

精准、高压侧电流 检测放大器

特点

- 输入失调电压：75 μ V (最大值)
- 60V 电源操作 (LT1787HV)
- 12 位动态范围
- 工作电流：60 μ A
- 用户可选的外部检测电阻器
- 双向高压侧电流检测
- 单向或双向输出
- 输入噪声滤波
- -40 $^{\circ}$ C 至 125 $^{\circ}$ C 工作电压范围
- 采用 8 引脚 SO 和 MSOP 封装

应用

- 电池监视
- 功率监视
- 便携式电话
- 蜂窝电话
- 便携式测试 / 测量系统
- 电池式系统

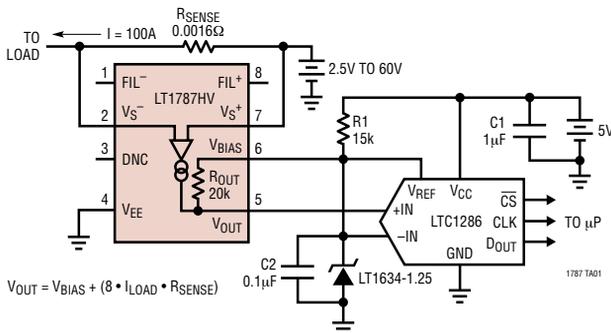
描述

LT[®]1787 是一款完整的微功率精准高压侧电流检测放大器。LT1787 通过一个外部检测电阻器两端的电压来监视双向电流。一个电流或电压输出负责指示检测电流的方向和大小。LT1787 提供了大于 12 位的动态范围和 40 μ V 的超低输入失调电压 (典型的全标度输入电压为 250mV)。板载精准电阻器设定了一个数值为 8 的固定增益。利用一个布设于 FIL⁻ 和 FIL⁺ 引脚之间的电容器轻松地实现了输入信号滤波。LT1787HV 可在 2.5V 至 60V 的总电源电压范围内运作, 而 LT1787 则可在 2.5V 至 36V 的总电源电压条件下工作。这两种器件版本均具有超过 120dB 的 PSRR。LT1787/LT1787HV 的消耗电流仅为 60 μ A, 并采用 8 引脚 SO 和 MSOP 封装。

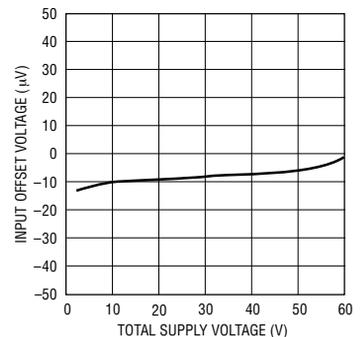
LT、LT、LTC 和 LTM 是凌力尔特公司的注册商标。
所有其他商标均为其各自拥有者的产权。

方框图

至 LTC[®]1286 ADC 的 12 位动态分辨率单向输出



输入失调电压与电源电压的
关系曲线

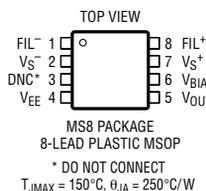
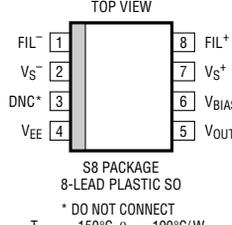


LT1787/1787HV

绝对最大额定值 (注1、2)

差分检测电压	$\pm 10V$	LT1787H	$-40^{\circ}C$ 至 $125^{\circ}C$
总电源电压 (LT1787)	40V	规定温度范围 (注4)	
总电源电压 (LT1787HV)	65V	LT1787C	$-40^{\circ}C$ 至 $85^{\circ}C$
输出电压	$(V_{EE} - 0.3V)$ 至 $(V_{EE} + 35V)$	LT1787I	$-40^{\circ}C$ 至 $85^{\circ}C$
输出偏置电压	$(V_{EE} - 0.3V)$ 至 $(V_{EE} + 35V)$	LT1787H	$-40^{\circ}C$ 至 $125^{\circ}C$
工作温度范围 (注3)		贮存温度范围	$-65^{\circ}C$ 至 $150^{\circ}C$
LT1787C	$-40^{\circ}C$ 至 $85^{\circ}C$	引脚温度 (焊接时间 10 秒)	$300^{\circ}C$
LT1787I	$-40^{\circ}C$ 至 $85^{\circ}C$		

封装/订购信息

 <p>TOP VIEW</p> <p>FIL⁻ 1 V_S⁻ 2 DNC* 3 V_{EE} 4</p> <p>8 FIL⁺ 7 V_S⁺ 6 V_{BIAS} 5 V_{OUT}</p> <p>MS8 PACKAGE 8-LEAD PLASTIC MSOP * DO NOT CONNECT T_{JMAX} = 150°C, θ_{JA} = 250°C/W</p>		 <p>TOP VIEW</p> <p>FIL⁻ 1 V_S⁻ 2 DNC* 3 V_{EE} 4</p> <p>8 FIL⁺ 7 V_S⁺ 6 V_{BIAS} 5 V_{OUT}</p> <p>S8 PACKAGE 8-LEAD PLASTIC SO * DO NOT CONNECT T_{JMAX} = 150°C, θ_{JA} = 190°C/W</p>	
产品型号	MS8 器件标记	产品型号	S8 器件标记
LT1787CMS8 LT1787IMS8 LT1787HVCMS8 LT1787HVIMS8	LTGM LTGN LTKJ LTKK	LT1787CS8 LT1787IS8 LT1787HS8 LT1787HVCS8 LT1787HVIS8 LT1787HVHS8	1787 1787I 1787H 1787HV 787HVI 787HVH
<p>订购选项 卷带: 加 #TR 无铅型: 加 #PBF 无铅型卷带: 加 #TRPBF 无铅型器件标记: http://www.linear.com/leadfree/</p>			

对于规定工作温度范围更宽的器件, 请咨询凌力尔特公司。

电特性 (注5)

标注 ● 表示该指标适合 $0^{\circ}C \leq T_A \leq 70^{\circ}C$ 的温度范围, 否则仅指 $T_A = 25^{\circ}C$ 。总电源电压 = $(V_{S^-} - V_{EE}) = 2.5V$ 至 $36V$ (LT1787C), $2.5V$ 至 $60V$ (LT1787HVC), 除非特别说明。

符号	参数	条件	最小值	典型值	最大值	单位
V _S ⁻ , V _S ⁺	检测放大器电源电压	单电源操作 (LT1787)	● 2.5		36	V
		单电源操作 (LT1787HV)	● 2.5		60	V
V _{SENSE}	输入检测电压全标度	V _{SENSE} = V _S ⁺ - V _S ⁻ , V _S = 10V, V _{BIAS} = 5V, A _V = 8 ± 10%	● 500			mV
V _{OS}	输入失调电压 (S8 封装)	I _{OUT} = 0, V _S 电源 = 5V 0°C ≤ T _A ≤ 70°C	● -75	±40	75	μV
		I _{OUT} = 0 (LT1787) 0°C ≤ T _A ≤ 70°C	● -135		135	μV
		I _{OUT} = 0 (LT1787HV) 0°C ≤ T _A ≤ 70°C	● -100		100	μV
		I _{OUT} = 0 (LT1787HV) 0°C ≤ T _A ≤ 70°C	● -160		160	μV
		I _{OUT} = 0 (LT1787HV) 0°C ≤ T _A ≤ 70°C	● -100		100	μV
		I _{OUT} = 0 (LT1787HV) 0°C ≤ T _A ≤ 70°C	● -160		160	μV

1787IC

电特性 (注5)

标注 ● 表示该指标适合 $0^{\circ}\text{C} \leq T_A \leq 70^{\circ}\text{C}$ 的温度范围, 否则仅指 $T_A = 25^{\circ}\text{C}$ 。总电源电压 $= (V_S^- - V_{EE}) = 2.5\text{V}$ 至 36V (LT1787C), 2.5V 至 60V (LT1787HVC), 除非特别说明。

