



Features

- 输出功率：3.0W@VDD=5V，4Ω 负载 THD+N=10%
- 高达 90%的效率；
- 供电电压：2.5V to 5.5V
- 待机电流：<1μA
- 低噪声
- 优异的 EMI 特性；
- 短路保护；
- 温度保护；
- SOP-8L无铅封装

Application

- Speakers
- Shared-Bikes
- POS
- Telephone Watches
- IPCs
- Portable Devices A
- IOTs

Description

PF8009 是一款无单声道滤波器的 D 类放大器，具有高信噪比，支持差分输入和单端输入。

PF8009 具有高于 90%效率和 PCB 面积小等特点，是便携式设备的理想选择。无滤波器架构不需要外部输出滤波器，外部组件更少，PCB 面积更小，系统成本更低，简化了应用程序设计。

采用软驱动技术，PWM 输出级的边缘非常平坦，这对抑制 EMI 非常有用。

PF8009 具有短路保护、热关断和欠压锁定功能。

Typical Application

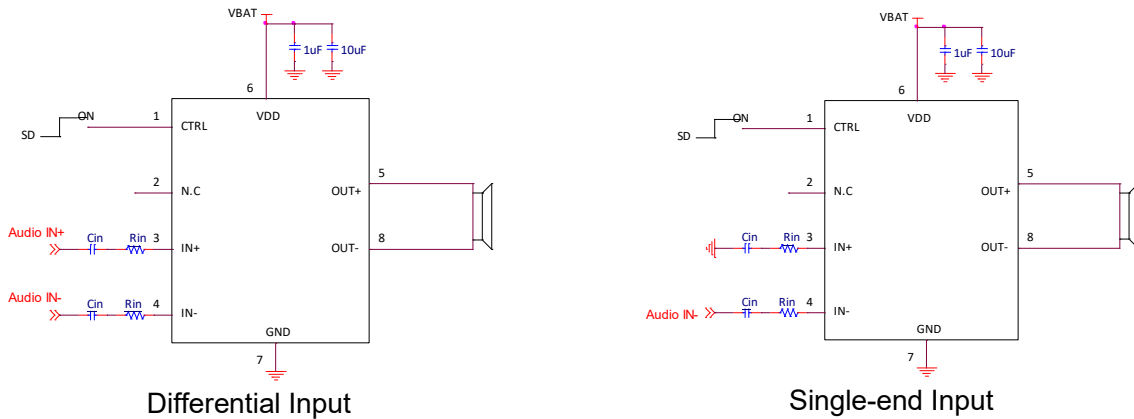


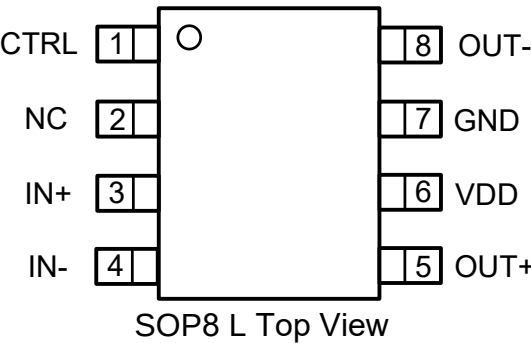
Figure 1. PF8009 Typical Application Circuit



PF8009

低噪声 3W 单通道 音频放大器

Package



Order Information

Part Number	Package	Top Marking	Quantity/ Reel
PF8009	SOP-8L	xxxxxx	4000

PF8009 devices are Pb-free and RoHS compliant.

Pin Functions

1	CTRL	Control Terminal
2	NC	No Connected
3	IN+	Positive Differential Input
4	IN-	Negative Differential Input
5	OUT+	Positive BTL Output
6	V _{DD}	Power Supply
7	GND	Ground
8	OUT-	Negative BTL Output



Absolute Maximum Ratings

Items	Rating	Unit
Supply Voltage (V_{DD})	6.0	V
Minimum Output Impedance	3.0	Ω
Input Voltage (IN+, IN-, CTRL)	-0.3 to $V_{DD}+0.3$	V
Storage Temperature	-65 to 150	$^{\circ}\text{C}$
Maximum Junction Temperature	150	$^{\circ}\text{C}$

