高精度、轨对轨输入输出运算放大器

概 述

SL8551（单路）、 SL8552（双路）和 SL8554（四路）是一款高精度、轨对轨输入输出的运算放大器。该芯片使用了失调校正技术，因此具有非常低失调电压（典型值 2μV），而且失调电压几乎不会随着温度和时间发生变化。

芯片支持单电源和双电源供电。在单电源供电时，其电源电压的范围为+2.3V 至+5.5V；双电源供电时，其电源电压的范围在±1.15V 至±2.75V。

SL8551 的封装类型主要有 SC70-5，SOT23-5，MSOP-8 和 SOP-8。SL8552 封装类型主要有 MSOP-8 与 SOP-8。SL8554 封装类型主要为 SOP-14。并且所有封装类型的工作温度范围为-40℃至 125℃。

特 点

- 低失调电压：2μV(典型值)
- 零漂移：0.03μv/℃
- 低噪声：30nV/√Hz
  - 0.1Hz 至 10Hz ：噪声 0.55μVPP
- 高 DC 精度：
  - 开环增益：135dB
  - 电源抑制比(PSRR)：110dB
  - 共模抑制比(CMRR)：110dB
- 增益带宽积：2MHz
- 静态电流：220μA(典型值)
- 电源电压范围：±1.15V 至±2.75V
- 输入输出轨对轨

应 用

- 桥式放大器
- 应力计
- 传感器应用
- 温度测量
- 电子称
- 医疗设备

应 用

- 电阻测温器
- 手持测试设备

管脚分布

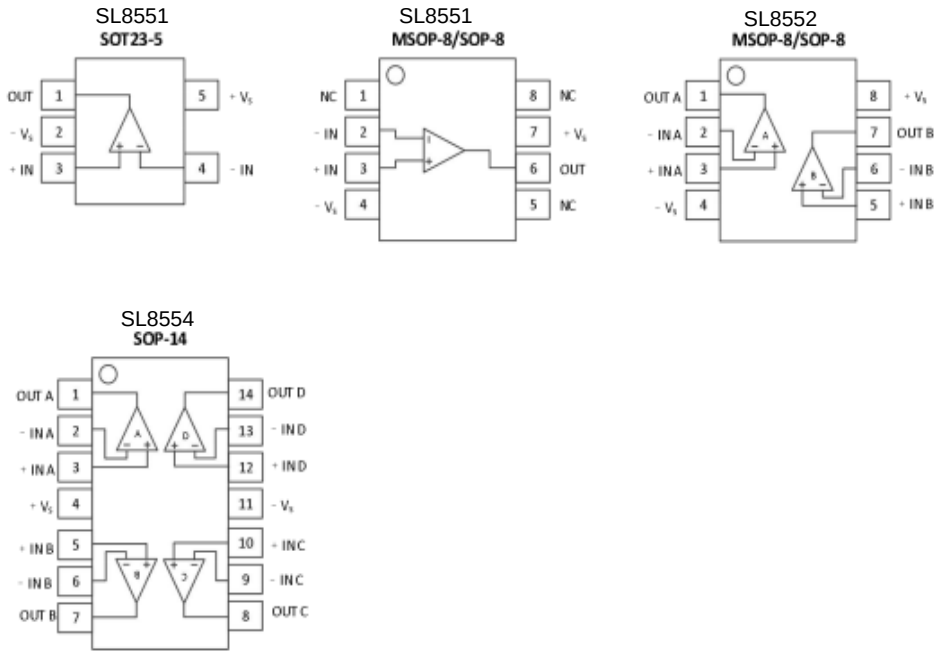


图 1 管脚分布

管脚描述

引脚号	符号	描述
1	-IN	运算放大器的反相输入端，其输入电压范围从（V_{S-}）至（V_{S+}）。
2	+IN	运算放大器的同相输入端，其输入电压范围与反向输入端相同。
3	$+V_S$	正电源端，其电压范围为 2.3V 至 5.5V（±1.15V 至±2.75V）。
4	$-V_S$	负电源端，单电源供电时与地连接。
5	OUT	运算放大器的输出端。
6	N/C	无连接。