符号	参数	条件	最小值	典型值	最大值	单位	
	输入失调电压 (MS8 封装)	$I_{\text{OUT}} = 0, V_S$ 电源 = 5V $0^{\circ}\text{C} \leq T_A \leq 70^{\circ}\text{C}$	●	-125 ±40 -230	125 230	μV μV	
		$I_{\text{OUT}} = 0$ (LT1787) $0^{\circ}\text{C} \leq T_A \leq 70^{\circ}\text{C}$	●	-150 -250	150 250	μV μV	
		$I_{\text{OUT}} = 0$ (LT1787HV) $0^{\circ}\text{C} \leq T_A \leq 70^{\circ}\text{C}$	●	-150 250	150 250	μV μV	
$V_{\text{OS}}\text{TC}$	V_{OS} 的温度系数	V_S 电源 = 5V (注 6)	●	0.5	2	$\mu\text{V}/^{\circ}\text{C}$	
$I_{\text{OUT}(0)}$	无负载输出电流误差	$V_{\text{SENSE}} = 0\text{V}$		4		nA	
$V_{\text{OUT}(0)}$	无负载输出电压误差 (S8 封装)	$V_{\text{SENSE}} = 0\text{V}, V_S$ 电源 = 5V $0^{\circ}\text{C} \leq T_A \leq 70^{\circ}\text{C}$	●	-600 -1080	600 1080	μV μV	
		无负载输出电压误差 (MS8 封装)	$V_{\text{SENSE}} = 0\text{V}, V_S$ 电源 = 5V $0^{\circ}\text{C} \leq T_A \leq 70^{\circ}\text{C}$	●	-1000 -1840	1000 1840	μV μV
g_m	跨导, $I_{\text{OUT}}/V_{\text{SENSE}}$	$\pm V_{\text{SENSE}} = 10\text{mV}, 50\text{mV}, 100\text{mV}, 150\text{mV}, 250\text{mV},$ V_S 电源 = 总电源 + $ V_{\text{SENSE}} $		400		$\mu\text{A}/\text{V}$	
A_V	增益, $I_{\text{OUT}}/V_{\text{SENSE}}$	$\pm V_{\text{SENSE}} = 100\text{mV}, V_S$ 电源 = 5V	●	7.76	8	8.24	V/V
		输出电压增益误差	$\pm V_{\text{SENSE}} = 100\text{mV}, V_S$ 电源 = 5V	●	-3	1	3
V_S PSRR	V_S 电源抑制比	$V_{\text{SENSE}} = 0\text{V}, V_S$ 电源 = 2.5V 至 36V (LT1787) $V_{\text{SENSE}} = 0\text{V}, V_S$ 电源 = 2.5V 至 60V (LT1787HV)	●	120	135		dB
		$V_{\text{SENSE}} = 0\text{V}, V_S$ 电源 = $15\text{V}, V_{\text{BIAS}} = 0\text{V},$ $V_{\text{EE}} = -1\text{V}$ 至 -15V (LT1787)	●	100	130		dB
V_{EE} PSRR	负电源抑制比	$V_{\text{SENSE}} = 0\text{V}, V_S$ 电源 = $40\text{V}, V_{\text{BIAS}} = 0\text{V},$ $V_{\text{EE}} = -1\text{V}$ 至 -15V (LT1787HV)	●	100	130		dB
		$V_{\text{SENSE}} = 0\text{V}, V_S$ 电源 = $36\text{V}, V_{\text{BIAS}} = 0.5\text{V}$ 至 25V (LT1787) $V_{\text{SENSE}} = 0\text{V}, V_S$ 电源 = $60\text{V}, V_{\text{BIAS}} = 0.5\text{V}$ 至 25V (LT1787HV)	●	100	130		dB
ΔV_{OS} ΔV_{BIAS}	输入失调电压随 V_{BIAS} 电压的变化而改变	$V_{\text{SENSE}} = 0\text{V}, V_S$ 电源 = $36\text{V}, V_{\text{BIAS}} = 0.5\text{V}$ 至 25V (LT1787) $V_{\text{SENSE}} = 0\text{V}, V_S$ 电源 = $60\text{V}, V_{\text{BIAS}} = 0.5\text{V}$ 至 25V (LT1787HV)	●	100	130		dB
$I_S^+(0)$	正输入检测电流	$V_{\text{SENSE}} = 0\text{V}$	●	10	20	μA	
$I_S^-(0)$	负输入检测电流	$V_{\text{SENSE}} = 0\text{V}$	●	50	100	μA	
$I_{\text{EE}(0)}$	负电源电流	$V_{\text{SENSE}} = 0\text{V}$	●	60	120	μA	
I_{OUT}	输出电流	$V_{\text{SENSE}} = \pm 128\text{mV}$		±50		μA	
V_{OUT}	输出电压	$V_{\text{SENSE}} = \pm 128\text{mV}, V_S^+ \geq 3.3\text{V}$		$V_{\text{BIAS}} \pm 1.024$		V	
		纹波抑制	$V_S^+ = V_S^- = 20\text{V}, \Delta V_S$ 电源 = $1\text{V}, f = 1\text{kHz}$	●	80	88	dB
V_{OMIN}	最小输出电压	$V_{\text{SENSE}} = 0\text{V}, V_{\text{BIAS}} = 0\text{V}$ $V_{\text{SENSE}} = V_S^+ - V_S^- = -128\text{mV}, V_{\text{BIAS}} = 0\text{V}$		30	45	mV	
		$V_{\text{SENSE}} = 0\text{V}, V_{\text{BIAS}} = 0\text{V}$ $V_{\text{SENSE}} = V_S^+ - V_S^- = -128\text{mV}, V_{\text{BIAS}} = 0\text{V}$	●	30	49	mV	
		$V_{\text{SENSE}} = 2\text{mV}, V_{\text{BIAS}} = 0\text{V}$ $V_{\text{SENSE}} = 4\text{mV}, V_{\text{BIAS}} = 0\text{V}$ $V_{\text{SENSE}} = 5\text{mV}, V_{\text{BIAS}} = 0\text{V}$ $V_{\text{SENSE}} = 6\text{mV}, V_{\text{BIAS}} = 0\text{V}$		32 38 43 49	50 55 60 65	mV mV mV mV	
		$V_{\text{SENSE}} = 2\text{mV}, V_{\text{BIAS}} = 0\text{V}$ $V_{\text{SENSE}} = 4\text{mV}, V_{\text{BIAS}} = 0\text{V}$ $V_{\text{SENSE}} = 5\text{mV}, V_{\text{BIAS}} = 0\text{V}$ $V_{\text{SENSE}} = 6\text{mV}, V_{\text{BIAS}} = 0\text{V}$	●	32 38 43 49	54 59 64 69	mV mV mV mV	
V_{OMAX}	最大输出电压		$V_S^+ - 0.75$		V		
$R_{\text{G1A}},$ R_{G2A}	输入增益设定电阻器	引脚 1 至引脚 2, 引脚 7 至引脚 8		1.25		k Ω	
R_{OUT}	输出电阻器	引脚 5 至引脚 6		20		k Ω	

LT1787/1787HV

电特性 凡标注 ● 表示该指标适合 $-40^{\circ}\text{C} \leq T_A \leq 85^{\circ}\text{C}$ 的温度范围, 否则仅指 $T_A = 25^{\circ}\text{C}$ 。总电源电压 = $(V_S^- - V_{EE}) = 2.5\text{V}$ 至 36V (LT1787I), 2.5V 至 60V (LT1787HVI), 除非特别说明。(注 5)

