ to $+125^{\circ}C$, unless otherwise noted. All devices are 100% production tested at $T_A = +25^{\circ}C$. Temperature limits are guaranteed by design and/or characterization.)



60V高速、高精度电流检测放大器

典型工作特性(续)

($V_{CC} = 5V$, $V_{RS+} = V_{RS-} = 12V$, $T_A = -40^{\circ}C$ to $+125^{\circ}C$, unless otherwise noted. All devices are 100% production tested at $T_A = +25^{\circ}C$. Temperature limits are guaranteed by design and/or characterization.)

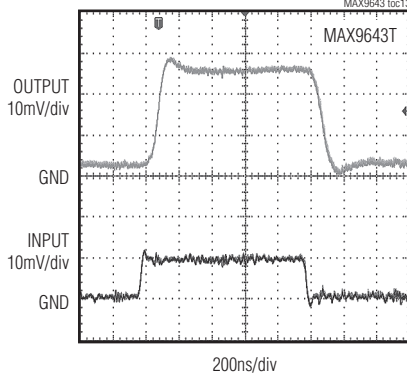


60V高速、高精度电流检测放大器

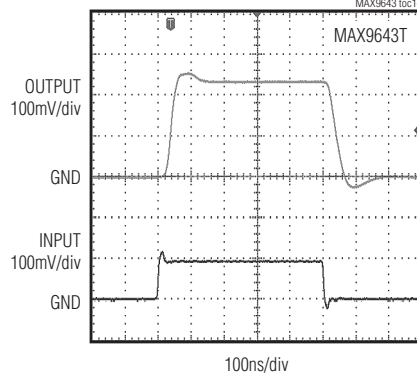
典型工作特性(续)

($V_{CC} = 5V$, $V_{RS+} = V_{RS-} = 12V$, $T_A = -40^{\circ}C$ to $+125^{\circ}C$, unless otherwise noted. All devices are 100% production tested at $T_A = +25^{\circ}C$. Temperature limits are guaranteed by design and/or characterization.)

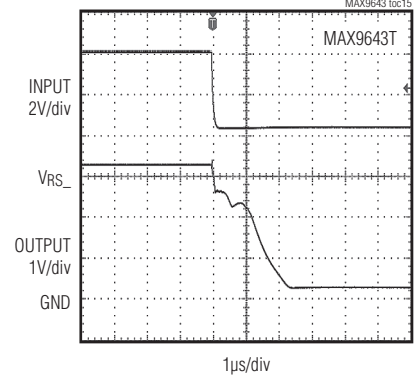
SMALL-SIGNAL TRANSIENT RESPONSE



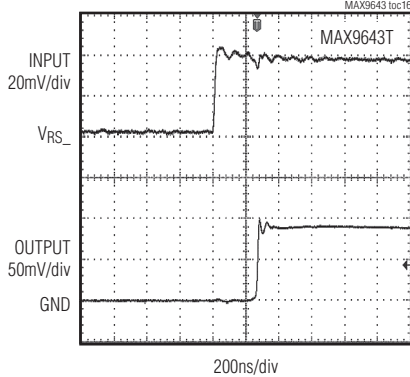
LARGE-SIGNAL TRANSIENT RESPONSE



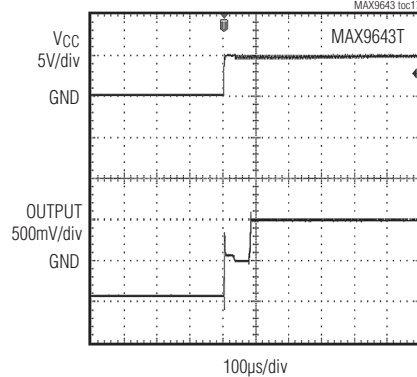
OUTPUT HIGH-SATURATION RECOVERY RESPONSE (INPUT SIGNAL = 4V TO 100mV)



