

特点

- 轨至轨输入和输出
- 低噪声：1kHz 时为 18nV/√Hz
- 低功耗：550μA（典型值）
- 高增益带宽：8MHz
- 工作电源电压范围：2.5V 至 5.5V
- 低输入偏置电流：1pA（典型值）
- 低输入失调电压：1.9mV（最大值）
- 低偏移电压漂移：±0.5μV/°C（典型值）
- ESD 内部保护：±4kV 人体模型 (HBM)
- 扩展温度范围：-40°C 至 +125°C

应用

- 电池供电类 应用
- 电机控制
- 电源模块
- HVAC：采暖、通风和空调
- 洗衣机
- 冰箱
- 医疗仪器
- 有源滤波器
- 传感器信号调节
- 音频接收器
- 车用信息娱乐

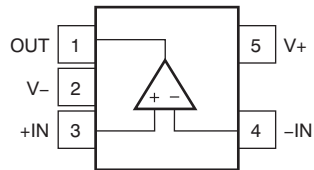
说明

TSV91x 系列单通道、双通道和四通道运算放大器专为通用应用。此系列器件具有轨至轨输入和输出 (RRIO) 摆幅、宽带宽 (8MHz) 和低失调电压 (0.3mV 典型值) 等特性，专为需要在速度与功耗之间实现良好平衡的各种应用而设计。该运算放大器单位增益稳定，具有极低输入偏置电流，这些特性使其适用于具有高源阻抗的应用。该系列器件还具有低输入偏置电流，适用于传感器接口、电池供电和便携式应用以及有源滤波。

TSV91x 采用稳健耐用的设计，方便电路设计人员使用。特性包括具有单位增益稳定的集成 RFI-EMI 抑制滤波器，在过驱条件下不会出现反相，以及具有高静电放电 (ESD) 保护 (4kV HBM)。

引脚配置和功能

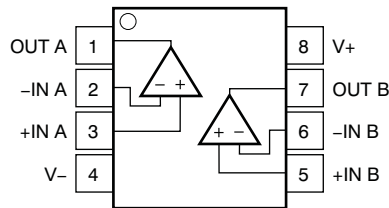
TSV911 5 引脚 SOT-23



引脚功能：TSV911

引脚		I/O	说明
名称	编号		
-IN	4	I	反相输入
+IN	3	I	同相输入
OUT	1	O	输出
V-	2	—	负（最低）电源或接地（对于单电源供电）
V+	5	—	正（最高）电源

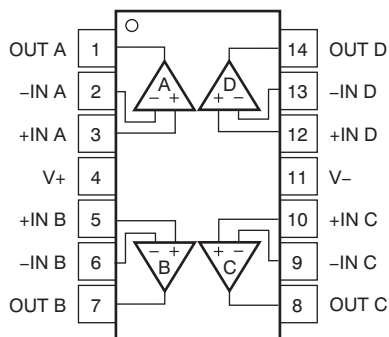
TSV912 8 引脚 SOP-8



引脚功能：TSV912

引脚		I/O	说明
名称	编号		
-IN A	2	I	反相输入，通道 A
+IN A	3	I	同相输入，通道 A
-IN B	6	I	反相输入，通道 B
+IN B	5	I	同相输入，通道 B
OUT A	1	O	输出，通道 A
OUT B	7	O	输出，通道 B
V-	4	—	负（最低）电源或接地（对于单电源供电）
V+	8	—	正（最高）电源

TSV914 14 引脚 SOP-14



引脚功能：TSV914

引脚		I/O	说明
名称	编号		
-IN A	2	I	反相输入，通道 A
+IN A	3	I	同相输入，通道 A
-IN B	6	I	反相输入，通道 B
+IN B	5	I	同相输入，通道 B
-IN C	9	I	反相输入，通道 C
+IN C	10	I	同相输入，通道 C
-IN D	13	I	反相输入，通道 D
+IN D	12	I	同相输入，通道 D
OUT A	1	O	输出，通道 A
OUT B	7	O	输出，通道 B
OUT C	8	O	输出，通道 C
OUT D	14	O	输出，通道 D
V-	11	—	负（最低）电源或接地（对于单电源供电）
V+	4	—	正（最高）电源

对最大额定值

在自然通风温度下测得

			最小值	最大值	单位
电源电压				6	V
信号输入引脚	电压 ⁽²⁾	共模	$(V-) - 0.5$	$(V+) + 0.5$	V
		差模		$(V+) - (V-) + 0.2$	
	电流 ⁽²⁾		-10	10	mA
输出短路 ⁽³⁾			连续		mA
额定温度, T_A			-40	125	°C
结温, T_J				150	
贮存温度, T_{stg}			-65	150	

(1) 应力超出“绝对最大额定值”下列出的值可能会对器件造成永久损坏。这些列出的值仅仅是极端条件下的应力额定值，并不表示器件在这些条件下以及在“建议运行条件”以外的任何其他条件下能够正常运行。长时间处于绝对最大额定条件下可能会影响器件的可靠性。

(2) 输入引脚被二极管钳制至电源轨。对于摆幅能超过电源轨 0.5V 的输入信号，应将其电流限制在 10mA 或者更低。

(3) 对地短路，每个封装对应一个放大器。

建议运行条件

在自然通风温度范围内测得

		最小值	最大值	单位
V_S	电源电压	2.5	5.5	V
额定温度范围		-40	125	°C

热性能信息：TSV912

热指标		TSV912			单位
		D (SOP)	DGK (VSSOP)	DSG (WSON)	
		8 引脚	8 引脚	8 引脚	
$R_{\theta JA}$	结至环境热阻	157.6	201.2	94.4	°C/W
$R_{\theta JC(top)}$	结至外壳 (顶部) 热阻	104.6	85.7	116.5	°C/W
$R_{\theta JB}$	结至电路板热阻	99.7	122.9	61.3	°C/W
Ψ_{JT}	结至顶部特征参数	55.6	21.2	13	°C/W
Ψ_{JB}	结至电路板特征参数	99.2	121.4	61.7	°C/W
$R_{\theta JC(bot)}$	结至外壳 (底部) 热阻	不适用	不适用	34.4	°C/W

热性能信息：TSV914

热指标		TSV914		单位
		D (SOP)	PW (TSSOP)	
		14 引脚	14 引脚	
$R_{\theta JA}$	结至环境热阻	106.9	205.8	°C/W
$R_{\theta JC(top)}$	结至外壳 (顶部) 热阻	69	106.7	°C/W
$R_{\theta JB}$	结至电路板热阻	63	133.9	°C/W
Ψ_{JT}	结至顶部特征参数	25.9	34.4	°C/W
Ψ_{JB}	结至电路板特征参数	62.7	132.6	°C/W

气特性： V_S (总电源电压) = $(V+) - (V-) = 2.5V$ 至 $5.5V$

$T_A = 25^\circ C$, $R_L = 10k\Omega$ (连接至 $V_S / 2$), $V_{CM} = V_S / 2$, 且 $V_{OUT} = V_S / 2$

