

概 述

SL721（单路）、SL722（双路）、SL723（单路带关断）和 SL724（四路）是一款低噪声、低压低功耗的运算放大器，可被广泛应用。SL721/2/3/4 具有 11MHz 的增益带宽积和 10V/ μ s 的转换速率，其中，SL723 具有断电禁用功能，可以将电源电流降低到 1 μ A 以下。

SL721/2/3/4 的设计是为了在低压低噪声系统中提供最佳性能，它们为大型负载提供轨对轨输出摆幅，芯片的输入共模电压范围包括地，最大输入失调电压为 3.5mV。芯片可工作在工业温度范围（-40 $^{\circ}$ C 至 +125 $^{\circ}$ C）内，工作电源电压范围为 2.3V 到 5.5V。

SL721 的封装类型主要有 SC70-5，SOT23-5 和 SOP-8，SL722 封装类型主要有 SOP-8，MSOP-8，TSSOP-8 和 DFN2*2-8，SL723 的封装类型主要包括 SOT23-6 和 SOP-8，SL724 的封装类型主要包括 SOP-14，TSSOP-14 和 QFN-16。

特 点

- 高转换速率: 10V/ μ s
- 增益带宽积: 11MHz
- 达到 0.1%的建立时间: 0.35 μ s
- 过载恢复时间: 0.6 μ s
- 低噪声: 12nV/ $\sqrt{Hz}$ @ f=1kHz
- 输入输出轨对轨
 - 输入电压范围: -0.1V 至 +5.6V ($V_S=5.5V$)
- 静态电流: 1000 μ A(Typ.)
- 工作电压范围: +2.3V 至 +5.5V
- 工作温度范围: -40 $^{\circ}$ C 至 +125 $^{\circ}$ C

应 用

- 传感器
- 音频
- 有源滤波器
- A/D 转换器
- 通讯
- 测试设备

管脚分布

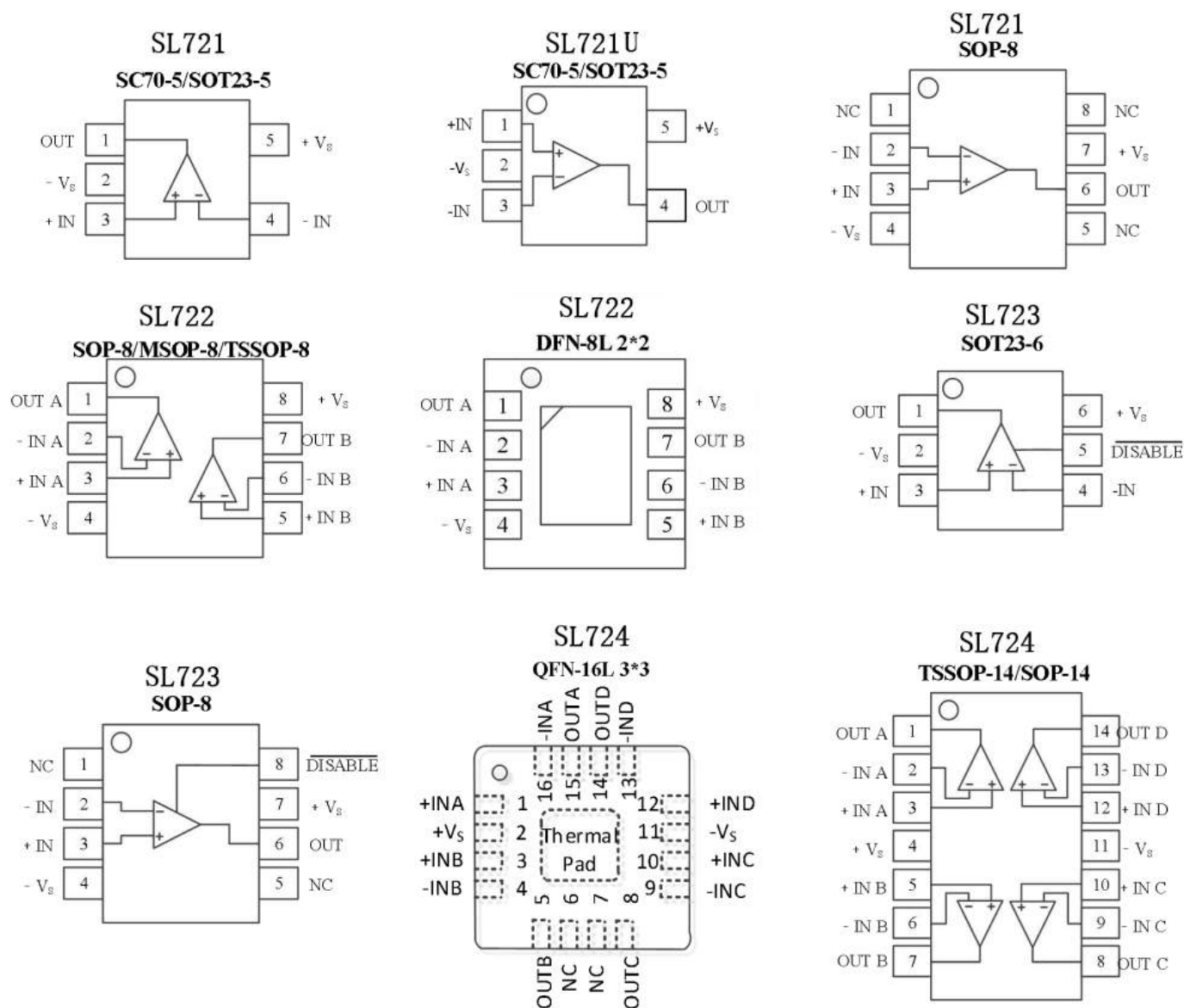


图 1 管脚分布

管脚描述

符号	描述
-IN	负极（反相）输入端。
+IN	正极（同相）输入端。
-INA, -INB -INC, -IND	运算放大器的反相输入端，其输入电压范围从（ $V_S-0.1V$ ）至（ $V_{S+}+0.1V$ ）。
+INA, +INB +INC, +IND	运算放大器的同相输入端，其输入电压范围与反相输入端的相同。
+V _S	正电源端，其电压范围为 2.3V 至 5.5V（ $\pm 1.15V$ 至 $\pm 2.75V$ ）。
-V _S	负电源端，单电源供电时它与地连接。
OUT	输出端。
OUTA, OUTB OUTC, OUTD	运算放大器的输出端。
$\overline{\text{DISABLE}}$	使能端。
NC	无连接。