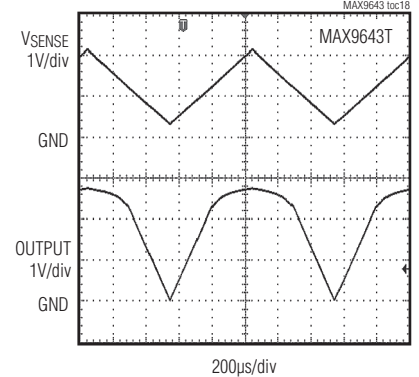
OUTPUT LOW-SATURATION RECOVERY RESPONSE (INPUT SIGNAL = 0V TO 20mV)



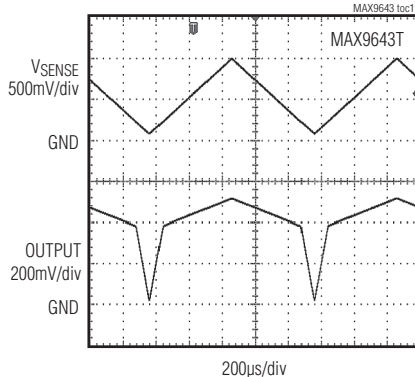
STARTUP DELAY ($V_{SENSE} = 200mV$)



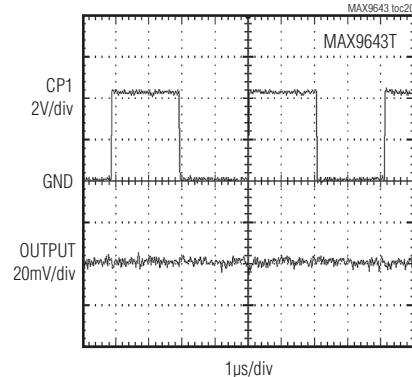
INPUT SENSE VOLTAGE SATURATION ($V_{CM} = 12V$)



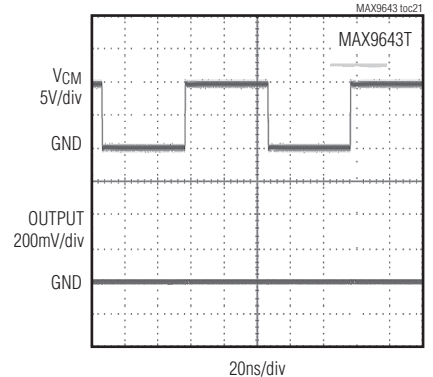
INPUT SENSE VOLTAGE SATURATION ($V_{CM} = 1.5V$)



CHARGE-PUMP NOISE



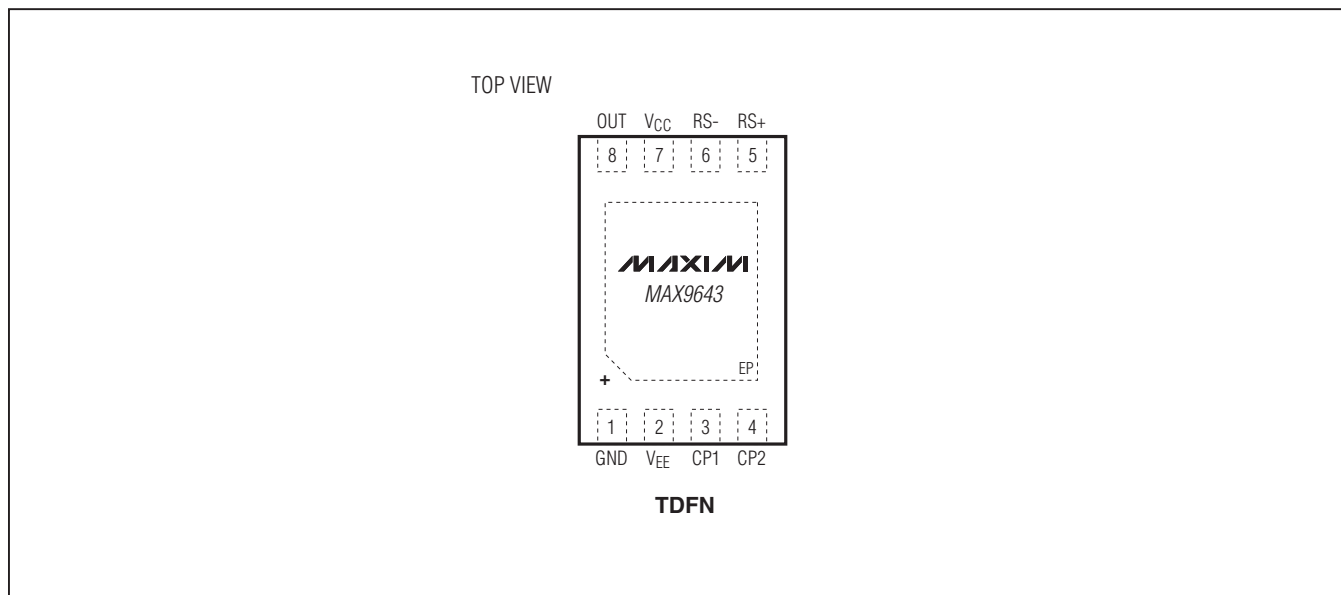
COMMON MODE ($V_{CM} = 0V$ TO $10V$)