	参数	测试条件	最小值	典型值	最大值	单位
V_{OS}	输入失调电压	$V_S = 5V$		± 0.3	± 1.5	mV
		$V_S = 5V$ $T_A = -40^\circ C$ 至 $+125^\circ C$			± 3	
dV_{OS}/dT	漂移	$V_S = 5V$ $T_A = -40^\circ C$ 至 $+125^\circ C$		± 0.5		$\mu V/^\circ C$
PSRR	电源抑制比	$V_S = 2.5V - 5.5V$, $V_{CM} = (V-)$		± 7		$\mu V/V$
	通道分离, 直流	直流时		100		dB
V_{CM}	共模电压范围	$V_S = 2.5V$ 至 $5.5V$	$(V-) - 0.1$		$(V+) + 0.1$	V
CMRR	共模抑制比	$V_S = 5.5V$ $(V-) - 0.1V < V_{CM} < (V+) - 1.4V$ $T_A = -40^\circ C$ 至 $+125^\circ C$	80	103		dB
		$V_S = 5.5V$, $V_{CM} = -0.1V$ 至 $5.6V$ $T_A = -40^\circ C$ 至 $+125^\circ C$	57	87		
		$V_S = 2.5V$, $(V-) - 0.1V < V_{CM} < (V+) - 1.4V$ $T_A = -40^\circ C$ 至 $+125^\circ C$		88		
		$V_S = 2.5V$, $V_{CM} = -0.1V$ 至 $1.9V$ $T_A = -40^\circ C$ 至 $+125^\circ C$		81		
I_B	输入偏置电流			± 1		pA
I_{OS}	输入失调电流			± 0.05		pA
E_n	输入电压噪声 (峰峰值)	$V_S = 5V$, $f = 0.1Hz$ 至 $10Hz$		4.77		μV_{PP}
e_n	输入电压噪声密度	$V_S = 5V$, $f = 10kHz$		12		$nV/\sqrt{Hz}$
		$V_S = 5V$, $f = 1kHz$		18		$nV/\sqrt{Hz}$
i_n	输入电流噪声密度	$f = 1kHz$		10		$fA/\sqrt{Hz}$
C_{ID}	差分			2		pF
C_{IC}	共模			4		pF
A_{OL}	开环电压增益	$V_S = 2.5V$, $(V-) + 0.04V < V_O < (V+) - 0.04V$ $R_L = 10k\Omega$		100		dB
		$V_S = 5.5V$, $(V-) + 0.05V < V_O < (V+) - 0.05V$ $R_L = 10k\Omega$	104	130		
		$V_S = 2.5V$, $(V-) + 0.06V < V_O < (V+) - 0.06V$ $R_L = 2k\Omega$		100		
		$V_S = 5.5V$, $(V-) + 0.15V < V_O < (V+) - 0.15V$ $R_L = 2k\Omega$		130		
GBP	增益带宽积	$V_S = 5V$, $G = 1$		8		MHz
ϕ_m	相位裕度	$V_S = 5V$, $G = 1$		55		度
SR	压摆率	$V_S = 5V$, $G = 1$ $R_L = 2k\Omega$ $C_L = 100pF$		4.5		V/ μs
t_s	建立时间	精度达到 0.1%, $V_S = 5V$, 2V 阶跃, $G = 1$ $C_L = 100pF$		0.5		μs
		精度达到 0.01%, $V_S = 5V$, 2V 阶跃, $G = 1$ $C_L = 100pF$		1		
t_{OR}	过载恢复时间	$V_S = 5V$, $V_{IN} \times \text{增益} > V_S$		0.2		μs
THD + N	总谐波失真 + 噪声 ⁽¹⁾	$V_S = 5V$, $V_O = 1V_{RMS}$, $G = 1$, $f = 1kHz$		0.0008%		
V_O	相对于电源轨的电压输出摆幅	$V_S = 5.5V$, $R_L = 10k\Omega$			15	mV
		$V_S = 5.5V$, $R_L = 2k\Omega$			50	

(1) 三阶滤波器；-3dB 时的带宽 = 80kHz。

电气特性： V_S (总电源电压) = $(V+) - (V-) = 2.5V$ 至 $5.5V$ (continued)

$T_A = 25^\circ C$, $R_L = 10k\Omega$ (连接至 $V_S / 2$) , $V_{CM} = V_S / 2$, 且 $V_{OUT} = V_S / 2$

	参数	测试条件	最小值	典型值	最大值	单位
I_{SC}	短路电流	$V_S = 5V$		± 50		mA
Z_O	开环输出阻抗	$V_S = 5V$, $f = 10MHz$		100		Ω
I_Q	每个放大器的静态电流	$V_S = 5.5V$, $I_O = 0mA$		550	750	μA
		$V_S = 5.5V$, $I_O = 0mA$, $T_A = -40^\circ C$ 至 $+125^\circ C$			1100	

典型特性

$T_A = 25^\circ\text{C}$ 时, $V_S = 5.5\text{V}$, $R_L = 10\text{k}\Omega$ 连接至 $V_S / 2$, $V_{CM} = V_S / 2$, 且 $V_{OUT} = V_S / 2$

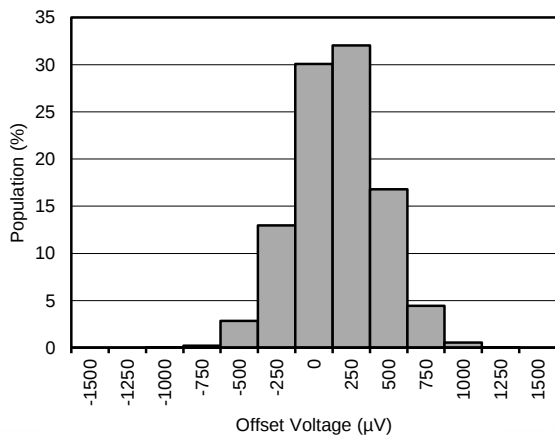
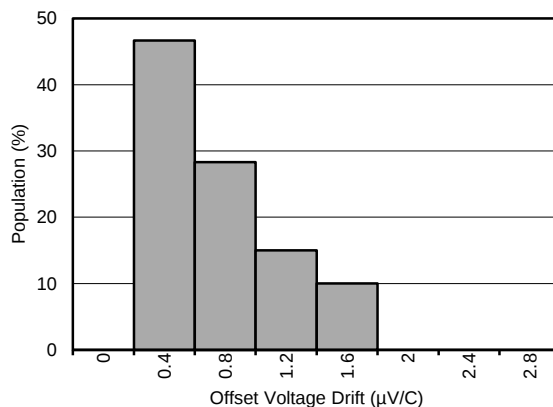


图 1. 失调电压产生分布



$T_A = -40^\circ\text{C}$ 至 $+125^\circ\text{C}$

图 2. 失调电压漂移分布

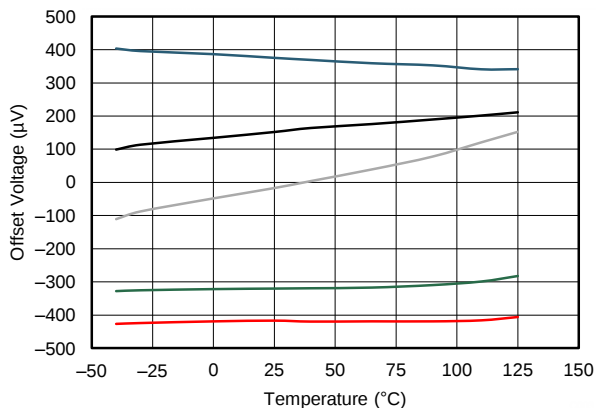
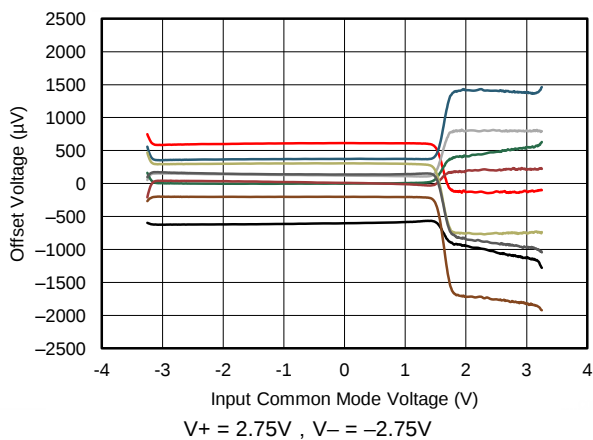
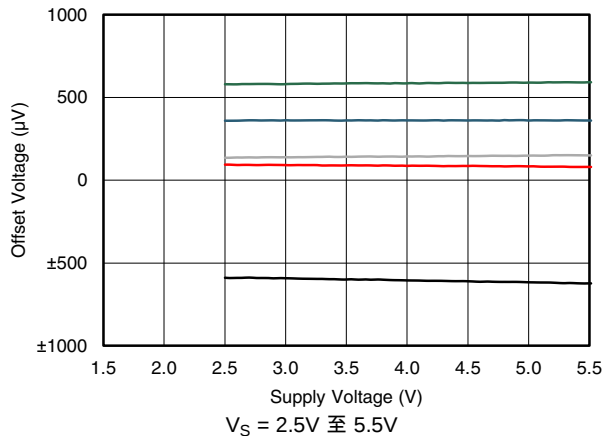


图 3. 失调电压与温度间的关系



$V_+ = 2.75\text{V}$, $V_- = -2.75\text{V}$

图 4. 失调电压与共模电压间的关系



$V_S = 2.5\text{V}$ 至 5.5V

图 5. 失调电压与电源间的关系

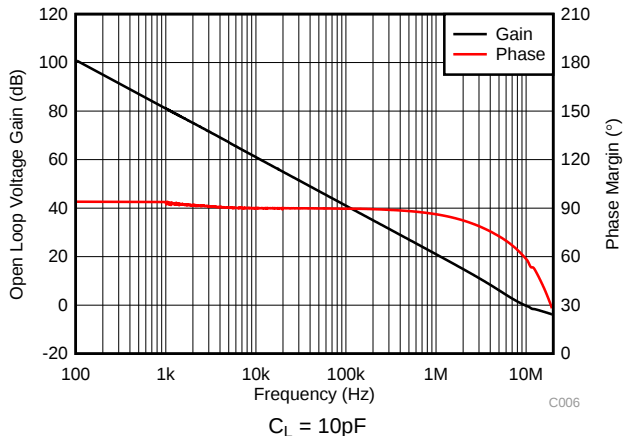


图 6. 开环增益和相位与频率间的关系

典型特性

$T_A = 25^\circ\text{C}$ 时, $V_S = 5.5\text{V}$, $R_L = 10\text{k}\Omega$ 连接至 $V_S / 2$, $V_{CM} = V_S / 2$, 且 $V_{OUT} = V_S / 2$