订购信息

产品型号	封装	包装数量
SL8551XC5	SC70-5	卷盘 3000 PCS
SL8551XT5	SOT23-5	卷盘 3000 PCS
SL8551XS8	SOP-8	卷盘 4000 PCS
SL8551XV8	MSOP-8	卷盘 3000 PCS
SL8552XS8	SOP-8	卷盘 4000 PCS
SL8552XV8	MSOP-8	卷盘 3000 PCS
SL8554XS14	SOP-14	卷盘 2500 PCS

绝对最大额定值（环境温度为 25℃）

符号	参数	额定值	单位
电源电压		+3，+6(单电源)	V
单输入端	电压	V_{S-}–0.5 至 V_{S+}+0.5	V
	差分电压	±5	V
温度范围	工作温度(2)	-55 至 150	°C
	贮藏温度,T_{STG}	–65 至+150	
	结温,T_J	150	
静电放电（ESD）	人体模型（HBM）	8	kV

备注:

1. 超出绝对最大额定值可能会致使器件的永久性损坏。以上罗列的仅为部分关键性的参数，并不意味其他未被列出的参数可以超出正常的使用范围。长时间在绝对最大额定值下工作可能会影响到器件的可靠性；
2. 器件在任何时候都不能超过最大结温；

电气参数

V_S=+5V，T_A=+25°C，V_{CM}=V_S/2，V_O=V_S/2，R_L=10kΩ，连接至 V_S/2，除非另有说明。

符号	参数	说明	最小值	典型值	最大值	单位
输入特性						
V_{OS}	输入失调电压			2	15	μV
$V_{OS}TC$		T_A=-40℃至+125℃		0.02		μV/°C
I_B	输入偏置电流	V_{CM}=V_S/2		±100		PA
I_{OS}	输入失调电流			±100		PA
V_{CM}	共模输入电压范围	T_A=-40℃至+125℃	V_{S-}		V_{S+}	V
CMRR	共模抑制比	V_{S-}<V_{CM}<V_{S+}	90	110		dB
		T_A=-40℃至+125℃	85			dB
A_{VOL}	开环电压增益	V_{S-}+0.3V<V_O<V_{S+}-0.3V	105	135		dB
		T_A=-40℃至+125℃	100			dB
输出特性						
V_{OH}		R_L=10KΩ	(V_{S+})-12	(V_{S+})-4		mV
		T_A=-40℃至+125℃	(V_{S+})-8			mV
V_{OL}		R_L=10KΩ		(V_{S-})+4	(V_{S-})+12	mV
		T_A=-40℃至+125℃			(V_{S-})+18	mV
I_{SC}	短路输出电流	拉电流	55	65		mA
		T_A=-40℃至+125℃	50			mA
		灌电流	48	55		mA
		T_A=-40℃至+125℃	45			mA
电源特性						
PSRR	电源抑制比	V_S=2.3V 至 5.5V	90	110		dB
		T_A=-40℃至+125℃	80			dB
I_Q	静态电流			220	290	μA
		T_A=-40℃至+125℃			380	μA
噪声特性						
e_n	输入电压噪声	f=0.1Hz 至 10Hz		550		nVpp
	输入电压噪声噪声	f=1KHz		30		nV/√Hz
动态特性						
GBW	增益带宽积			2		MHz
SR	压摆率	G=±1		0.8		V/μs
t_{OR}	过载恢复时间	V_{IN}×G=V_S		50		μs