Recommended Operating Conditions

Items	Min	Max	Unit
Supply Voltage (V_{DD})	2.5	5.5	V
Operating Ambient Temperature Range, T_A	-40	85	$^{\circ}\text{C}$
Junction Temperature Range, (T_J)	-40	125	$^{\circ}\text{C}$

ESD Rating

Items	Description	Value	Unit
V_{ESD_HBM}	Human Body Model	± 4000	V
V_{ESD_CDM}	Charge Device Model	± 750	V



Electrical Characteristics

$T_A=25^{\circ}\text{C}$, $V_{DD}=5\text{V}$, $R_{IN}=33\text{k}\Omega$, $C_{IN}=0.22\mu\text{F}$, $R_L=L(33\mu\text{H})+R+L(33\mu\text{H})$, unless otherwise noted.

Symbol	Parameter	Test Conditions		Min.	Typ.	Max.	Unit
Po	Output Power	THD+N=10%, f=1kHz, RL=4Ω	VDD=5.0V		3.0		W
			VDD=3.7V		1.65		
		THD+N=1%, f=1kHz, RL=4Ω	VDD=5.0V		2.55		W
			VDD=3.7V		1.36		
		THD+N=10%, f=1kHz, RL=8Ω	VDD=5.0V		1.72		W
			VDD=3.7V		0.94		
		THD+N=1%, f=1kHz, RL=8Ω	VDD=5.0V		1.40		W
			VDD=3.7V		0.75		
THD+N	Total Harmonic Distortion Plus Noise	VDD=5.0V, Po=0.25W	f=1kHz, RL =8Ω		0.035		%
		VDD=3.7V, Po=0.25W			0.015		
		VDD=5.0V, Po=0.5W	f=1kHz, RL =4Ω		0.02		%
		VDD=3.7V, Po=0.5W			0.026		
PSRR	Power Supply Ripple Rejection	VDD=5V, Inputs AC- Grounded	f=1kHz		-65		dB
SNR	Signal-to-Noise Ratio	VDD=5V, THD=1%, f=1kHz	A-weighting		98		dB
Vn	Output Noise	Inputs AC-Grounded, GV=6dB	No A-weighting		42		μV
			A-weighting		36		
GV	Closed-loop Gain	VDD= 5V			300K/ Rin		V/V
fsw	Switching Frequency	VDD= 5V			590		kHz
η	Efficiency	RL=8Ω, THD=10%	f=1kHz		91		%
		RL=4Ω, THD=10%			87		
IQ	Quiescent Current	VDD=5V	No Load		2.2		mA
		VDD=3.7V			1.7		mA
DC Parameters							
ISD	Shutdown Current	VDD=2.5V to 5.5V	CTRL=0V			1	μA
RSDON	Static Drain-to Source On-state Resistor	High Side + Low Side	VDD=5.0V, I=500mA		400		mΩ
TON	Turn On Time	VDD=5V			32		mS
VOS	Output Offset Voltage	VDD=5V	AC-Ground		3.5		mV
VIH	Input High Voltage	VDD=5V		1.4			V
VIL	Input Low Voltage	VDD=5V				1.0	



