

# 3W、单声道/立体声BTL音频功率放大器， 带有关断控制

## 概述

MAX9710/MAX9711是立体声/单声道3W桥接负载(BTL)音频功率放大器。器件符合PC99/01标准，采用4.5V至5.5V单电源供电，具有业内顶级水平的100dB PSRR，可使器件工作在嘈杂的电源环境中，无需额外的高成本电源。0.005%超低THD+N可以确保对音频信号进行低噪、低失真放大，而专有的咔嗒/噤噪声抑制电路可消除通、断电时的瞬时杂音。节能特性包括：低至2mV的 $V_{OS}$ （使通过扬声器的直流电流最小）、低至7mA的电源电流以及关断模式下的0.5 $\mu$ A电流。MUTE功能可以快速开启或关闭输出。

器件具有热过载保护，工作于-40°C至+85°C扩展级温度范围，并采用高效散热的封装形式。MAX9710提供20引脚薄型QFN封装(5mm x 5mm x 0.8mm)；MAX9711提供12引脚薄型QFN封装(4mm x 4mm x 0.8mm)。

## 应用

笔记本电脑	双向无线装置
平板电视	通用音频
平板PC显示器	带有电源的扬声器

## 特性

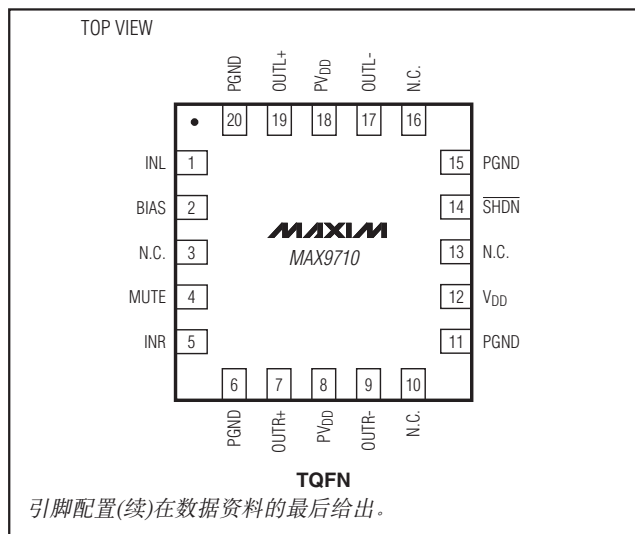
- ◆ 3W输出至3 $\Omega$ 负载(THD+N为1%)
- ◆ 4W输出至3 $\Omega$ 负载(THD+N为10%)
- ◆ 业内顶级水平的100dB超高PSRR
- ◆ 符合PC99/01规范
- ◆ 专有的咔嗒/噤噪声抑制技术
- ◆ 0.005%超低THD+N
- ◆ 低静态电流：7mA
- ◆ 低功耗关断模式：0.5 $\mu$ A
- ◆ MUTE功能
- ◆ 提供微小的20引脚薄型QFN封装(5mm x 5mm x 0.8mm)

## 订购信息

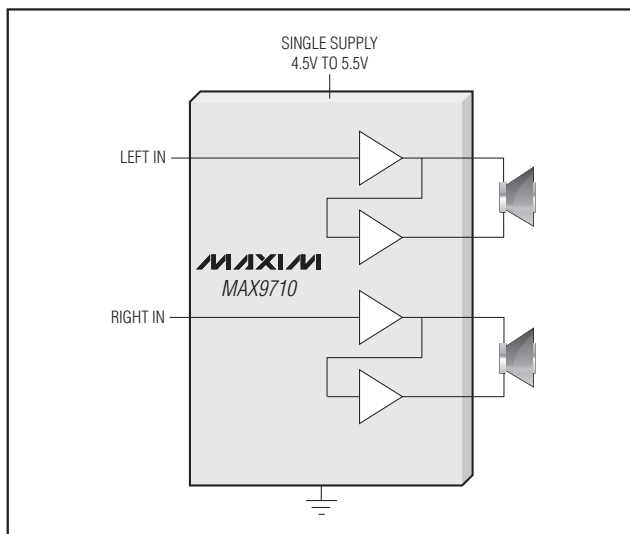
PART	TEMP RANGE	PIN-PACKAGE	AMP
MAX9710ETP	-40°C to +85°C	20-Thin QFN-EP*	Stereo
MAX9711ETC	-40°C to +85°C	12-Thin QFN-EP*	Mono

\*EP = 裸焊盘。

## 引脚配置



## 简化框图



# 3W、单声道/立体声BTL音频功率放大器， 带有关断控制

## ABSOLUTE MAXIMUM RATINGS

V <sub>DD</sub> to GND, PGND .....	+6V
PV <sub>DD</sub> to V <sub>DD</sub> .....	±0.3V
PGND to GND .....	±0.3V
All Other Pins to GND .....	-0.3V to (V <sub>DD</sub> + 0.3V)
Continuous Input Current (into any pin except power supply and output pins) .....	±20mA
Continuous Power Dissipation (T <sub>A</sub> = +70°C) 12-Pin Thin QFN (derate 16.9mW/°C above +70°C) ....	1349mW

20-Pin Thin QFN (derate 20.8mW/°C above +70°C) ....	1667mW
Operating Temperature Range .....	-40°C to +85°C
Storage Temperature Range .....	-65°C to +150°C
Junction Temperature .....	+150°C
Lead Temperature (soldering, 10s) .....	+300°C

Stresses beyond those listed under "Absolute Maximum Ratings" may cause permanent damage to the device. These are stress ratings only, and functional operation of the device at these or any other conditions beyond those indicated in the operational sections of the specifications is not implied. Exposure to absolute maximum rating conditions for extended periods may affect device reliability.

## ELECTRICAL CHARACTERISTICS

(V<sub>DD</sub> = PV<sub>DD</sub> = 5.0V, V<sub>GND</sub> = V<sub>PGND</sub> = V<sub>MUTE</sub> = 0V, V<sub>SHDN</sub> = 5V, R<sub>IN</sub> = R<sub>F</sub> = 15kΩ, R<sub>L</sub> = ∞. T<sub>A</sub> = T<sub>MIN</sub> to T<sub>MAX</sub>, unless otherwise noted. Typical values are at T<sub>A</sub> = +25°C.) (Note 1)