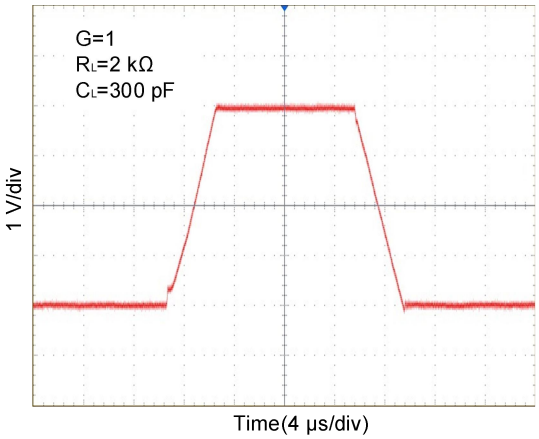
电气参数

V_S=±2.7V，T_A=+25°C，V_{CM}=V_S/2，V_O=V_S/2，R_L=10kΩ，连接至 V_S/2，除非另有说明。

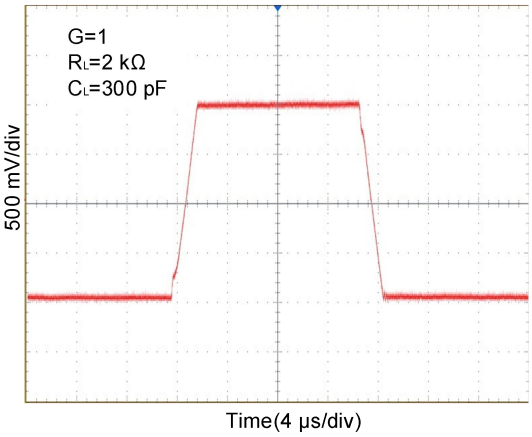
符号	参数	说明	最小值	典型值	最大值	单位
输入特性						
V_{OS}	输入失调电压			2	15	μV
$V_{OS}TC$		T_A=-40℃至+125℃		0.02		μV/°C
I_B	输入偏置电流	V_{CM}=V_S/2		±100		PA
I_{OS}	输入失调电流			±100		PA
V_{CM}	共模输入电压范围	T_A=-40℃至+125℃	V_{S-}		(V_{S+})	V
CMRR	共模输入抑制比	V_{S-}<V_{CM}<V_{S+}	90	110		dB
		T_A=-40℃至+125℃	80	100		dB
A_{VOL}	开环电压增益	V_{S-}+0.3V<V_O<V_{S+}-0.3V	105	135		dB
		T_A=-40℃至+125℃	95			dB
输出特性						
V_{OH}		R_L=10KΩ	(V_{S+})-12	(V_{S+})-3		mV
		T_A=-40℃至+125℃	(V_{S+})-18			mV
V_{OL}		R_L=10KΩ		(V_{S-})+3	(V_{S-})+12	mV
		T_A=-40℃至+125℃			(V_{S-})+18	mV
I_{SC}	短路输出电流	拉电流	17	24		mA
		T_A=-40℃至+125℃	14			
		灌电流	15	20		mA
		T_A=-40℃至+125℃	12			
电源特性						
PSRR	电源抑制比	V_S=2.3V 至 5.5V	90	110		dB
		T_A=-40℃至+125℃	80			
I_Q	静态电流			200	290	μA
		T_A=-40℃至+125℃			380	
噪声特性						
e_n	输入电压噪声	f=0.1Hz 至 10Hz		550		nVpp
	输入电压噪声密度	f=1KHz		30		nV/√Hz
动态特性						
GBW	增益带宽积			2		MHz
SR	压摆率	G＝±1		0.8		V/μs
t_{OR}	过载恢复时间	V_{IN}×G=V_S		50		μs

典型性能特性

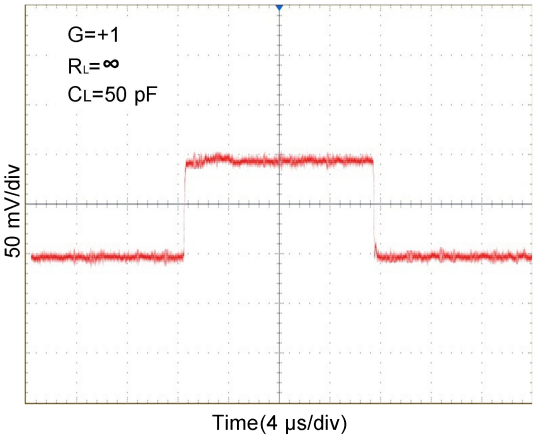
V_S=+5V，T_A=+25°C，V_{CM}=V_S/2，V_O=V_S/2，R_L=10kΩ连接至 V_S/2，除非另有说明。