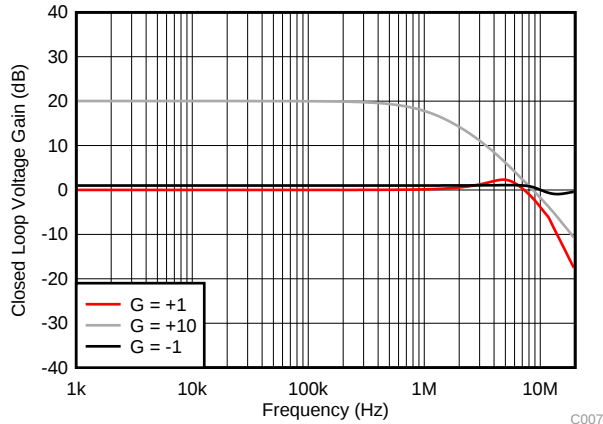


图 7. 闭环增益与频率间的关系

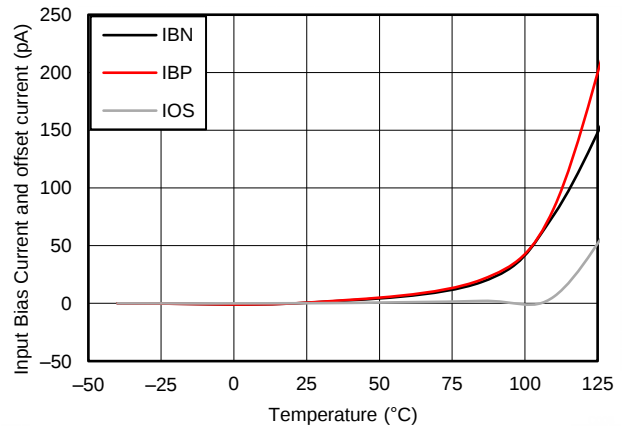


图 8. 输入偏置电流与温度间的关系

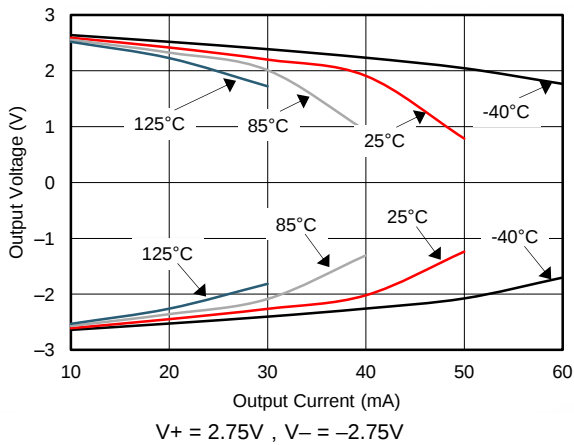


图 9. 输出电压摆幅与输出电流间的关系

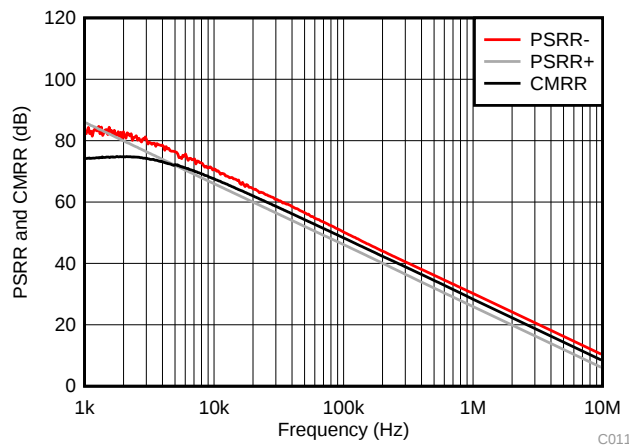
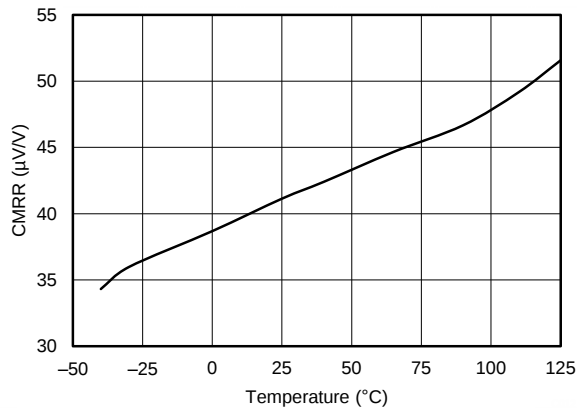
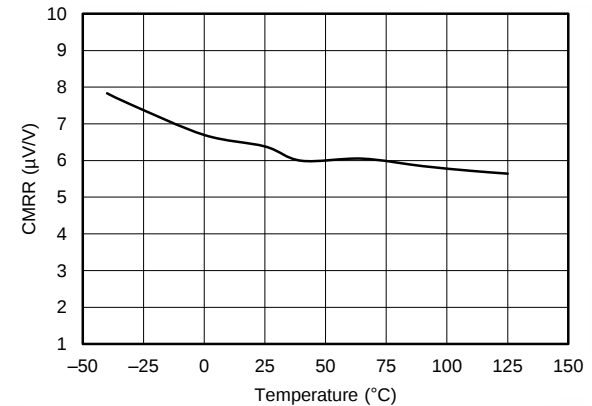


图 10. CMRR 和 PSRR 与频率间的关系
(以输入为参考)



$V_S = 5.5\text{V}$
 $V_{CM} = (V_-) - 0.1\text{V}$ 至 $(V_+) + 0.1\text{V}$
 $T_A = -40^\circ\text{C}$ 至 $+125^\circ\text{C}$
 $R_L = 10\text{k}\Omega$

图 11. CMRR 与温度间的关系



$V_S = 5.5\text{V}$
 $V_{CM} = (V_-) - 0.1\text{V}$ 至 $(V_+) - 1.4\text{V}$
 $T_A = -40^\circ\text{C}$ 至 $+125^\circ\text{C}$
 $R_L = 10\text{k}\Omega$

图 12. CMRR 与温度间的关系

典型特性

$T_A = 25^\circ\text{C}$ 时, $V_S = 5.5\text{V}$, $R_L = 10\text{k}\Omega$ 连接至 $V_S / 2$, $V_{CM} = V_S / 2$, 且 $V_{OUT} = V_S / 2$