PARAMETER	SYMBOL	CONDITIONS	MIN	TYP	MAX	UNITS
Supply Voltage Range	V <sub>DD</sub> /PV <sub>DD</sub>	Inferred from PSRR test	4.5		5.5	V
Quiescent Supply Current (I <sub>VDD</sub> + I <sub>PVDD</sub> )	I <sub>DD</sub>	MAX9710		12	30	mA
		MAX9711		7	17	
Shutdown Supply Current	I <sub>SHDN</sub>	SHDN = GND		0.5	30	μA
Turn-On Time	t <sub>ON</sub>	C <sub>BIAS</sub> = 1μF (10% of final value)		300		ms
		C <sub>BIAS</sub> = 0.1μF (10% of final value)		30		
Thermal Shutdown Threshold				160		°C
Thermal Shutdown Hysteresis				15		°C
<b>OUTPUT AMPLIFIERS</b>						
Output Offset Voltage	V <sub>OS</sub>	V <sub>OUT+</sub> - V <sub>OUT-</sub> , A <sub>v</sub> = 2		±2	±14	mV
Power-Supply Rejection Ratio	PSRR	V <sub>RIIPPLE</sub> = 200mV <sub>P-P</sub> (Note 2)	V <sub>DD</sub> = 4.5V to 5.5V	82	100	dB
			f = 1kHz		87	
			f = 20kHz		74	
Output Power	P <sub>OUT</sub>	f <sub>IN</sub> = 1kHz, THD+N < 1%	R <sub>L</sub> = 8Ω	1.1	1.4	W
			R <sub>L</sub> = 4Ω		2.6	
			R <sub>L</sub> = 3Ω		3	
Total Harmonic Distortion Plus Noise	THD+N	f <sub>IN</sub> = 1kHz, BW = 22Hz to 22kHz	P <sub>OUT</sub> = 1.2W, R <sub>L</sub> = 8Ω	0.005		%
			P <sub>OUT</sub> = 2W, 4Ω	0.01		
Signal-to-Noise Ratio	SNR	R <sub>L</sub> = 8Ω, V <sub>OUT</sub> = 2.8V <sub>RMS</sub> , BW = 22Hz to 22kHz		95		dB
Slew Rate	SR			1.6		V/μs
Maximum Capacitive Load Drive	C <sub>L</sub>	No sustained oscillations		1		nF
Crosstalk		f <sub>IN</sub> = 10kHz		77		dB
<b>BIAS VOLTAGE (BIAS)</b>						
BIAS Voltage	V <sub>BIAS</sub>		2.35	2.5	2.65	V
Output Resistance	R <sub>BIAS</sub>			50		kΩ
<b>DIGITAL INPUTS (MUTE, SHDN)</b>						
Input Voltage High	V <sub>IH</sub>		2			V
Input Voltage Low	V <sub>IL</sub>				0.8	V
Input Leakage Current	I <sub>IN</sub>				±1	μA

**Note 1:** All devices are 100% production tested at +25°C. All temperature limits are guaranteed by design.

**Note 2:** PSRR is specified with the amplifier inputs connected to GND through R<sub>IN</sub> and C<sub>IN</sub>.

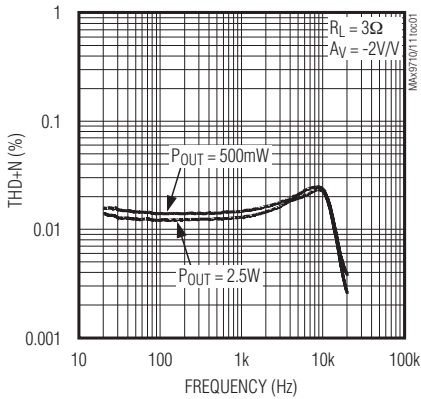
# 3W、单声道/立体声BTL音频功率放大器， 带有关断控制

典型工作特性

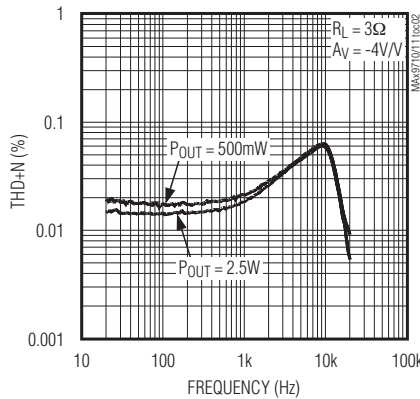
( $V_{DD} = 5V$ , THD+N measurement bandwidth = 22Hz to 22kHz,  $T_A = +25^\circ C$ , unless otherwise noted.)

MAX9710/MAX9711

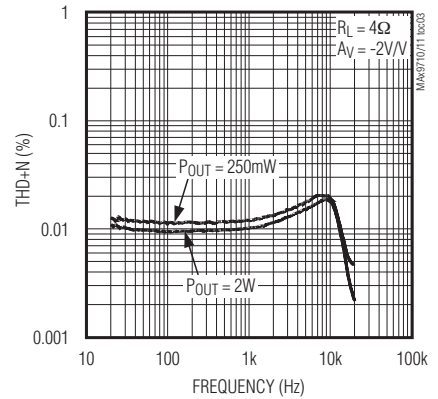
**TOTAL HARMONIC DISTORTION PLUS NOISE vs. FREQUENCY**



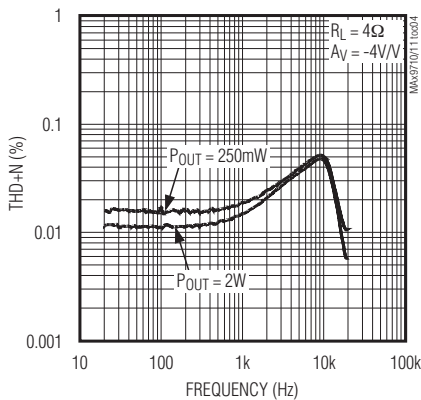
**TOTAL HARMONIC DISTORTION PLUS NOISE vs. FREQUENCY**



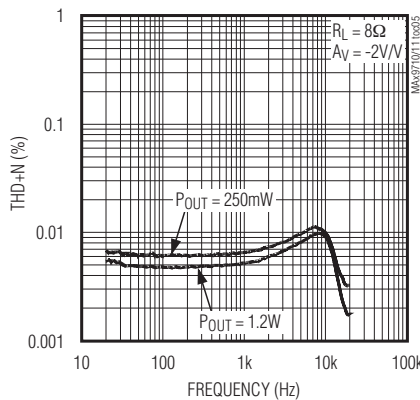
**TOTAL HARMONIC DISTORTION PLUS NOISE vs. FREQUENCY**



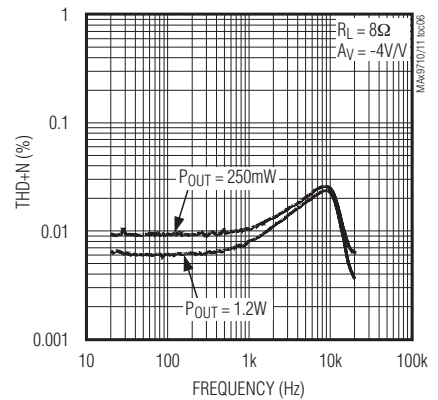
**TOTAL HARMONIC DISTORTION PLUS NOISE vs. FREQUENCY**



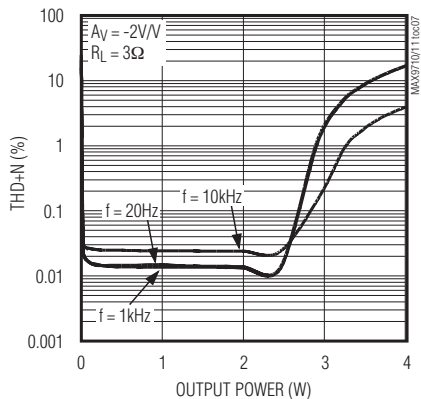
**TOTAL HARMONIC DISTORTION PLUS NOISE vs. FREQUENCY**