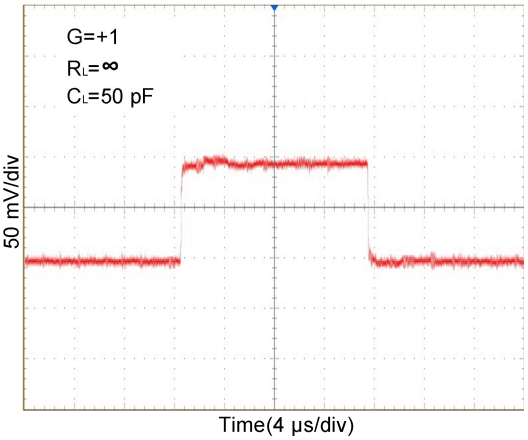
大信号阶跃响应+5V



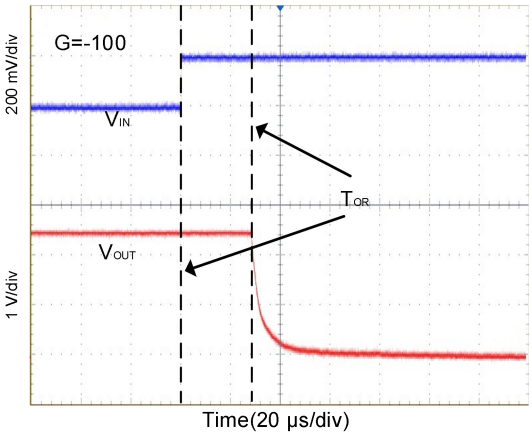
大信号阶跃响应+2.7V



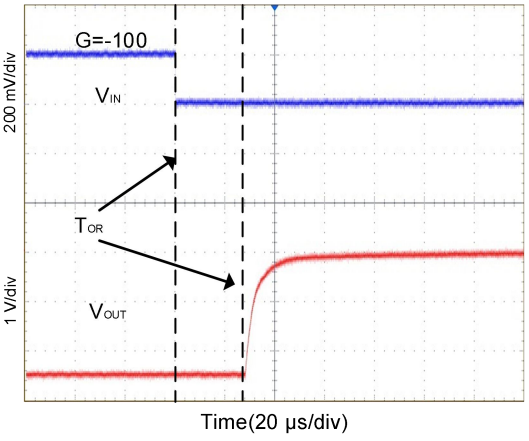
小信号阶跃响应+5V



小信号阶跃响应+2.7V



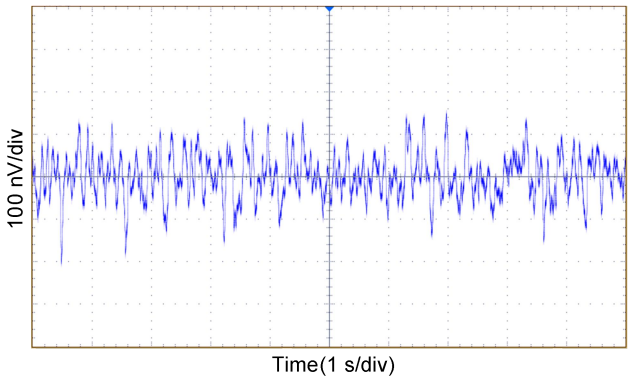
正过载恢复



负过载恢复

典型性能特性

V_S=+5V，T_A=+25℃，V_{CM}=V_S/2，V_O=V_S/2，R_L=10kΩ连接至 V_S/2，除非另有说明。



0.1Hz 至 10Hz 噪声

应用注释

1. 工作特性

SL855X 系列的规定电源电压为 2.3V 至 5.5V（±1.15V 至±2.75V）。规定的工作温度为-40℃至+125℃。与电源电压和温度有关的参数可参考经典特性部分。

2. 容性负载及其稳定性

单位增益跟随器（缓冲器）是对容性负载最敏感的电路。直接驱动容性负载会使运算放大器的相位裕度降低从而导致输出振铃甚至震荡。在需要较大容性负载驱动力的应用场合中，需要在输出端和电容负载端增加一个隔离电阻 R_{ISO}，如图 1 所示。该隔离电阻 R_{ISO} 和容性负载 C_L 会增加一个零点，从而提高了稳定性。R_{ISO} 的值越大，其输出越稳定。但这种处理方式会使得增益的精度降低，因为 R_{ISO} 和负载电阻 R_L 形成了分压网络。

