



1.3W、无需滤波、立体声 D类音频功率放大器

MAX9701

概述

MAX9701 立体声D类音频功率放大器能够以D类放大器效率提供AB类放大器的优异性能，无需散热器，并可有效延长电池寿命。MAX9701能够以87%的效率为每个声道的8Ω负载提供高达1.3W的功率。Maxim的新一代低EMI调制方案允许放大器无需外接LC滤波器，即可满足FCC EMI辐射标准。

MAX9701提供两种调制方案：固定频率(FFM)模式和扩频(SSM)模式，SSM模式有助于降低EMI辐射。MAX9701振荡器可以通过SYNC输入与外部时钟同步，允许多个Maxim D类放大器同步工作。需要驱动更多通道时，同步输出(SYNC_OUT)可以用于主-从结构系统。MAX9701采用全差分结构，全桥接负载输出，提供全面的咔嗒声和噼啪声抑制。器件可通过两个输入将增益设置为0dB、6dB、12dB和18dB，进一步减少了外部元件的数量。

MAX9701具有高达80dB的PSRR、低于0.1%的THD+N以及超过88dB的SNR。短路和热过载保护能够使该器件在故障状态下免于损坏。MAX9701提供24引脚、薄型QFN-EP (4mm x 4mm x 0.8mm)封装和20焊球UCSP™ (2mm x 2.5mm x 0.6mm)封装。MAX9701工作在扩展级温度范围：-40°C至+85°C。

应用

蜂窝电话
笔记本
手持式游戏机
坞站
MP3播放器

引脚配置在数据资料的最后给出。

UCSP是Maxim Integrated Products, Inc. 的商标。

特性

- ◆ 专有的扩频调制结构有助于降低辐射
- ◆ 单电源供电(2.5V至5.5V)
- ◆ 1.3W立体声输出(8Ω负载、 $V_{DD} = 5V$ 、THD+N = 1%)
- ◆ 无需LC输出滤波器
- ◆ 87%的效率($R_L = 8\Omega$ 、 $P_{OUT} = 1000mW$)
- ◆ 低于0.1%的THD+N
- ◆ 高达80dB的PSRR
- ◆ 全差分输入
- ◆ 集成咔嗒声和噼啪声抑制
- ◆ 低静态电流(典型值为9mA)
- ◆ 低功耗关断模式(典型值为0.1μA)
- ◆ 短路和热过载保护
- ◆ 采用散热效率高、节省空间的封装
 - 24引脚、薄型QFN-EP (4mm x 4mm x 0.8mm)封装
 - 20焊球UCSP (2mm x 2.5mm x 0.6mm)封装

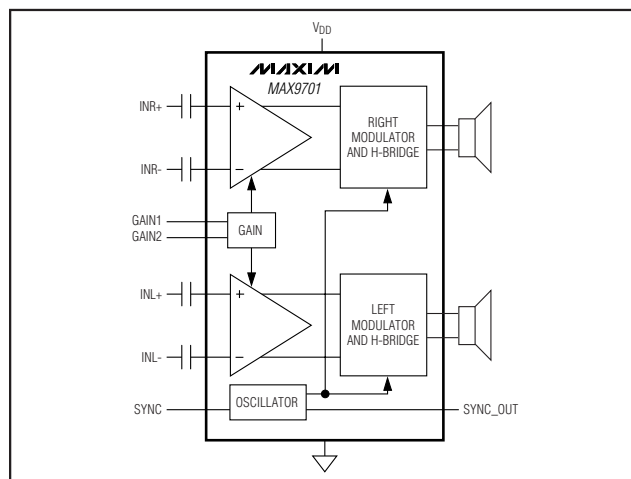
订购信息

PART	TEMP RANGE	PIN-PACKAGE	PKG CODE
MAX9701EBP-T	-40°C to +85°C	20 UCSP	B20-1
MAX9701ETG+	-40°C to +85°C	24 TQFN-EP*	T2444-4

+ 表示无铅封装。

*EP = 裸焊盘。

原理框图



Maxim Integrated Products 1

本文是Maxim正式英文资料的译文，Maxim不对翻译中存在的差异或由此产生的错误负责。请注意译文中可能存在文字组织或翻译错误，如需确认任何词语的准确性，请参考Maxim提供的英文版资料。

索取免费样品和最新版的数据资料，请访问Maxim的主页：www.maxim-ic.com.cn。

项目开发 芯片解密 零件配单 TEL:15013652265 QQ:38537442

1.3W、无需滤波、立体声 D类音频功率放大器

MAX9701

ABSOLUTE MAXIMUM RATINGS

V_{DD} to GND6V
 V_{DD} to PV_{DD} -0.3V to +0.3V
 PV_{DD} to PGND6V
GND to PGND-0.3V to +0.3V
All Other Pins to GND-0.3V to (V_{DD} + 0.3V)
Continuous Current In/Out of PV_{DD} , PGND, OUT_±800mA
Continuous Input Current (all other pins)±20mA
Duration of OUT_ Short Circuit to GND or PV_{DD} Continuous
Duration of Short Circuit Between OUT+ and OUT-Continuous

Continuous Power Dissipation (T_A = +70°C)
20-Bump UCSP (derate 10mW/°C above +70°C)800mW
24-Pin Thin QFN (derate 20.8mW/°C above +70°C) ..1666.7mW
Junction Temperature+150°C
Operating Temperature Range-40°C to +85°C
Storage Temperature Range-65°C to +150°C
Bump Temperature (soldering) Reflow+235°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_{DD} = PV_{DD} = $\overline{SHDN}$ = 3.3V, GND = PGND = 0V, SYNC = 0V (FFM), gain = 6dB (GAIN1 = 0, GAIN2 = 1), R_L connected between OUT+ and OUT-, R_L = ∞, T_A = T_{MIN} to T_{MAX} , unless otherwise noted. Typical values are at T_A = +25°C.) (Notes 1, 2)

PARAMETER	SYMBOL	CONDITIONS	MIN	TYP	MAX	UNITS
GENERAL						
Supply Voltage Range	V_{DD}	Inferred from PSRR test	2.5		5.5	V
Quiescent Current	I_{DD}	V_{DD} = 3.3V, per channel		4.5	8	mA
		V_{DD} = 5V, per channel		6.3	10	
Shutdown Current	I_{SHDN}			0.1	10	μA
Common-Mode Rejection Ratio	CMRR	f_{IN} = 1kHz		66		dB
Input Bias Voltage	V_{BIAS}		1.125	1.25	1.375	V
Turn-On Time	t_{ON}			40		ms
Output Offset Voltage	V_{OS}	T_A = +25°C		±10	±30	mV
		$T_{MIN} < T_A < T_{MAX}$			±55	
Power-Supply Rejection Ratio	PSRR	V_{DD} = 2.5V to 5.5V, V_{IN} = 0V	60	80		dB
		100mVp-p ripple, V_{IN} = 0V		72		
		f_{RIPPLE} = 20kHz		50		
Output Power (Note 3)	P_{OUT}	THD+N = 1%, T_A = +25°C	V_{DD} = 3.3V	R_L = 8Ω	460	mW
				R_L = 4Ω	750	
			V_{DD} = 5V	R_L = 8Ω	1300	
				R_L = 4Ω	2200	
Total Harmonic Distortion Plus Noise (Note 3)	THD+N	R_L = 8Ω (P_{OUT} = 300mW), f = 1kHz		0.08		%
		R_L = 4Ω (P_{OUT} = 400mW), f = 1kHz		0.15		
Signal-to-Noise Ratio	SNR	V_{OUT} = 1V _{RMS}	BW = 22Hz to 22kHz	FFM	86	dB
				SSM	86	
			A-weighted	FFM	88.5	
				SSM	88.5	
Oscillator Frequency	f_{OSC}	SYNC = GND		950	1100	kHz
		SYNC = unconnected		1200	1400	
		SYNC = V_{DD}		1200	±60	
Minimum On-Time	t_{MIN}			200		ns
SYNC Frequency Lock Range	f_{SYNC}		1000		1600	kHz

1.3W、无需滤波、立体声 D类音频功率放大器

MAX9701

ELECTRICAL CHARACTERISTICS (continued)

($V_{DD} = PV_{DD} = \overline{SHDN} = 3.3V$, $GND = PGND = 0V$, $SYNC = 0V$ (FFM), gain = 6dB (GAIN1 = 0, GAIN2 = 1), R_L connected between OUT+ and OUT-, $R_L = \infty$, $T_A = T_{MIN}$ to T_{MAX} , unless otherwise noted. Typical values are at $T_A = +25^\circ C$.) (Notes 1, 2)

PARAMETER	SYMBOL	CONDITIONS		MIN	TYP	MAX	UNITS
SYNC_OUT Capacitance Drive	CSYNC_OUT			100			pF
Capacitive Drive	C _L	Bridge-tied capacitance		200			pF
		Single ended		400			
Click-and-Pop Level	K _{CP}	Peak reading, THD+N = 1% A-weighted, 32 samples per second (Note 4)	Into shutdown	66.16			dB
			Out of shutdown	66.26			
Efficiency	η	V _{DD} = 3.3V, P _{OUT} = 500mW per channel, f _{IN} = 1kHz, R _L = 8Ω		87			%
		V _{DD} = 5V, P _{OUT} = 1000mW per channel, f _{IN} = 1kHz, R _L = 8Ω		87.4			
Input Resistance	R _{IN}	GAIN1 = 0, GAIN2 = 0		10.5	15	19.5	kΩ
		GAIN1 = 1, GAIN2 = 0		25			
		GAIN1 = 0, GAIN2 = 1		37.4			
		GAIN1 = 1, GAIN2 = 1		50			
Gain	A _V	GAIN1 = 0, GAIN2 = 0		18			dB
		GAIN1 = 1, GAIN2 = 0		12			
		GAIN1 = 0, GAIN2 = 1		6			
		GAIN1 = 1, GAIN2 = 1		0			
Channel-to-Channel Gain Tracking				1			%
Crosstalk		L to R, R to L, f = 10kHz, R _L = 8Ω, P _{OUT} = 300mW		70			dB
DIGITAL INPUTS ($\overline{\text{SHDN}}$, SYNC, GAIN1, GAIN2)							
Input-Voltage High	V _{INH}			2			V
Input-Voltage Low	V _{INL}			0.8			V
Input Leakage Current ($\overline{\text{SHDN}}$, GAIN1, GAIN2)				±1			μA
Input Leakage Current (SYNC)		V _{IN} = GND, normal operation		-15	-7		μA
		V _{IN} = V _{DD} , normal operation		12 25			
DIGITAL OUTPUTS (SYNC_OUT)							
Output-Voltage High	V _{OH}	I _{OH} = 3mA, V _{DD} = 3.3V		2.4			V
Output-Voltage Low	V _{OL}	I _{OL} = 3mA		0.08			V

Note 1: All devices are 100% production tested at $+25^\circ C$. All temperature limits are guaranteed by design.