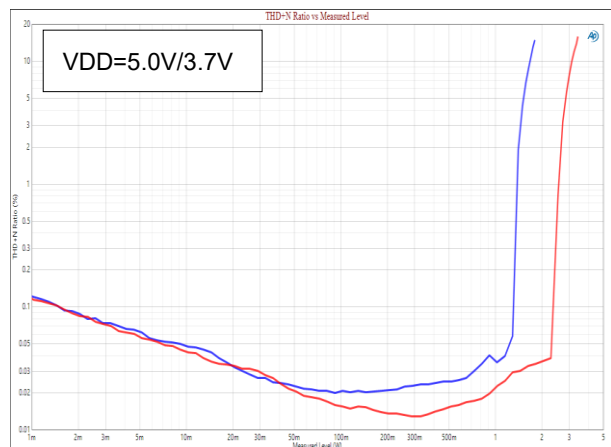
PF8009

低噪声 3W 单通道 音频放大器

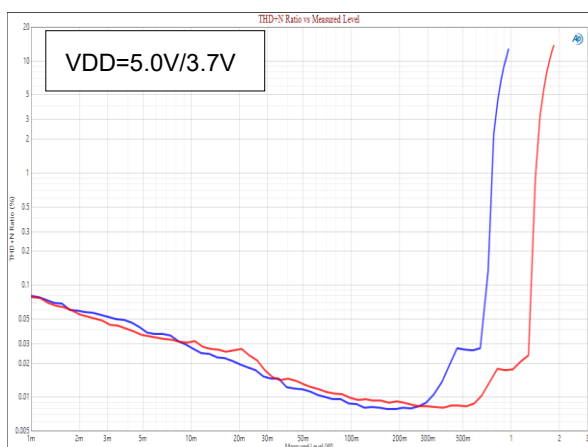
Performance Characteristics

$T_A=25^{\circ}\text{C}$, $V_{DD}=5\text{V}$, $R_{IN}=33\text{k}\Omega$, $C_{IN}=0.22\mu\text{F}$, unless otherwise noted.

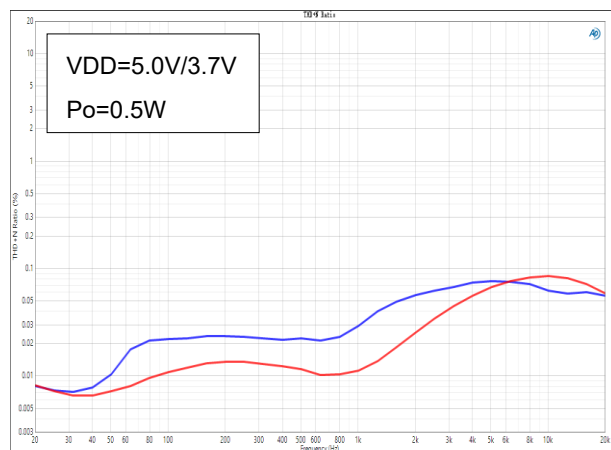
THD+N Vs. Output Power ($R_L=4\Omega$)



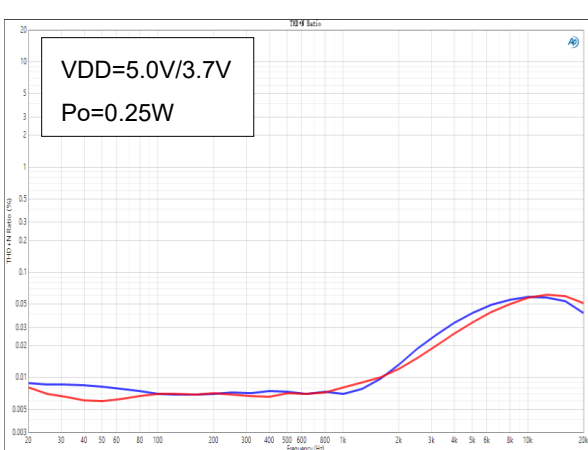
THD+N Vs. Output Power ($R_L=8\Omega$)



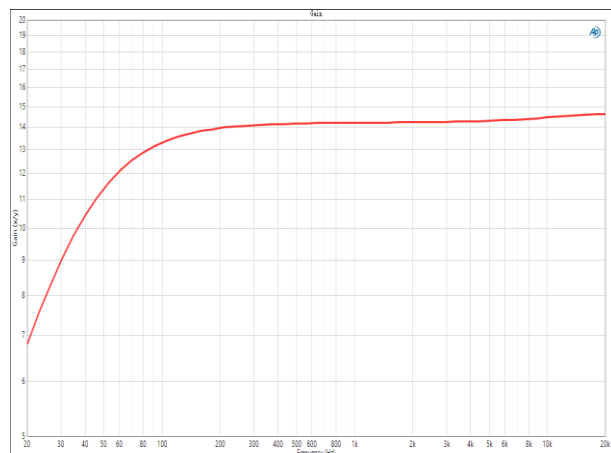
THD+N Vs. Frequency ($R_L=4\Omega$)