符号	参数	条件	最小值	典型值	最大值	单位	
V_S^-, V_S^+	检测放大器电源电压	单电源操作 (LT1787)	● 2.5		36	V	
		单电源操作 (LT1787HV)	● 2.5		60	V	
V_{SENSE}	输入检测电压全标度	$V_{SENSE} = V_S^+ - V_S^-$, $V_S = 10\text{V}$, $V_{BIAS} = 0\text{V}$, $A_V = 8 \pm 10\%$	●	500		mV	
V_{OS}	输入失调电压 (S8 封装)	$I_{OUT} = 0$, V_S 电源 = 5V $-40^{\circ}\text{C} \leq T_A \leq 85^{\circ}\text{C}$	●	-75 -200	± 40 75 200	μV μV	
		$I_{OUT} = 0$ (LT1787) $-40^{\circ}\text{C} \leq T_A \leq 85^{\circ}\text{C}$	●	-100 -225	100 225	μV μV	
		$I_{OUT} = 0$ (LT1787HV) $-40^{\circ}\text{C} \leq T_A \leq 85^{\circ}\text{C}$	●	-100 -225	100 225	μV μV	
	输入失调电压 (MS8 封装)	$I_{OUT} = 0$, V_S 电源 = 5V $-40^{\circ}\text{C} \leq T_A \leq 85^{\circ}\text{C}$	●	-125 -250	± 40 125 250	μV μV	
		$I_{OUT} = 0$ (LT1787) $-40^{\circ}\text{C} \leq T_A \leq 85^{\circ}\text{C}$	●	-150 -280	150 280	μV μV	
		$I_{OUT} = 0$ (LT1787HV) $-40^{\circ}\text{C} \leq T_A \leq 85^{\circ}\text{C}$	●	-150 -280	150 280	μV μV	
$V_{OS\ TC}$	V_{OS} 的温度系数	V_S 电源 = 5V (注 6)	●	0.5	2	$\mu\text{V}/^{\circ}\text{C}$	
$I_{OUT(0)}$	无负载输出电流误差	$V_{SENSE} = 0\text{V}$		4		nA	
$V_{OUT(0)}$	无负载输出电压误差 (S8 封装)	$V_{SENSE} = 0\text{V}$, V_S 电源 = 5V $-40^{\circ}\text{C} \leq T_A \leq 85^{\circ}\text{C}$	●	-600 -1600	600 1600	μV μV	
	无负载输出电压误差 (MS8 封装)	$V_{SENSE} = 0\text{V}$, V_S 电源 = 5V $-40^{\circ}\text{C} \leq T_A \leq 85^{\circ}\text{C}$	●	-1000 -2000	1000 2000	μV μV	
g_m	跨导, I_{OUT}/V_{SENSE}	$\pm V_{SENSE} = 10\text{mV}$, 50mV , 100mV , 150mV , 250mV , V_S 电源 = 总电源 + $ V_{SENSE} $		400		$\mu\text{A}/\text{V}$	
A_V	增益, V_{OUT}/V_{SENSE}	$\pm V_{SENSE} = 100\text{mV}$, V_S 电源 = 5V	●	7.76	8	8.24	V/V
	输出电压增益误差	$\pm V_{SENSE} = 100\text{mV}$, V_S 电源 = 5V	●	-3	1	3	%
$V_S\ \text{PSRR}$	V_S 电源抑制比	$V_{SENSE} = 0\text{V}$, V_S 电源 = 2.5V 至 36V (LT1787)	●	120	135		dB
		$V_{SENSE} = 0\text{V}$, V_S 电源 = 2.5V 至 60V (LT1787HV)	●	120	135		dB
$V_{EE}\ \text{PSRR}$	负电源抑制比	$V_{SENSE} = 0\text{V}$, V_S 电源 = 15V , $V_{BIAS} = 0\text{V}$, $V_{EE} = -1\text{V}$ 至 -15V (LT1787)	●	100	130		dB
		$V_{SENSE} = 0\text{V}$, V_S 电源 = 40V , $V_{BIAS} = 0\text{V}$, $V_{EE} = -1\text{V}$ 至 -15V (LT1787HV)	●	100	130		dB
$\frac{\Delta V_{OS}}{\Delta V_{BIAS}}$	输入失调电压随 V_{BIAS} 电压的变化而改变	$V_{SENSE} = 0\text{V}$, V_S 电源 = 36V , $V_{BIAS} = 0.5\text{V}$ 至 25V (LT1787)	●	100	130		dB
		$V_{SENSE} = 0\text{V}$, V_S 电源 = 60V , $V_{BIAS} = 0.5\text{V}$ 至 25V (LT1787HV)	●	100	130		dB
$I_S^+(0)$	正输入检测电流	$V_{SENSE} = 0\text{V}$	●	10	20	μA	
$I_S^-(0)$	负输入检测电流	$V_{SENSE} = 0\text{V}$	●	50	100	μA	
$I_{EE(0)}$	负电源电流	$V_{SENSE} = 0\text{V}$	●	60	120	μA	
I_{OUT}	输出电流	$V_{SENSE} = \pm 128\text{mV}$		± 50		μA	
V_{OUT}	输出电压	$V_{SENSE} = \pm 128\text{mV}$, $V_S^+ \geq 3.3\text{V}$		$V_{BIAS} \pm 1.024$		V	
	纹波抑制	$V_S^+ = V_S^- = 20\text{V}$, ΔV_S 电源 = 1V , $f = 1\text{kHz}$	●	80	88		dB
V_{OMIN}	最小输出电压	$V_{SENSE} = 0\text{V}$, $V_{BIAS} = 0\text{V}$		30	45	mV	
		$V_{SENSE} = V_S^+ - V_S^- = -128\text{mV}$, $V_{BIAS} = 0\text{V}$		10		mV	
		$V_{SENSE} = 0\text{V}$, $V_{BIAS} = 0\text{V}$	●	30	51	mV	
		$V_{SENSE} = V_S^+ - V_S^- = -128\text{mV}$, $V_{BIAS} = 0\text{V}$		10		mV	

电特性 凡标注 ● 表示该指标适合 $-40^{\circ}\text{C} \leq T_A \leq 85^{\circ}\text{C}$ 的温度范围, 否则仅指 $T_A = 25^{\circ}\text{C}$ 。总电源电压 = $(V_S^- - V_{EE}) = 2.5\text{V}$ 至 36V (LT1787I), 2.5V 至 60V (LT1787HVI), 除非特别注明。(注 5)

符号	参数	条件	最小值	典型值	最大值	单位
	单极输出饱和电压	$V_{\text{SENSE}} = 2\text{mV}, V_{\text{BIAS}} = 0\text{V}$		32	50	mV
		$V_{\text{SENSE}} = 4\text{mV}, V_{\text{BIAS}} = 0\text{V}$		38	55	mV
		$V_{\text{SENSE}} = 5\text{mV}, V_{\text{BIAS}} = 0\text{V}$		43	60	mV
		$V_{\text{SENSE}} = 6\text{mV}, V_{\text{BIAS}} = 0\text{V}$		49	65	mV
		$V_{\text{SENSE}} = 2\text{mV}, V_{\text{BIAS}} = 0\text{V}$	●	32	56	mV
		$V_{\text{SENSE}} = 4\text{mV}, V_{\text{BIAS}} = 0\text{V}$	●	38	61	mV
		$V_{\text{SENSE}} = 5\text{mV}, V_{\text{BIAS}} = 0\text{V}$	●	43	66	mV
		$V_{\text{SENSE}} = 6\text{mV}, V_{\text{BIAS}} = 0\text{V}$	●	49	71	mV
V_{OMAX}	最大输出电压		$V_S^+ - 0.75$		V	
R_{G1A}, R_{G2A}	输入增益设定电阻器	引脚 1 至引脚 2, 引脚 7 至引脚 8	1.25		k Ω	
R_{OUT}	输出电阻器	引脚 5 至引脚 6	20		k Ω	

凡标注 ● 表示该指标适合 $-40^{\circ}\text{C} \leq T_A \leq 125^{\circ}\text{C}$ 的温度范围, 否则仅指 $T_A = 25^{\circ}\text{C}$ 。总电源电压 = $(V_S^- - V_{EE}) = 2.5\text{V}$ 至 36V (LT1787H), 2.5V 至 60V (LT1787HVH), 除非特别注明。(注 5)