Note 2: Testing performed with a resistive load in series with an inductor to simulate an actual speaker load. For $R_L = 4\Omega$, $L = 33\mu H$.
For $R_L = 8\Omega$, $L = 68\mu H$.

Note 3: When driving speakers below 4Ω with large signals, exercise care to avoid violating the absolute maximum rating for continuous output current.

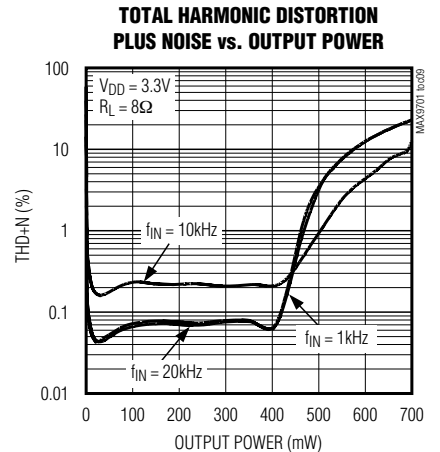
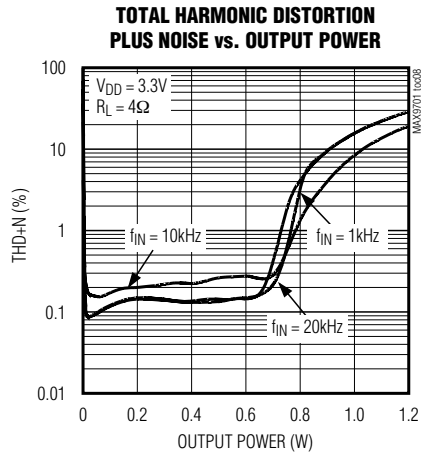
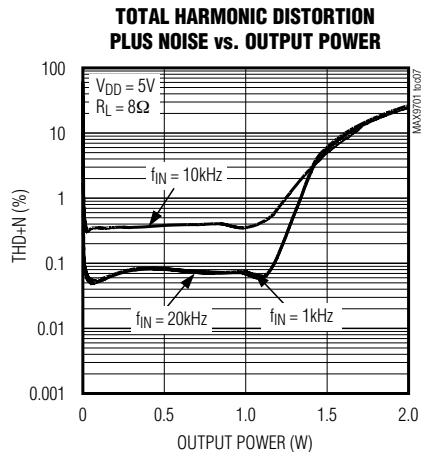
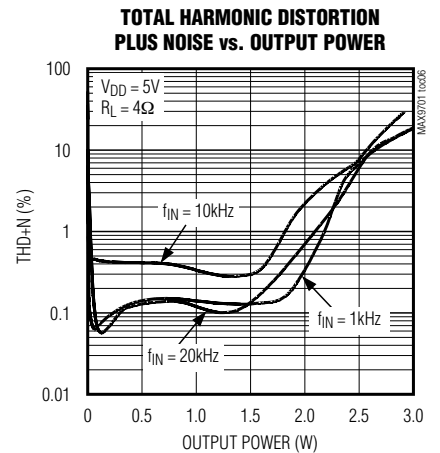
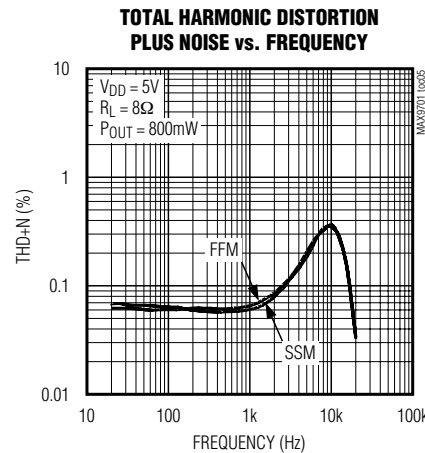
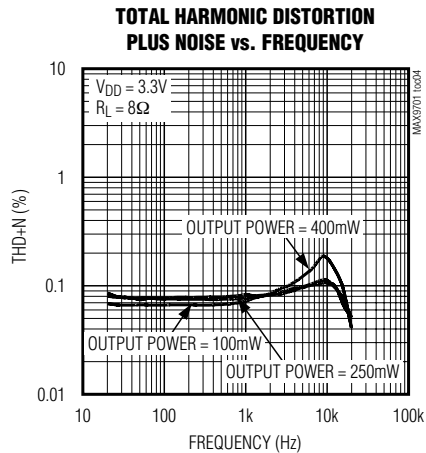
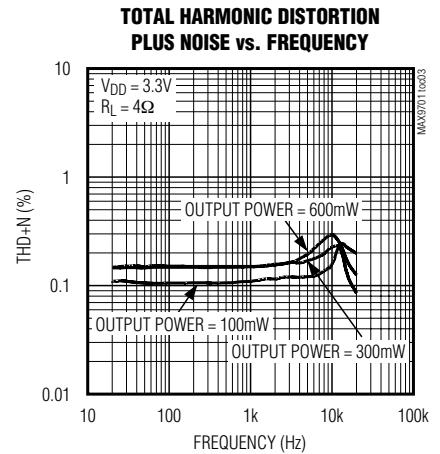
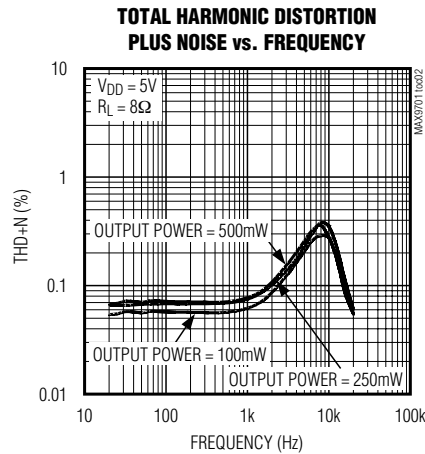
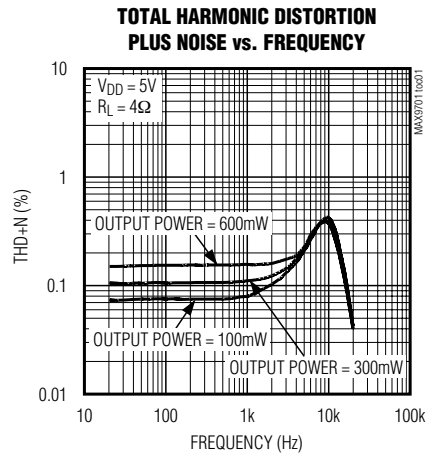
Note 4: Testing performed with 8Ω resistive load in series with $68\mu H$ inductive load connected across the BTL output. Mode transitions are controlled by $\overline{SHDN}$. K_{CP} level is calculated as: $20 \times \log[(\text{peak voltage under normal operation at rated power level}) / (\text{peak voltage during mode transition, no input signal})]$. Units are expressed in dB.

1.3W、无需滤波、立体声 D类音频功率放大器

MAX9701

典型工作特性

($V_{DD} = P_{VDD} = \overline{SHDN} = 3.3V$, $GND = PGND = 0V$, $SYNC = V_{DD}$ (SSM), $gain = 6dB$ ($GAIN1 = 0$, $GAIN2 = 1$)).

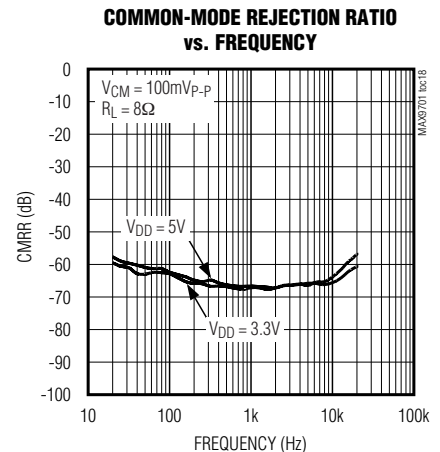
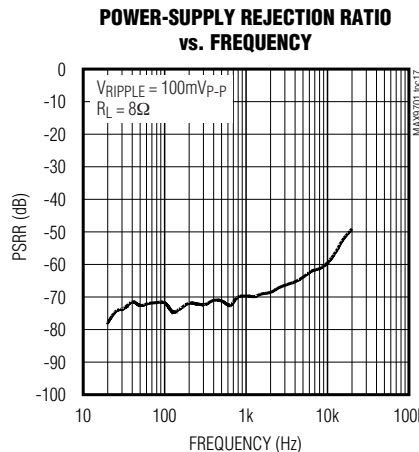
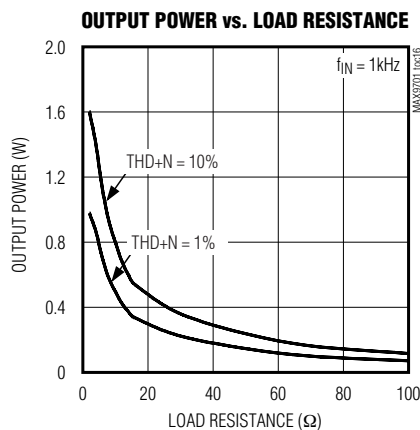
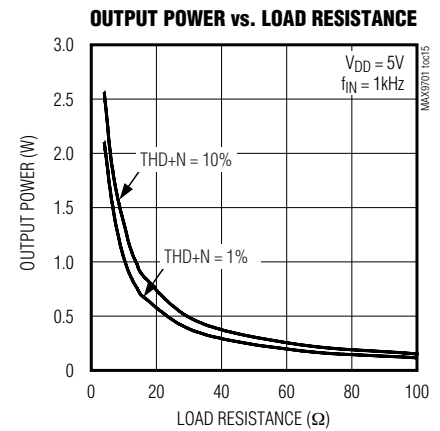
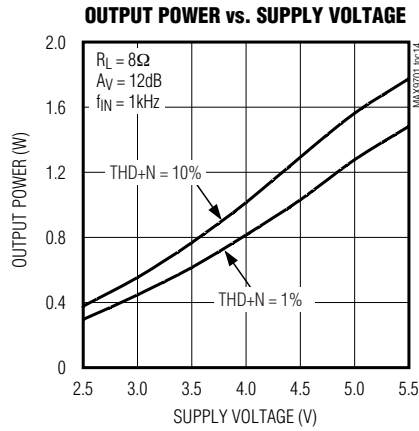
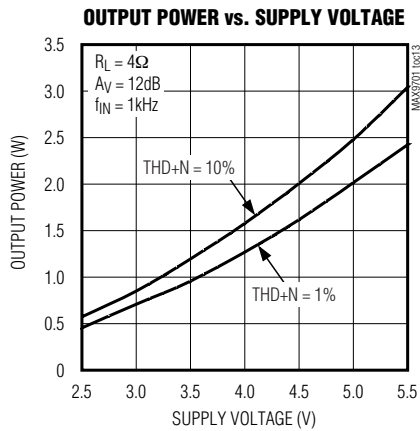
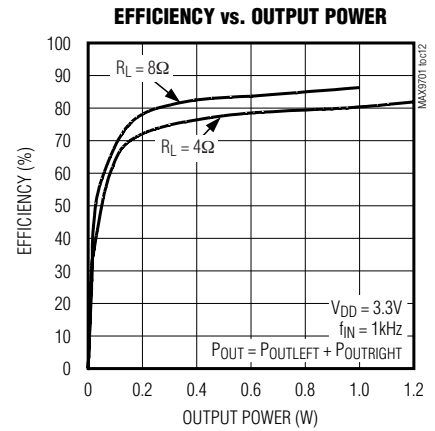
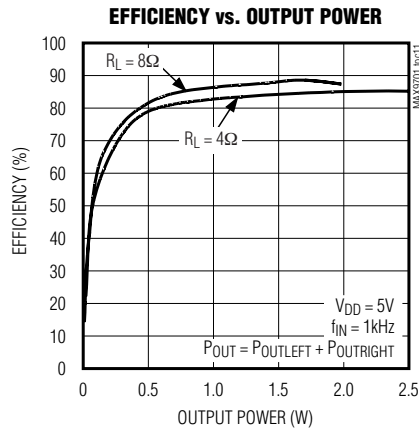
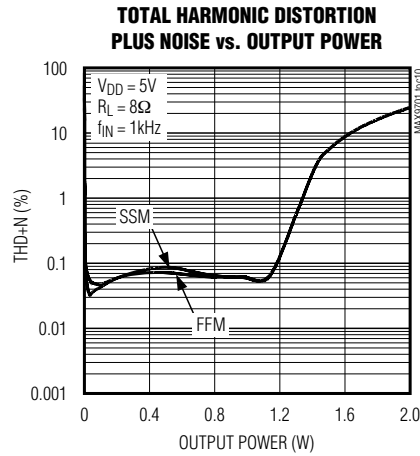