订购信息

型号	封装	包装数量
SL721XC5	SC70-5	卷盘, 3000
SL721XT5	SOT23-5	卷盘, 3000
SL721UXC5	SC70-5	卷盘, 3000
SL721UXT5	SOT23-5	卷盘, 3000
SL721XS8	SOP-8	卷盘, 4000
SL722XV8	MSOP-8	卷盘, 3000
SL722XS8	SOP-8	卷盘, 4000
SL722XT8	TSSOP-8	卷盘, 3000
SL722XF8	DFN-8	卷盘, 3000
SL723XT6	SOT-23-6	卷盘, 3000
SL723XS8	SOP-8	卷盘, 4000
SL724XS14	SOP-14	卷盘, 2500
SL724XT14	TSSOP-14	卷盘, 3000
SL724XF16	QFN-16	卷盘, 3000

绝对最大额定值 ($T_A = 25^\circ\text{C}$)

符号	参数	额定值	单位
V_S	电源电压	$\pm 3, 6$ (单电源)	V
V_{CM}	单输入端	$V_{S-} - 0.3$ 至 $V_{S+} + 0.3$	V
V_{DM}		± 5	V
T_A	工作温度范围	-40 至 125	$^\circ\text{C}$
T_{STG}	储存温度范围	-65 至 $+150$	$^\circ\text{C}$
T_J	结温	150	$^\circ\text{C}$
ESD(HBM)	静电释放 (人体模型)	± 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，并不意味着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. 芯片在任何时候都不能超过最大结温。

电气参数

($V_S = 5V$, $T_A = +25^\circ C$, $V_{CM} = V_S/2$, $V_O = V_S/2$, $R_L = 10k\Omega$ 连接至 $V_S/2$, 除非另有说明)

符号	参数	条件	最小值	典型值	最大值	单位
输入特性						
V _{OS}	输入失调电压		-3.5	0.5	+3.5	mV
V _{OS} TC	输入失调电压漂移	T _A =-40℃至+125℃		3		μV/℃
I _B	输入偏置电流	V _{CM} =V _S /2		1		pA
I _{OS}	输入失调电流			1		pA
V _{CM}	共模输入电压范围	T _A =-40℃至+125℃	V _S -0.1		V _S +0.1	V
CMRR	共模抑制比	-0.1V<V _{CM} <3.5V	70	90		dB
		T _A =-40℃至+125℃		80		
		-0.1V<V _{CM} <5.1V	65	85		
		T _A =-40℃至+125℃		75		
A _{VOL}	开环电压增益	R _L =600Ω, 0.2V<V _O <4.8V	80	88		dB
		T _A =-40℃至 125℃		80		
		R _L =10kΩ, 0.1V<V _O <4.9V	90	102		
		T _A =-40℃至+125℃		90		
输出特性						
V _{OH}	高输出电压摆幅	R _L =600Ω		V _S -65		mV
		R _L =10kΩ		V _S -7		
V _{OL}	低输出电压摆幅	R _L =600Ω		50		mV
		R _L =10kΩ		5		
I _{SC}	短路输出电流	拉电流		70		mA
		灌电流		70		
电源特性						
V _S	工作电压范围		2.3		5.5	V
PSRR	电源抑制比	V _S =2.7V 至 5V V _{CM} =V _S +0.5V	70	90		dB
		T _A =-40℃至+125℃		85		
I _Q	静态电流	I _{OUT} =0		1000	1300	μA
		T _A =-40℃至+125℃			1700	
I _{shut}	禁用时电源电流 (仅限 SL723)			0.1	2	μA

电气参数

($V_S = 5.0V$, $T_A = +25^\circ C$, $V_{CM} = V_S/2$, $V_O = V_S/2$, $R_L = 10k\Omega$ 连接至 $V_S/2$, 除非另有说明)

符号	参数	条件	最小值	典型值	最大值.	单位
噪声特性						
e_n	输入电压噪声密度	$f=1kHz$		12		$nV/\sqrt{Hz}$
		$f=10kHz$		8		$nV/\sqrt{Hz}$
断电禁用（仅限 SL723）						
	开启时间			1		μs
	关断时间			0.3		μs
	$\overline{DISABLE}$ 关断电压				0.8	V
	$\overline{DISABLE}$ 开启电压		2			V
动态特性						
GBP	增益带宽积			11		MHz
φ_o	相位裕度			60		°
SR	压摆率	G=1,2V 输出阶跃		10		V/ μs
t_s	达到 0.1%建立时间	G=1,2V 输出阶跃		0.35		μs
t_{OR}	过载恢复时间	$V_{IN} \times G = V_S$		0.6		μs

典型性能特性

($V_S=+5V$, $T_A=25^{\circ}C$, $V_{CM}=V_S/2$, $V_O=V_S/2$, $R_L=10k\Omega$ 连接至 $V_S/2$, 除非另有说明)