MAX9643

60V高速、高精度电流检测放大器

引脚配置



引脚说明

PIN	NAME	DESCRIPTION
1	GND	地。
2	V _{EE}	电荷泵输出，利用1 μ F电容连接至GND。
3	CP1	1 μ F飞电容的正端。
4	CP2	1 μ F飞电容的负端。
5	RS+	检流电阻输入正端。
6	RS-	检流电阻输入负端。
7	V _{CC}	电源。
8	OUT	输出。
—	EP	裸焊盘，必须从外部连接至GND。

60V高速、高精度电流检测放大器

详细说明

MAX9643是一款高速、高精度电流检测放大器，非常适合各种高性能工业和汽车电源应用。器件具有低输入失调电压、极低的增益误差和温漂，允许使用小阻值检流电阻测量电流，有助于提高电源转换效率和测量精度。器件的快速响应能力可迅速响应电源电路的开关电流，适合作为控制环路的一部分。

单向高边电流检测放大器具有-1.5V至+60V较宽的输入共模电压范围。即使在电源对地短路的条件下，也能够监测电源的负载电流。高边电流监测不会影响被测负载的接地通路，因此，这款IC能够满足各种高可靠性系统的要求。

IC采用专有的高速互补BiCMOS SOI工艺设计。这种高压模拟工艺优化用于高交流动态性能、超低噪声、宽工作电压范围、低漂移信号调理电路。

应用信息

内部电荷泵

利用器件内部的电荷泵提供两个极具吸引力的应用特性：

- 输入共模电压范围扩展至地电位以下1.5V。
- 输出电压范围可扩展到真正的地电位。

250kHz内部电荷泵用于产生负电源电压，为电流检测放大器的输入级和输出级提供偏置。在IC的CP1和CP2引脚之间使用1 μ F陶瓷电容，并确保布局紧凑，将环路面积降至最小。为达到良好的低噪声性能，必须在V_{EE}和GND之间使用1 μ F陶瓷电容。

还可将V_{EE}引脚直接连接到外部-5V电源，确保该电压低于内部产生的电荷泵电压。

MAX9643评估板给出了很好的布局实例，如图1所示。

输入共模电压范围

电流检测放大器输入级由内部负电源供电，允许放大器的输入共模电压扩展到地电位以下，无任何交越误差。如果电流检测放大器利用两个不同的差分输入级(npn/pnp晶体管或pnp晶体管和基于电阻的输入级)覆盖整个共模电压工作范围，则会发生交越失真问题，从而影响测量精度。