1.3W、无需滤波、立体声 D类音频功率放大器

典型工作特性(续)

($V_{DD} = PV_{DD} = \overline{SHDN} = 3.3V$, $GND = PGND = 0V$, $SYNC = V_{DD}$ (SSM), $gain = 6dB$ ($GAIN1 = 0$, $GAIN2 = 1$)).

MAX9701

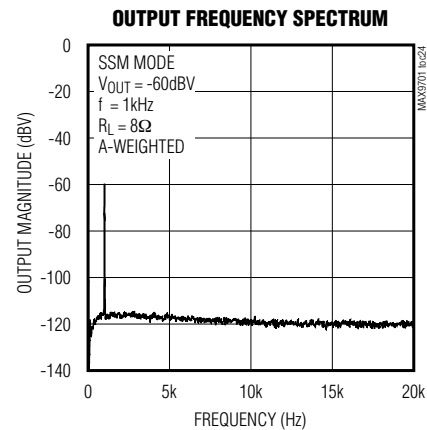
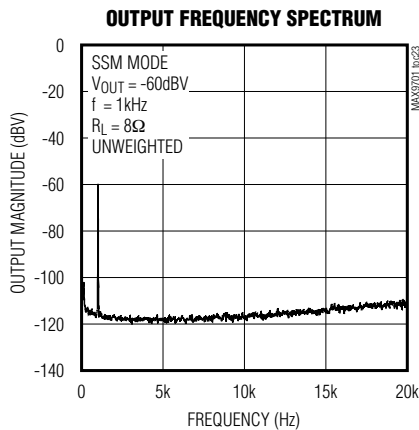
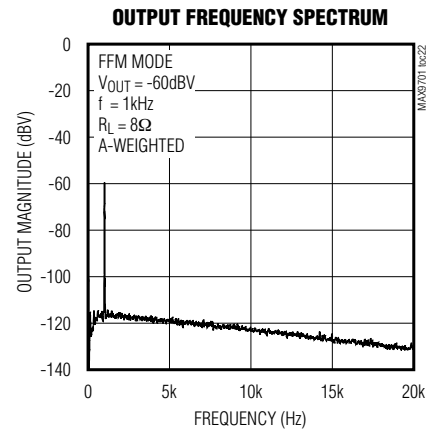
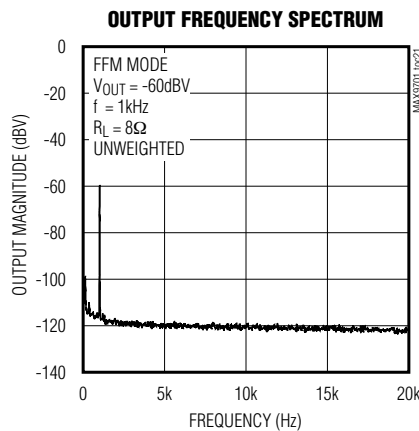
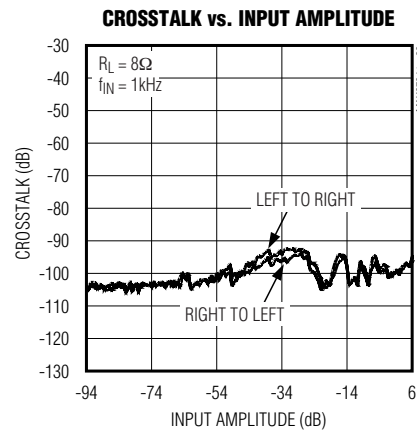
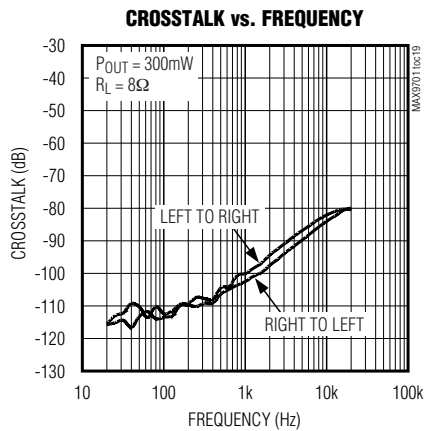


1.3W、无需滤波、立体声 D类音频功率放大器

MAX9701

典型工作特性(续)

($V_{DD} = PV_{DD} = \overline{SHDN} = 3.3V$, $GND = PGND = 0V$, $SYNC = V_{DD}$ (SSM), $gain = 6dB$ ($GAIN1 = 0$, $GAIN2 = 1$)).

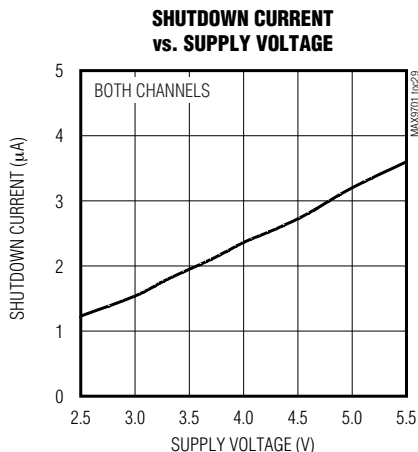
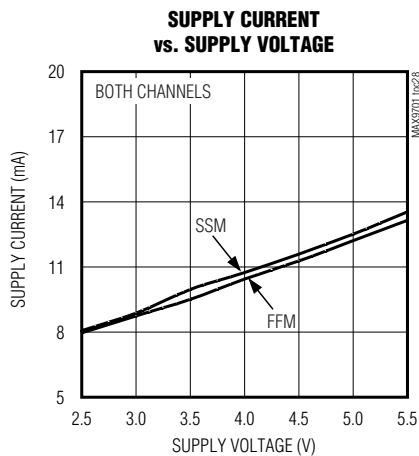
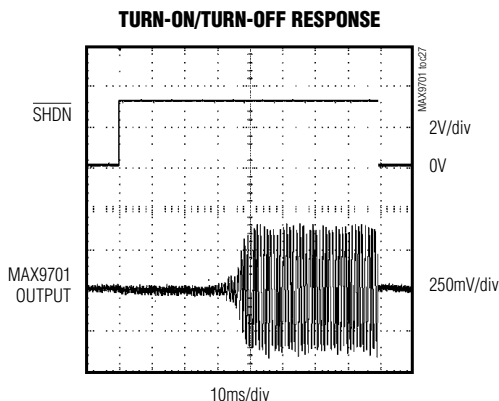
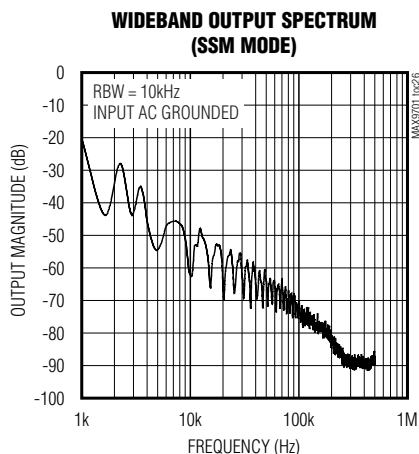
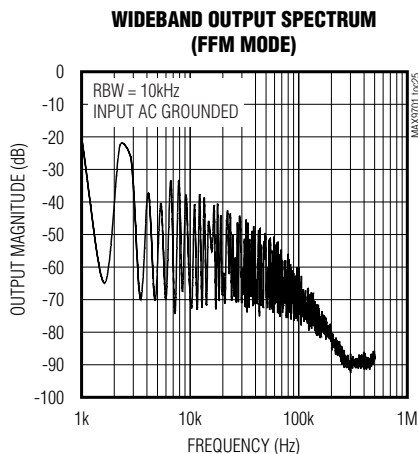


1.3W、无需滤波、立体声 D类音频功率放大器

典型工作特性(续)

($V_{DD} = PV_{DD} = \overline{SHDN} = 3.3V$, $GND = PGND = 0V$, $SYNC = V_{DD}$ (SSM), $gain = 6dB$ ($GAIN1 = 0$, $GAIN2 = 1$)).