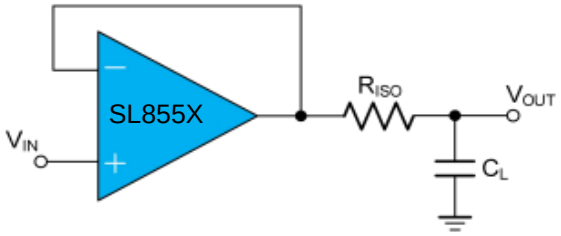


图 1　间接驱动重的容性负载

一种更加优秀的电路如图 2 所示。这种电路的稳定性不仅好，而且其 DC 精度高。使用一个 R_F 电阻将反相端和输出相连，可以有效的提高 DC 精度。C_F 和 R_{ISO} 用来补偿相位裕度的损失。通过一个他高通元件，将输出信号反馈到反相输入端，达到了保证整体反馈环路的相位裕度的目的。

对于没有缓冲器的电路，有其他两种方式来提高相位裕度：1）提高运算放大器的增益，或 2）防止一个与反馈电阻想并联的电容来补偿反相输入端的寄生电容。

应用注释

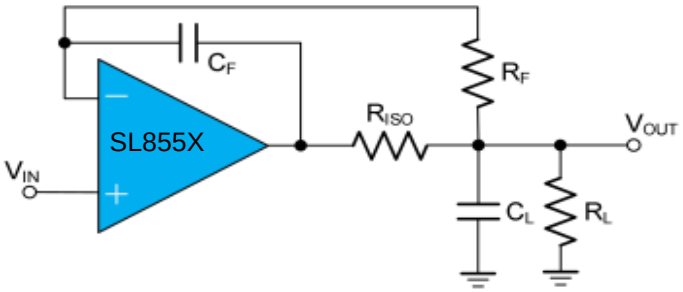


图 2　直接驱动容性负载且具有高的 DC 精度

3. 输入偏置电流的时钟馈通

SL855X 系列内部采用开关来校正运算放大器固有的失调和漂移。但在内部开关在开关切换的瞬间会使得输入偏置电流产生一定的突变。这些脉冲持续时间非常短，不足以被放大器放大，但它们却可以通过反馈网络耦合到输出端。防止该现象的最有效方法是使用低通滤波器，如 RC 网络。

4. 布局指南

为了能够实现设备最佳运行性能，在设计印刷电路板（PCB）时，应遵循以下的布局原则。

A.将地划分为数字地和模拟地两个部分，并且应合理规划电流回流至地的路径，避免数字信号的回流引向到模拟信号。若使用多层 PCB 板，以设置其中的一层为地，这样不仅有助于散热，而且可以有效的降低 EMI 噪声。

B.为了尽可能的降低寄生电容的大小和塞贝克效应，外部的器件（如反馈电阻等）应该尽可能的靠近器件。

C.输入信号的导线应该尽可能的短，并且应该远离电源线或其他数字信号线。

D.每个电源引脚和地之间应该连接一个低 ESR、0.1μF 的陶瓷旁路电容，并尽可能的靠近器件。在单电源的场合中，使用一个电容连接至 V+和地之间。

E.关键的布线周围可以考虑加一个低阻、受驱动的保护环。保护坏可以显著地减少附近不同电位的漏电流。

5. 低侧电流采样

应用注释

如图 3 所示，运算放大器构成了低侧电流采样电路。负载电流（I_{LOAD}）在电阻 R_{SHUNT} 产生压差被 SL855X 放大。在电源电压不变的情况下，可以通过改变电阻 R_{SHUNT} 和闭环放大倍数改变输出电压范围。