输入共模电压的最小值取决于内部电荷泵产生的负电源电压。由于负电源电压在较低V_{CC} (低于5V时)下会下跌，所以，输入共模电压的最小值也受V_{CC}的限制。

如果输入电流限制在5mA以下，则可超出负的输入共模电压范围，利用串联输入电阻实现。负输入共模电压的ESD保护架构类似于5个串联的二极管。假设每个二极管导通压降为0.7V，则需利用输入串联电阻来抑制-3.5V以下的输

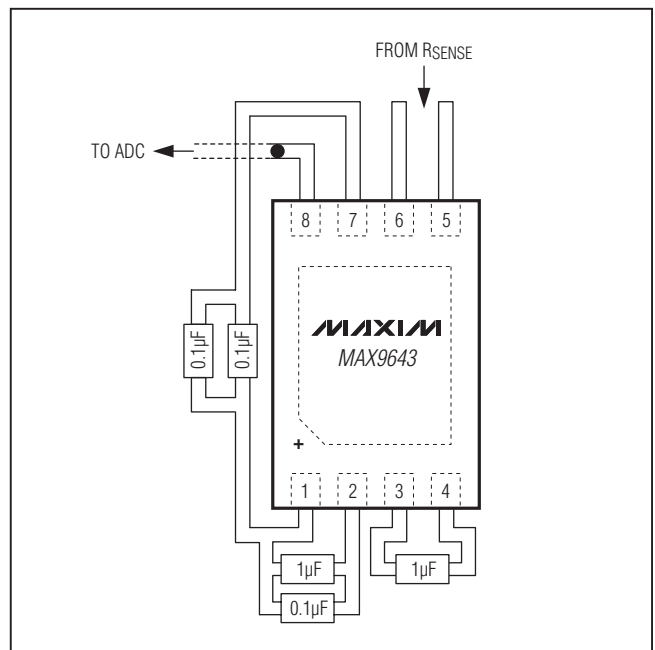


图1. PCB布局

60V高速、高精度电流检测放大器

入瞬态电压。例如，如果应用中可能出现-12V的输入瞬态电压或故障电压，则应使用一个大于 $8.5V/5mA = 1700\Omega$ 的电阻，可选择2k Ω 电阻，以留有一定设计裕量。

在2.7V至36V整个V_{CC}范围内，最大输入共模电压可扩展至高达60V。建议采取器件屏蔽措施，以防止电压高于其65V绝对最大额定值，有效保护器件。

输出电压范围

电荷泵产生的内部负电源也用于电流检测放大器的输出级偏置，使其支持真正的V_{OL} = 0V。该特性允许极低的检测电压，便于连接其它模拟和混合信号IC。实际上，当V_{SENSE} = 0V时，V_{OUT} = V_{OS} × 增益，因此，V_{OL} = 0V下的检测性能往往受限于电流检测放大器的失调电压。

此外，IC的最大输出电压在内部箝位至5V以下(即使采用40V电源供电)，可以方便地连接下游的低压电路，不用担心较大的瞬态电压或故障保护问题。

选择检流电阻

按照以下原则选择R_{SENSE}：

- **电压损耗：**考虑到IR压降，较高的R_{SENSE}会造成电源电压跌落。为获得最小电压损耗，应使用尽可能低的R_{SENSE}。
- **精度：**较高的R_{SENSE}能够以更高精度测量微小电流。这是因为检流电压较大时，可以相对降低输入失调电压的影响。

- **效率和功耗：**电流较大时，R_{SENSE}的I²R损耗很明显，选择电阻值及其功耗(瓦数)额定值时，须考虑这一因素。另外，如果器件过度发热，还须考虑检流电阻的温漂。
- **电感：**如果I_{SENSE}具有较大的高频分量，则需保持尽可能低的寄生电感。由于有大电流流过R_{SENSE}，需谨慎考虑布线，以消除寄生电阻的影响，避免引入检测电压误差。使用四端检流电阻，或开尔文(加载/感应)PCB布局技术。