V_S^-, V_S^+	检测放大器电源电压	单电源操作 (LT1787) 单电源操作 (LT1787HV)	● ●	2.5 2.5	36 60	V V	
V_{SENSE}	输入检测电压全标度	$V_{\text{SENSE}} = V_S^+ - V_S^-, V_S = 10\text{V}, V_{\text{BIAS}} = 0\text{V}, A_V = 8 \pm 10\%$	●	500		mV	
V_{OS}	输入失调电压	$I_{\text{OUT}} = 0, V_S$ 电源 = 5V $-40^{\circ}\text{C} \leq T_A \leq 125^{\circ}\text{C}$	●	-75 -400	± 40 400	μV μV	
		$I_{\text{OUT}} = 0$ (LT1787H) $-40^{\circ}\text{C} \leq T_A \leq 125^{\circ}\text{C}$	●	-100 -550	100 550	μV μV	
		$I_{\text{OUT}} = 0$ (LT1787HVH) $-40^{\circ}\text{C} \leq T_A \leq 125^{\circ}\text{C}$	●	-100 -550	100 550	μV μV	
$V_{\text{OS TC}}$	V_{OS} 的温度系数	V_S 电源 = 5V (注 6)	●		0.5 4	$\mu\text{V}/^{\circ}\text{C}$	
$I_{\text{OUT}(0)}$	无负载输出电流误差	$V_{\text{SENSE}} = 0\text{V}$			4	nA	
$V_{\text{OUT}(0)}$	无负载输出电压误差	$V_{\text{SENSE}} = 0\text{V}, V_S$ 电源 = 5V $-40^{\circ}\text{C} \leq T_A \leq 125^{\circ}\text{C}$	●	-600 -3200	600 3200	μV μV	
g_m	跨导, $I_{\text{OUT}}/V_{\text{SENSE}}$	$\pm V_{\text{SENSE}} = 10\text{mV}, 50\text{mV}, 100\text{mV}, 150\text{mV}, 250\text{mV},$ V_S 电源 = 总电源 + $ V_{\text{SENSE}} $			400	$\mu\text{A}/\text{V}$	
A_V	增益, $V_{\text{OUT}}/V_{\text{SENSE}}$	$\pm V_{\text{SENSE}} = 100\text{mV}, V_S$ 电源 = 5V	●	7.76	8	8.24	V/V
	输出电压增益误差	$\pm V_{\text{SENSE}} = 100\text{mV}, V_S$ 电源 = 5V	●	-3	1	3	%
V_S PSRR	V_S 电源抑制比	$V_{\text{SENSE}} = 0\text{V}, V_S$ 电源 = 2.5V 至 36V (LT1787H)	●	100	130		dB
		$V_{\text{SENSE}} = 0\text{V}, V_S$ 电源 = 2.5V 至 60V (LT1787HVH)	●	100	130		dB
V_{EE} PSRR	负电源抑制比	$V_{\text{SENSE}} = 0\text{V}, V_S$ 电源 = $15\text{V}, V_{\text{BIAS}} = 0\text{V},$ $V_{EE} = -1\text{V}$ 至 -15V (LT1787H)	●	100	130		dB
		$V_{\text{SENSE}} = 0\text{V}, V_S$ 电源 = $40\text{V}, V_{\text{BIAS}} = 0\text{V},$ $V_{EE} = -1\text{V}$ 至 -15V (LT1787HVH)	●	100	130		dB
$\Delta V_{\text{OS}}, \Delta V_{\text{BIAS}}$	输入失调电压随 V_{BIAS} 电压的变化而改变	$V_{\text{SENSE}} = 0\text{V}, V_S$ 电源 = $36\text{V}, V_{\text{BIAS}} = 0.5\text{V}$ 至 25V (LT1787H)	●	100	130		dB
		$V_{\text{SENSE}} = 0\text{V}, V_S$ 电源 = $60\text{V}, V_{\text{BIAS}} = 0.5\text{V}$ 至 25V (LT1787HVH)	●	100	130		dB
$I_S^+(0)$	正输入检测电流	$V_{\text{SENSE}} = 0\text{V}$	●		10	25	μA
$I_S^-(0)$	负输入检测电流	$V_{\text{SENSE}} = 0\text{V}$	●		50	115	μA
$I_{EE(0)}$	负电源电流	$V_{\text{SENSE}} = 0\text{V}$	●		60	140	μA
I_{OUT}	输出电流	$V_{\text{SENSE}} = \pm 128\text{mV}$			± 50		μA
V_{OUT}	输出电压	$V_{\text{SENSE}} = \pm 128\text{mV}, V_S^+ \geq 3.3\text{V}$		$V_{\text{BIAS}} \pm 1.024$		V	
	纹波抑制	$V_S^+ = V_S^- = 20\text{V}, \Delta V_S$ 电源 = $1\text{V}, f = 1\text{kHz}$	●	80	88	dB	

电特性

凡标注 ● 表示该指标适合 $-40^{\circ}\text{C} \leq T_A \leq 125^{\circ}\text{C}$ 的温度范围，否则仅指 $T_A = 25^{\circ}\text{C}$ 。总电源电压 $= (V_S^- - V_{EE}) = 2.5\text{V}$ 至 36V (LT1787H)， 2.5V 至 60V (LT1787HVH)，除非特别注明。(注 5)

符号	参数	条件	最小值	典型值	最大值	单位
V_{OMIN}	最小输出电压	$V_{\text{SENSE}} = 0\text{V}, V_{\text{BIAS}} = 0\text{V}$		30	45	mV
		$V_{\text{SENSE}} = V_S^+ - V_S^- = -128\text{mV}, V_{\text{BIAS}} = 0\text{V}$		10		mV
		$V_{\text{SENSE}} = 0\text{V}, V_{\text{BIAS}} = 0\text{V}$	●	30	55	mV
		$V_{\text{SENSE}} = V_S^+ - V_S^- = -128\text{mV}, V_{\text{BIAS}} = 0\text{V}$		10		mV
	单极输出饱和电压	$V_{\text{SENSE}} = 2\text{mV}, V_{\text{BIAS}} = 0\text{V}$		32	50	mV
		$V_{\text{SENSE}} = 4\text{mV}, V_{\text{BIAS}} = 0\text{V}$		38	55	mV
		$V_{\text{SENSE}} = 5\text{mV}, V_{\text{BIAS}} = 0\text{V}$		43	60	mV
		$V_{\text{SENSE}} = 6\text{mV}, V_{\text{BIAS}} = 0\text{V}$		49	65	mV
		$V_{\text{SENSE}} = 2\text{mV}, V_{\text{BIAS}} = 0\text{V}$	●	32	60	mV
		$V_{\text{SENSE}} = 4\text{mV}, V_{\text{BIAS}} = 0\text{V}$	●	38	65	mV
		$V_{\text{SENSE}} = 5\text{mV}, V_{\text{BIAS}} = 0\text{V}$	●	43	70	mV
		$V_{\text{SENSE}} = 6\text{mV}, V_{\text{BIAS}} = 0\text{V}$	●	49	75	mV
V_{OMAX}	最大输出电压			$V_S^+ - 0.75$		V
$R_{\text{G1A}}, R_{\text{G2A}}$	输入增益设定电阻器	引脚 1 至引脚 2, 引脚 7 至引脚 8		1.25		k Ω
R_{OUT}	输出电阻器	引脚 5 至引脚 6		20		k Ω

注 1：高于“绝对最大额定值”部分所列数值的应力有可能对器件造成永久性的损害。在任何绝对最大额定值条件下暴露的时间过长都有可能影响器件的可靠性和使用寿命。

注 2：对 ESD(静电放电)敏感的器件。虽然在 LT1787/LT1787HV 的内部大量使用了 ESD 保护器件，但是，高静电放电仍然会损坏器件或导致器件性能下降。应采用正确的 ESD 处理预防措施。

注 3：LT1787C/LT1787I 保证在 -40°C 至 85°C 的工作温度范围内正常运行。LT1787H 保证在 -40°C 至 125°C 的工作温度范围内正常运行。

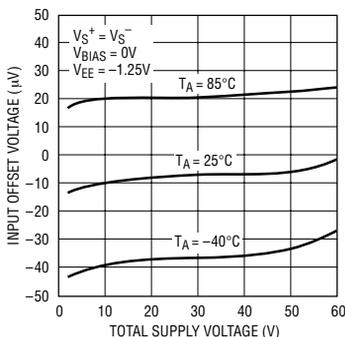
注 4：LT1787C 保证在 0°C 至 70°C 的范围内满足规定性能要求，并按照 -40°C 至 85°C 的规定性能要求来设计和进行特性分析，且有望达到规定性能，但在这些温度条件下未进行测试或品质保证(QA)采样。LT1787I 保证在 -40°C 至 85°C 的温度范围内满足规定性能要求。LT1787H 保证在 -40°C 至 125°C 的温度范围内满足规定性能要求。