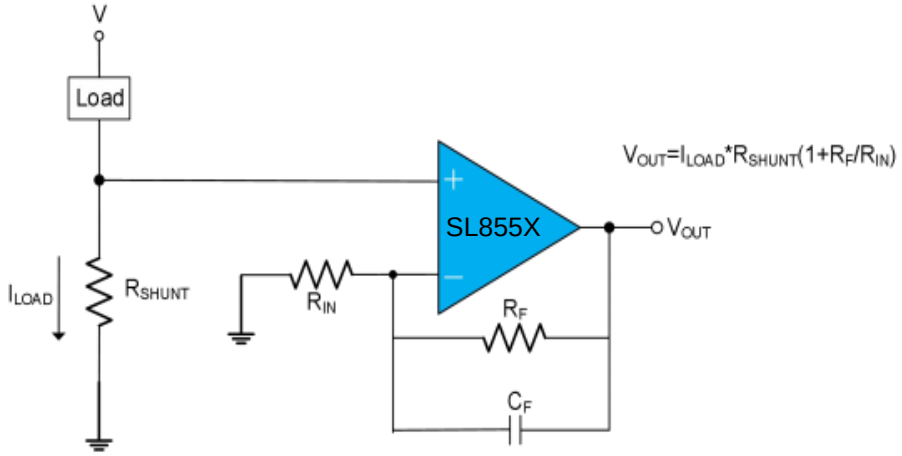


图 3　低侧电流采样电路

6. 桥式放大器

如图 4 所示，　SL855X 系列组成桥式放大器。

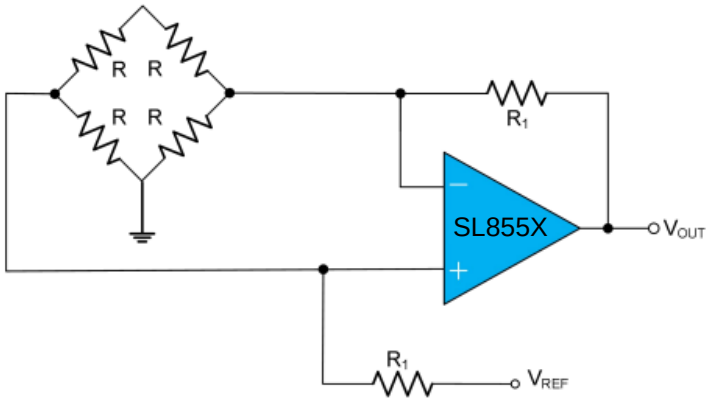


图 4　桥式放大器

7. 可编程电压源

应用注释

如图 5 所示， SL855X 系列、DAC、功率放大器组成了一个高精度的可编程电源。利用电容电阻搭建了放大器电路，将 DAC 的输出电压进行放大，放大倍数为 1+R4/R1。在输入电压变化范围很宽的场合， SL855X 具备高精度和低漂移的特性。

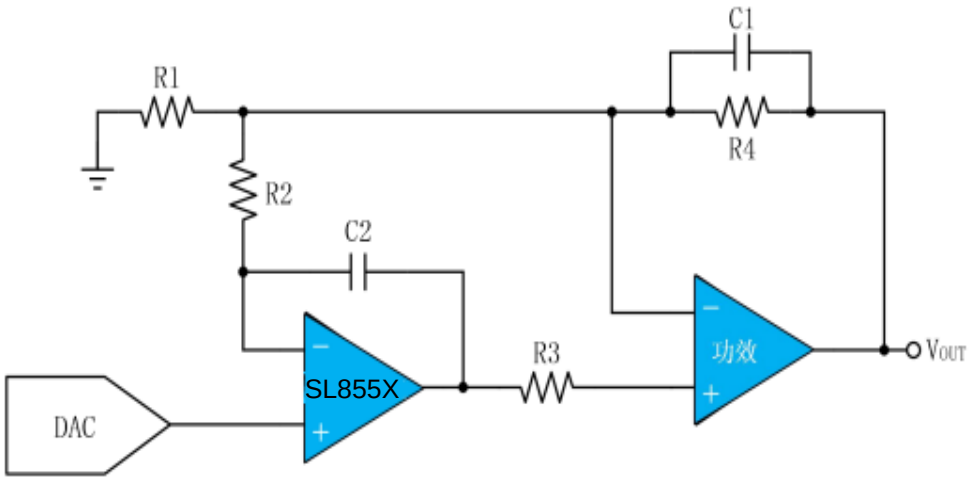
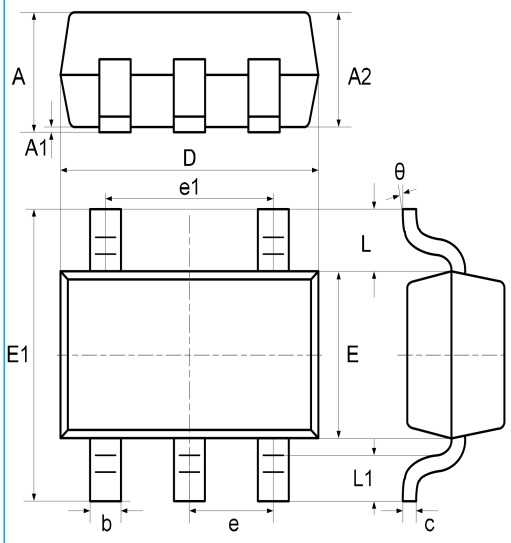