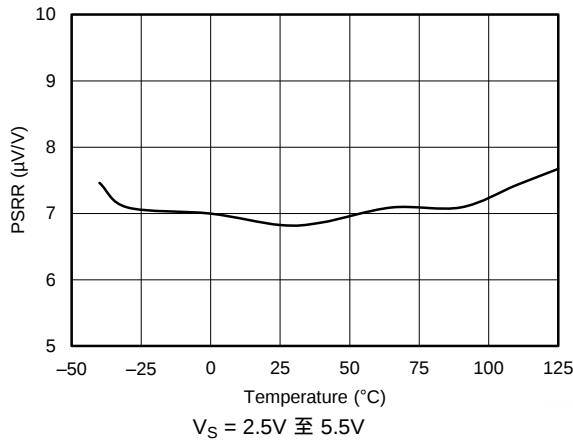


图 13. PSRR 与温度间的关系

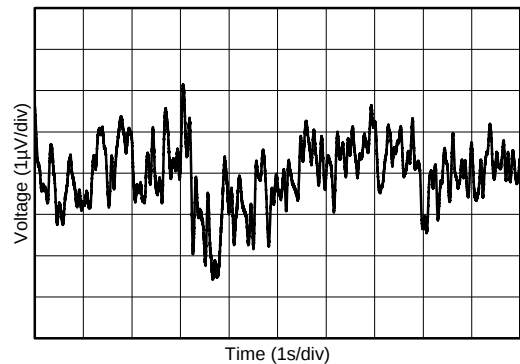


图 14. 0.1Hz 至 10Hz 输入电压噪声

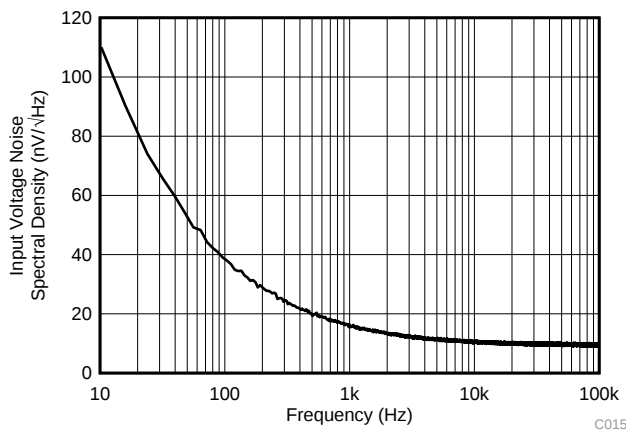


图 15. 输入电压噪声频谱密度与频率间的关系

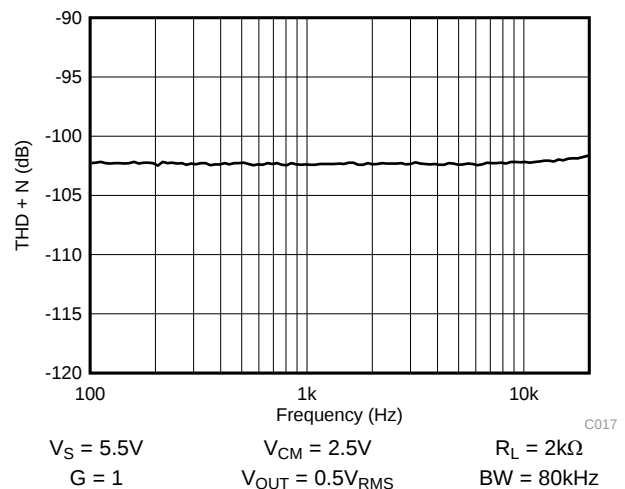


图 16. THD + N 与频率间的关系

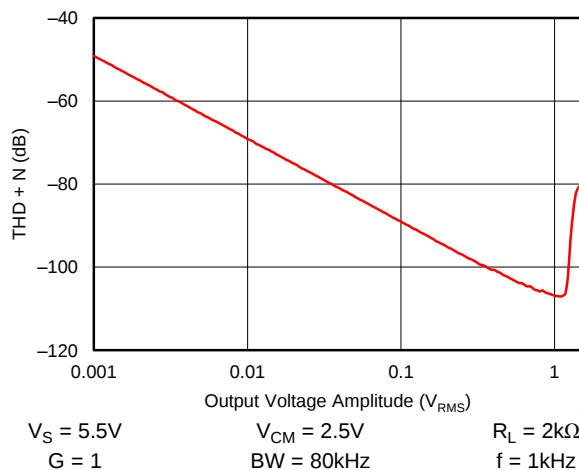


图 17. THD + N 与幅度间的关系

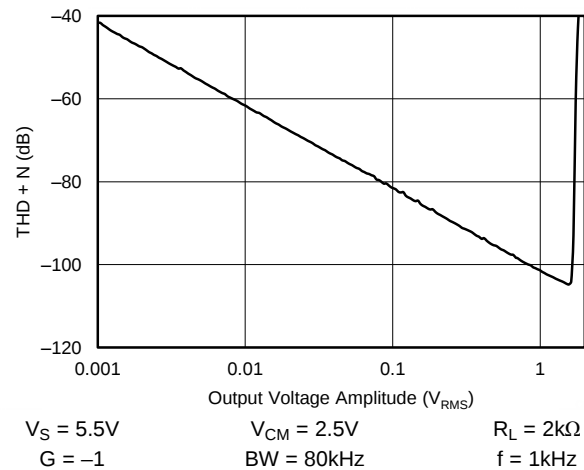


图 18. THD + N 与幅度间的关系

典型特性

$T_A = 25^\circ\text{C}$ 时, $V_S = 5.5\text{V}$, $R_L = 10\text{k}\Omega$ 连接至 $V_S / 2$, $V_{CM} = V_S / 2$, 且 $V_{OUT} = V_S / 2$