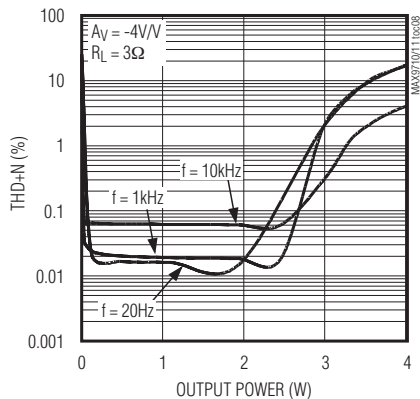
**TOTAL HARMONIC DISTORTION PLUS NOISE vs. FREQUENCY**



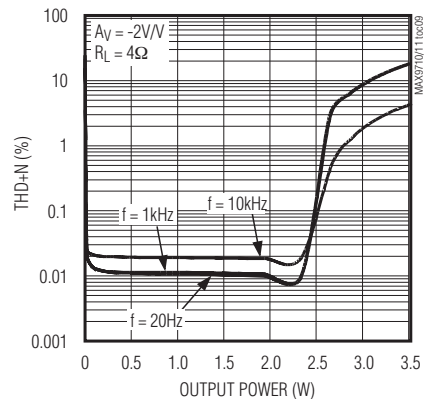
**TOTAL HARMONIC DISTORTION PLUS NOISE vs. OUTPUT POWER**



**TOTAL HARMONIC DISTORTION PLUS NOISE vs. OUTPUT POWER**



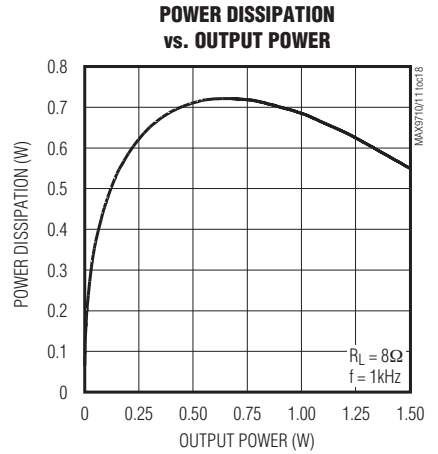
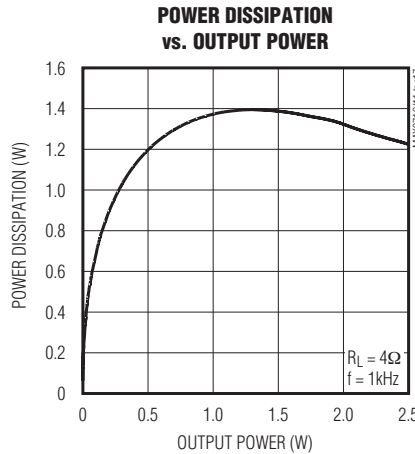
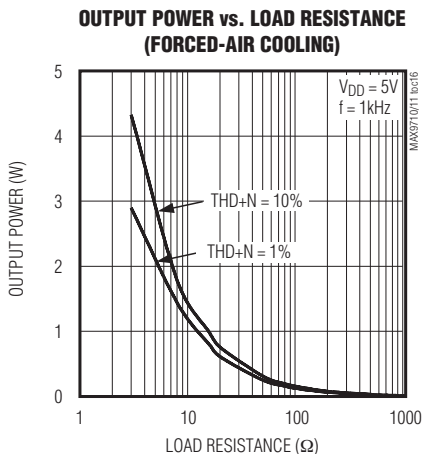
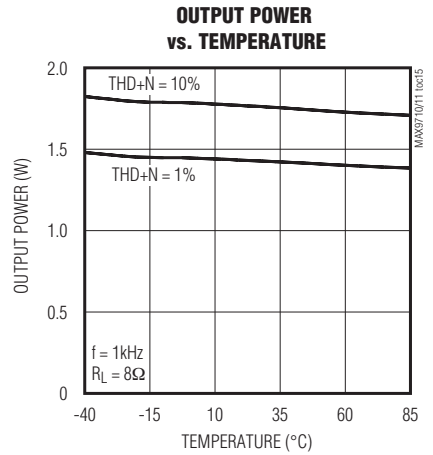
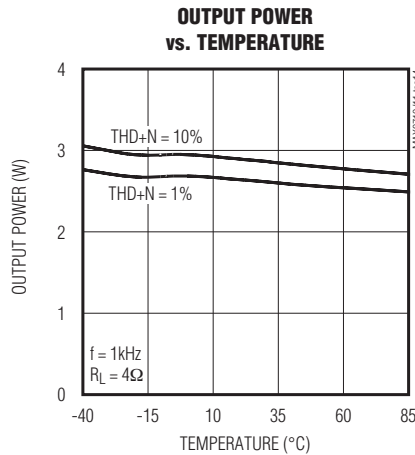
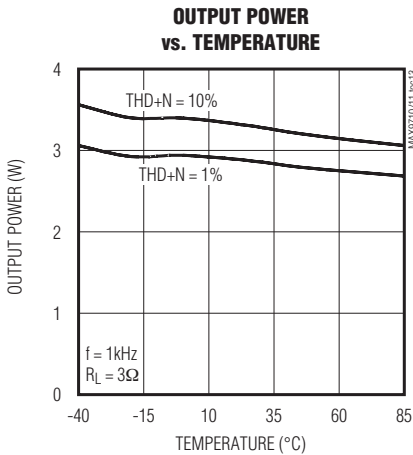
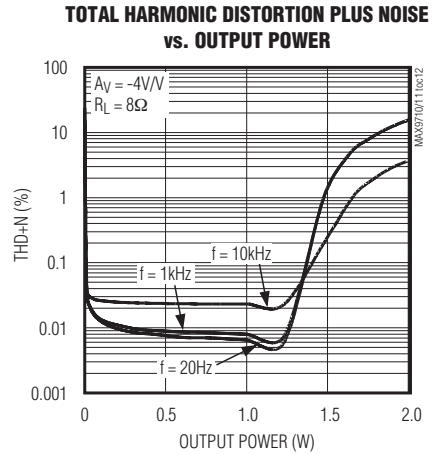
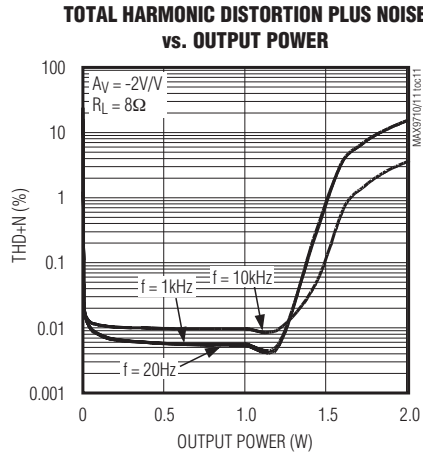
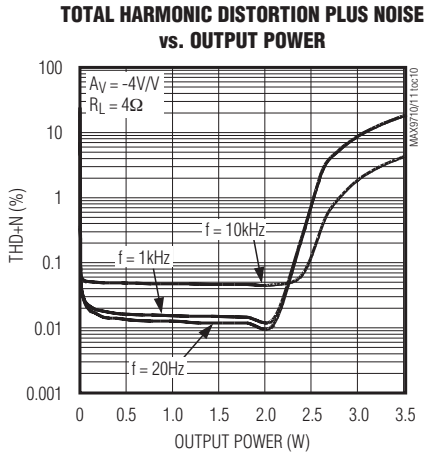
**TOTAL HARMONIC DISTORTION PLUS NOISE vs. OUTPUT POWER**



# 3W、单声道/立体声BTL音频功率放大器， 带有关断控制

典型工作特性(续)

( $V_{DD} = 5V$ , THD+N measurement bandwidth = 22Hz to 22kHz,  $T_A = +25^\circ C$ , unless otherwise noted.)