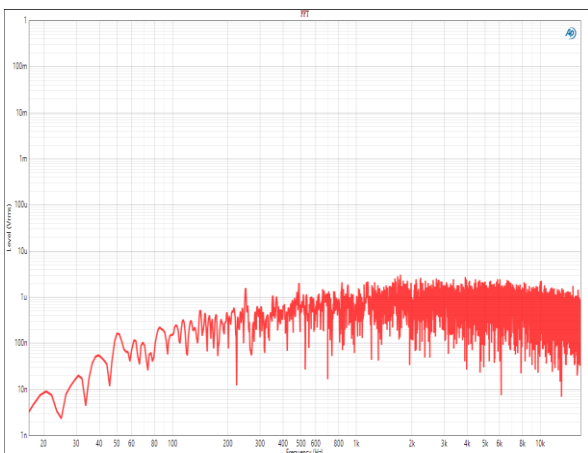
THD+N Vs. Frequency ($R_L=8\Omega$)



Frequency Response



Noise Floor





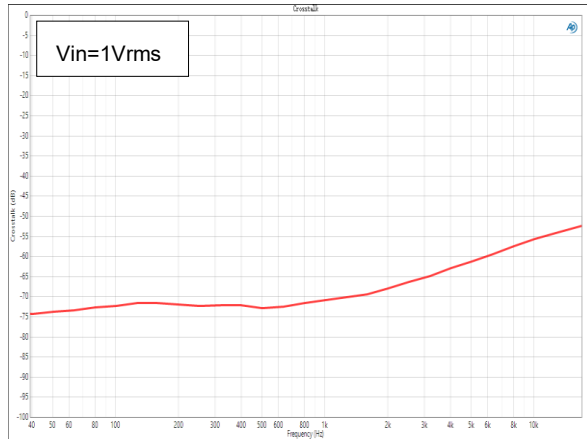
PF8009

低噪声 3W 单通道 音频放大器

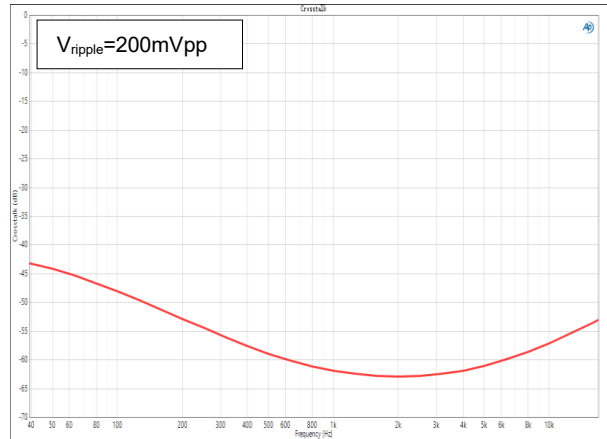
Performance Characteristics

$T_A=25^{\circ}\text{C}$, $V_{DD}=5\text{V}$, $R_{IN}=33\text{k}\Omega$, $C_{IN}=0.22\mu\text{F}$, unless otherwise noted.