图 5 可编程电压源

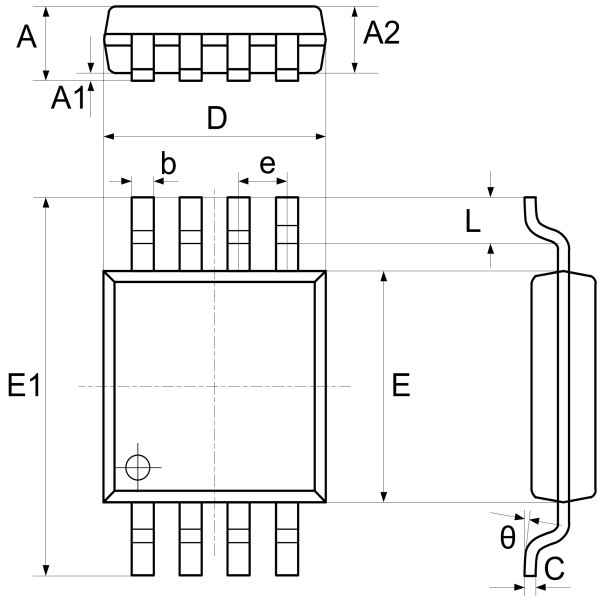
封装信息

SOT23-5



Symbol	Dimensions In Millimeters		Dimensions In Inches	
	Min	Max	Min	Max
A	1.040	1.350	0.042	0.055
A1	0.040	0.150	0.002	0.006
A2	1.000	1.200	0.041	0.049
b	0.380	0.480	0.015	0.020
c	0.110	0.210	0.004	0.009
D	2.720	3.120	0.111	0.127
E	1.400	1.800	0.057	0.073
E1	2.600	3.000	0.106	0.122
e	0.950 typ.		0.037 typ.	
e1	1.900 typ.		0.078 typ.	
L	0.700 ref.		0.028 ref.	
L1	0.300	0.600	0.012	0.024
θ	0°	8°	0°	8°

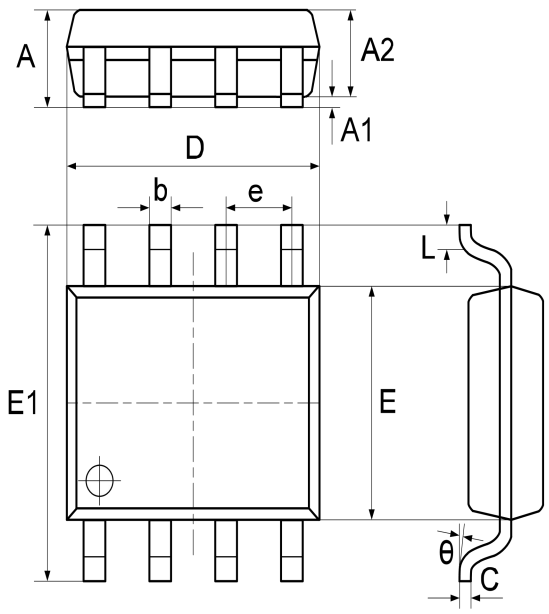
MSOP-8



Symbol	Dimensions In Millimeters		Dimensions In Inches	
	Min	Max	Min	Max
A	0.800	1.100	0.033	0.045
A1	0.050	0.150	0.002	0.006
A2	0.750	0.950	0.031	0.039
b	0.290	0.380	0.012	0.016
C	0.150	0.200	0.006	0.008
D	2.900	3.100	0.118	0.127
E	2.900	3.100	0.118	0.127
E1	4.700	5.100	0.192	0.208
e	0.650 typ.		0.026 typ.	
L	0.400	0.700	0.016	0.029
θ	0°	8°	0°	8°