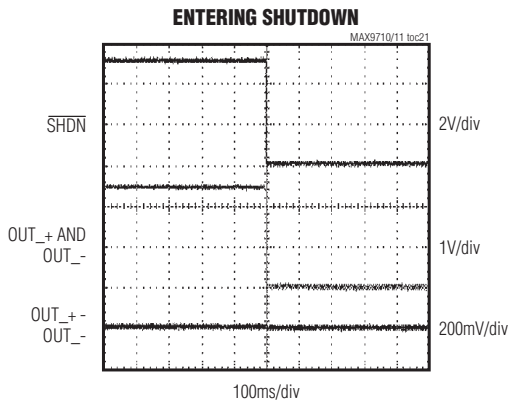
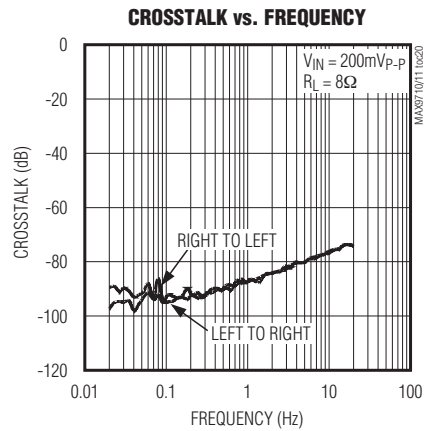
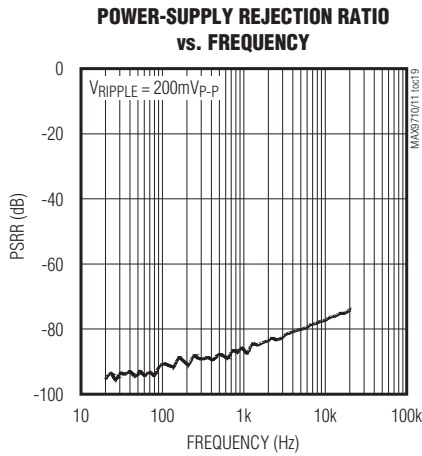


# 3W、单声道/立体声BTL音频功率放大器， 带有关断控制

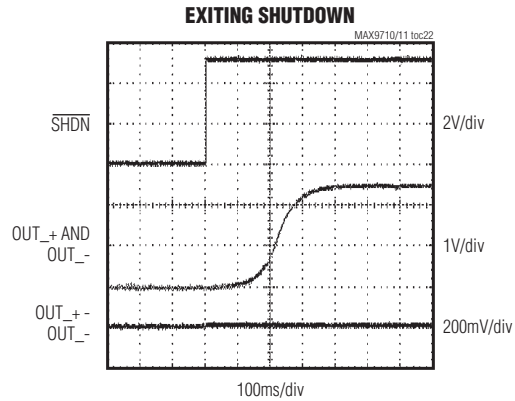
典型工作特性(续)

( $V_{DD} = 5V$ , THD+N measurement bandwidth = 22Hz to 22kHz,  $T_A = +25^\circ C$ , unless otherwise noted.)

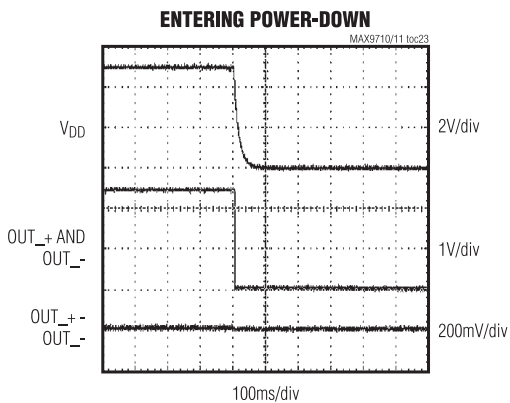
MAX9710/MAX9711



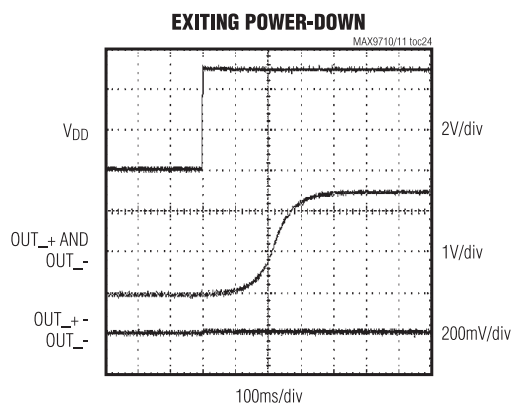
$R_L = 8\Omega$   
INPUT AC-COUPLED TO GND



$R_L = 8\Omega$   
INPUT AC-COUPLED TO GND



$R_L = 8\Omega$   
INPUT AC-COUPLED TO GND

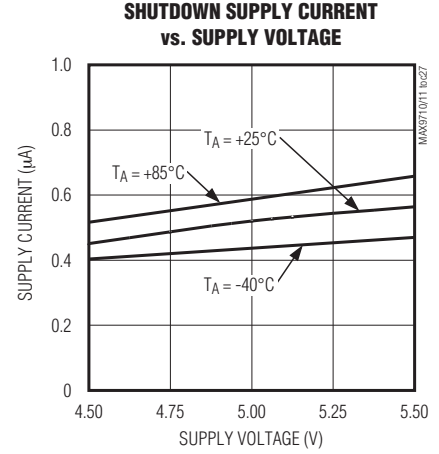
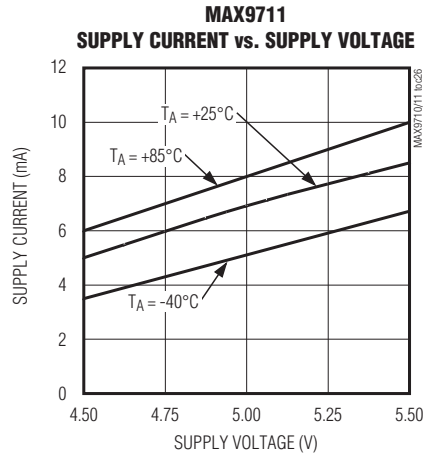
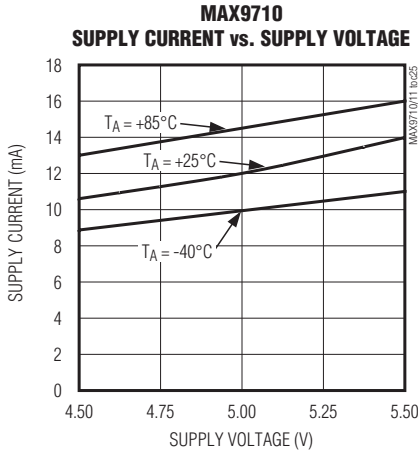


$R_L = 8\Omega$   
INPUT AC-COUPLED TO GND

# 3W、单声道/立体声BTL音频功率放大器， 带有关断控制

典型工作特性(续)

( $V_{DD} = 5V$ , THD+N measurement bandwidth = 22Hz to 22kHz,  $T_A = +25^\circ C$ , unless otherwise noted.)