MAX9701



1.3W、无需滤波、立体声
D类音频功率放大器

MAX9701

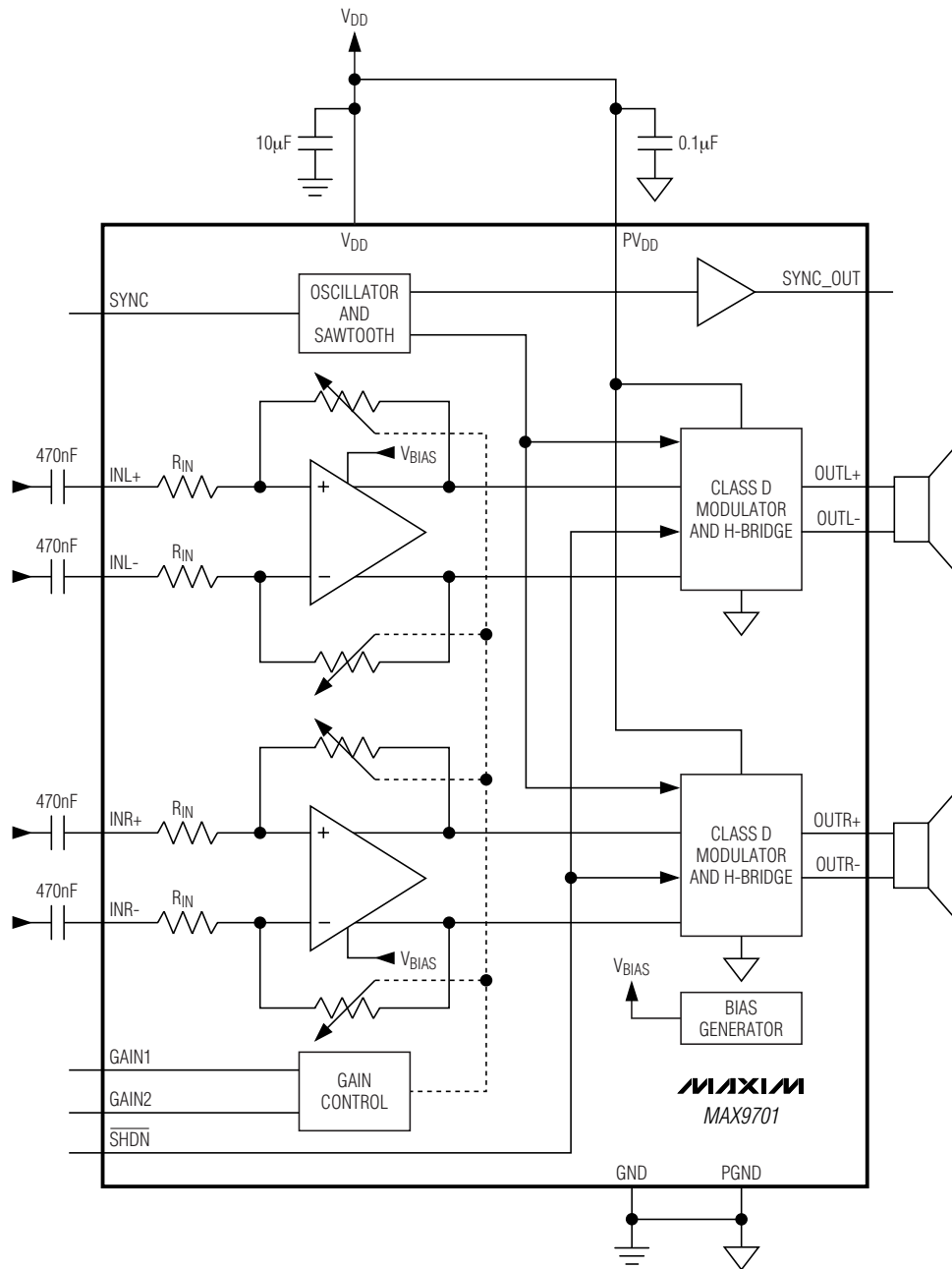
引脚说明

引脚		名称	功能
TQFN	UCSP		
1	A2	SHDN	低电平有效关断控制。标准工作模式下接V _{DD} 。
2	B3	SYNC	频率选择与外部时钟输入： SYNC = GND: f _S = 1100kHz的固定频率模式。 SYNC = 没有连接: f _S = 1400kHz的固定频率模式。 SYNC = V _{DD} : f _S = 1200kHz ±60kHz的扩频模式。 SYNC = 外部时钟, f _S = 外部时钟频率的固定时钟模式。
3, 8, 11, 16	—	N.C.	没有连接, 无内部连接。
4	A3	OUTL+	左声道放大器输出同相端。
5, 14	A4, D4	PV _{DD}	H桥电源, 连接至V _{DD} 。使用0.1μF电容旁路至PGND。
6, 13	B4, C4	PGND	电源地。
7	A5	OUTL-	左声道放大器输出反相端。
9, 22	B1, B5	GND	模拟地。
10	C5	SYNC_OUT	时钟信号输出。
12	D5	OUTR-	右声道放大器输出反相端。
15	D3	OUTR+	右声道放大器输出同相端。
17	C3	GAIN1	增益选择输入1。
18	D2	GAIN2	增益选择输入2。
19	D1	INR-	右声道反相输入。
20	C2	INR+	右声道同相输入。
21	C1	V _{DD}	模拟电源, 连接至PV _{DD} 。用10μF电容旁路至GND。
23	B2	INL+	左声道同相输入。
24	A1	INL-	左声道反相输入。
EP	—	EP	裸露焊盘。将裸露散热焊盘接GND层(参考电源旁路、布板和接地部分)。

1.3W、无需滤波、立体声 D类音频功率放大器

功能框图

MAX9701



1.3W、无需滤波、立体声 D类音频功率放大器

MAX9701

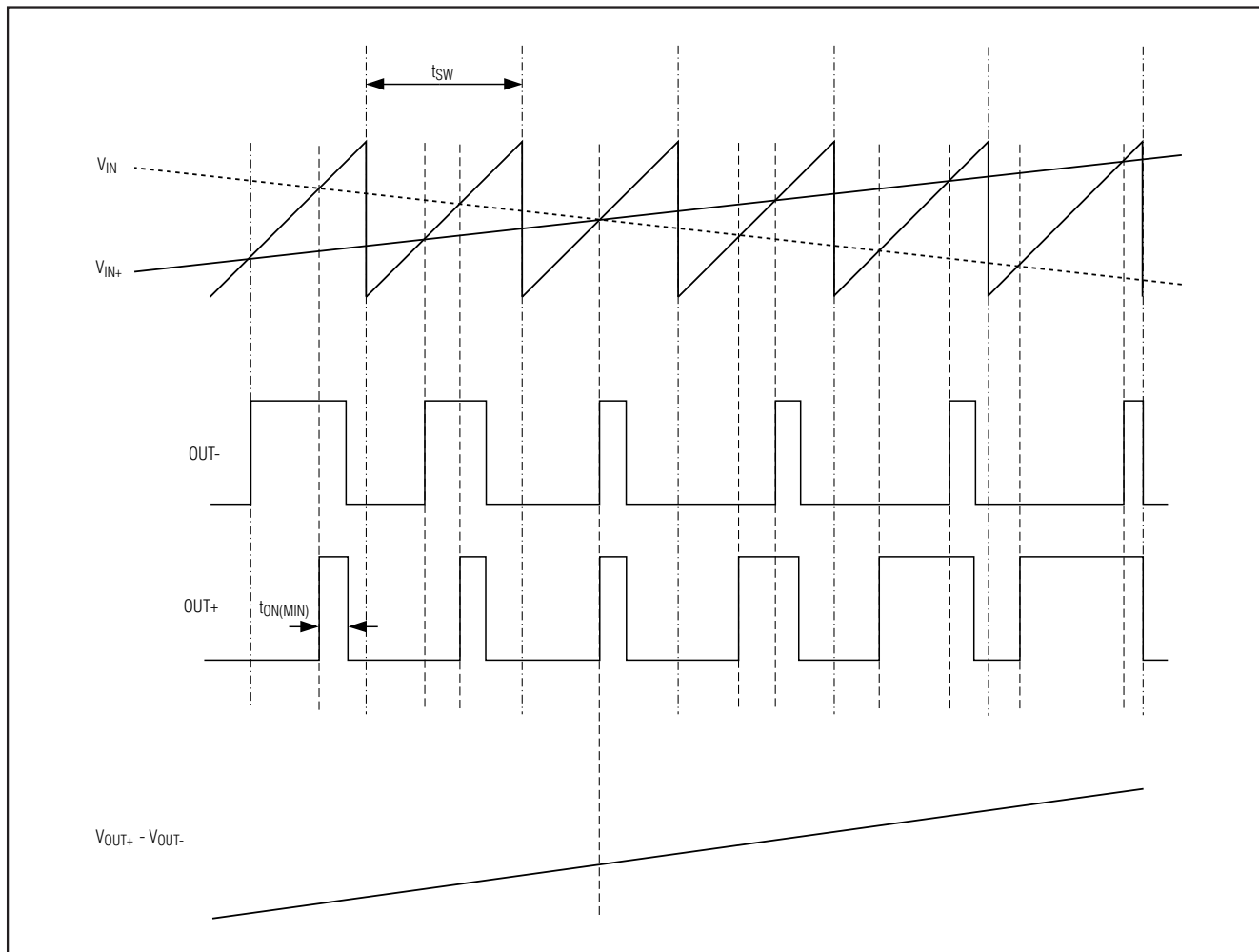


图1. MAX9701输出与输入信号的对应关系

详细说明

MAX9701 无需滤波的 D 类音频功率放大器对开关模式放大技术作了一些重要改进。MAX9701 能够以 D 类放大器的效率提供 AB 类放大器的性能，占用很小的电路板空间。独特的无需滤波的调制结构、同步开关频率以及扩频模式构建了一个紧凑、灵活、低噪声、高效率的音频功率放大器。差分输入结构有助于降低对共模噪声的拾取，可以不使用输入耦合电容。该器件经过配置后还可以接受单端输入信号。

比较器监视 MAX9701 输入，并将互补输入电压与锯齿波信号进行比较。当锯齿波输入幅度超出相应的比较器输入电压时，比较器的输出翻转。两个比较器在第二个比较器输出跳变的上升沿后经过一段固定时间复位，这样，在第二个比较器的输出端产生了一个具有最小脉宽 ($t_{ON(MIN)}$) 的脉冲(图 1)。随着输入电压的增大或减小，一个比较器的输出脉冲持续时间增加，而另一个比较器的输出脉冲持续时间保持不变。最终使得扬声器两端的净电压 ($V_{OUT+} - V_{OUT-}$) 发生变化。最小脉冲宽度有利于器件保持较高的线性度。