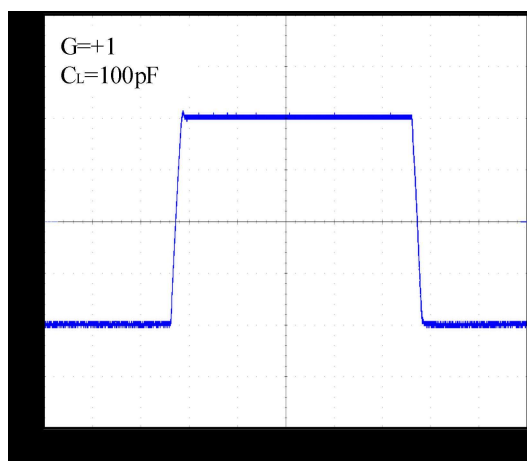


图 2 2.3V 大阶跃响应

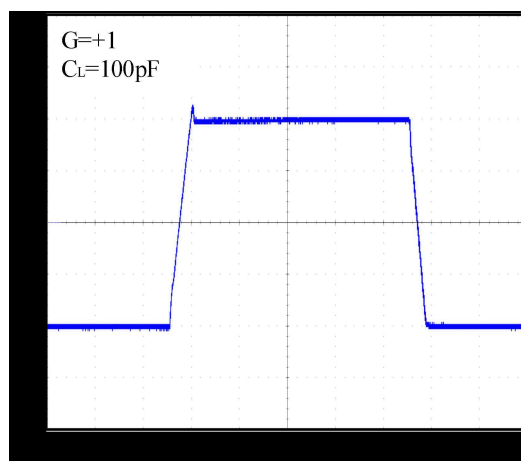


图 3 5V 大阶跃响应

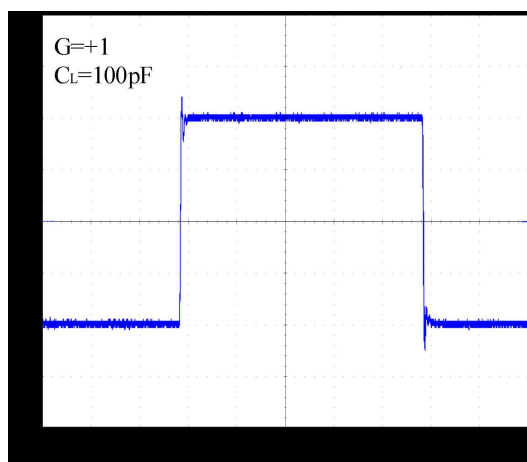


图 4 2.3V 小阶跃响应

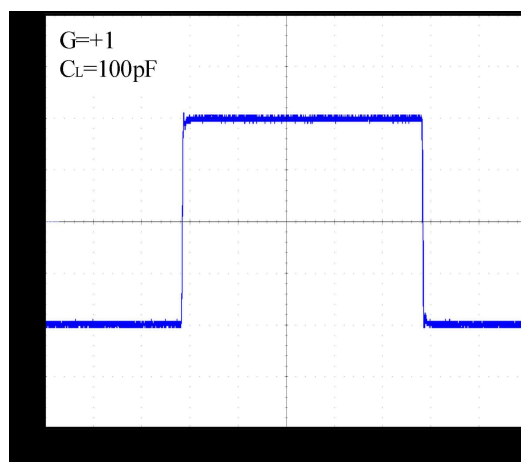


图 5 5V 小阶跃响应

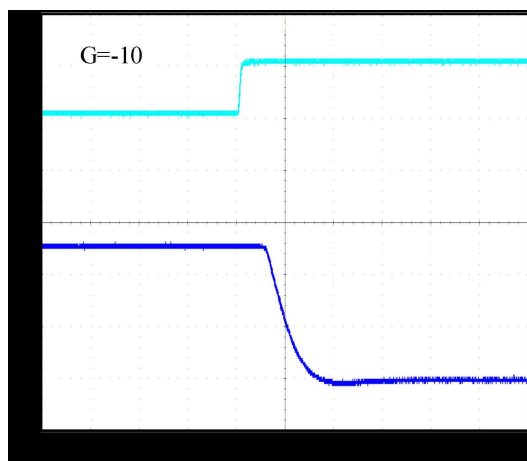


图 6 正过载恢复

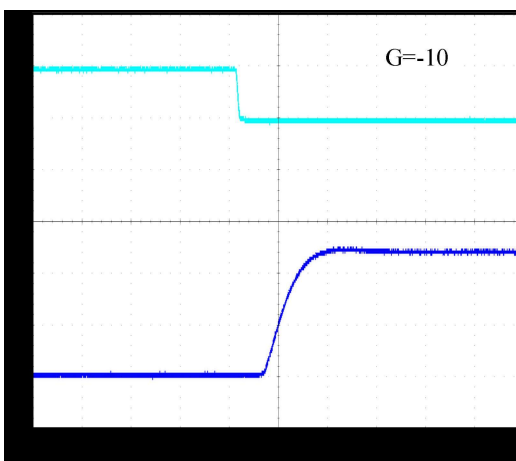


图 7 负过载恢复

典型性能特性

($V_S=+5V$, $T_A=25^{\circ}C$, $V_{CM}=V_S/2$, $V_O=V_S/2$, $R_L=10k\Omega$ 连接至 $V_S/2$, 除非另有说明.)