引脚说明

引脚		名称	功能
MAX9710	MAX9711		
1	—	INL	左声道输入。
2	7	BIAS	直流偏置旁路，关于电容的选择，请参见BIAS电容部分。
3, 10, 13, 16	—	N.C.	无连接，内部没有连接。
4	9	MUTE	高电平有效的静音输入。
5	—	INR	右声道输入。
6, 11, 15, 20	1, 3	PGND	功率地。
7	—	OUTR+	右声道桥接放大器输出正端。
8, 18	5, 11	PV <sub>DD</sub>	输出放大器电源。
9	—	OUTR-	右声道桥接放大器输出负端。
12	8	V <sub>DD</sub>	电源。
14	10	SHDN	低电平有效的关断控制，正常工作时将SHDN连接至V <sub>DD</sub> 。
17	—	OUTL-	左声道桥接放大器输出负端。
19	—	OUTL+	左声道桥接放大器输出正端。
—	2	IN	放大器输入端。
—	6	GND	地。
—	12	OUT-	桥接放大器输出负端。
—	4	OUT+	桥接放大器输出正端。
—	—	EP	裸焊盘，连接至地平面。

## 3W、单声道/立体声BTL音频功率放大器，带有关断控制

### 详细说明

MAX9710/MAX9711是3W BTL扬声器放大器。MAX9710为立体声扬声器放大器，MAX9711为单声道扬声器放大器。两款器件均具有低功耗关断模式、MUTE模式以及完备的咔嗒/噤噪抑制功能。器件包含配置成BTL放大器的大输出电流运算放大器(见功能框图)。器件增益由 $R_F$ 和 $R_{IN}$ 设置。

### BIAS

这些器件采用5V单电源供电，由内部产生2.5V对地共模偏置电压，该电压与电源电压无关。BIAS用来提供咔嗒/噤噪抑制，并为音频输出设置直流偏置电平。BIAS内部连接至各个扬声器放大器的同相输入端(见功能框图)。根据BIAS电容部分的描述选择旁路电容值。BIAS端不能连接外部负载，连接任何负载都会降低BIAS电压，从而会影响器件的整体性能。

### 关断

MAX9710/MAX9711具有0.5 $\mu$ A低功耗关断模式，可降低静态电流。拉低SHDN将禁用器件的偏置电路、有源拉低放大器的输出、驱动BIAS至GND。正常工作时，将SHDN连接至 $V_{DD}$ 。

### MUTE

两款器件均具有无杂音的MUTE模式。器件静音后，断开输入与放大器的连接。MUTE仅影响功率放大器，而不会关断器件。驱动MUTE至高电平，可以将器件置于静音。正常工作时，将MUTE驱动至低电平。

### 杂音抑制

MAX9710/MAX9711采用Maxim具有专利保护的咔嗒/噤噪抑制电路。启动时，放大器的共模偏置电压沿S型曲线缓慢上升至直流偏置点。进入关断模式时，放大器输出被同时有源拉低。这种方案可使音频波段的能量最小。

按下式选择参数，实现最优的咔嗒/噤噪抑制：

$$R_{IN} \times C_{IN} < R_{BIAS} \times C_{BIAS}$$

其中， $R_{BIAS} = 50k\Omega$ 。

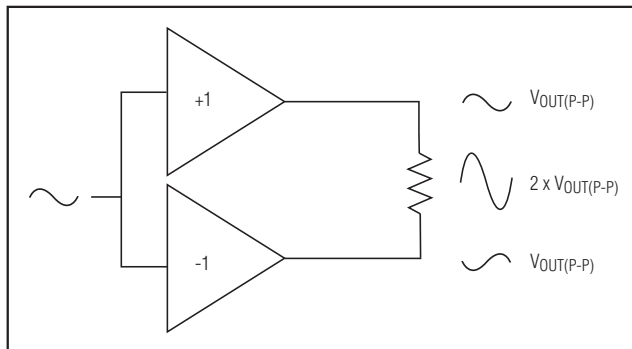


图1. 桥接负载配置

### 应用信息

#### BTL放大器

MAX9710/MAX9711采用差分方式驱动负载，这种配置被称为BTL。这种BTL配置(图1)与负载一端接地的单端配置相比，具有独特优势。在相同条件下，采用差分方式驱动负载，得到的输出电压是单端放大器的2倍。因此，器件的差分增益是输入放大器闭环增益的2倍。有效增益由下式得出：

$$A_{VD} = 2 \times \frac{R_F}{R_{IN}}$$

由于输出电压翻倍，将下式中的 $V_{OUT(P-P)}$ 替换成 $2 \times V_{OUT(P-P)}$ ，可得到4倍的输出功率：

$$V_{RMS} = \frac{V_{OUT(P-P)}}{2\sqrt{2}}$$

$$P_{OUT} = \frac{V_{RMS}^2}{R_L}$$

由于差分输出偏置在电源中点，所以负载上没有净直流电压，从而省去了单端放大器所需的隔直流电容。这些电容往往体积大、成本高，既浪费电路板空间，又降低了低频性能。

# 3W、单声道/立体声BTL音频功率放大器， 带有关断控制

## 功耗与散热

正常工作条件下，MAX9710/MAX9711可以耗散较大的功率。在 *Absolute Maximum Ratings* 的 Continuous Power Dissipation 部分给出了每种封装的最大功耗值，此外也可以通过以下公式计算每种封装的最大功耗值：

$$P_{DISSPKG(MAX)} = \frac{T_{J(MAX)} - T_A}{\theta_{JA}}$$

其中， $T_{J(MAX)}$  为 +150°C， $T_A$  是环境温度， $\theta_{JA}$  是 *Absolute Maximum Ratings* 部分规定的降额系数的倒数，单位为 °C/W。例如，20 引脚薄型 QFN 封装的  $\theta_{JA}$  为 48.1°C/W。

与单端配置相比，BTL 配置能够提供更多的输出功率，这也直接导致了内部功耗的增加。在给定的  $V_{DD}$  和负载条件下，最大功耗可由下式计算：

$$P_{DISS(MAX)} = \frac{2V_{DD}^2}{\pi^2 R_L}$$

如果实际应用中的功耗超出了给定封装所允许的最大值，可以采取以下措施：减小  $V_{DD}$ 、增大负载阻抗、降低环境温度或提高器件的散热能力(见 *布线与接地* 部分)。增大 PCB 上的输出线、电源线和地线宽度，有助于提高封装的最大耗散功率。