1.3W、无需滤波、立体声 D类音频功率放大器

MAX9701

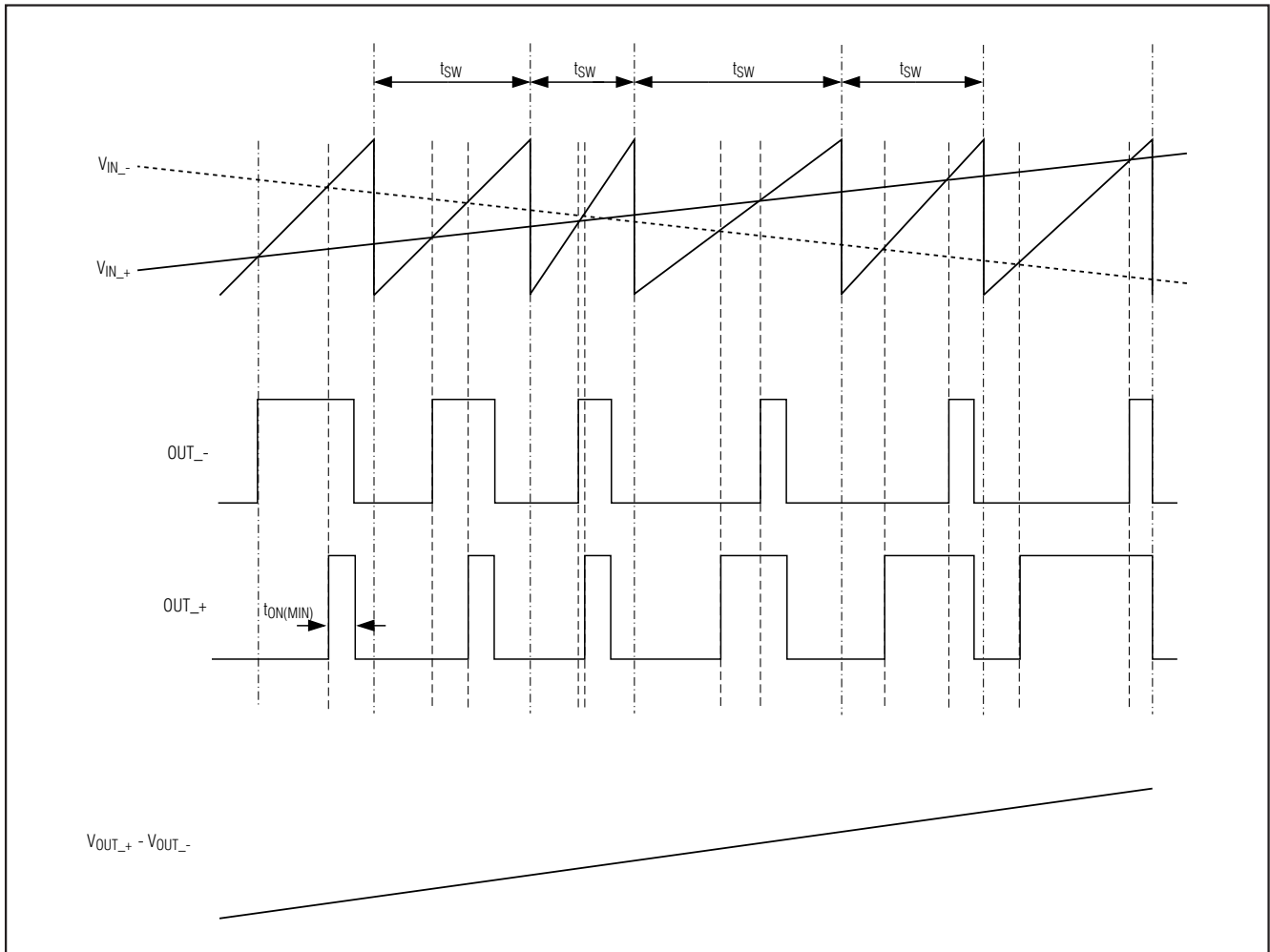


图2. MAX9701输出随输入信号的变化关系(SSM模式)

工作模式

固定频率调制(FFM)模式

MAX9701具有两种固定频率调制模式。将SYNC接GND时，选择1.1MHz开关频率；SYNC没有任何连接时，选择1.4MHz开关频率。MAX9701的输出频谱由开关频率基波及其相关的谐波组成(参见典型工作特性中的Wideband Output Spectrum (FFM Mode)曲线图)。合理设置开关频率，从而使谐波成份不落入敏感频段(表1)。音频信号恢复不受开关频率变化的影响。

表1. 工作模式

SYNC	MODE
GND	FFM with $f_{OSC} = 1100\text{kHz}$
Unconnected	FFM with $f_{OSC} = 1400\text{kHz}$
VDD	SSM with $f_{OSC} = 1200\text{kHz} \pm 60\text{kHz}$
Clocked	FFM with $f_{OSC} = \text{external clock frequency}$

1.3W、无需滤波、立体声 D类音频功率放大器

MAX9701

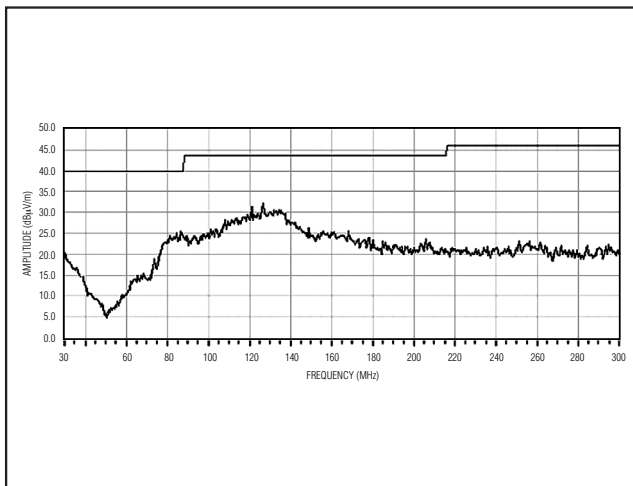


图3. 采用76mm、带有TDK共模抑制的扬声器电缆(TDK ACM4532-801-20-X)时, MAX9701的输出特性

扩频调制(SSM)模式

MAX9701具有独特的、受专利保护的扩频模式, 这种模式将展宽频谱成份, 降低扬声器和电缆产生的EMI辐射。SYNC = V_{DD} 时设置为扩频模式(表1)。在SSM模式下, 开关频率在中心频率(1.2MHz)附近随机变化 $\pm 60\text{kHz}$ 。调制结构不变, 但锯齿波频率逐周期变化(图2), 此时能量分散到整个频带内, 而不是将大量的频谱能量集中在开关频率的若干倍频频点。在几兆赫兹以上的频带上, EMI等效于宽带白噪声(图3)。专有的放大器拓扑保证不会劣化音频带宽内的噪声底。

同步开关模式

SYNC

SYNC输入允许MAX9701与用户定义的时钟或其它Maxim D类放大器同步, 构建一个完全同步的系统, 以减小时钟互调, 将谐波频谱分配到不敏感的频段。在SYNC引脚上施加1000kHz至1600kHz的外部TTL时钟可用于同步MAX9701。SYNC时钟的周期可以是随机的, 确保MAX9701与另一片工作在SSM模式下的Maxim D类放大器同步。

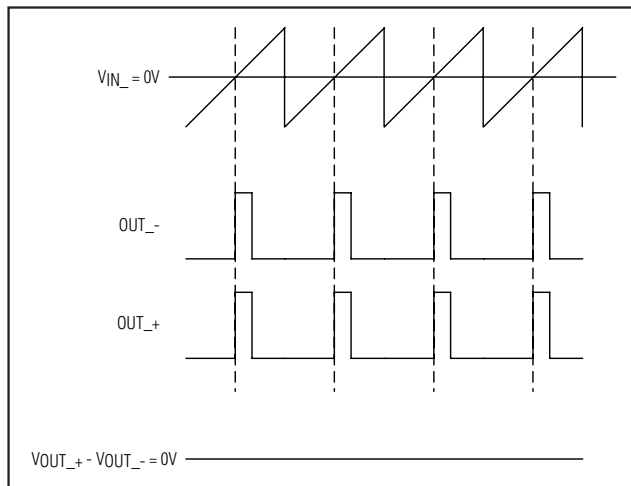


图4. 无输入信号时MAX9701的输出

SYNC_OUT

SYNC_OUT允许多个MAX9701或其它D类放大器(例如MAX9700)级联。同步输出减小了器件之间由于扩展频率引起的时钟互调干扰。使用SYNC_OUT时, 调制结构保持不变, 同时音频恢复不受开关频率变化的影响。

无需滤波的调制/共模空闲方式

MAX9701采用Maxim独有的、受专利保护的调制方案, 可以省去传统D类放大器所需的LC滤波器, 既提高了效率、减少了元件数, 又节省了电路板空间和系统成本。没有信号输入时, 传统的D类放大器输出为50%占空比、180°错相方波。如果没有滤波器, 该方波作用在负载两端将会产生直流电压, 形成一定的负载电流, 从而增大了功耗(空闲方式下尤其明显)。当MAX9701输入端没有信号时, 放大器输出同相方波, 如图4所示。由于MAX9701采用差分方式驱动扬声器, 两路输出可互相抵消, 于是扬声器两端在空闲模式下的净电压为0, 使功耗最小。

效率

D类放大器的效率由输出级晶体管的开关工作决定。在D类放大器中, 输出晶体管如同一个电流调整开关, 所消耗的额外功率可以忽略不计。与D类输出级有关的功率损耗主要是MOSFET导通电阻和静态电流产生的 I^2R 损耗。

1.3W、无需滤波、立体声 D类音频功率放大器

MAX9701

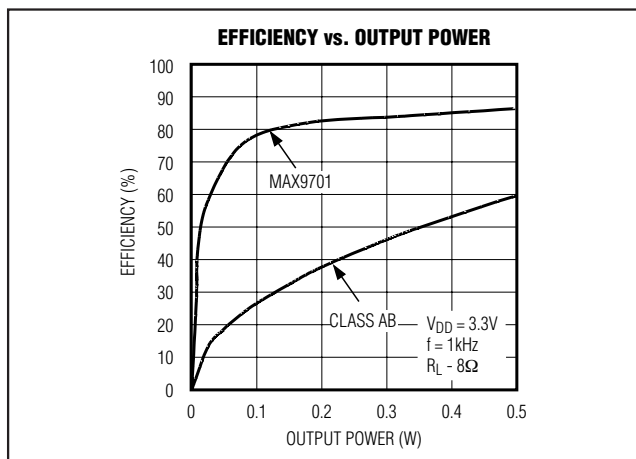


图5. MAX9701的效率与AB类效率的比较

线性放大器理论上的最佳效率为78%，不过该效率仅出现在输出功率的峰值处。标准工作电平(典型的音乐再生电平)下，效率会下降到30%以下，然而，在相同条件下，MAX9701可保持80%以上的效率(图5)。

关断

MAX9701具有关断模式，可以降低功耗，延长电池寿命。将 $\overline{\text{SHDN}}$ 引脚置为低电平时，MAX9701进入低功耗(0.1 μA)关断模式。标准模式下，将 $\overline{\text{SHDN}}$ 接 V_{DD} 。