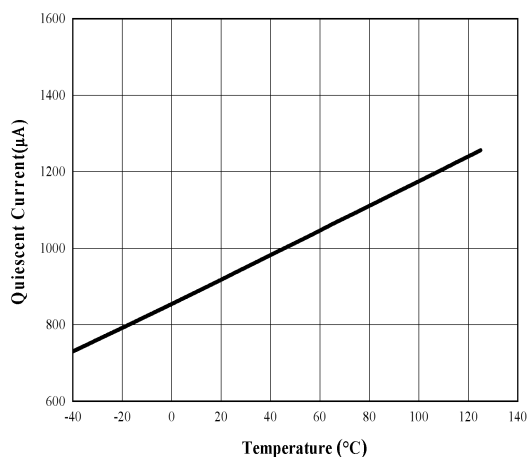


图 8 2.3V 静态电流与温度的关系

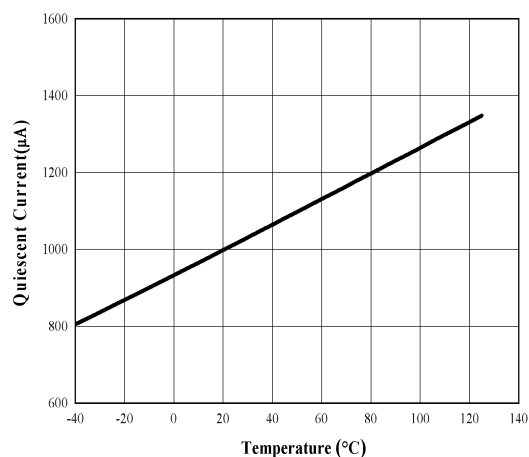


图 9 5V 静态电流与温度的关系

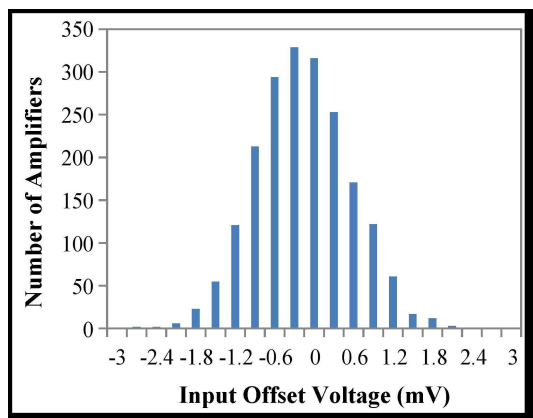


图 10 输入失调电压占比

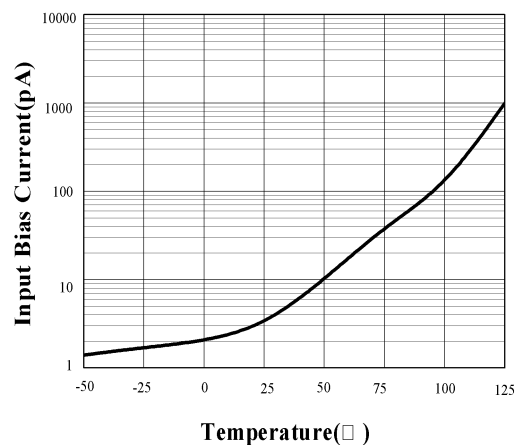


图 11 输入偏置电流与温度的关系

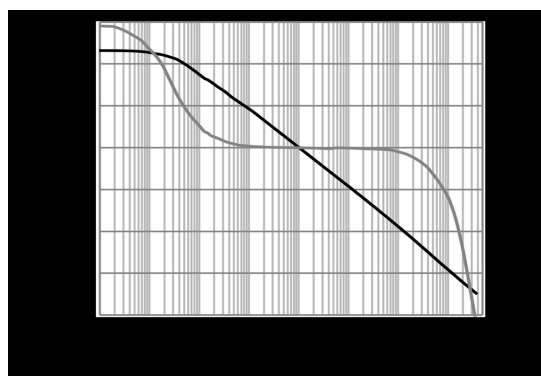


图 12 开环增益和相位与频率的关系

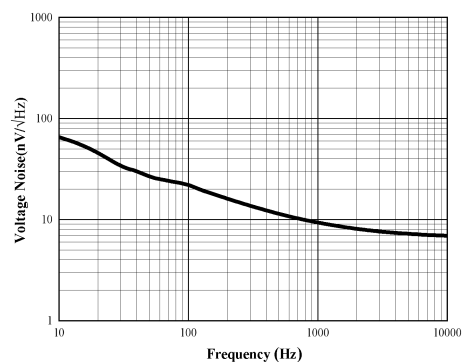


图 13 输入电压噪声谱密度与频率的关系

应用注释

1. 工作特性

SL72x 工作电压范围为 2.3V 至 5.5V ($\pm 1.15V$ 至 $\pm 2.75V$)，工作温度范围为 $-40^{\circ}C$ 到 $+125^{\circ}C$ 。在典型特性中，展示了与工作电压或温度有显著差异的参数。

2. 容性负载及其稳定性

SL72x 可以在单位增益电路中直接驱动 1000pF 电容下保证不振荡，单位增益跟随器对容性负载最敏感，器直接驱动电容负载降低了放大器的相位裕度，从而导致振荡甚至振荡。如果应用电路中需要更大的容性驱动能力，则应该在输出和容性负载之间使用隔离电阻，如图 14 所示，隔离电阻 R_{ISO} 和负载电容 C_L 形成零点以增加稳定性。 R_{ISO} 阻值越大， V_{OUT} 将会更稳定，注意，由于 R_{ISO} 和 R_L 形成分压器，这种方法会导致增益精度的损失。

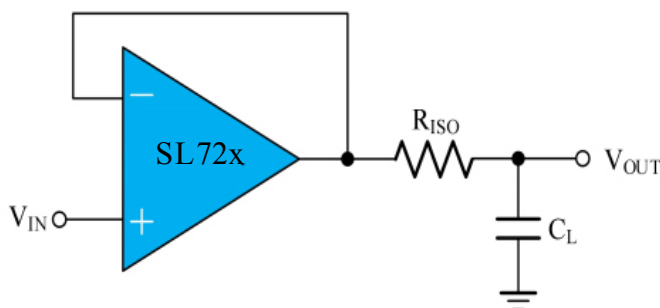


图 14 间接驱动大的容性负载

改进版电路如图 15 所示，其提供了直流精度和交流稳定性，电阻 R_F 通过将反相信号与输出相连接来保证直流精度。

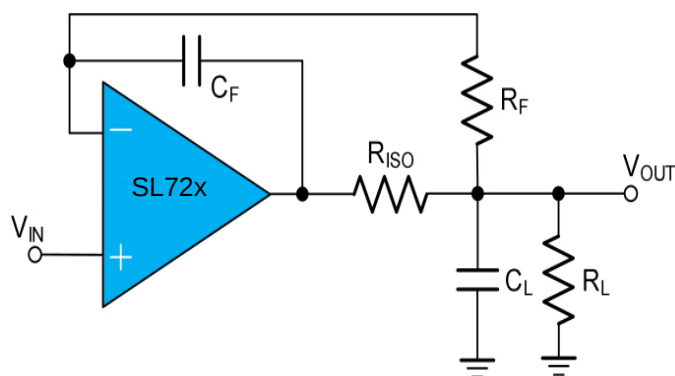


图 15 间接驱动电容负载与直流精度

应用注释

3. 输入偏置电流

SL72x 系列是 CMOS 运放系列芯片，具有非常低的 pA 级输入偏置电流。低输入偏置电流允许放大器用于高阻抗电源的应用，但必须注意尽量减少 PCB 表面泄漏。