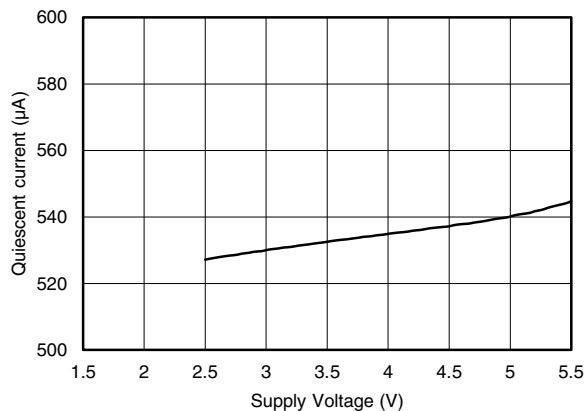


图 19. 静态电流与电源电压间的关系

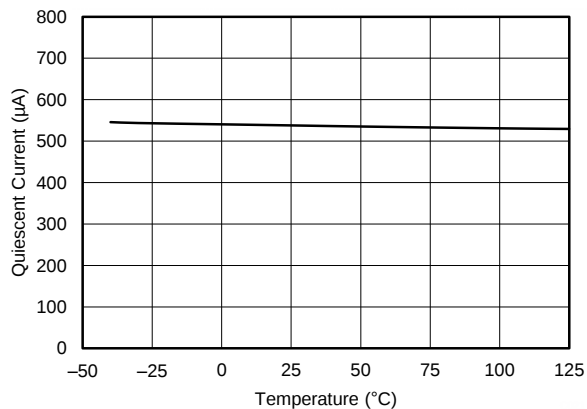


图 20. 静态电流与温度间的关系

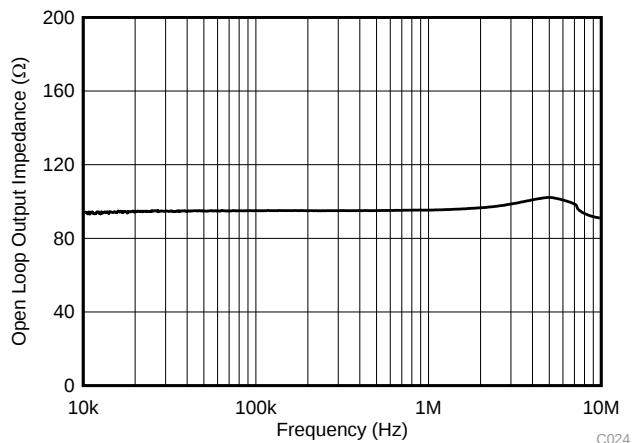


图 21. 开环输出阻抗与频率间的关系

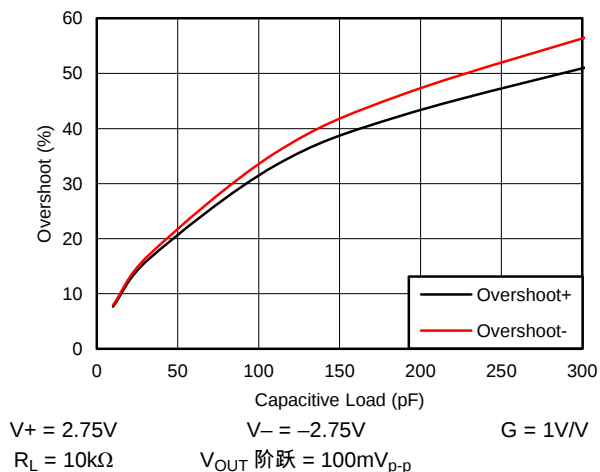


图 22. 小信号过冲与负载电容间的关系

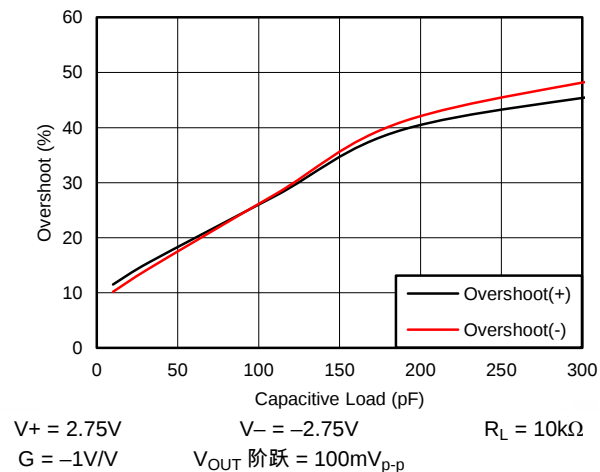


图 23. 小信号过冲与负载电容间的关系

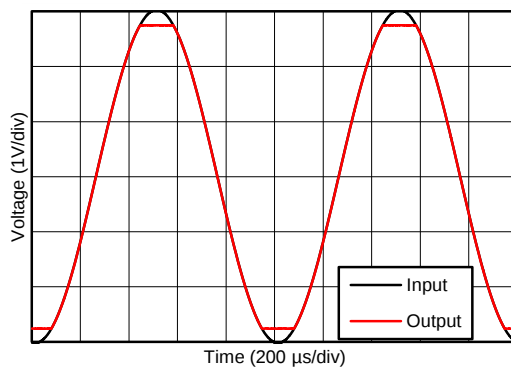
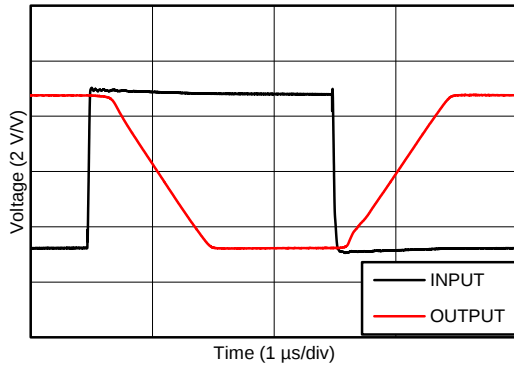


图 24. 无相位反转

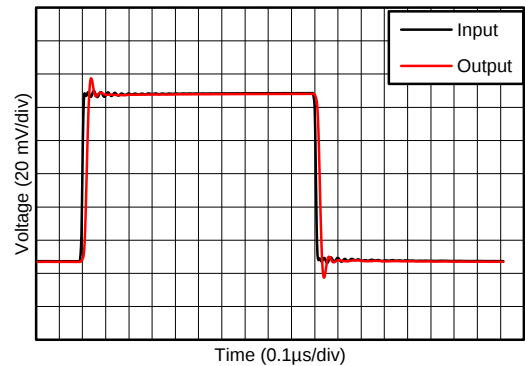
性

$T_A = 25^\circ\text{C}$ 时, $V_S = 5.5\text{V}$, $R_L = 10\text{k}\Omega$ 连接至 $V_S / 2$, $V_{CM} = V_S / 2$, 且 $V_{OUT} = V_S / 2$



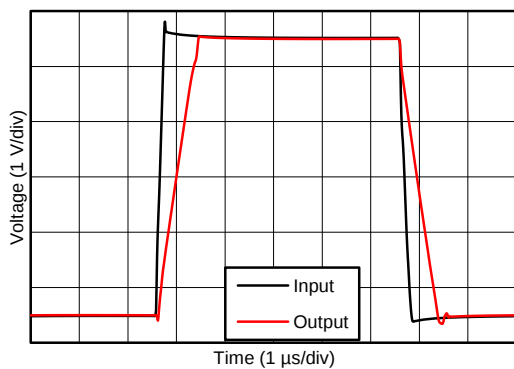
$V_+ = 2.75\text{V}$, $V_- = -2.75\text{V}$, $G = -10\text{V/V}$

图 25. 过载恢复



$V_+ = 2.75\text{V}$, $V_- = -2.75\text{V}$, $G = 1\text{V/V}$

图 26. 小信号阶跃响应



$V_+ = 2.75\text{V}$ $V_- = -2.75\text{V}$ $C_L = 100\text{pF}$
 $G = 1\text{V/V}$

图 27. 大信号阶跃响应

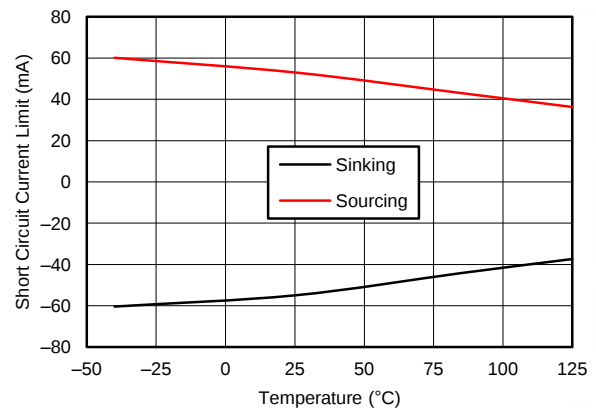


图 28. 短路电流与温度间的关系

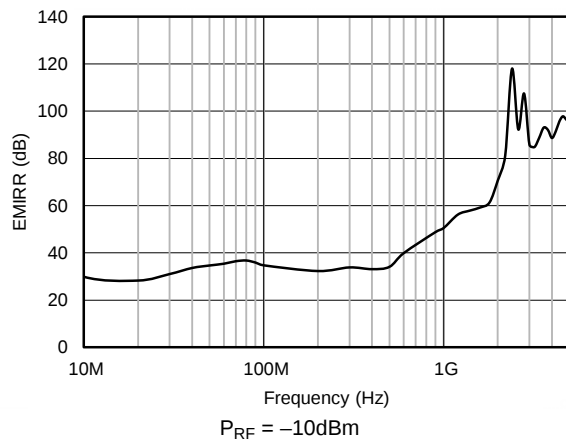


图 29. 以同相输入为参考的电磁干扰抑制比 (EMIRR+) 与频率间的关系

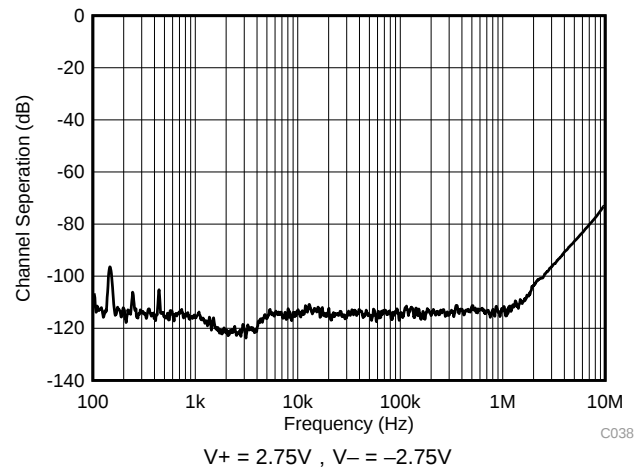


图 30. 通道分离与频率间的关系

性

$T_A = 25^\circ\text{C}$ 时, $V_S = 5.5\text{V}$, $R_L = 10\text{k}\Omega$ 连接至 $V_S / 2$, $V_{CM} = V_S / 2$, 且 $V_{OUT} = V_S / 2$

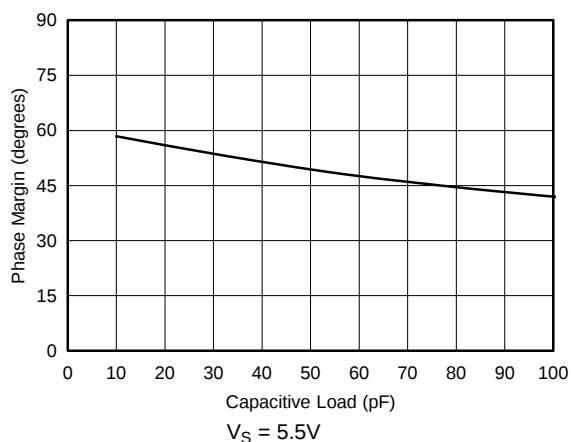


图 31. 相位裕度与容性负载间的关系

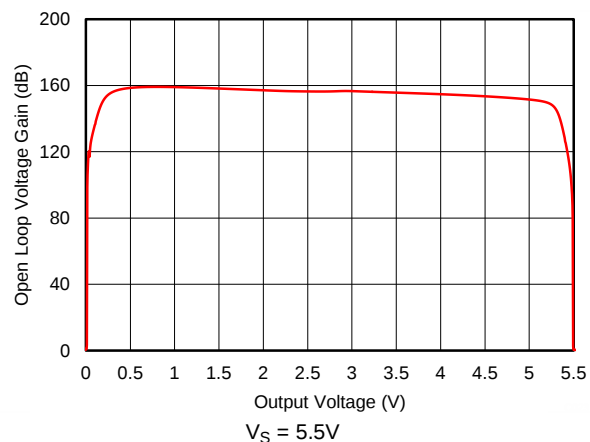


图 32. 开环电压增益与输出电压间的关系

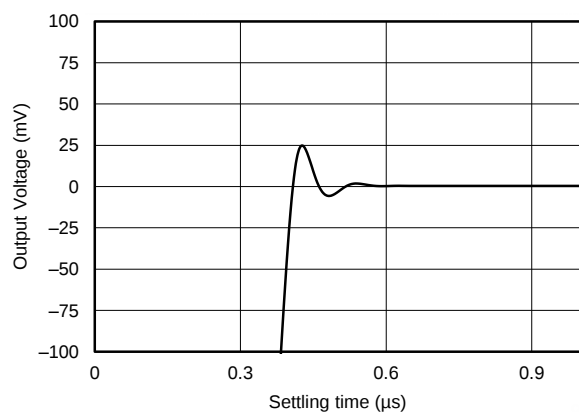


图 33. 大信号建立时间 (正)