咔嗒声和噼噓声抑制

MAX9701提供全面的咔嗒声和噼噓声抑制，可以在启动与关断时消除瞬态噪声。关断时，H桥为高阻态。启动或上电时，输入放大器为静音状态，内部环路将调制器偏置电压设置在正确的电平，避免在随后启动H桥时产生咔嗒声和噼噓声。启动40ms后，软启动电路逐渐解除输入放大器的静音状态。

应用信息

无滤波工作

传统的D类放大器需要输出滤波器从放大器的PWM输出恢复音频信号。滤波器增加了成本，也增大了放大器的尺寸，并会降低效率。传统的PWM结构采用较大的差分输出摆幅($2 \times V_{\text{DD(P-P)}}$)，这将引起较大的纹波电流。滤波元件的任何寄生电阻都会导致功率损耗、降低效率。

MAX9701不需要输出滤波器。器件利用扬声器线圈自身的电感和扬声器与人耳的天然滤波作用从方波输出中恢复音频成分，省去了输出滤波器，从而提供一个更小、更便宜、效率更高的方案。

由于MAX9701的输出频率远远超出了大多数扬声器的带宽，由方波频率引起的音频线圈的偏移非常小。尽管这种偏移很小，如果扬声器未经专门设计能够处理额外功率的话，还是可能被损坏。为获得最佳效果，可以用一个等效串联电感大于10 μH 的扬声器。便携设备的音频应用中，典型的8 Ω 扬声器等效串联电感在20 μH 至100 μH 范围内。

输出失调

与AB类放大器不同的是，D类放大器在加上负载后其输出失调电压不会明显增大静态电流。这是由D类放大器的功率转换结构决定的。例如，在AB类器件中，8mV的直流失调电压通过8 Ω 的负载会额外消耗1mA的电流。而对D类器件来说，8mV的直流失调电压通过8 Ω 的负载时，仅消耗8 μW 的额外功率。正是由于D类放大器的高效结构，器件吸取的额外静态电流仅为： $8\mu\text{W}/(V_{\text{DD}}/100 \times \eta)$ ，只有几个微安。

可选增益

MAX9701具有四个可选增益设置，减少了外部元件的数量。通过增益选择输入端GAIN1和GAIN2将增益设置为0dB、3dB、12dB和18dB。GAIN1和GAIN2可以通过硬件或数字信号控制。表2给出了在给定峰值输入电压和 $V_{\text{DD}} = 3.3\text{V}$ 、THD+N = 10%下的负载时，为了得到最大输出功率的增益设置。

表2. 增益设置

GAIN1	GAIN2	GAIN (dB)	INPUT (VRMS)	RL (Ω)	POUT (mW)
0	0	+18	0.305	4	1100
1	0	+12	0.615	4	1100
0	1	+6	1.213	4	1100
1	1	0	2.105	4	1100
0	0	+18	0.345	8	725
1	0	+12	0.686	8	725
0	1	+6	1.360	8	725
1	1	0	2.705	8	725

1.3W、无需滤波、立体声 D类音频功率放大器

MAX9701

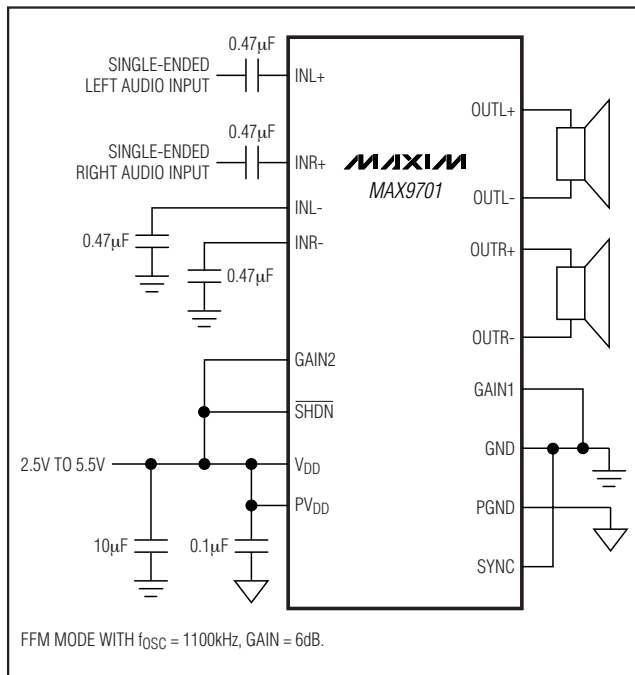


图6. 单端输入

输入放大器

差分输入

MAX9701采用差分输入结构，兼容于大多数CODEC，并提供比单端输入放大器更佳的噪声抑制能力。在蜂窝电话等装置中，放大器输入引线会拾取射频(RF)发送器的高频信号。该信号以共模噪声的形式出现在放大器的输入端，差分输入放大器对两个输入端的差模信号进行放大，作用在输入端的任何共模信号将被抵消。

单端输入

MAX9701也可配置为单端输入放大器，只要通过电容将任一输入端耦合至GND，并驱动另一输入端(图6)即可。

直流耦合输入

输入放大器可以接受直流耦合输入，该输入偏置在放大器的共模范围内(参见典型工作特性)。直流耦合可以省去输入耦合电容，将外部元件数减少到两个(图7)。不过这也失去了电容的高通滤波作用，使低频信号馈入负载。

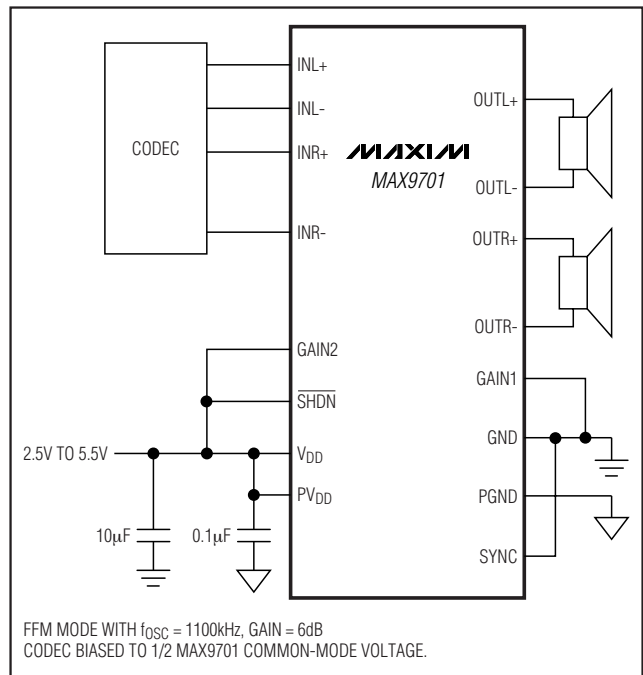


图7. 直流耦合输入

元件选择

输入滤波器

输入电容 C_{IN} 与MAX9701的输入阻抗(R_{IN})一起构成了高通滤波器，可以消除输入信号中的直流偏置。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：

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

选择合适的 C_{IN} ，使 f_{-3dB} 低于有用信号的最低频率。选择具有低电压系数电介质的电容，如钽或铝电解电容。陶瓷电容等高电压系数电容可能会导致低频失真加剧。

设计输入滤波器时还需要考虑整个系统的限制和实际使用频段。高保真音响需要在20Hz至20kHz间具有平坦的增益响应，但是，蜂窝电话和双向寻呼等便携式产品的音频恢复只需关心声音信号的频率范围(典型值为300Hz至3.5kHz)。另外，这些便携式产品使用的扬声器对低于300Hz的频率响应通常很差。考虑到上述两个因素，不需要针对20Hz至20kHz频响设计滤波器，可以使用更小的电容，以便节省电路板空间与成本。

1.3W、无需滤波、立体声 D类音频功率放大器

MAX9701

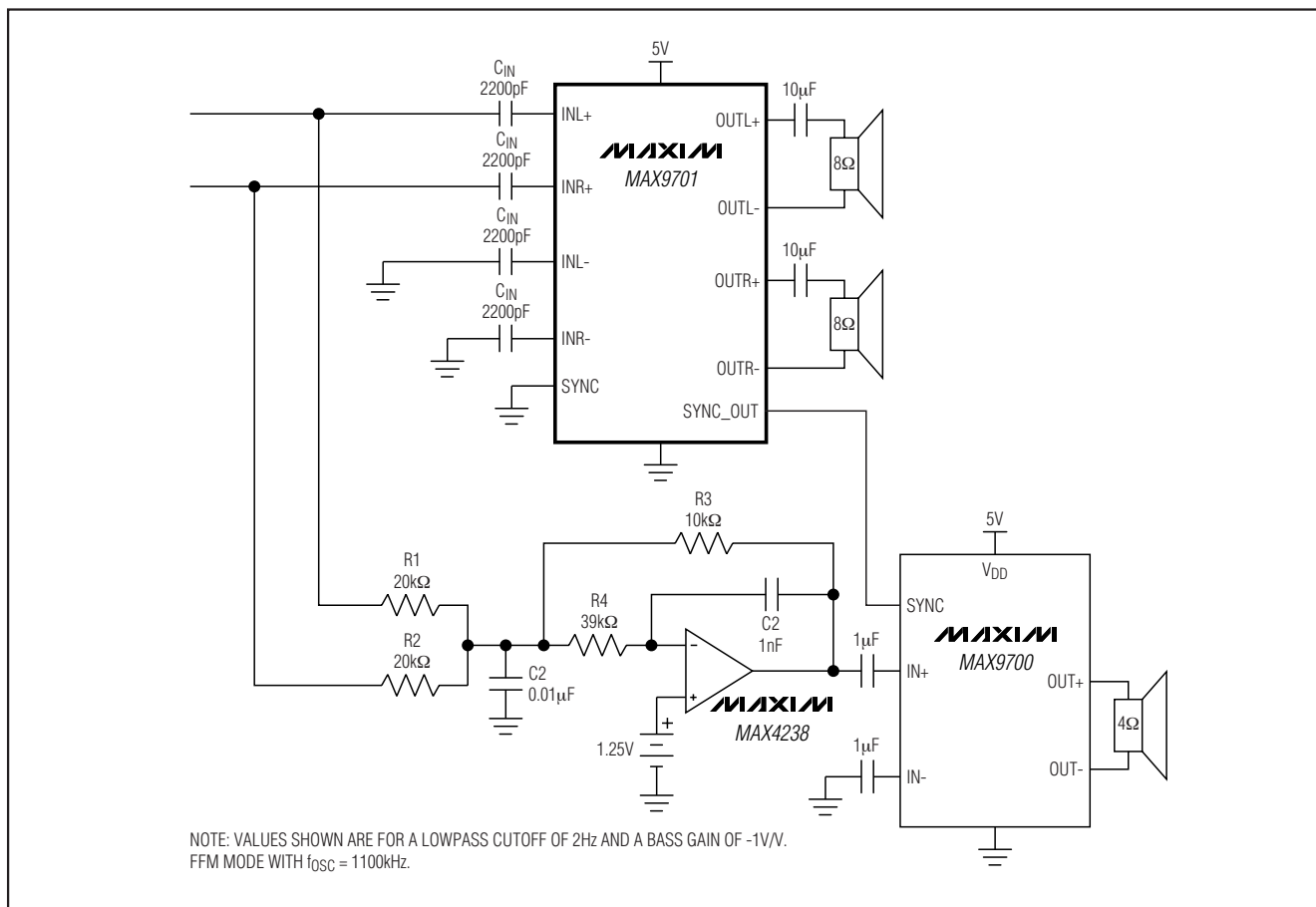


图8. 2.1声道应用电路

输出滤波器

MAX9701不需要输出滤波器。该器件在使用76mm非屏蔽扬声器电缆时能满足FCC辐射标准的要求。当然，当设计中存在电路板布局或电缆长度引起辐射，或电路靠近EMI敏感设备时，可以使用输出滤波器。当辐射频率高于10MHz时，使用铁氧体磁珠滤波器。需要考虑频率低于10MHz的辐射或使用较长引线(>76mm)连接放大器和扬声器时，可使用LC滤波器或共模扼流圈。