4. 电源布局和旁路

SL72x 的工作电压范围在单电源时为 +2.3V 至 +5.5V，双电源时为 ± 1.15 至 ± 2.75 V。对于单电源操作，使用陶瓷电容器（即 0.01 μ F 到 0.1 μ F）绕过电源 V_S ，陶瓷电容器应位于 V_S 引脚附近（为获得良好的高频性能，应在 2mm 以内）。双电源操作时， V_{S+} 和 V_{S-} 引脚应分别通过 0.1 μ F 陶瓷电容器旁路到地。大容量电容器（即 2.2 μ F 或更大的钽电容）在 100mm 范围内，提供大的、慢的电流以及更好的性能。这种大容量电容器可以与其他模拟部件共用。

PCB 板应通过减少运放输入、输出杂散电容的数量来优化性能。为了减少杂散电容，将外部元件尽可能靠近器件来使连线长度和宽度最小化，同时尽可能使用贴片器件。对于运放，强烈建议将其直接焊接到板上，尽可能保持高频大电流的环路面积小，以减少电磁干扰（电磁接口）。

5. 接地

在 SL72x 电路设计中，接地层是非常重要的，感应地回线中电流路径的长度会产生不需要的电压噪声，宽的接地面积会降低寄生电感。

6. 输入输出耦合

为了最小化电容耦合，输入输出信号线不应该平行，这有助于减少不必要的正面反馈。

7. 布局指南

为了实现电路的最佳运行性能，在设计印刷电路板（PCB）时，应遵循以下的布局原则：

A. 为了尽可能地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）应该尽可能地靠近芯片。

B. 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。

C. 每个电源引脚和地之间应该连接一个低 ESR、0.1- μ F 的陶瓷旁路电容，并尽可能地靠近芯片。在单电源的场合中，使用一个电容连接至电源和地之间。

应用注释

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

8. 差分放大器

图 16 中的电路为差分放大电路。如果电阻比率相等 ($R_4/R_3=R_2/R_1$)，那么 $V_{OUT}=(V_p-V_n)*R_2/R_1+V_{REF}$ 。

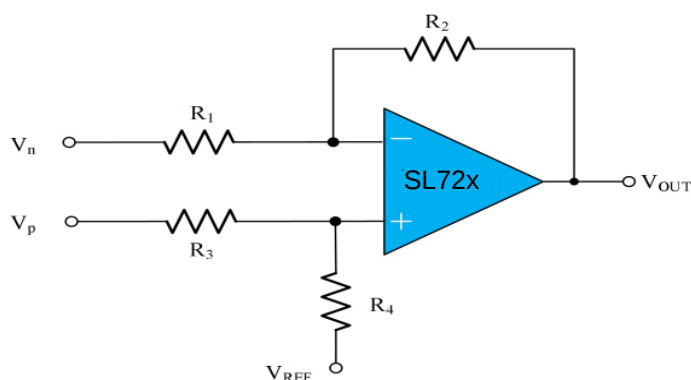


图 16 差分放大器

9. 仪表放大器

图 17 中的电路具有高输入阻抗，所执行的功能与图 16 相同。

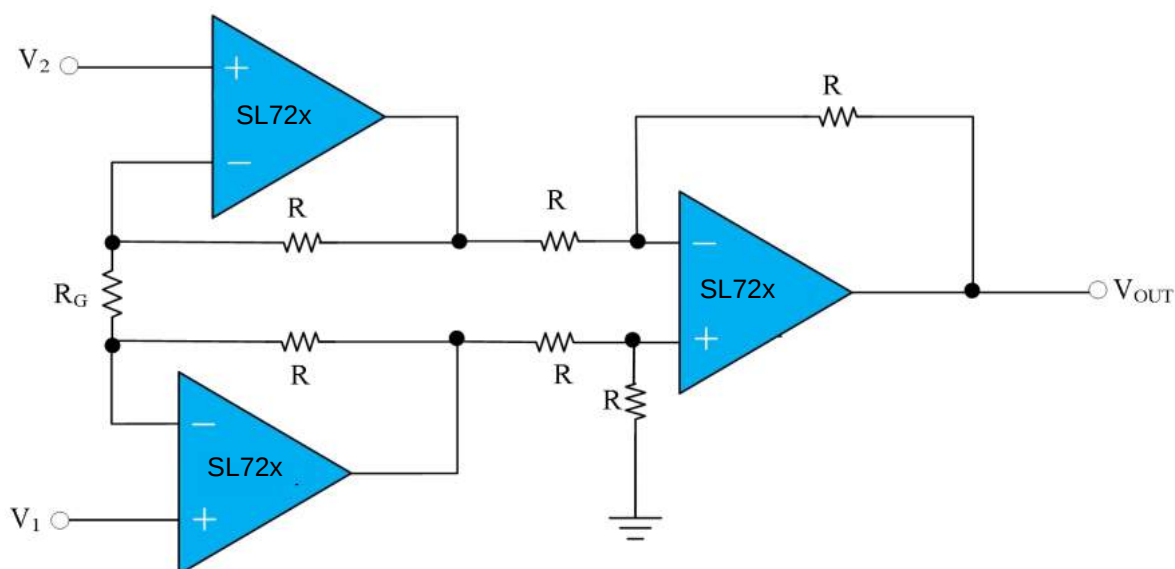


图 17 仪表放大器

应用注释

10. 低通有源滤波器

图 18 所示的低通滤波器的 DC 增益为 $(-R_2/R_1)$ ，-3dB 角频率为 $1/(2\pi R_2 C)$ 。确保滤波器带宽在放大器的带宽之内。大的反馈电阻与寄生电容耦合，会引起高速放大器的振铃或震荡等不良影响，保持电阻阻值尽可能小，并与输出负载考虑相一致。