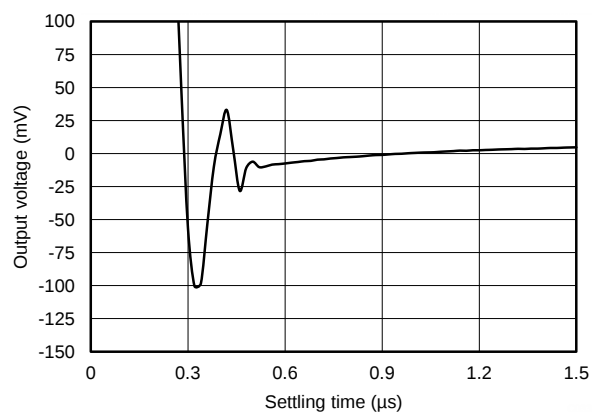
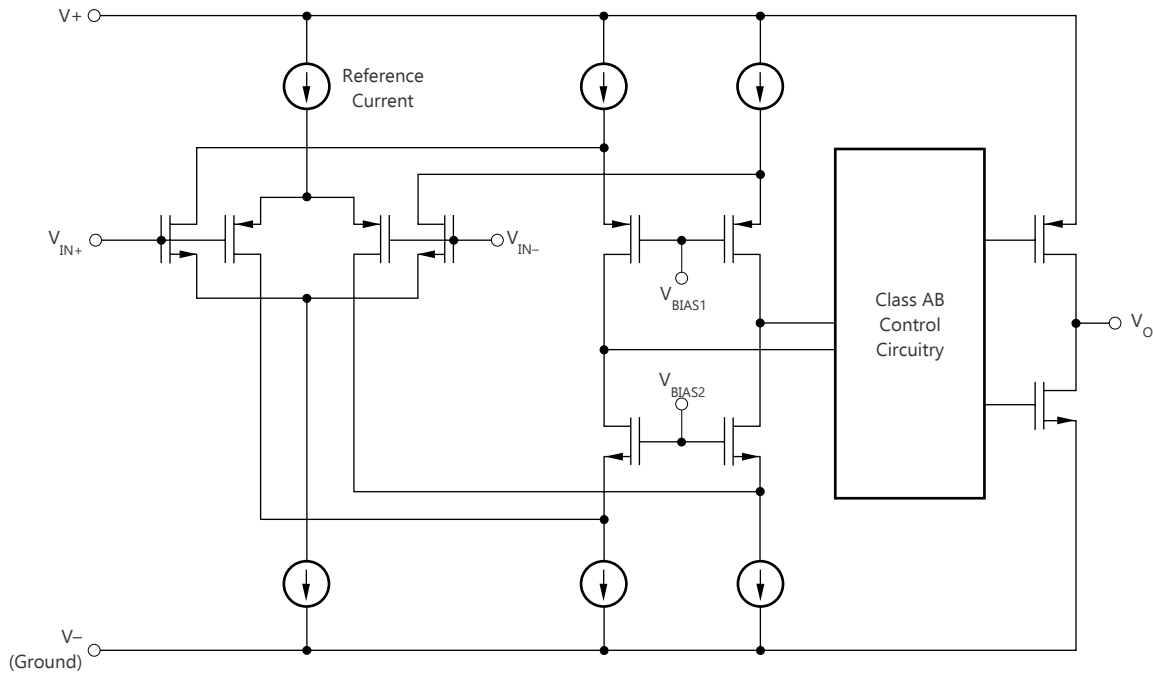


图 34. 大信号建立时间 (负)

功能框图



轨至轨输入

TSV91x 系列的输入共模电压范围相对于电源轨向外扩展了 100mV，从而支持 2.5V 至 5.5V 的完整电源电压范围。此性能由一个互补输入级实现：一个 N 通道输入差分对和一个 P 通道差分对并联，如功能框图所示。当输入电压靠近正轨（通常在 $(V+) - 1.4V$ 到高于正电源电压 100mV 之间）时，N 沟道对有效；而当输入在低于负电源电压 100mV 到大约 $(V+) - 1.4V$ 之间时，P 沟道对有效。通常当介于 $(V+) - 1.2V$ 到 $(V+) - 1V$ 之间的小切换区域内，两个通道对都会打开。此 200mV 转换区域可能会随工艺不同而发生变化，最高可达 200mV。因此，此转换区域（两个级都打开）在低端上的范围介于 $(V+) - 1.4V$ 至 $(V+) - 1.2V$ 之间，而在高端上的范围高达 $(V+) - 1V$ 至 $(V+) - 0.8V$ 。在此转换区域内，与器件在该区域外运行相比，PSRR、CMRR、失调电压、温漂和 THD 等性能可能会下降。

轨至轨输出

TSV91x 系列器件是一种低功耗、低电压运算放大器，可提供强大的输出驱动能力。一个具有共源晶体管的 AB 类输出级可实现完全的轨至轨输出摆幅功能。对于 10kΩ 的阻性负载，无论施加的电源电压是多少，输出摆幅都在两个电源轨的 15mV 范围内。不同的负载情况会改变放大器在靠近电源轨范围内摆动的能力。

过载恢复

过载恢复定义为运算放大器输出从饱和状态恢复到线性状态所需的时间。当输出电压由于高输入电压或高增益而超过额定工作电压时，运算放大器的输出器件进入饱和区。器件进入饱和区后，输出器件中的电荷载体需要时间回到线性状态。当电荷载体回到线性状态时，器件开始以指定的压摆率进行转换。因此，传播延迟（过载情况下）等于过载恢复时间与转换时间之和。TSV91x 系列器件的过载恢复时间大约为 200ns。

器件功能模式

TSV91x 系列拥有单功能模式。只要电源电压在 2.5V ($\pm 1.25V$) 与 5.5V ($\pm 2.75V$) 之间，这些器件就处于通电状态。

应用信息

TSV91x 系列 可实现 8MHz 带宽和 $4.5\text{V}/\mu\text{s}$ 压摆率，且每个通道仅有 $550\mu\text{A}$ 的电源电流，从而在低功耗的情况下提供良好的交流性能。在直流应用中也具有良好性能，其输入噪声电压低（在 1kHz 时为 $18\text{nV}/\sqrt{\text{Hz}}$ ），输入偏置电流低，且典型的输入失调电压为 0.3mV 。