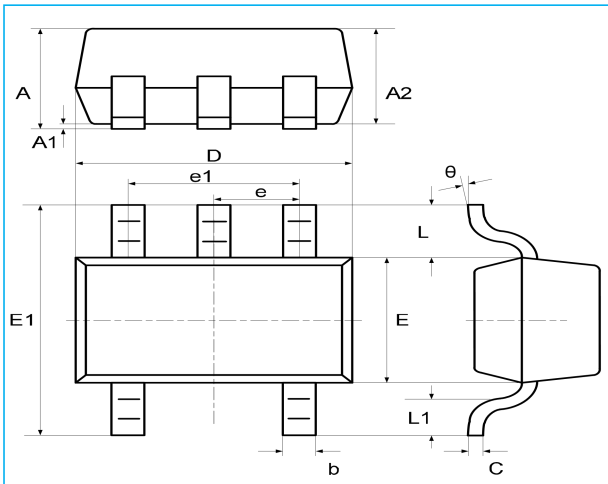
封装信息

SOP-8



Symbol	Dimensions In Millimeters		Dimensions In Inches	
	Min	Max	Min	Max
A	1.370	1.670	0.056	0.068
A1	0.070	0.170	0.003	0.007
A2	1.300	1.500	0.053	0.061
b	0.306	0.506	0.013	0.021
C	0.203 typ.		0.008 typ.	
D	4.700	5.100	0.192	0.208
E	3.820	4.020	0.156	0.164
E1	5.800	6.200	0.237	0.253
e	1.270 typ.		0.050 typ.	
L	0.450	0.750	0.018	0.306
θ	0°	8°	0°	8°

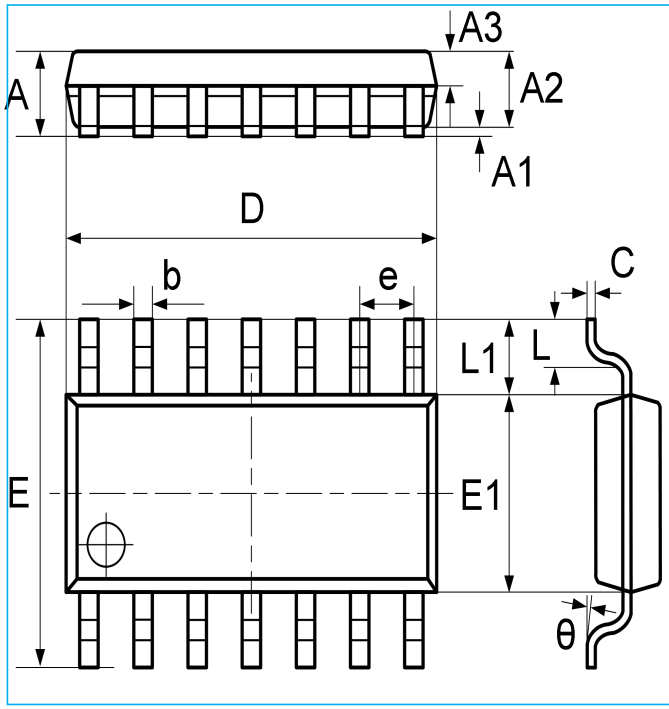
SC70-5



Symbol	Dimensions In Millimeters		Dimensions In Inches	
	Min	Max	Min	Max
A	0.800	1.100	0.035	0.043
A1	0.000	0.100	0.000	0.004
A2	0.800	0.900	0.035	0.039
b	0.150	0.350	0.006	0.014
C	0.080	0.150	0.003	0.006
D	1.8500	2.150	0.079	0.087
E	1.100	1.400	0.045	0.053
E1	1.950	2.200	0.085	0.096
e	0.850 typ.		0.026 typ.	
e1	1.200	1.400	0.047	0.055
L	0.42 ref.		0.021 ref.	
L1	0.260	0.460	0.010	0.018
θ	0°	8°	0°	8°

封装信息

SOP-14



Symbol	Dimensions In Millimeters		Dimensions In Inches	
	Min	Max	Min	Max
A	1.450	1.850	0.059	0.076
A1	0.100	0.300	0.004	0.012
A2	1.350	1.550	0.055	0.063
A3	0.550	0.750	0.022	0.031
b	0.406 typ.		0.017 typ.	
C	0.203 typ.		0.008 typ.	
D	8.630	8.830	0.352	0.360
E	5.840	6.240	0.238	0.255
E1	3.850	4.050	0.157	0.165
e	1.270 typ.		0.050 typ.	
L1	1.040 ref.		0.041 ref.	
L	0.350	0.750	0.014	0.031
θ	2°	8°	2°	8°