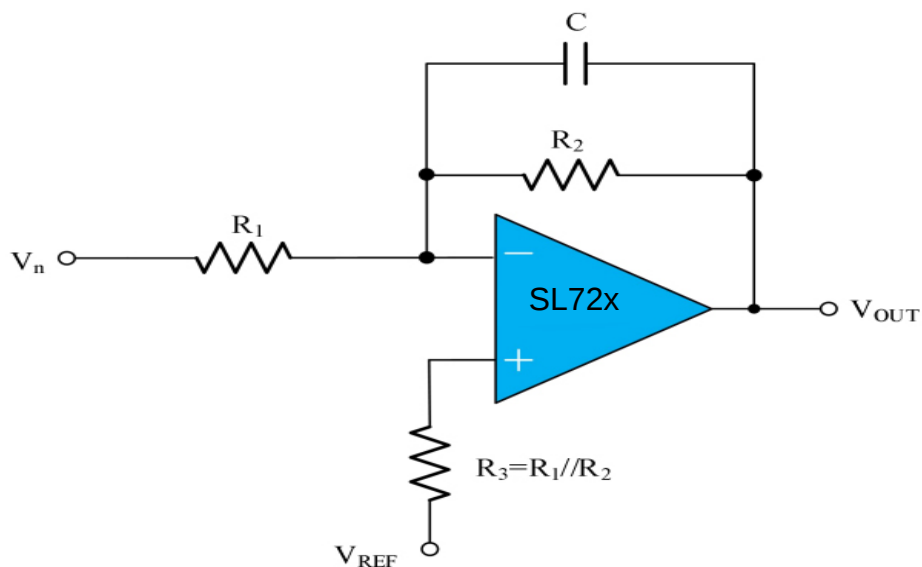
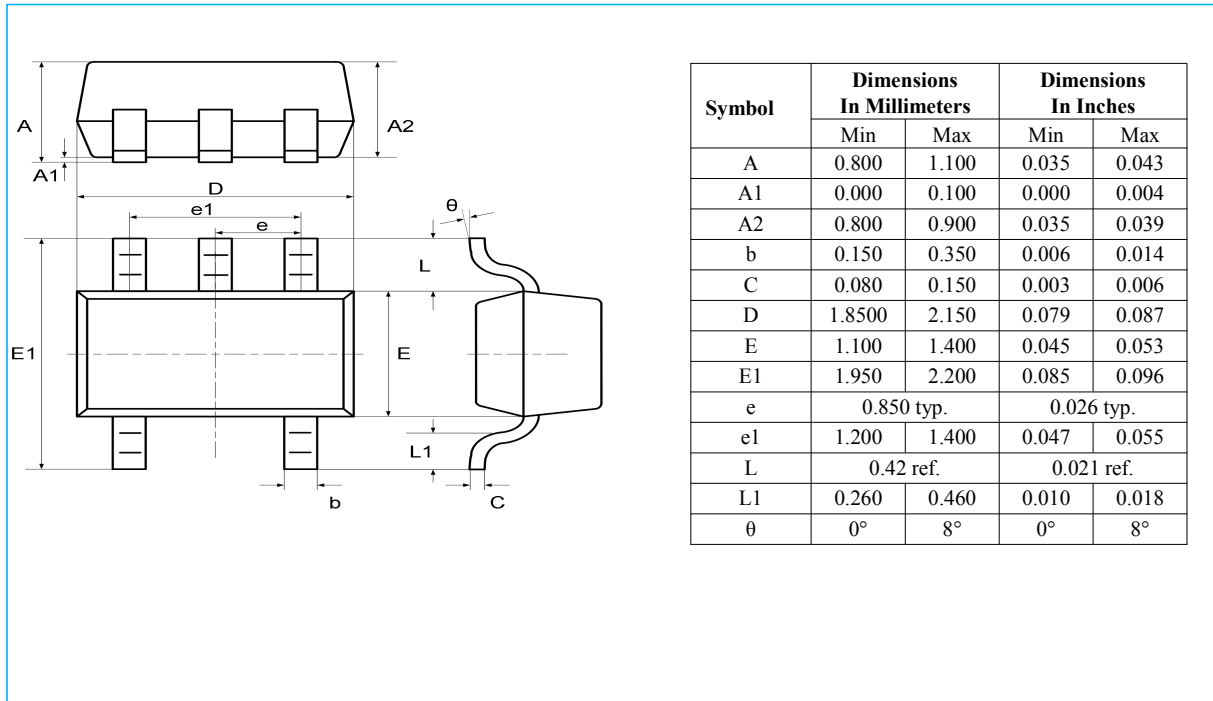