2.1声道配置

2.1声道典型应用电路中(图8)，MAX9701被配置为中/高音放大器，而MAX9700被配置为单声道低音放大器。输入电容(C_{IN})设置高通截止频率，公式如下：

$$f = \frac{1}{2\pi \times R_{IN} \times C_{IN}}$$

其中 R_{IN} 为MAX9701的典型输入阻抗。MAX9701输出端的10μF电容保证高通滤波器存在两个极点。

1.3W、无需滤波、立体声 D类音频功率放大器

低频信号通过一个两极点低通滤波器叠加后，进入MAX9700单声道扬声器放大器。低通滤波器的通带增益对于同相立体声信号保持一致。

$$\frac{-2 \times R_3}{R_1}$$

其中 $R_1 = R_2$, $R_3 = R_1/R_2$ 。低通滤波器的截止频率如下式所示：

$$f = \frac{1}{2\pi} \times \sqrt{\frac{1}{C_1 \times C_2 \times R_3 \times R_4}}$$

电源旁路、布局和接地

适当的布局和接地对于优化系统性能来说是必需的。电源输入以及放大器输出连线需使用较宽的信号线，以降低引线寄生电阻产生的损耗。较宽的引线有助于封装的散热。适当的接地有助于改善音频性能，减小通道间串扰，防止开关噪声耦合到音频信号。将PGND和GND在PC板上单点连接。将承载开关瞬变信号的引线远离GND和音频信号通路。

用10μF电容旁路V_{DD}，用0.1μF电容旁路PV_{DD}。旁路电容要尽量靠近MAX9701安装。使用较宽的低阻输出引线。输出端源出电流随负载阻抗的减小而增加，较高的输出引线电阻会降低传递到负载的功率。较宽的输出、电源和GND引线有助于MAX9701的散热，从而减小电路的热阻。

MAX9701薄型QFN-EP封装在底部具有裸露的散热焊盘。这个焊盘提供了从芯片到印刷电路板的直接导热通道，减小了封装的热阻。将这个裸露散热焊盘连接到GND平面。

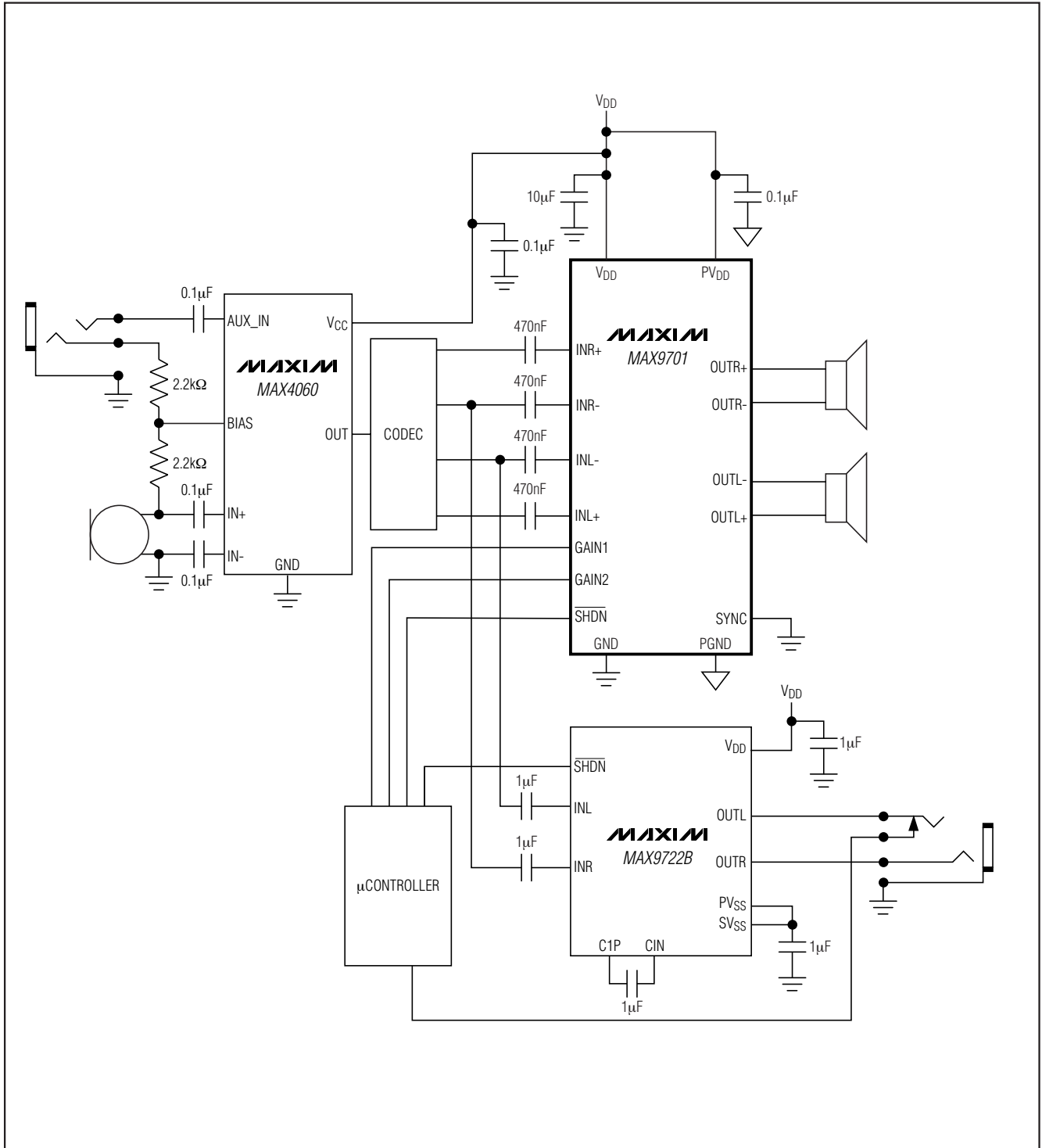
UCSP应用范围

有关UCSP结构、尺寸、卷带包装、印刷电路板技术、焊球布局、回流焊温度以及可靠性测试结果的最新信息，请参考Maxim网站www.maxim-ic.com.cn/ucsp提供的应用笔记UCSP——晶片级封装。