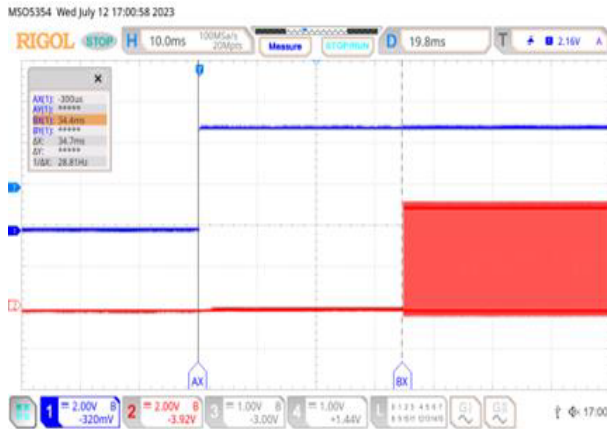
CMRR



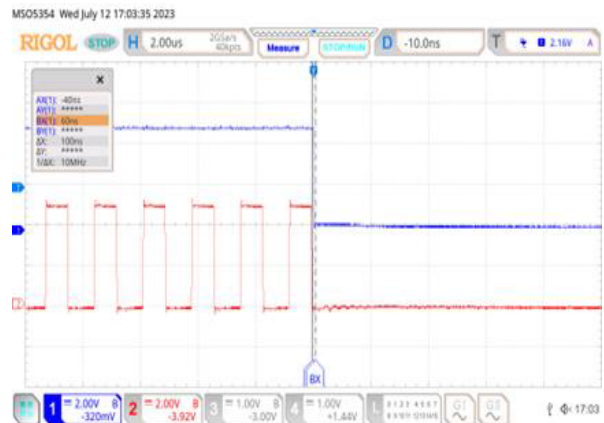
PSRR



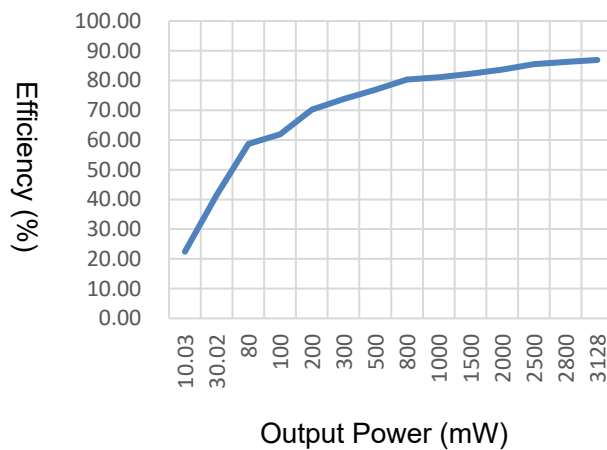
Start-up Response



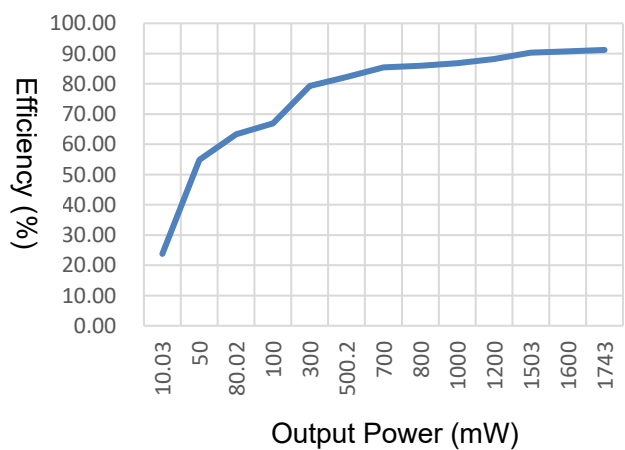
Shutdown Response



Efficiency Vs. Output Power ($R_L=4\Omega$)



Efficiency Vs. Output Power ($R_L=8\Omega$)