热过载保护会限制 MAX9710/MAX9711 的总功耗。当结温超过 +160°C 时，热保护电路将禁止放大器输出级工作，结温下降 15°C 后再启动放大器。连续热过载情况下将产生脉冲输出，这是器件过热与降温的结果。

## 元件选择

### 增益设置电阻

使用外部反馈元件设置器件的增益。采用电阻  $R_F$  和  $R_{IN}$  (*功能框图*) 按照下式设置放大器的增益：

$$A_{VD} = 2 \times \frac{R_F}{R_{IN}}$$

## 输入滤波器

输入电容 ( $C_{IN}$ ) 与  $R_{IN}$  一起构成了高通滤波器，可以消除输入信号的直流偏置。交流耦合电容允许放大器为信号提供最佳的直流偏置电平。假定信号源阻抗为 0，高通滤波器的 -3dB 点为：

$$f_{-3dB} = \frac{1}{2\pi R_{IN} C_{IN}}$$

按下式选择参数，实现最优的咔嗒/噤噪声抑制：

$$R_{IN} \times C_{IN} < R_{BIAS} \times C_{BIAS}$$

其中， $R_{BIAS} = 50k\Omega$ 。

如果  $f_{-3dB}$  设置过高，会影响放大器的低频响应。选用低电压系数的电介质电容，如钽或铝电解电容。陶瓷电容等高电压系数的电容可能会导致低频失真加剧。

## BIAS 电容

BIAS 是内部产生 2.5V 直流偏置电压的输出端。BIAS 旁路电容  $C_{BIAS}$  通过降低共模偏置点处的电源噪声及其它噪声来改善 PSRR 和 THD+N；此外还可为扬声器放大器产生无杂音启动的直流偏置。采用 1μF 电容将 BIAS 旁路到 GND。小容量的  $C_{BIAS}$  可以加快  $t_{ON}/t_{OFF}$  时间，但会增大咔嗒/噤噪声。

## 电源旁路

适当的电源旁路可以确保低噪声、低失真工作。在  $V_{DD}$  与 PGND 之间接 0.1μF 陶瓷电容。根据具体应用的需求，可以增加额外的大电容。旁路电容应尽可能靠近器件放置。

## 压电扬声器驱动器

小尺寸压电扬声器能为便携式电子设备提供高质量音效。不过，通常压电扬声器两端需要较大的电压摆幅 (>8V<sub>P-P</sub>) 才能产生有效的声压。MAX9711 经过配置后可以在 5V 单电源下用高达 10V<sub>P-P</sub> 的摆幅驱动压电扬声器。

图 2 所示为 MAX9711 驱动压电扬声器的 THD+N 曲线。需要注意的是，THD+N 会随着频率的增大而增大。这是由于压电扬声器的电容特性造成的，当频率增大时，扬声器阻抗减小，使得从放大器吸取的电流增大。



# 3W、单声道/立体声BTL音频功率放大器， 带有关断控制

MAX9710/MAX9711

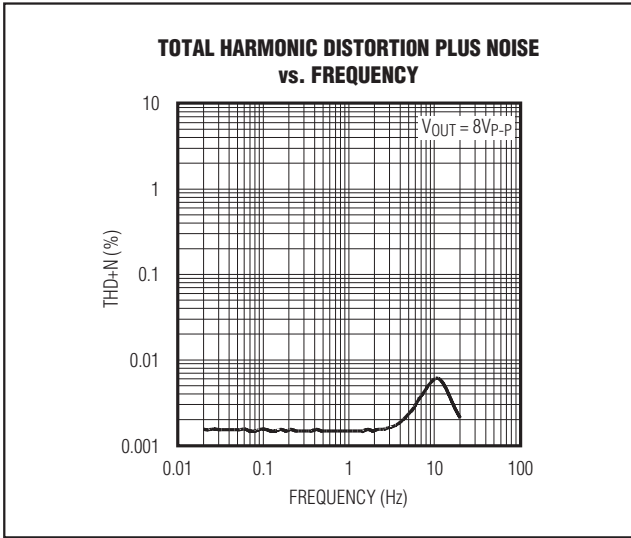


图2. MAX9711压电扬声器驱动器的THD+N与频率的关系

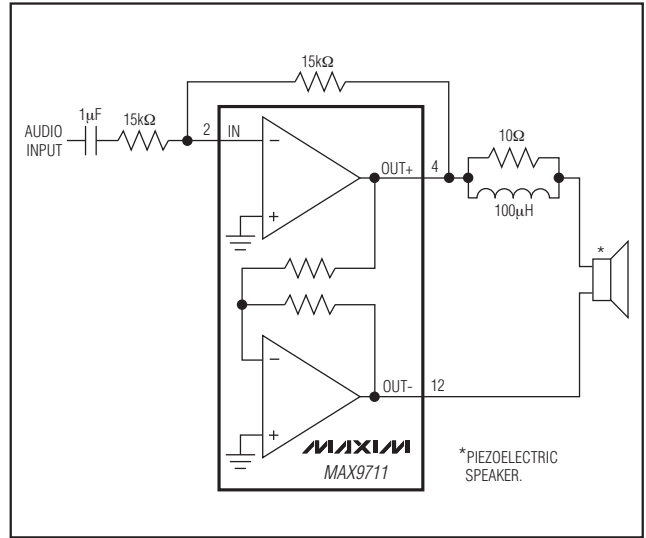


图3. 驱动压电扬声器的隔离网络

压电扬声器的电容特性会导致MAX9711不稳定，用一个简单的电感/电阻网络与扬声器串联，可以将扬声器的电容与驱动器隔离开，确保器件输出端的负载电阻在高频时保持在 $10\Omega$ ，从而使输出保持稳定(图3)。

### 布线与接地

良好的PCB布线是获得最佳性能的关键。电源输入和放大器输出使用宽引线，以降低由引线的寄生电阻造成的损耗，布线面积大有助于器件的散热。良好的接地可以改善音频性能、减小通道间的串扰并防止数字开关噪声耦合到音频信号中。

MAX9710/MAX9711的薄型QFN封装下方有一个散热裸焊盘。该焊盘提供了一条从管芯到印刷电路板的直接导热通道，从而降低了封装的热阻。如果需要的话，使用多个过孔将裸焊盘连接至地平面。为实现最优性能，按照图4所示进行接地。