典型应用

图 35 显示了低侧电机控制应用中配置的 TSV91x。

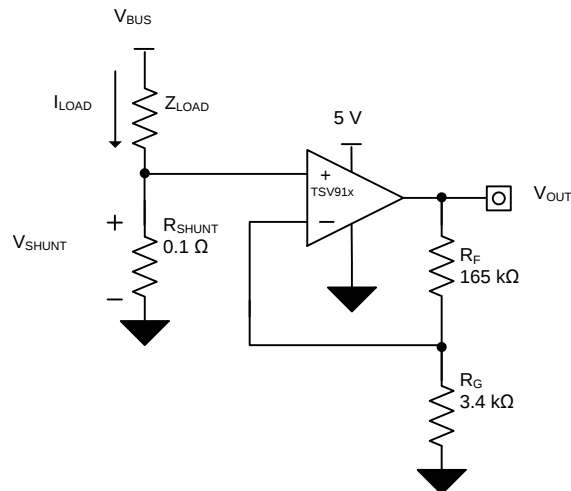


图 35. 低侧电机控制应用中的 TSV91x

此设计的设计要求如下：

- 负载电流：0A 至 1A
- 输出电压：4.95V
- 最大分流电压：100mV

应用曲线

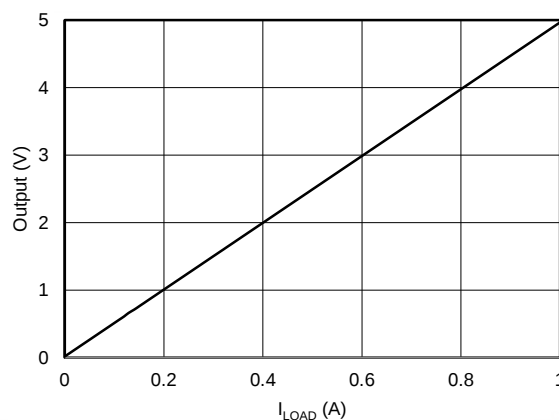
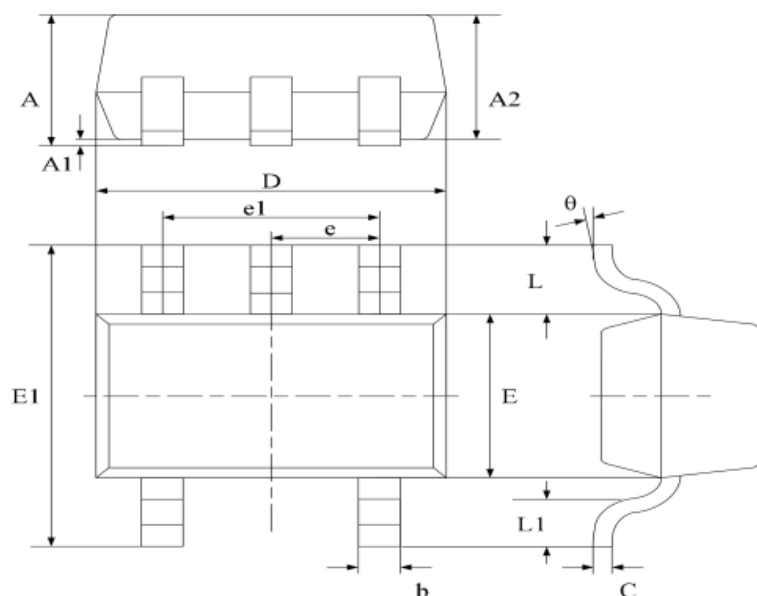


图 36. 低侧电流检测传递函数

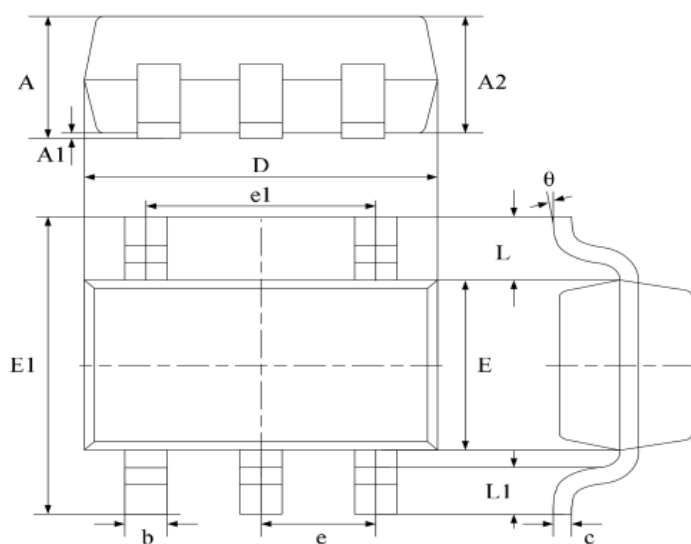
Package Information

SC70-5 (SOT353)



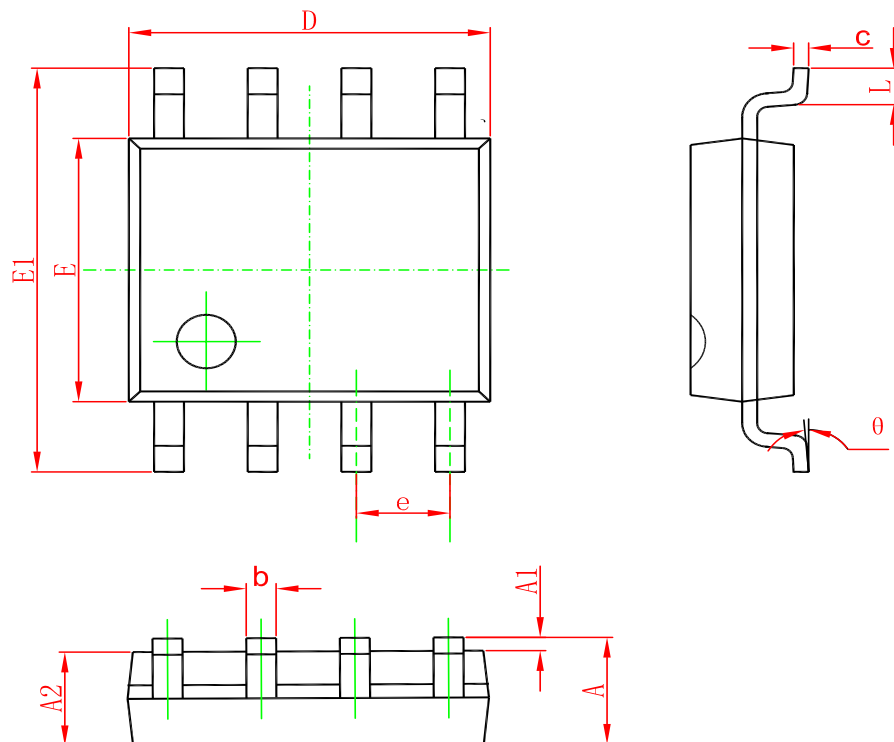
Symbol	Dimensions In Millimeters		Dimensions In Inches	
	Min	Max	Min	Max
A	0.800	1.100	0.035	0.043
A1	0.000	0.100	0.000	0.004
A2	0.800	0.900	0.035	0.039
b	0.150	0.350	0.006	0.014
C	0.080	0.150	0.003	0.006
D	1.8500	2.150	0.079	0.087
E	1.100	1.400	0.045	0.053
E1	1.950	2.200	0.085	0.096
e	0.850 typ.		0.026 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°

SOT23-5



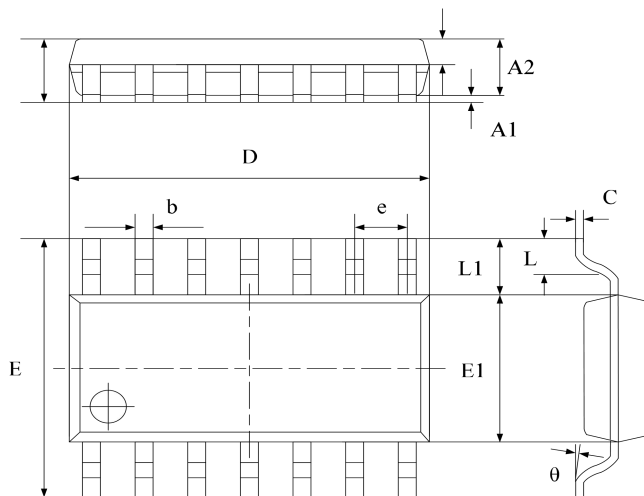
Symbol	Dimensions In Millimeters		Dimensions In Inches	
	Min	Max	Min	Max
A	1.040	1.350	0.042	0.055
A1	0.040	0.150	0.002	0.006
A2	1.000	1.200	0.041	0.049
b	0.380	0.480	0.015	0.020
c	0.110	0.210	0.004	0.009
D	2.720	3.120	0.111	0.127
E	1.400	1.800	0.057	0.073
E1	2.600	3.000	0.106	0.122
e	0.950 typ.		0.037 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°

SOP-8



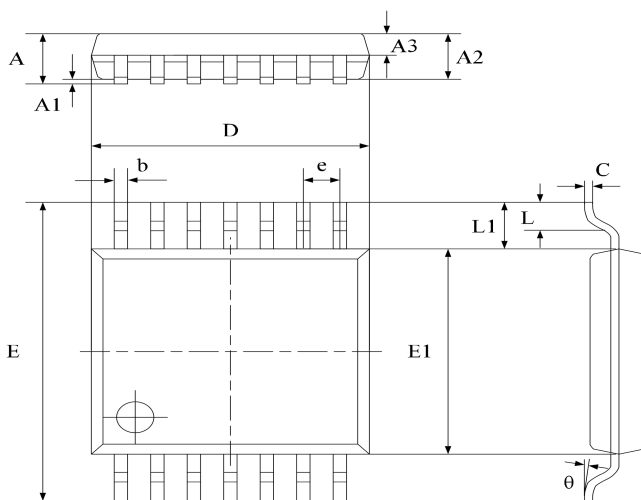
Symbol	Dimensions In Millimeters		Dimensions In Inches	
	Min	Max	Min	Max
A	1.350	1.750	0.053	0.069
A1	0.100	0.250	0.004	0.010
A2	1.350	1.550	0.053	0.061
b	0.330	0.510	0.013	0.020
c	0.170	0.250	0.006	0.010
D	4.700	5.100	0.185	0.200
E	3.800	4.000	0.150	0.157
E1	5.800	6.200	0.228	0.244
e	1.270(BSC)		0.050(BSC)	
L	0.400	1.270	0.016	0.050
θ	0°	8°	0°	8°