注 5：测试在 $V_{\text{BIAS}} = 1.25\text{V}, V_{\text{EE}} = 0\text{V}$ 的条件下进行，除非特别注明。

注 6：该参数未经全面测试。

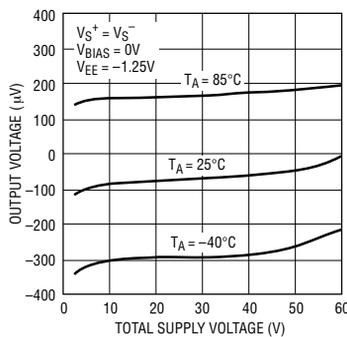
典型性能特征

输入失调电压与电源电压的关系曲线



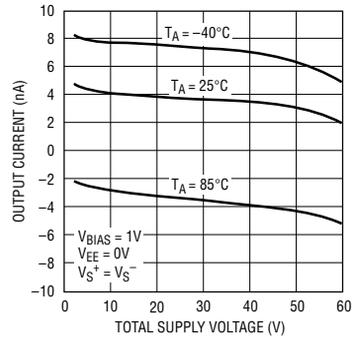
1787 G01

无负载输出电压与电源电压的关系曲线



1787 G02

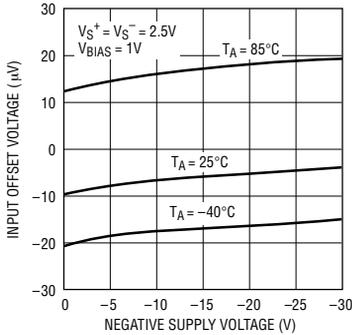
无负载输出电流与电源电压的关系曲线



1787 G03

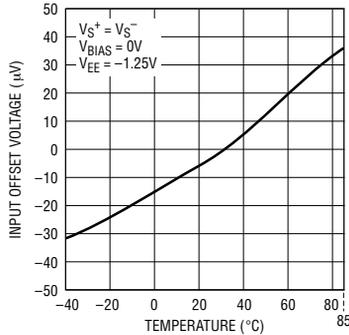
典型性能特征

输入失调电压与负电源电压的关系曲线



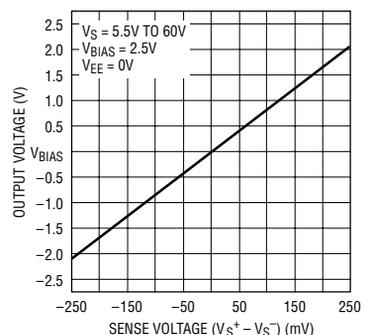
1787 G04

输入失调电压与温度的关系曲线



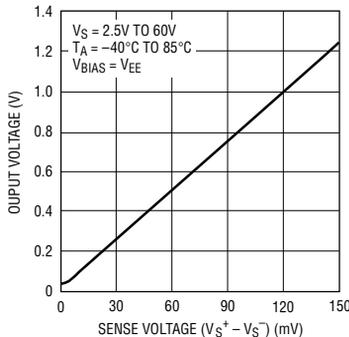
1787 G05

输出电压与检测电压的关系曲线 (双向模式)



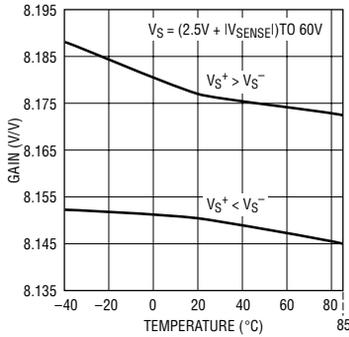
1787 G06

输出电压与检测电压的关系曲线 (单向模式)



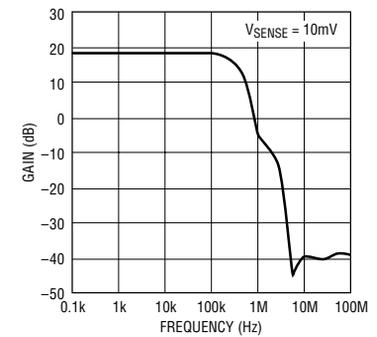
1787 G07

增益与温度的关系曲线



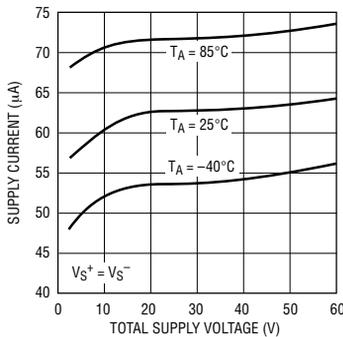
1787 G08

增益与频率的关系曲线



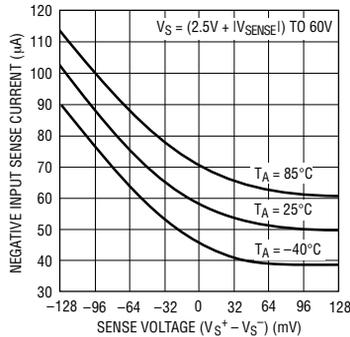
1787 G09

电源电流与电源电压的关系曲线



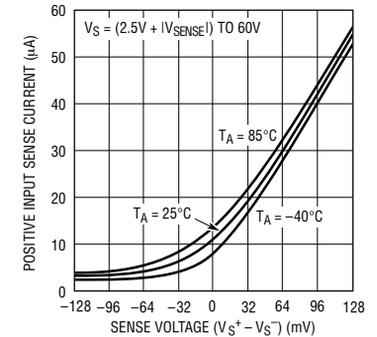
1787 G10

负输入检测电流与检测电压的关系曲线



1787 G11

正输入检测电流与检测电压的关系曲线

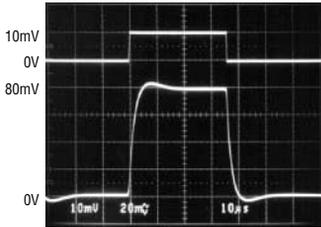


1787 G12

典型性能特征

阶跃响应

(在 $V_{SENSE} = 0V$ 至 $10mV$ 时)

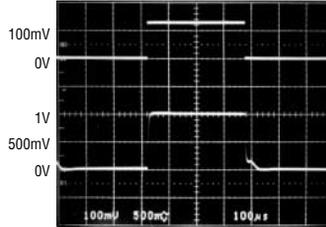


$C_{OUT} = 0pF$

1787 G12

阶跃响应

(在 $V_{SENSE} = 0V$ 至 $128mV$ 时)

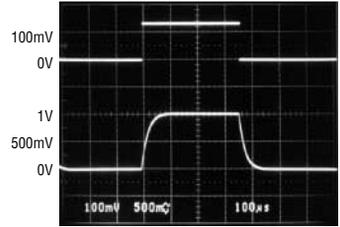


$C_{OUT} = 0pF$

1787 G18

阶跃响应

(在 $V_{SENSE} = 0V$ 至 $128mV$ 时)

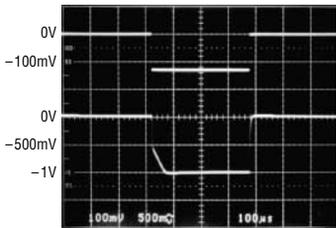


$C_{OUT} = 1000pF$

1787 G15

阶跃响应

(在 $V_{SENSE} = 0V$ 至 $-128mV$ 时)

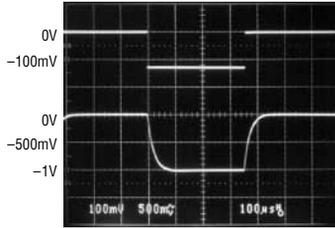


$C_{OUT} = 0$

1787 G19

阶跃响应

(在 $V_{SENSE} = 0V$ 至 $-128mV$ 时)