电源旁路和接地

对于大多数应用来说，可以使用0.1 μ F陶瓷电容将V_{CC}旁路至GND。在许多应用中，V_{CC}可以连接到其中一个检流端子(R_{S+}或R_{S-})。因为V_{CC}与被监测电压无关，V_{CC}可连接至独立的稳压电源，无需考虑特殊的供电顺序。即使V_{CC} = 0V，器件仍可承受60V的输入共模电压，并在这种应用条件下保持高输入阻抗。

芯片信息

PROCESS: BiCMOS

订购信息

PART	PIN-PACKAGE	GAIN (V/V)	TEMP RANGE
MAX9643TATA+	8 TDFN-EP*	2.5	-40°C to +125°C
MAX9643UATA+	8 TDFN-EP*	10	-40°C to +125°C

+表示无铅(Pb)/符合RoHS标准的封装。

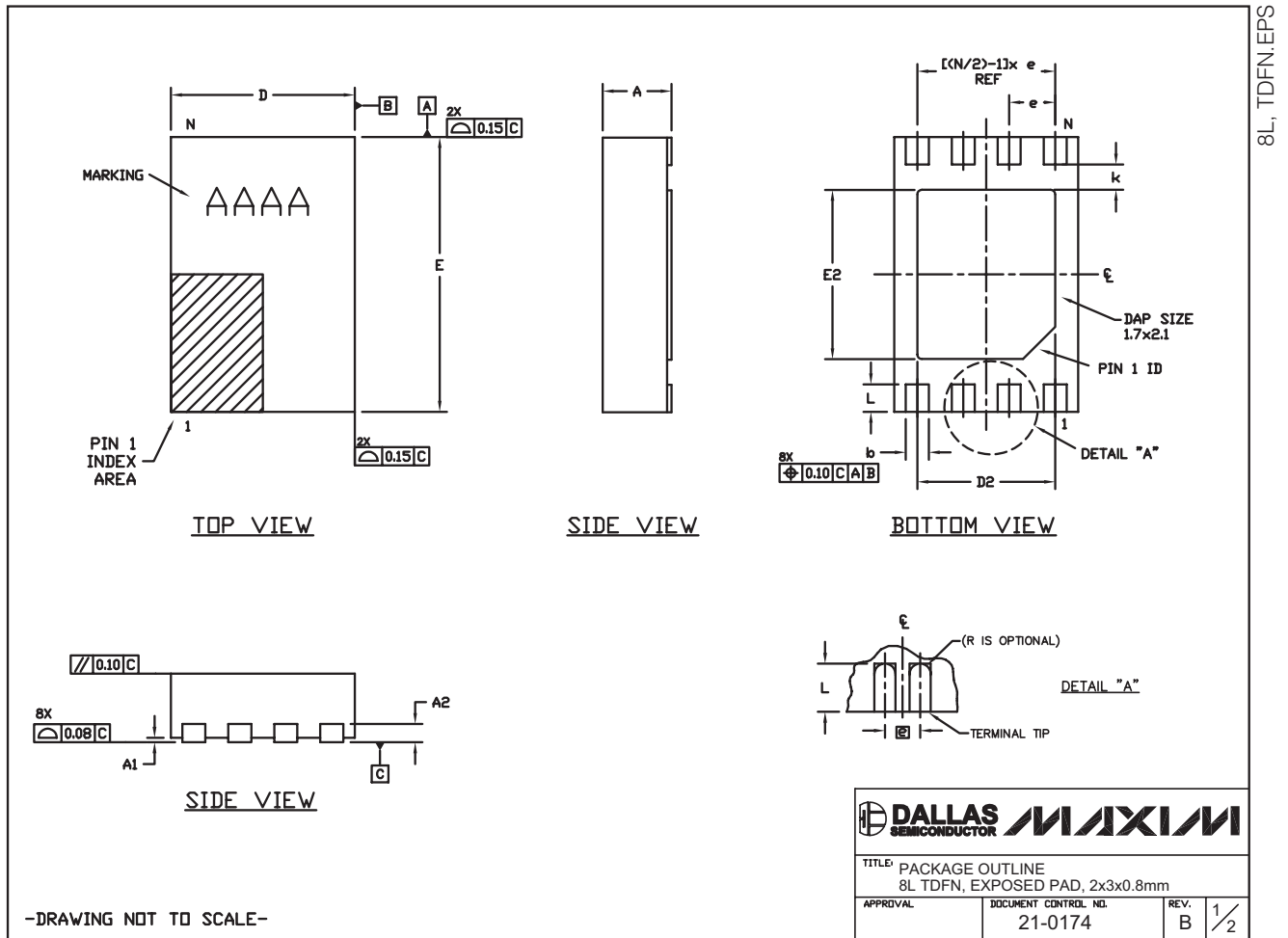
*EP = 裸焊盘。

60V高速、高精度电流检测放大器

封装信息

如需最近的封装外形信息和焊盘布局(占位面积), 请查询china.maxim-ic.com/packages。请注意, 封装编码中的“+”、“#”或“-”仅表示RoHS状态。封装图中可能包含不同的尾缀字符, 但封装图只与封装有关, 与RoHS状态无关。

封装类型	封装编码	外形编号	焊盘布局编号
8 TDFN-EP	T823+1	21-0174	90-0091



60V高速、高精度电流检测放大器

封装信息(续)


如需最近的封装外形信息和焊盘布局(占位面积), 请查询china.maxim-ic.com/packages。请注意, 封装编码中的“+”、“#”或“-”仅表示RoHS状态。封装图中可能包含不同的尾缀字符, 但封装图只与封装有关, 与RoHS状态无关。

SYMBOL	DIMENSIONS		
	MIN.	NOM.	MAX.
A	0.70	0.75	0.80
E	2.95	3.00	3.05
D	1.95	2.00	2.05
A1	0.00	0.02	0.05
L	0.30	0.40	0.50
k	0.20 MIN.		
A2	0.20 REF.		
N	8		
e	0.50 BSC		
b	0.18	0.25	0.30