SOP-14



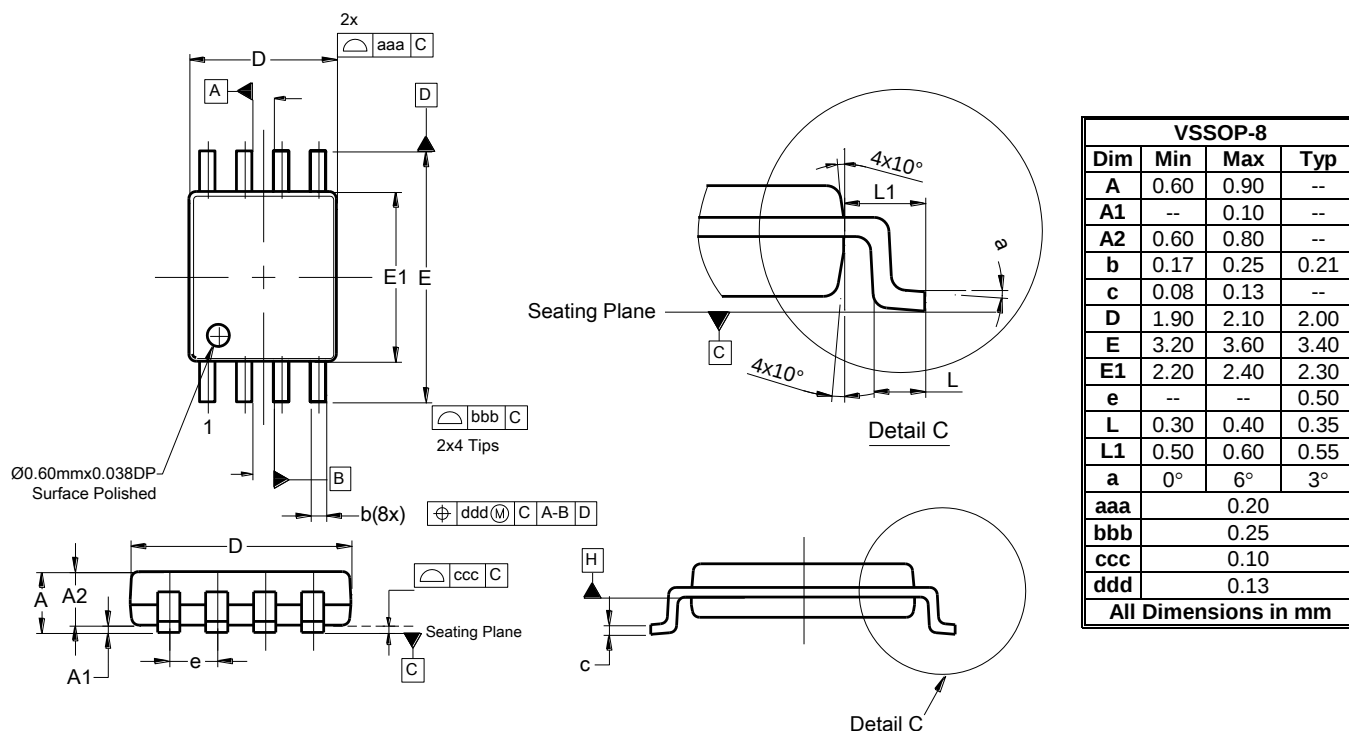
Symbol	Dimensions In Millimeters		Dimensions In Inches	
	Min	Max	Min	Max
A	1.450	1.850	0.059	0.076
A1	0.100	0.300	0.004	0.012
A2	1.350	1.550	0.055	0.063
A3	0.550	0.750	0.022	0.031
b	0.406typ.		0.017typ.	
C	0.203typ.		0.008typ.	
D	8.630	8.830	0.352	0.360
E	5.840	6.240	0.238	0.255
E1	3.850	4.050	0.157	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

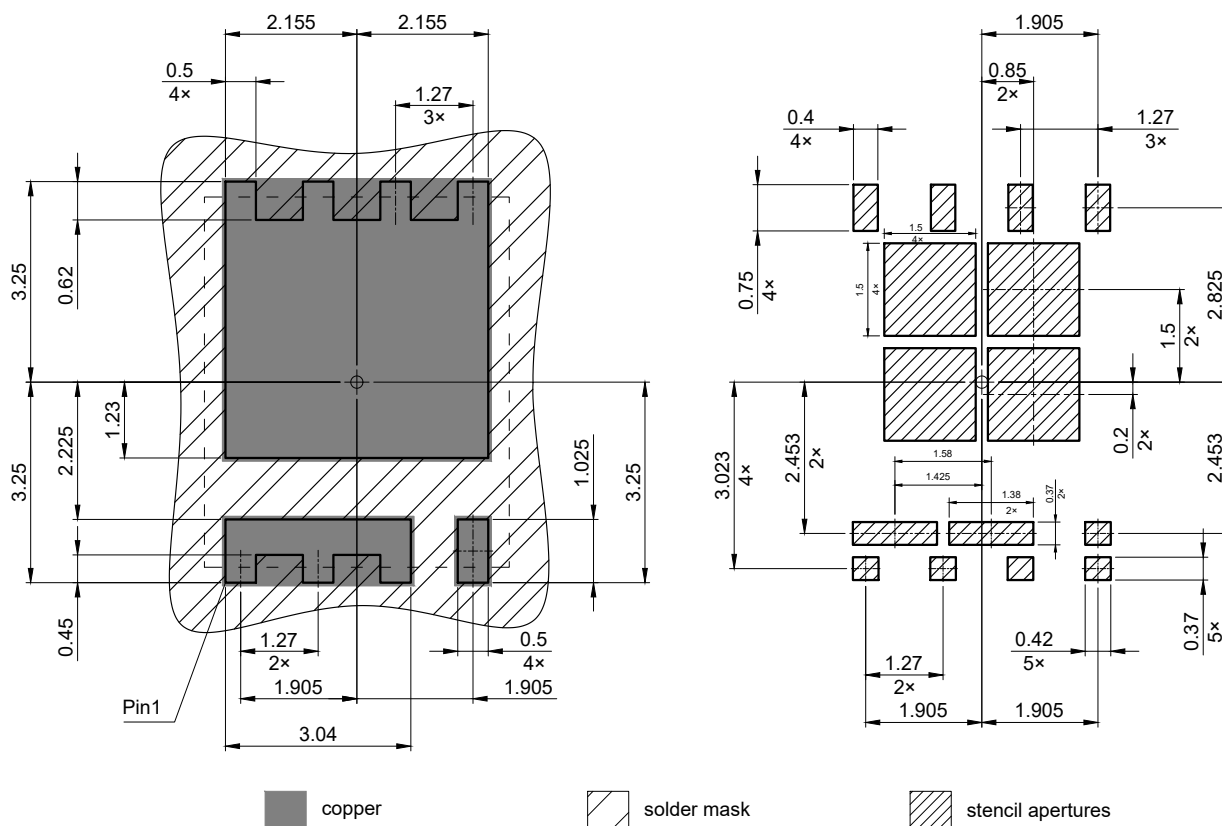


Symbol	Dimensions In Millimeters		Dimensions In Inches	
	Min	Max	Min	Max
A	-	1.200	-	0.0472
A1	0.050	0.150	0.002	0.006
A2	0.900	1.050	0.037	0.043
A3	0.390	0.490	0.016	0.020
b	0.200	0.290	0.008	0.012
C	0.130	0.180	0.005	0.007
D	4.860	5.060	0.198	0.207
E	6.200	6.600	0.253	0.269
E1	4.300	4.500	0.176	0.184
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°

VSSOP-8



WSN-8



All dimensions are in units mm

Ordering information

Order code	Package	Baseqty	Deliverymode	Marking
UMW TSV911AIDBVR	SOT-23-5	3000	Tape and reel	1U2F
UMW TSV911AIDCKR	SC-70-5	3000	Tape and reel	1EK
UMW TSV912AIDR	SOP-8	2500	Tape and reel	TSV912
UMW TSV912AIDGKR	VSSOP-8	2500	Tape and reel	TSV912
UMW TSV912AIDSGR	WSOP-8	2500	Tape and reel	TSV912
UMW TSV914AIPWR	TSSOP-14	2500	Tape and reel	TSV914
UMW TSV914AIDR	SOP-14	2500	Tape and reel	TSV914AD