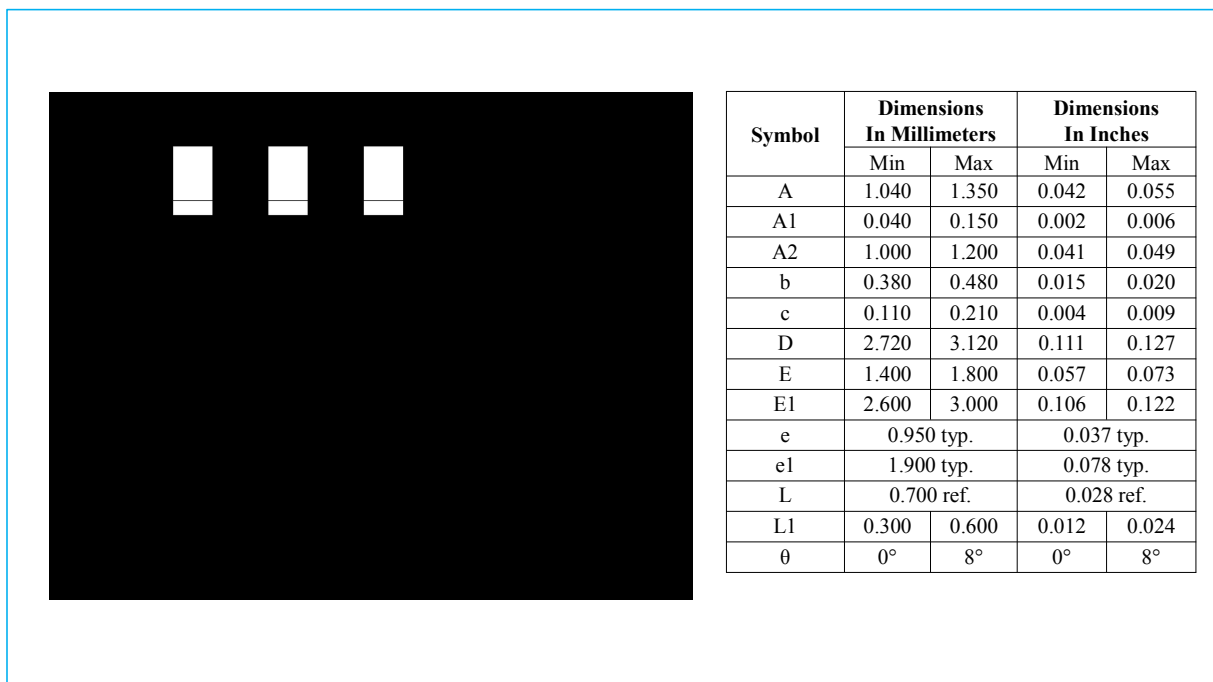
图 18 低通有源滤波器

封装信息

SC70-5



SOT23-5



封装信息

SOT23-6

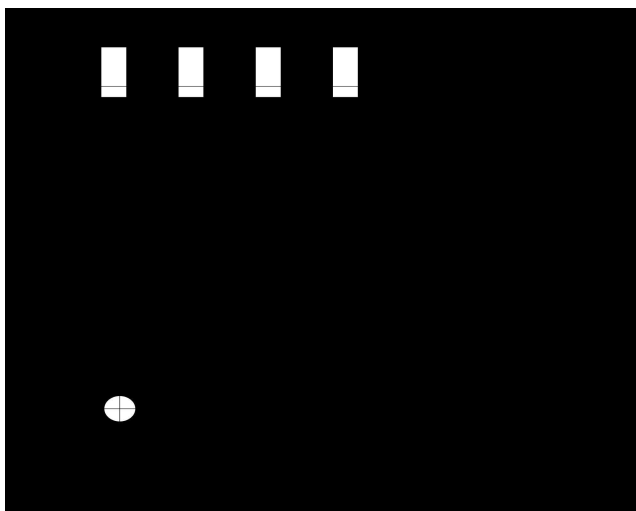
Symbol	Dimensions In Millimeters		
	Min	NOM	Max
A	1.050	1.150	1.250
A1	0.000	0.060	0.150
A2	1.000	1.100	1.200
A3	0.550	0.650	0.750
D	2.820	2.920	3.020
E	1.510	1.610	1.710
E1	2.600	2.800	3.000
b	0.300	0.400	0.500
e	0.950BSC		
θ	0°	4°	8°
L	0.300	0.420	0.570
c	0.100	0.152	0.200

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°

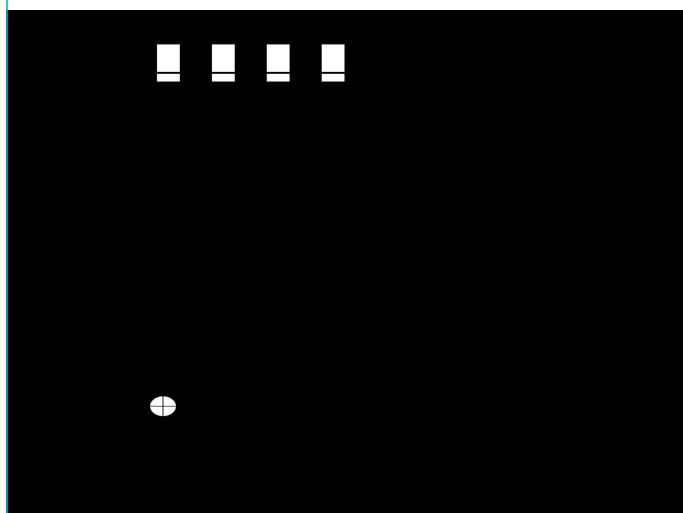
封装信息

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°

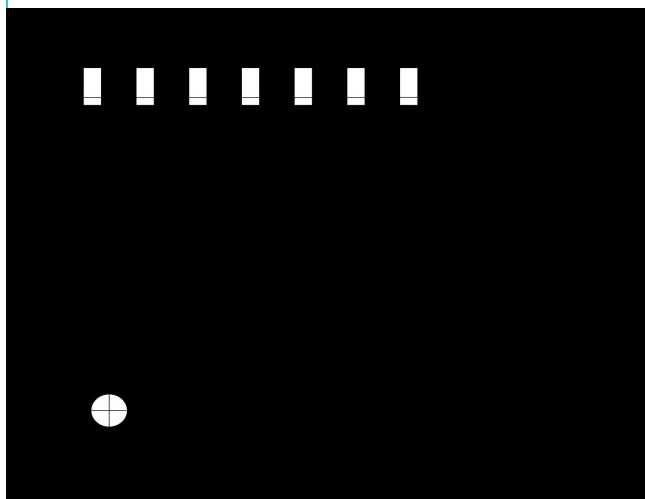
TSSOP-8



Symbol	Dimensions In Millimeters		
	Min	Nom	Max
A	-	-	1.200
A1	0.050	-	0.150
A2	0.900	1.000	1.050
A3	0.390	0.440	0.490
b	0.200	-	0.280
C	0.130	-	0.170
D	2.900	3.000	3.100
E	6.200	6.400	6.600
E1	4.300	4.400	4.500
e	0.65BSC		
L	0.450	-	0.750
L1	1.000 ref		
θ	0°	-	8°