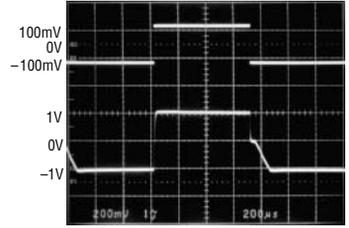


$C_{OUT} = 1000pF$

1787 G14

阶跃响应

(在 $V_{SENSE} = -128mV$ 至 $128mV$ 时)

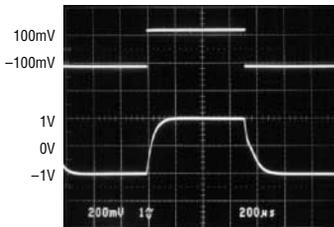


$C_{OUT} = 0$

1787 G20

阶跃响应

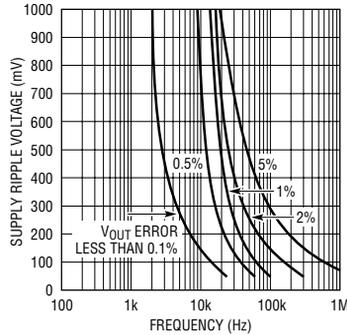
(在 $V_{SENSE} = 128mV$ 至 $-128mV$ 时)



$C_{OUT} = 2200pF$

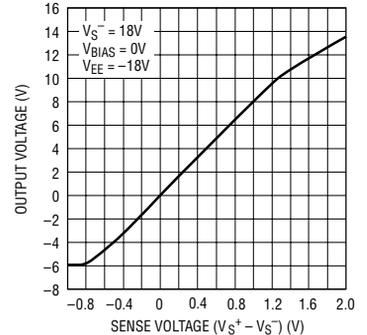
1787 G15

V_{OUT} 误差与电源纹波电压的关系曲线 ($V_{SENSE} = \pm 128mV$)



1787 G16

输出电压与检测电压的关系曲线



1787 G21

引脚功能

FIL⁻、FIL⁺ (引脚 1、8) : 滤波器的负端和正端。可以通过在 FIL⁻ 和 FIL⁺ 的两端跨接一个电容器来对差模噪声进行滤波。极点频率 $f_{-3dB} = 1/(2\pi RC)$, $R = 1.25k\Omega$ 。

V_S⁻ (引脚 2) : 负输入检测端。负检测电压将产生一个与检测电流成比例的输出吸收电流。V_S⁻ 被连接至一个内部增益设定电阻器 R_{G1A}, 并向内部放大器提供偏置电流。

DNC (引脚 3) : 不连接。在内部连接。不要把外部电路连接至该引脚。

V_{EE} (引脚 4) : 用于单电源操作的负电源或地。

V_{OUT} (引脚 5) : 与流经 R_{SENSE} 的检测电流大小成比例的电压输出或电流输出。对于双向电流检测操作, $V_{OUT} = A_V \cdot V_{SENSE} + V_{OUT(O)} + V_{BIAS}$, 式中:

$$V_{OUT} > V_{BIAS} \text{ (对于 } V_{S^+} > V_{S^-} \text{)}$$

$$V_{OUT} < V_{BIAS} \text{ (对于 } V_{S^+} < V_{S^-} \text{)}$$

V_{OUT(O)} 为 V_{SENSE} = 0V 时的无负载输出电压。

V_{BIAS} (引脚 6) : 输出偏置引脚。对于单电源、双向电流检测操作, V_{BIAS} 与一个外部偏置电压相连, 这样, 当 V_{SENSE} = 0V 时, $V_{OUT} = V_{OUT(O)} + V_{BIAS}$ 。对于双电源、双向电流检测操作, V_{BIAS} 被连接至地。于是, 当 V_{SENSE} = 0V 时, $V_{OUT} = V_{OUT(O)}$ 。

V_S⁺ (引脚 7) : 正输入检测端。正检测电压将产生一个与检测电流成比例的输出供电电流。V_S⁺ 被连接至一个内部增益设定电阻器 R_{G2A}。把一个电源连接至 V_S⁺ 以及把一个负载连接至 V_S⁻, 将使得 LT1787 能够测量其自己的电源电流。

方框图

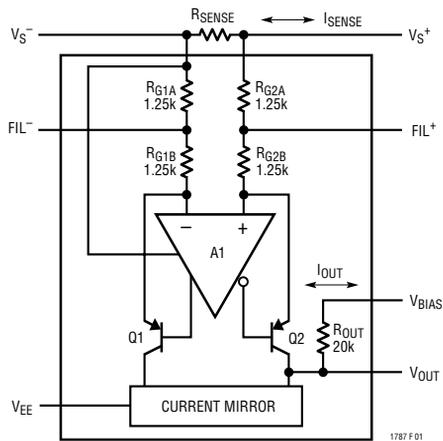


图 1 : LT1787 功能示意图

应用信息

LT1787 高压侧电流检测放大器 (图1) 可对流经一个用户选择的检测电阻器电流进行准确的双向监视。检测电压由一个数值为 8 的固定增益进行了放大, 并进行了从正电源至地参考输出的电平移位。可以采用各种方法来把输出信号与随后的信号处理电路相连。轻松地实现了输入和输出滤波, 旨在消除混叠误差。

工作原理

输入 V_S^+ 和 V_S^- 把检测电压加至匹配电阻器 R_{G1} 和 R_{G2} 。利用放大器 A1 的电压增益来使电阻器 R_{G1} 和 R_{G2} 的对立端处于相等的电位。流经 R_{G1} 和 R_{G2} 的电流被强制流过晶体管 Q1 和 Q2, 并由 1:1 电流反射镜在 V_{OUT} 节点上相加。从 R_{G1} 和 R_{G2} 流过电阻器 R_{OUT} 的净电流产生了一个数值为 8 的电压增益。正检测电压将产生相对于 V_{BIAS} 引脚为正值 V_{OUT} 。

引脚 V_{EE} 、 V_{BIAS} 和 V_{OUT} 可以采用多种连接方式来与随后的电路相连。下面的段落将说明分离电源和单电源输出配置。

放大器 A1 的电源电流取自 V_S^- 引脚。用户可以通过谨慎地选择连接极性来把该电流放入流经 R_{SENSE} 的监视电流。

外部电流检测电阻器的选择

外部 R_{SENSE} 电阻器的选择是一个在电阻器功耗和电流测量准确度之间进行权衡折衷的精细过程。与采用同类竞争产品时相比, LT1787 降低了这种选择的难度。为了获得最大分辨率, 最大检测电压有可能高达 $\pm 500\text{mV}$, 然而, 高电流应用并不希望检测电阻器产生如此大的功耗。LT1787 所拥有的 $40\mu\text{V}$ 输入失调电压可在低检测电压条件下提供高分辨率。这种宽工作动态范围为用户的电源监视功能范围和分辨率提供了很宽的修整范围。

LT1787 的 V_S^+ 和 V_S^- 输入至检测电阻器的开尔文 (Kelvin) 连接应在全部应用 (功率极低的应用除外) 中使用。在高电流系统中, 焊接点和 PC 板互连电阻

(每平方大约 $0.5\text{m}\Omega$) 会是一个很大的误差。5A 应用有可能选择一个 $20\text{m}\Omega$ 检测电阻器, 以为 LT1787 提供一个 100mV 的全标度输入。输入失调电压把分辨率限制为 2mA 。在忽略焊点上接触电阻的情况下, 每个电阻器端上即使只有 1 平方的 PC 板铜箔, 也将导致 5% 的误差。当监视电流水平升至几十或几百安培时, 该误差将成比例地扩大。

输入噪声滤波

LT1787 具有输入信号滤波引脚 FIL^+ 和 FIL^- , 它们在内部连接至电阻器 R_{G1} 和 R_{G2} 的中间抽头。这些引脚可被用于对进入 LT1787 内部放大器的输入信号进行滤波, 并应在快速电流纹波或瞬态信号有可能流过检测电阻器时使用。高于 LT1787 内部放大器 300kHz 带宽的高频信号将引起误差。一个连接在 FIL^+ 和 FIL^- 之间的电容器可产生一个具有下列转角频率的单极点低通滤波器:

$$f_{-3\text{dB}} = 1/(2\pi RC)$$

式中的 $R = 1.25\text{k}$ 。一个 $0.01\mu\text{F}$ 电容器将生成一个 12.7kHz 极点, 对于许多应用来说, 这是一种上佳的选择。