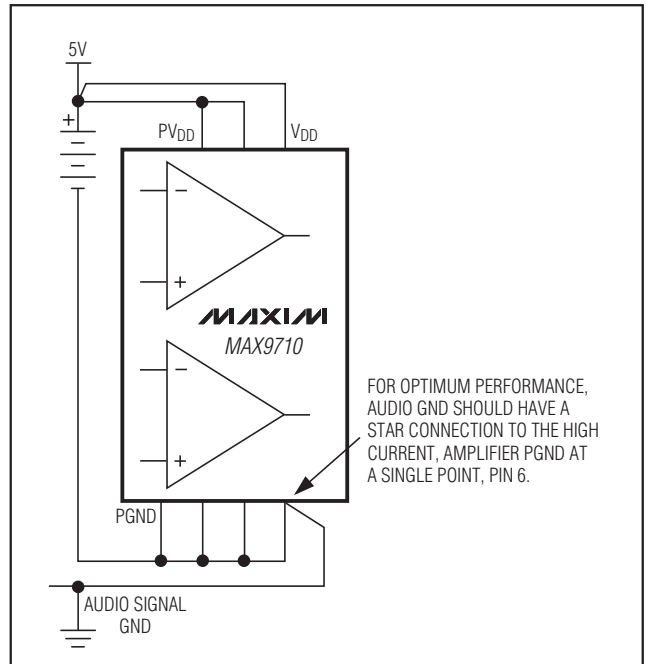
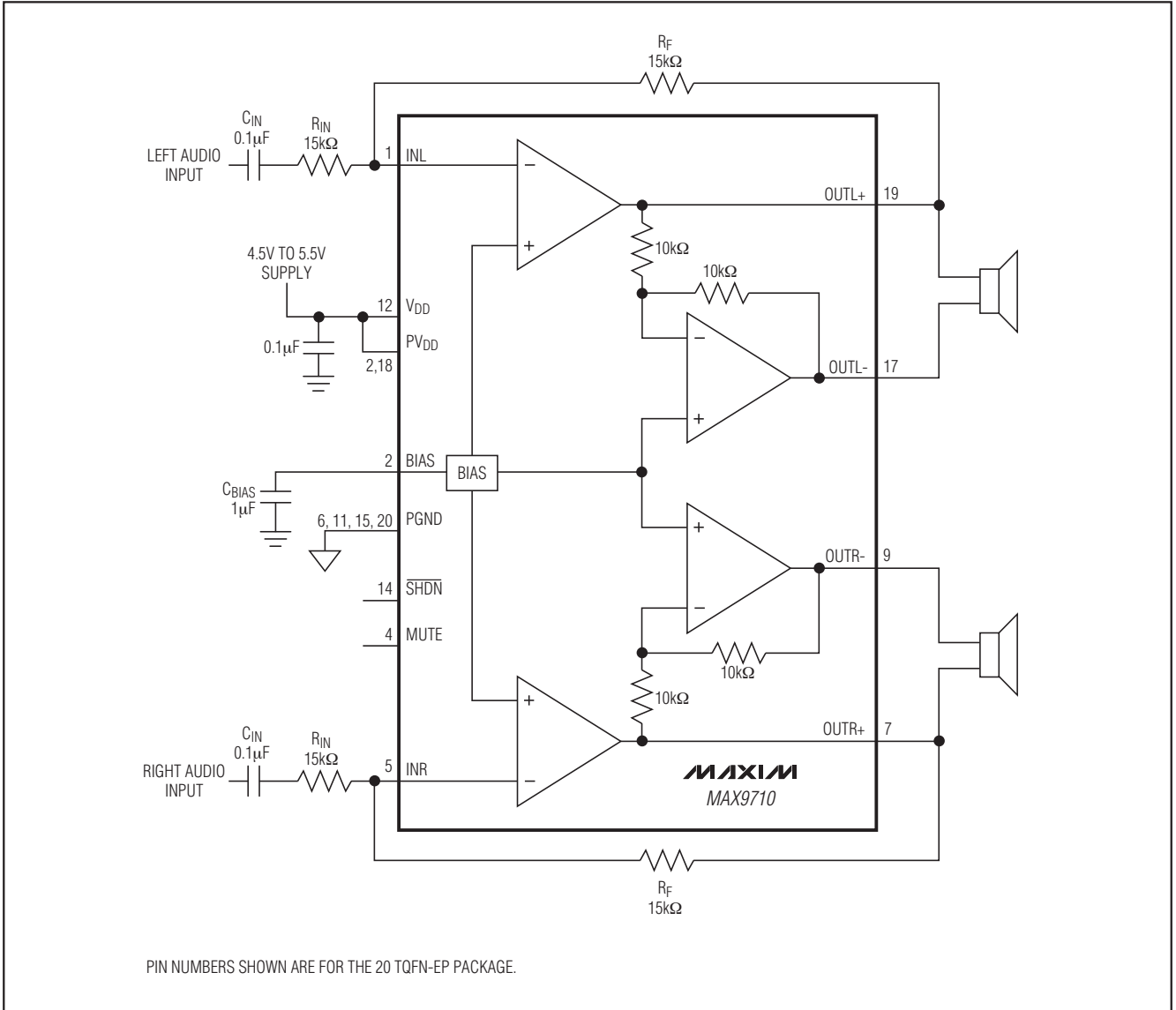