Block Diagram

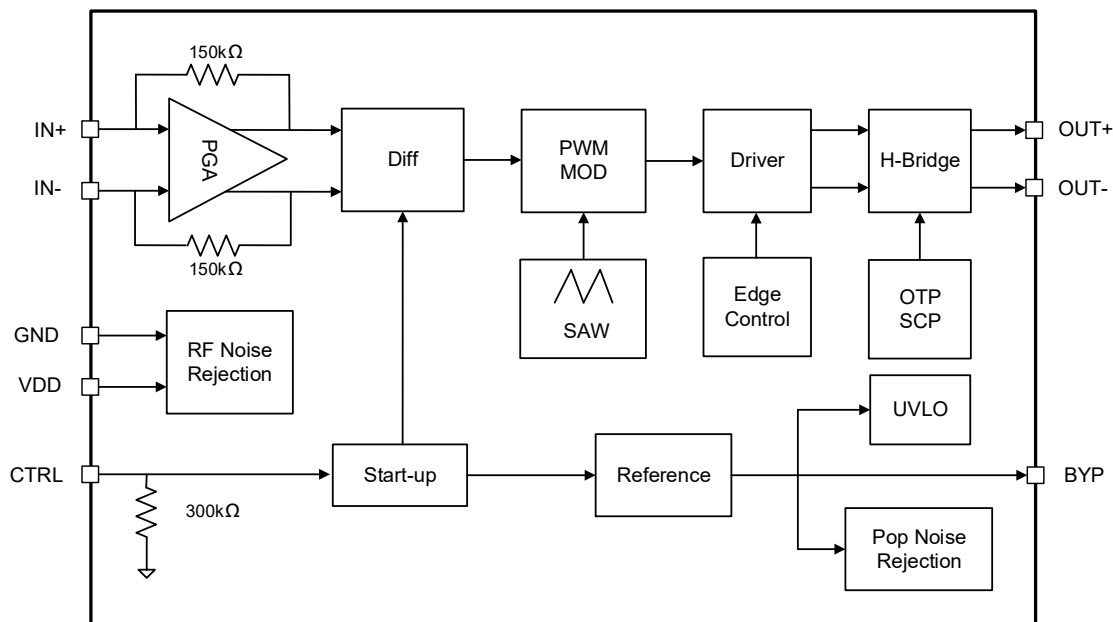


Figure 2: PF8009 Block Diagram

Application Information

输入阻抗 (Ri) & 增益设定

PF8009 内置输入电阻 ($R_i=30k\Omega$) 和反馈电阻 ($R_f=300k\Omega$)，根据以下方程式在内部设置放大器的增益。

$$Gain = \frac{2 \times 300k}{R_i} \quad (V/V)$$

电阻匹配在全差分放大器中非常重要。参考电压上的输出平衡取决于电阻器的匹配比率。若发生电阻失配，CMRR、PSRR 和二次谐波失真的消除会减少。因此，建议使用 1%容差电阻或更好的电阻，以保持性能优化。匹配比精度更重要。匹配度为 1%的电阻器阵列可以在公差大于 1%的情况下使用。将输入电阻器放置在非常靠近 PF8009 的位置，以限制高阻抗节点上的噪声注入。为了获得最佳性能，增益应设置为尽可能低。较低的增益使 PF8009 能够以最佳状态运行，并在输入端输入大信号，使输入端不易受噪声影响。

输入电容的选择 (Ci)

在典型应用中，需要输入电容器 C_i 来允许放大器将输入信号偏置到适当的直流电平，以实现最佳操作。在这种情况下， C_i 和最小输入阻抗 R_i 形成高通滤波器，其截止频率由以下方程确定：

$$f_c = \frac{1}{(2\pi R_i C_i)}$$

C_i 的值直接影响电路的低频性能。例如， R_i 为 $30k\Omega$ （内置），规范要求低音响应低至 100Hz。方程式重新配置如下：

$$C_i = \frac{1}{(2\pi R_i f_c)}$$



由上述公式可得到 C_i 为56nF，当考虑输入阻抗变化时，可能会选择100nF的值。该电容器的另一个考虑因素是从输入源通过输入网络（ C_i ， R_i+R_f ）到负载的泄漏路径。这种漏电流在放大器的输入端产生直流偏移电压，从而降低了有用的净空，特别是在高增益应用中。因此，低泄漏钽或陶瓷电容器是最佳选择。当使用极化电容器时，在大多数应用中，电容器的正侧应面向放大器输入，因为直流电平保持在3.0V，这可能高于源直流电平。请注意，在应用中确认电容器极性非常重要。

电源耦合电容(CS)

PF8009 是一款高性能 CMOS 音频放大器，需要足够的电源去耦，以确保输出总谐波失真（THD）尽可能低。电源去耦还可以防止放大器和扬声器之间长引线长度引起的振荡。

通过使用针对电源引线上不同类型噪声的两种不同类型的电容器来实现最佳解耦。对于线路上的高频瞬态、尖峰或数字散列，将一个良好的低等效串联电阻（ESR）陶瓷电容器（通常为 $1\mu\text{F}$ ）放置在尽可能靠近设备 VDD 引脚的位置，以实现最佳操作。为了过滤低频噪声信号，建议在音频功率放大器附近放置一个 $10\mu\text{F}$ 或更大的大型陶瓷电容器。VDD 或 GND 上的长导线（ $>1\text{m}$ ）将导致大功率泵浦，这可能会损坏芯片，因此需要在 PF8009 附近放置额外的 $100\mu\text{F}$ 或更大的电容。

EMI/EMC抑制

大多数应用需要铁氧体磁珠滤波器来消除EMI，如图3所示。铁氧体滤波器可降低1MHz及以上的电磁干扰。在选择铁氧体磁珠时，应选择高频阻抗高、低频阻抗低的磁珠。

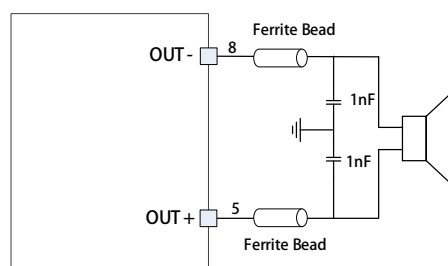


Figure 3: Ferrite Bead Filter to Reduce EMI

欠压保护

PF8009集成了用于检测低电源电压的电路。当电源电压降至 2.4V 或以下时，PF8009进入关机状态，只有当VDD 高于 2.5V 时，设备才会退出关机状态并恢复正常功能。