不应试图由 FIL^+ 和 FIL^- 引脚来进行共模滤波, 这是因为连接在 FIL^+ 和 FIL^- 之间的电容器的失配将产生 AC 共模误差。共模滤波必须在电源输出端上进行。

输出信号范围

LT1787 的输出信号是通过通过对经 R_{G1} 和 R_{G2} 流入输出电阻器 R_{OUT} 的净电流进行加法运算而生成的。不管是单电源应用还是分离电源应用, 引脚 V_{OUT} 和 V_{BIAS} 都可采用多种配置来连接, 以与后面的电路相连。在连接输出引脚时必须谨慎, 以保持信号准确度。对 V_{OUT} 上的信号摆幅的限制是由负电源 V_{EE} 和输入电压 V_S^+ 施加的。在负方向上, 内部电路饱和及准确度损失出现在 $V_{OUT} < 70\text{mV}$ 和绝对最小摆幅为 $V_{EE} + 30\text{mV}$ 的条件下。 V_{OUT} 的正向摆幅可至 V_S^+ 的

1787c

应用信息

0.75V 以内或最大值为 35V，该限值由内部钳位电压设定。在这些约束条件之内，可在 R_{OUT} 的两端产生 R_{SENSE} 电压的一个放大、电平移位版本。

分离电源双极输出摆幅

图 2 示出了 LT1787 与分离电源一起使用的情形。 V_{BIAS} 引脚被连接至地，而输出信号出现在 V_{OUT} 引脚上。当输出正向摆动时，可对双向输入电流进行监视（对于从 V_S^+ 和 V_S^- 流出的电流）。相反方向上的输入电流将导致 V_{OUT} 摆动至地电位以下。图 2 示出了一个连接在 V_{OUT} 和地之间的可选输出电容器。图 3 示出了在这种配置中使用的 LT1787 的电压转移函数。

具有移位 V_{BIAS} 的单电源

图 4 示出了在单电源模式中使用的 LT1787，并采用一个外部 LT1634 电压基准使 V_{BIAS} 引脚电压产生了正向移动。 V_{OUT} 输出信号可摆动至高于或低于 V_{BIAS} ，以实现对流经检测电阻器的正电流或负电流的监视，如图 5 所示。基准电压的选择并不十分重要（一项预防措施除外，即：必须提供足够的峰值储备空间，以使 V_{OUT} 的摆动不至导致内部电路发生饱和）。图 4 中给出的元件参数值允许器件在 V_S 电源低至 3.1V 的条件下正常运作。

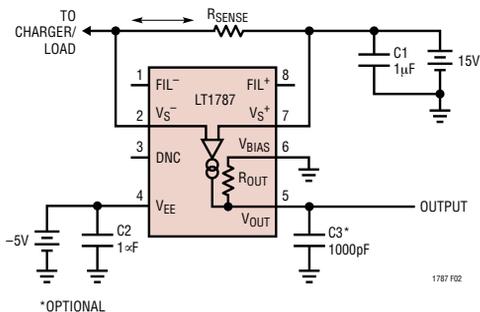


图 2：分离电源操作

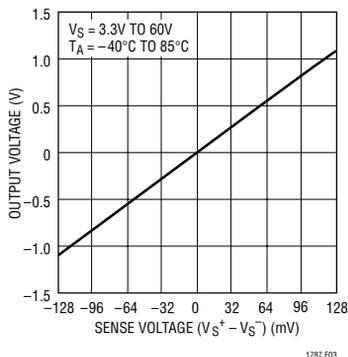


图 3：分离电源输出电压

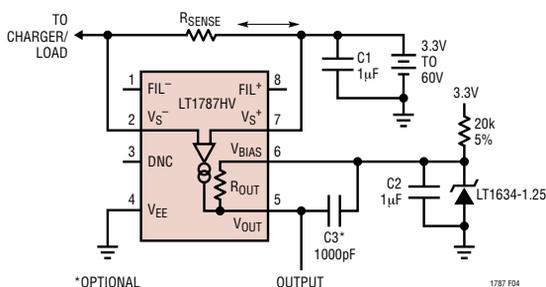


图 4：单电源上的充电/放电电流监视器 ($V_{BIAS} = 1.25V$ 时)

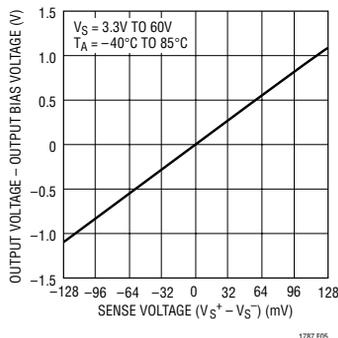


图 5：单电源输出电压 ($V_{BIAS} = 1.25V$ 时)

应用信息

采用 A/D 转换器时的操作

图 6 示出了 LT1787 和 LTC1286 A/D 转换器一起工作时的情形。该低成本电路能够提供 12 位分辨率的单极性电流。电阻分压器 R1 和 R2 给 A/D 转换器的 -IN 引脚施加了 1V 偏压。该电压将随着检测电流的增加而增加，而且，经过放大的检测电压将出现在 A/D 转换器的 -IN 和 +IN 端之间。本数据表的首页上示出了一款相似的电路，该电路采用了一个电压基准，旨在改善准确度和信号范围。LTC1286 转换器采用了其 -IN 和 +IN 输入的顺序采样。如果输入在采样间隔之间移动，则准确度将下降。如果检测电流在一个转换周期之内的变化超过了 1LSB，则可能需要在 FIL⁺ 和 FIL⁻ 之间以及 V_{BIAS} 和 V_{OUT} 之间布设一个滤波电容器。

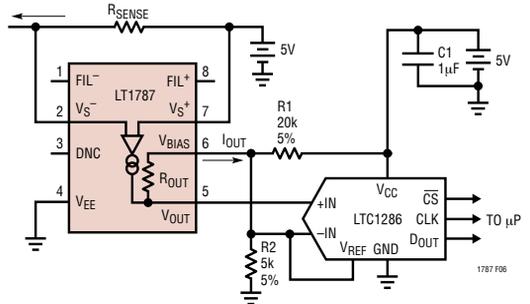


图 6：至 A/D 转换器的单向输出 (V_S⁺ 上为固定电源时)

缓冲输出操作

图 7 示出了采用一个被配置为 I/V 转换器的运算放大器来对 LT1787 的输出进行缓冲的情形。对于非常低电压电源的监视而言，这种配置是一种绝佳的选择。使 LT1787 的 V_{OUT} 引脚电压与出现在运算放大器同相输入端的基准电压保持相等。这使得能够对低至 2.5V 的 V_S 电源进行监视。运算放大器的输出可以在从地至其正电源电压的范围内摆动。运算放大器的低阻抗输出可以比 LT1787 的高输出阻抗更加有效地驱动后面的电路。在采用分离电源电压的场合，I/V 转换器配置也能够出色地工作。

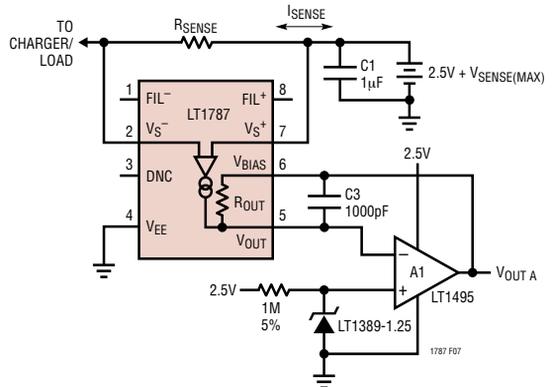


图 7：采用外部电压基准和 I/V 转换器的单电源 2.5V 双向操作

单电源单向操作

图 8 示出了可以采用 LT1787 的最简单线路。V_{BIAS} 引脚被连接至地，而 V_{OUT} 引脚电压随着检测电流的增加而摆动至正值。如图 9 所示，LT1787 的输出摆幅可低至 30mV。在小输出电平条件下，准确度将有所下降，但是，在保护电路应用或检测电流未发生大幅变化的场合中，这并非局限性。可通过把 V_{BIAS} 电平移动至地电位以上来提高低电平准确度。电平移位可通过电阻分压器、电压基准或一个简单的二极管来完成。如果在 V_{BIAS} 和 V_{OUT} 之间对输出信号进行差分检测，则可确保准确度。