图4. MAX9710音频地连接

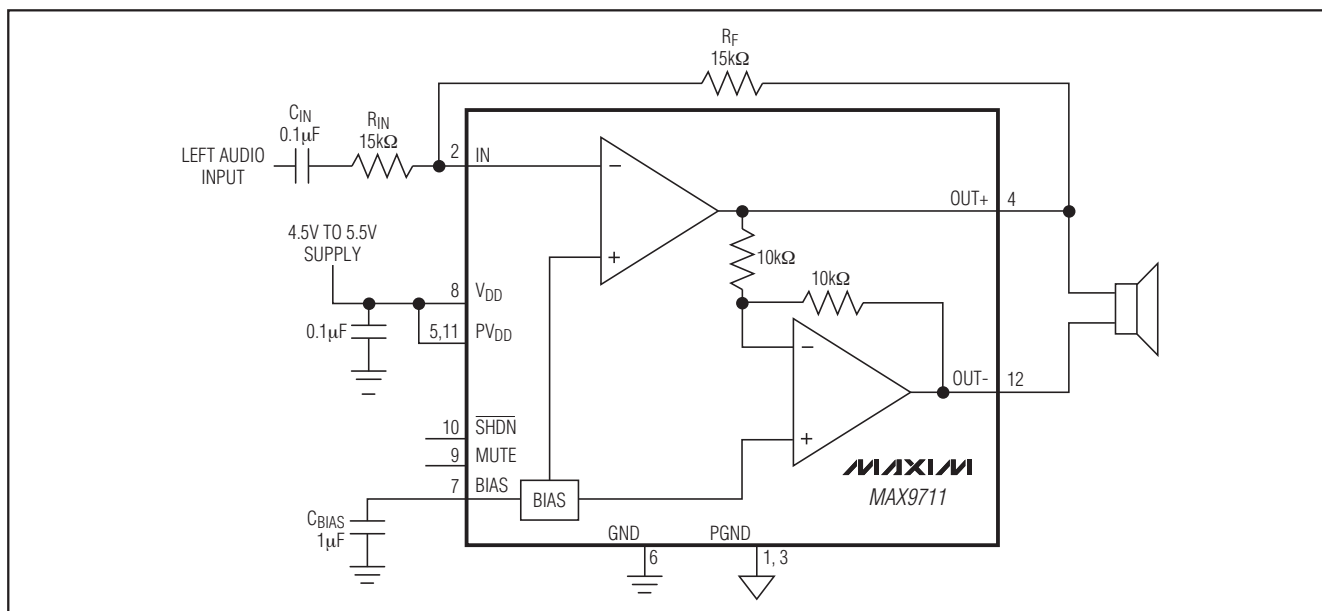
# 3W、单声道/立体声BTL音频功率放大器，带有关断控制

功能框图



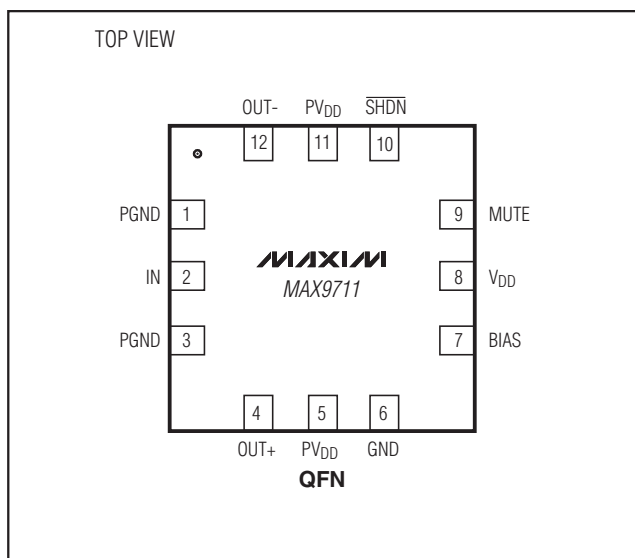
## 3W、单声道/立体声BTL音频功率放大器， 带有关断控制

功能框图(续)



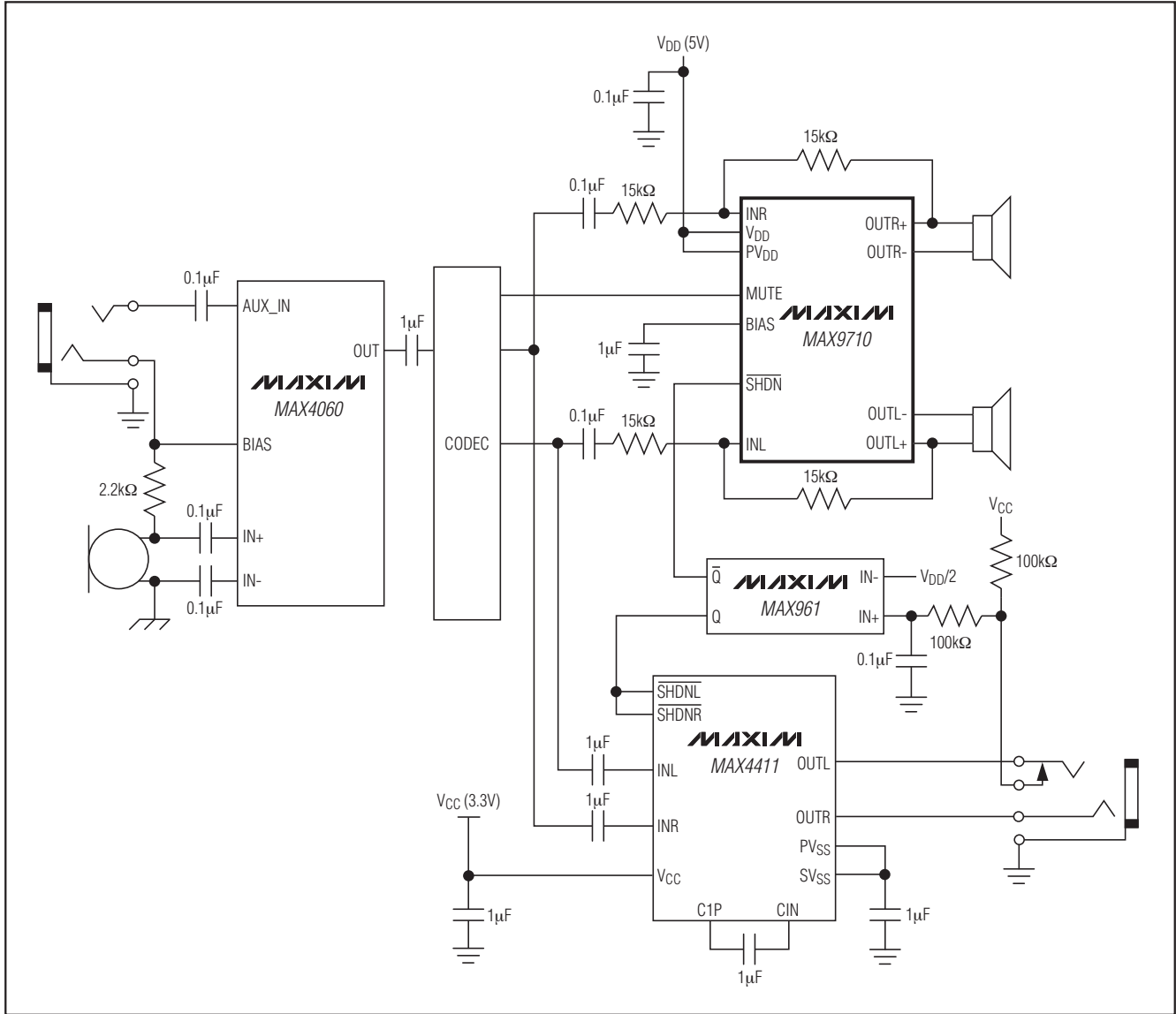
MAX9710/MAX9711

引脚配置(续)



# 3W、单声道/立体声BTL音频功率放大器， 带有关断控制

系统框图



## 封装信息

如需最近的封装外形信息和焊盘布局，请查询  
[www.maxim-ic.com.cn/packages](http://www.maxim-ic.com.cn/packages)。

封装类型	封装编码	文档编号
20 TQFN-EP	T2055-4	<a href="#">21-0140</a>
12 TQFN-EP	T1244-4	<a href="#">21-0139</a>

## 芯片信息

MAX9710 TRANSISTOR COUNT: 1172  
MAX9711 TRANSISTOR COUNT: 780  
PROCESS: BiCMOS

# 3W、单声道/立体声BTL音频功率放大器， 带有关断控制

修订历史

修订次数	修订日期	说明	修改页
0	4/03	最初版本。	—
1	6/08	删除了TSSOP封装。	1, 2, 6, 9, 10

MAX9710/MAX9711

## Maxim北京办事处

北京 8328信箱 邮政编码 100083

免费电话：800 810 0310

电话：010-6211 5199

传真：010-6211 5299

Maxim不对Maxim产品以外的任何电路使用负责，也不提供其专利许可。Maxim保留在任何时间、没有任何通报的前提下修改产品资料和规格的权利。

**Maxim Integrated Products, 120 San Gabriel Drive, Sunnyvale, CA 94086 408-737-7600** \_\_\_\_\_ 13