短路保护

PF8009 在输出端具有短路保护电路，以防止在发生输出到输出短路或输出到 GND 短路时损坏设备。当发生短路时，设备立即进入关机状态。一旦短路被移除，设备将被重新激活。

温度保护

PF8009上的热保护可防止内部芯片温度超过 135°C 时设备损坏。设备之间的触发点有 15°C 的公差。一旦模具温度超过设定值，设备将进入关机状态，输出将被禁用。这不是闭锁故障。一旦模具温度降低 15°C ，热故障即被清除。这种大的滞后现象将很好地防止电动划船的声音，并且该设备在没有外部系统交互的情况下开始正常运行。



关断控制

为了在不使用时降低功耗，PF8009 在 CTRL 引脚上设置逻辑低时关闭电路放大器。通过切换连接到 GND 的 CTRL 引脚，PF8009 电源电流消耗将在空闲模式下最小化。

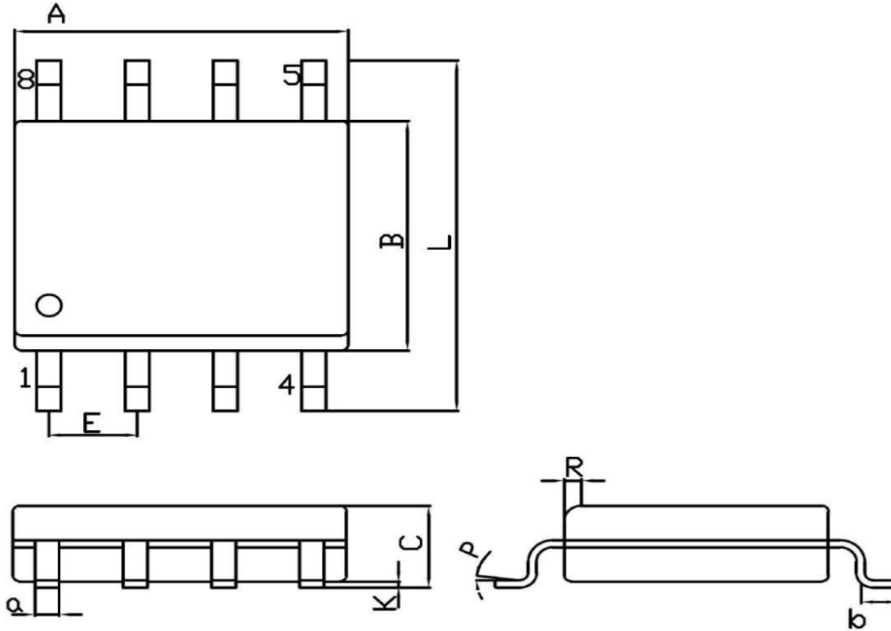
POP and Click 控制

PF8009 包含的 De-pop 电路，可最大限度地减少开启和关闭瞬态或“点击和弹出”产生的 Pop 声，其中开启是指电源开启或设备从关闭模式恢复。当设备打开时，放大器内部会静音。内部电流源使内部参考电压上升。该设备将保持静音模式，直到参考电压达到电源电压的一半，即 $1/2 VDD$ 。一旦参考电压稳定，芯片将开始全面运行。为了获得最佳的断电弹出性能，在移除电源电压之前，应将放大器设置为关机模式。



Package Information

SOP-8L



Unit: mm

Symbol	Dimensions In Millimeters		Symbol	Dimensions In Millimeters	
	Min	Max		Min	Max
A	4.70	5.10	C	1.35	1.75
B	3.70	4.10	a	0.35	0.49
L	6.00	6.40	R	0.30	0.60
E	1.27 BSC		P	0°	7°
K	0.12	0.22	b	0.40	1.25

Note:

- 1) All dimensions are in millimeters.
- 2) Package length does not include mold flash, protrusion or gate burr.
- 3) Package width does not include inter lead flash or protrusion.