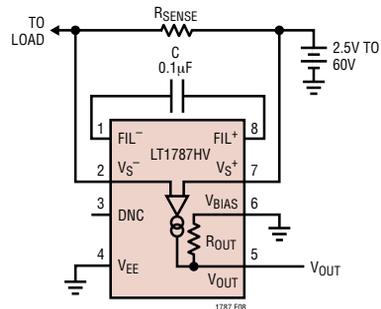


图 8：单向电流检测模式

应用信息

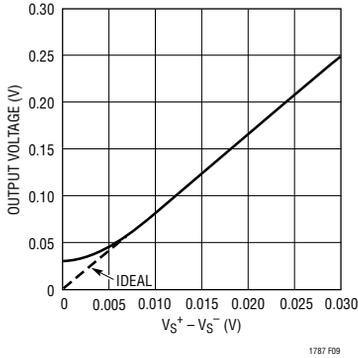


图9：单向输出的扩展标度

调节增益设定值

LT1787可以在所有的操作模式中使用，并用一个外部电阻器替代了内部 20k R_{OUT} 电阻器。当采用

一个外部电阻器时，则把 V_{BIAS} 引脚浮置或连接至 V_{OUT} 引脚。这将把内部 R_{OUT} 从电路中移除。

电压增益将为 $g_m \cdot R_{OUT}$ ，式中的 g_m 为 LT1787 的跨导，典型值为 $400\mu A/V$ 。当采用一个外部 100k 电阻器来代替内部 20k R_{OUT} 时，即可获得数值为 40 的标称增益：

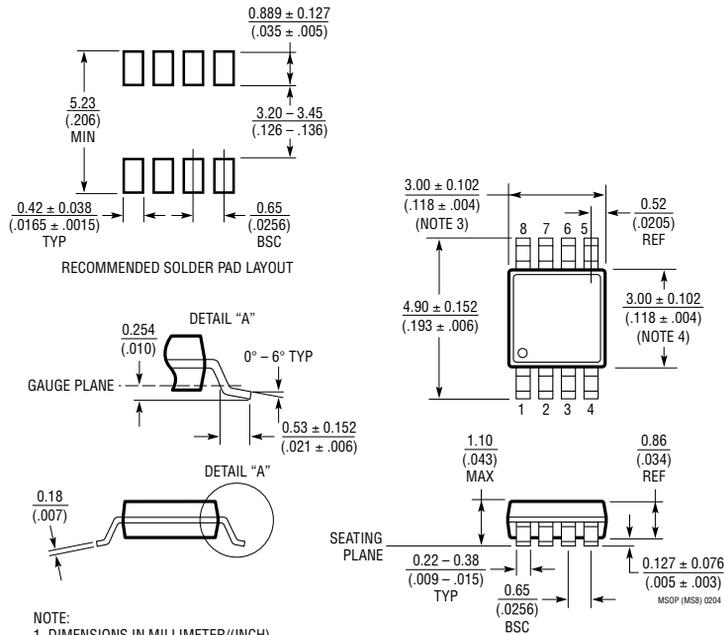
$$A_V = g_m \cdot R_{OUT} = 400\mu A/V \cdot 100k = 40$$

跨导 g_m 由 LT1787 的片内电阻器来设定。这些电阻器匹配良好，但具有宽松的绝对容差。这通常将需要对外部增益设定电阻器进行修整，以实现初始准确度。在修整之后， g_m (因而包括增益) 的温度稳定性将达到 $-200ppm/^\circ C$ 。

对电阻器选择的唯一限制是：必须谨慎地避免由于违反 $V_{S^+} - 0.75V$ 的 V_{OMAX} 规格而导致内部电路发生饱和。

封装描述

MS8 封装 8 引脚塑料 MSOP (LTC DWG # 05-08-1660)

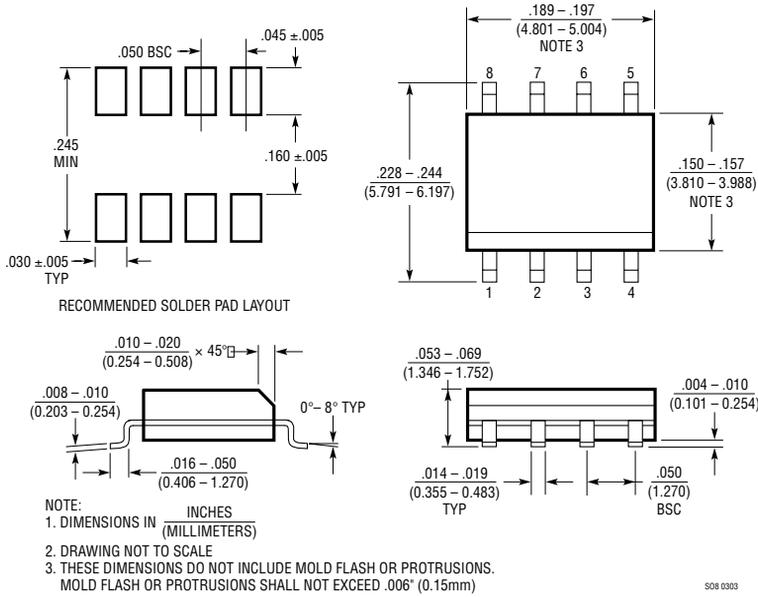


NOTE:

1. DIMENSIONS IN MILLIMETER/(INCH)
2. DRAWING NOT TO SCALE
3. DIMENSION DOES NOT INCLUDE MOLD FLASH, PROTRUSIONS OR GATE BURRS.
MOLD FLASH, PROTRUSIONS OR GATE BURRS SHALL NOT EXCEED 0.152mm (.006") PER SIDE
4. DIMENSION DOES NOT INCLUDE INTERLEAD FLASH OR PROTRUSIONS.
INTERLEAD FLASH OR PROTRUSIONS SHALL NOT EXCEED 0.152mm (.006") PER SIDE
5. LEAD COPLANARITY (BOTTOM OF LEADS AFTER FORMING) SHALL BE 0.102mm (.004") MAX

封装描述

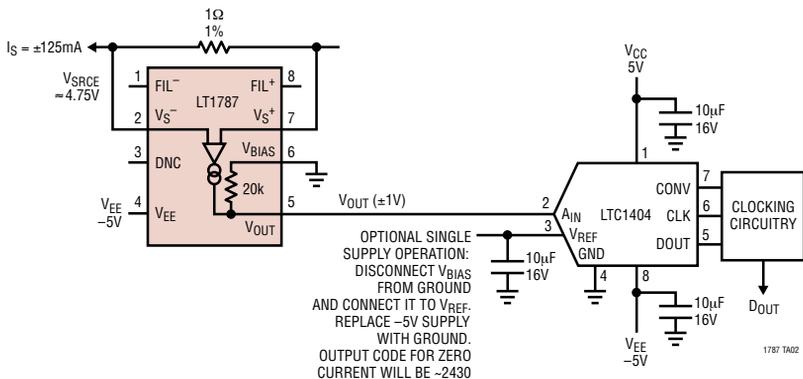
S8 封装
8 引脚塑料小外形 (窄体 0.150)
(LTC DWG # 05-08-1610)



LT1787/1787HV

典型应用

分离或单电源操作，至 A/D 转换器的双向输出



相关器件

器件型号	描述	备注
LTC1043	双通道精准仪表开关电容器单元式部件	120dB CMRR, 3V 至 18V 操作
LT1490/LT1491	双通道和四通道微功率轨至轨输入和输出运算放大器	50 μ A 放大器, 2.7V 至 40V 操作, Over-The-Top™ 输入
LT1620/LT1621	轨至轨电流检测放大器	准确的输出电流设置, 电池充电至 32V

Over-The-Top 是凌力尔特公司的商标。