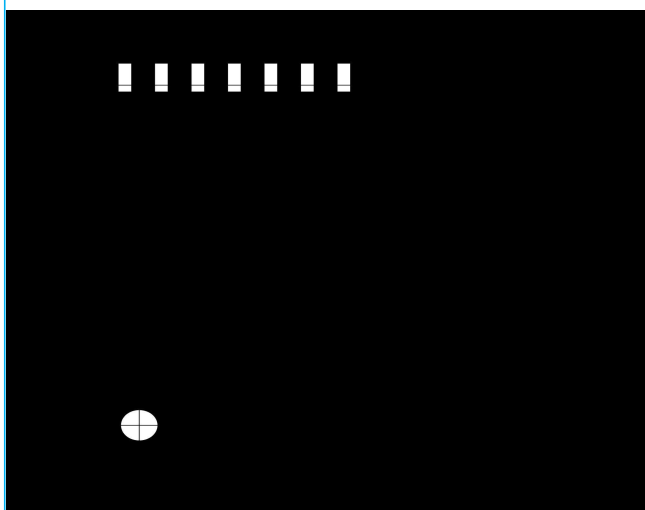
封装信息

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	0.406typ.		0.017typ.	
C	0.203typ.		0.008typ.	
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°

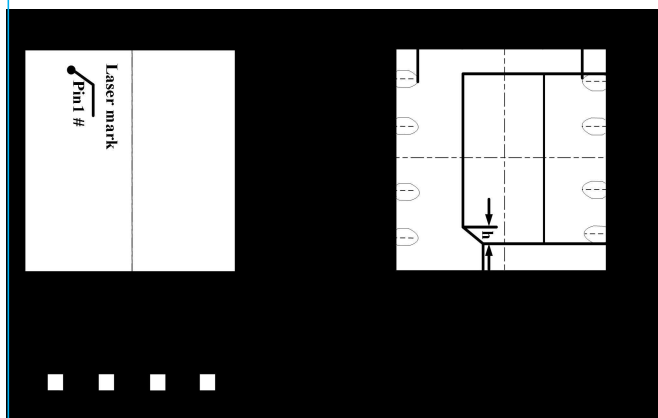
TSSOP-14



Symbol	Dimensions In Millimeters		Dimensions In Inches	
	Min	Max	Min	Max
A	-	1.200	-	0.0472
A1	0.050	0.150	0.002	0.006
A2	0.900	1.050	0.037	0.043
A3	0.390	0.490	0.016	0.020
b	0.200	0.290	0.008	0.012
C	0.130	0.180	0.005	0.007
D	4.860	5.060	0.198	0.207
E	6.200	6.600	0.253	0.269
E1	4.300	4.500	0.176	0.184
e	0.650 typ.		0.0256 typ.	
L1	1.000 ref.		0.0393 ref.	
L	0.450	0.750	0.018	0.031
θ	0°	8°	0°	8°

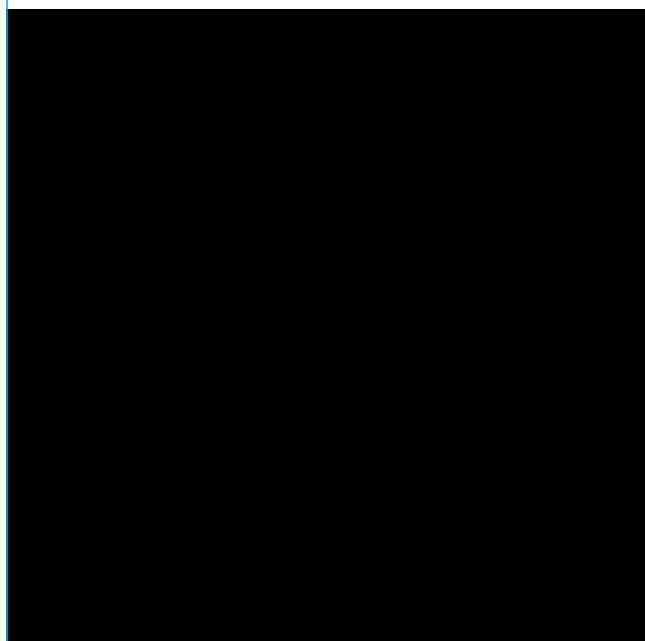
封装信息

DFN8-L 2*2



Symbol	Dimensions		
	In Millimeters		
	Min	Nom	Max
A	0.700	0.750	0.800
A1	0.000	0.020	0.050
A3	0.203REF		
b	0.200	0.2500	0.300
b1	0.180REF		
D	1.900	2.000	2.100
E	1.900	2.000	2.100
e	0.500BSC		
D1	0.500	0.600	0.700
E1	1.100	1.200	1.300
L	0.300	0.350	0.40
K	0.35REF		
h	0.200REF		

QFN16-L 3*3



Symbol	Dimensions		
	In Millimeters		
	Min	Nom	Max
A	0.700	0.750	0.800
A1	0.000	0.020	0.050
A3	0.203REF		
b	0.200	0.2500	0.300
D	2.900	3.000	3.100
E	2.900	3.000	3.100
e	0.500BSC		
D1	1.700	1.800	1.900
E1	1.700	1.800	1.900
L	0.200	0.300	0.400
K	0.300REF		
h	0.300REF		