PKG. CODE	EXPOSED PAD PACKAGE					
	E2			D2		
	MIN.	NOM.	MAX.	MIN.	NOM.	MAX.
T823-1	1.60	1.75	1.90	1.50	1.63	1.75

NOTES:

1. ALL DIMENSIONS ARE IN mm. ANGLES IN DEGREES.
2. COPLANARITY APPLIES TO THE EXPOSED PAD AS WELL AS THE TERMINALS.
COPLANARITY SHALL NOT EXCEED 0.08mm.
3. WARPAGE SHALL NOT EXCEED 0.10mm.
4. PACKAGE LENGTH/PACKAGE WIDTH ARE CONSIDERED AS SPECIAL CHARACTERISTIC(S).
5. COMPLY TO JEDEC MO229, TYPE 1, VERSION WCED-2.
6. "N" IS THE TOTAL NUMBER OF LEADS.
7. NUMBER OF LEADS SHOWN ARE FOR REFERENCE ONLY.
8. MARKING IS FOR PACKAGE ORIENTATION REFERENCE ONLY.
9. MATERIAL MUST COMPLY WITH BANNED AND RESTRICTED SUBSTANCES SPEC #10-0131.

		
TITLE: PACKAGE OUTLINE 8L TDFN, EXPOSED PAD, 2x3x0.8mm		
APPROVAL	DOCUMENT CONTROL NO.	REV.
	21-0174	B 2/2

-DRAWING NOT TO SCALE-

60V高速、高精度电流检测放大器

修订历史

修订号	修订日期	说明	修改页
0	8/11	最初版本。	—

Maxim北京办事处

北京8328信箱 邮政编码100083

免费电话: 800 810 0310

电话: 010-6211 5199

传真: 010-6211 5299

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 _____ **12**