1.3W、无需滤波、立体声 D类音频功率放大器

系统框图

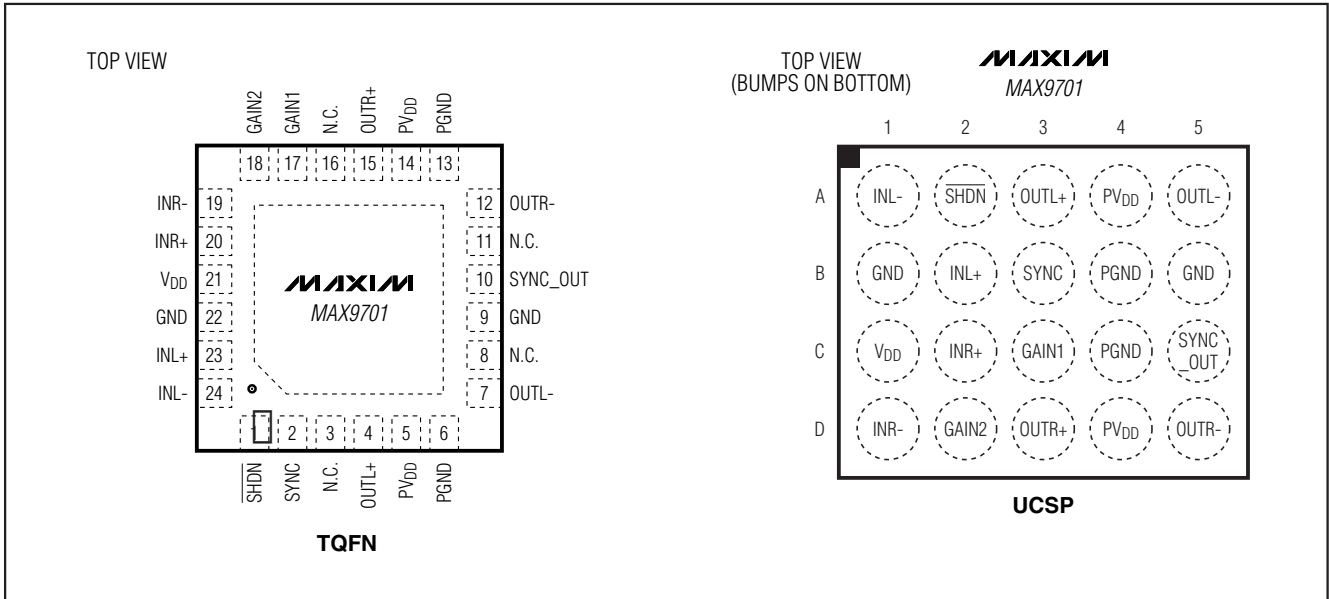
MAX9701



1.3W、无需滤波、立体声 D类音频功率放大器

MAX9701

引脚配置



芯片信息

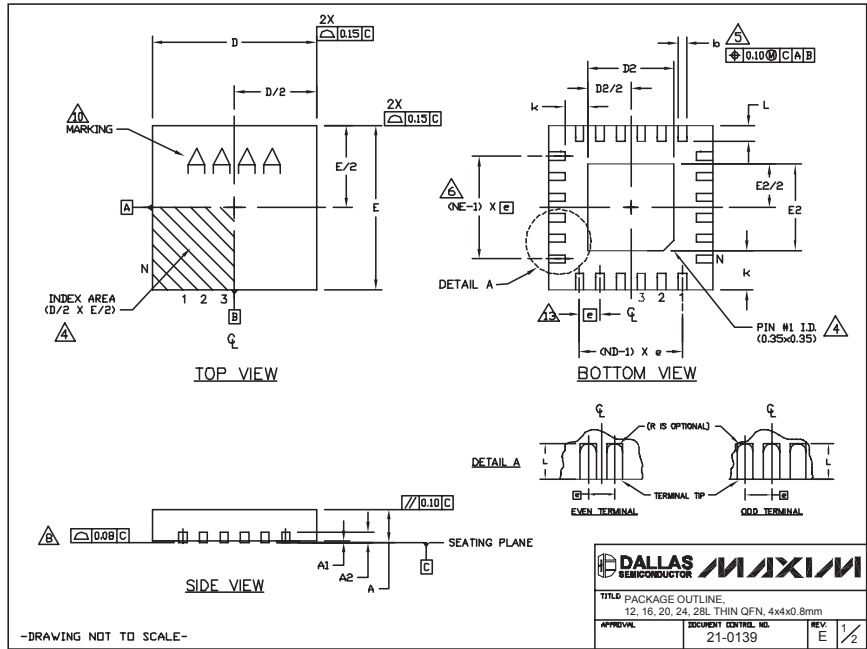
TRANSISTOR COUNT: 5688
PROCESS: BiCMOS

1.3W、无需滤波、立体声 D类音频功率放大器

封装信息

(本数据资料提供的封装图可能不是最近的规格，如需最近的封装外型信息，请查询 www.maxim-ic.com.cn/packages.)

MAX9701



COMMON DIMENSIONS												
PKG	12L 4x4			16L 4x4			20L 4x4			24L 4x4		
REF.	MIN.	NOM.	MAX.	MIN.	NOM.	MAX.	MIN.	NOM.	MAX.	MIN.	NOM.	MAX.
A	0.70	0.75	0.80	0.70	0.75	0.80	0.70	0.75	0.80	0.70	0.75	0.80
A1	0.0	0.02	0.05	0.0	0.02	0.05	0.0	0.02	0.05	0.0	0.02	0.05
A2	0.20 REF			0.20 REF			0.20 REF			0.20 REF		
b	0.25	0.30	0.35	0.25	0.30	0.35	0.25	0.30	0.35	0.25	0.30	0.35
B	3.90	4.00	4.10	3.90	4.00	4.10	3.90	4.00	4.10	3.90	4.00	4.10
E	3.90	4.00	4.10	3.90	4.00	4.10	3.90	4.00	4.10	3.90	4.00	4.10
e	0.80 BSC			0.65 BSC			0.50 BSC			0.50 BSC		
k	0.25	-	-	0.25	-	-	0.25	-	-	0.25	-	-
L	0.45	0.55	0.65	0.45	0.55	0.65	0.45	0.55	0.65	0.40	0.50	0.60
N	12	16	20	16	20	24	20	24	28	24	28	32
ND	3	4	5	4	5	6	5	6	7	6	7	8
NE	3	4	5	4	5	6	5	6	7	6	7	8
Notes	VGG3			VGGC			WGGB-1			WGGB-2		

EXPOSED PAD VARIATIONS												
PKG CODES	D2			E2			20VH			20VH		
	MIN.	NOM.	MAX.	MIN.	NOM.	MAX.	MIN.	NOM.	MAX.	MIN.	NOM.	MAX.
T1244-3	1.95	2.10	2.25	1.95	2.10	2.25	YES	YES	YES	YES	YES	YES
T1244-4	1.95	2.10	2.25	1.95	2.10	2.25	NO	NO	NO	NO	NO	NO
T1644-3	1.95	2.10	2.25	1.95	2.10	2.25	YES	YES	YES	YES	YES	YES
T1644-4	1.95	2.10	2.25	1.95	2.10	2.25	NO	NO	NO	NO	NO	NO
T2044-2	1.95	2.10	2.25	1.95	2.10	2.25	YES	YES	YES	YES	YES	YES
T2044-3	1.95	2.10	2.25	1.95	2.10	2.25	NO	NO	NO	NO	NO	NO
T2444-2	1.95	2.10	2.25	1.95	2.10	2.25	YES	YES	YES	YES	YES	YES
T2444-3	2.45	2.60	2.63	2.45	2.60	2.63	YES	YES	YES	YES	YES	YES
T2444-4	2.45	2.60	2.63	2.45	2.60	2.63	NO	NO	NO	NO	NO	NO
T2844-1	2.50	2.60	2.70	2.50	2.60	2.70	NO	NO	NO	NO	NO	NO

NOTES:

- DIMENSIONING & TOLERANCING CONFORM TO ASME Y14.5M-1994.
- ALL DIMENSIONS ARE IN MILLIMETERS. ANGLES ARE IN DEGREES.
- N IS THE TOTAL NUMBER OF TERMINALS.
- THE TERMINAL #1 IDENTIFIER AND TERMINAL NUMBERING CONVENTION SHALL CONFORM TO JEDEC 95-1 SFP-012. DETAILS OF TERMINAL #1 IDENTIFIER ARE OPTIONAL, BUT MUST BE LOCATED WITHIN THE ZONE INDICATED. THE TERMINAL #1 IDENTIFIER MAY BE EITHER A MOLD OR MARKED FEATURE.
- DIMENSION b APPLIES TO METALLIZED TERMINAL AND IS MEASURED BETWEEN 0.25 mm AND 0.30 mm FROM TERMINAL TIP.
- ND AND NE REFER TO THE NUMBER OF TERMINALS ON EACH D AND E SIDE RESPECTIVELY.
- DEPOPULATION IS POSSIBLE IN A SYMMETRICAL FASHION.
- COPLANARITY APPLIES TO THE EXPOSED HEAT SINK SLUG AS WELL AS THE TERMINALS.
- DRAWING CONFORMS TO JEDEC MO220, EXCEPT FOR T2444-3, T2444-4 AND T2844-1.
- MARKING IS FOR PACKAGE ORIENTATION REFERENCE ONLY.
- COPLANARITY SHALL NOT EXCEED 0.08mm
- WARPAGE SHALL NOT EXCEED 0.10mm
- LEAD CENTERLINES TO BE AT TRUE POSITION AS DEFINED BY BASIC DIMENSION "e", ±0.05.
- NUMBER OF LEADS SHOWN ARE FOR REFERENCE ONLY.

MAXIM

TITLE PACKAGE OUTLINE, 12, 16, 20, 24, 28L THIN QFN, 4x4x0.8mm

APPROVAL **REVISION** **CONTROL NO.** **REV** **E** **2/2**

21-0139

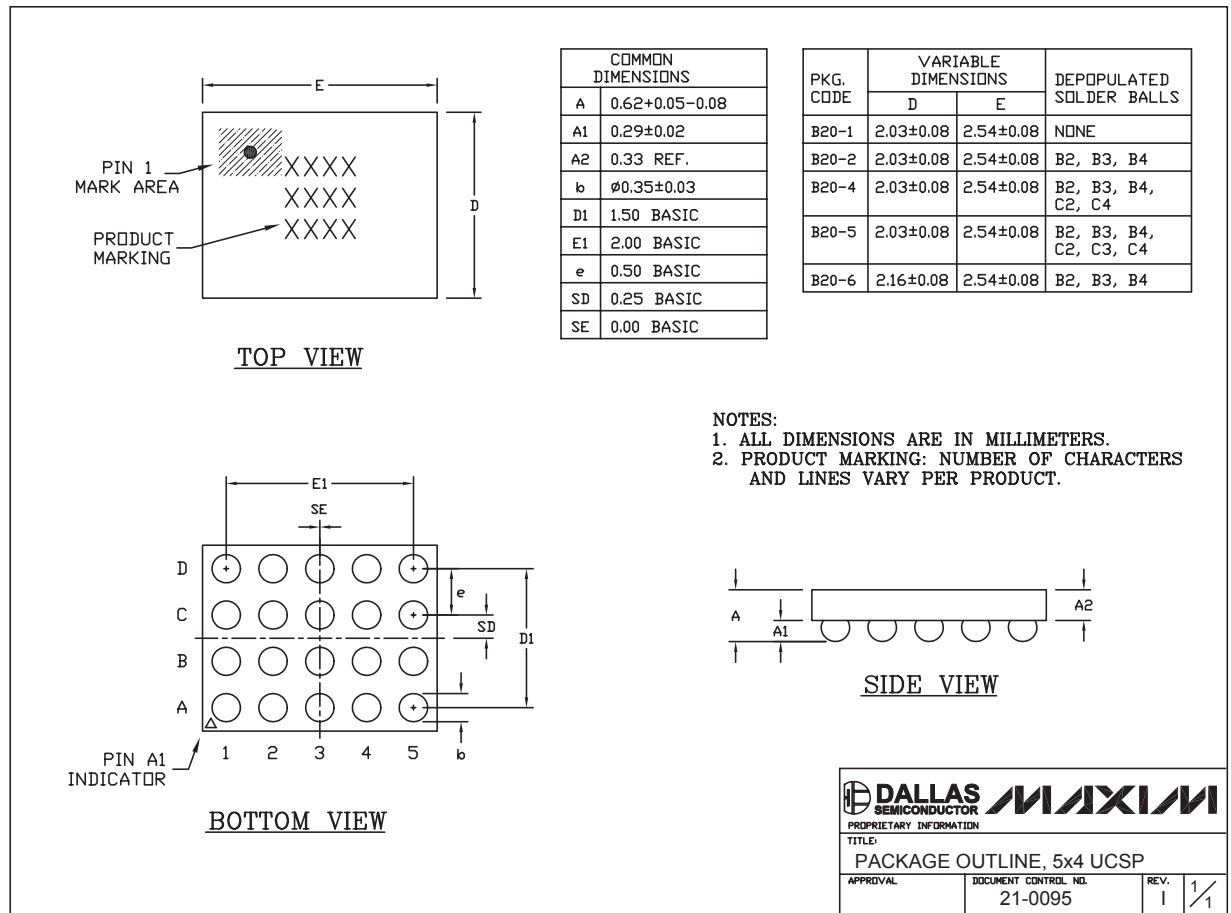
MAX9701 封装编码: T2444-4

1.3W、无需滤波、立体声 D类音频功率放大器

MAX9701

封装信息(续)

(本数据资料提供的封装图可能不是最近的规格, 如需最近的封装外型信息, 请查询 www.maxim-integrated.com/packages.)



MAX9701封装编码: B20-1

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。

20 **Maxim Integrated Products, 120 San Gabriel Drive, Sunnyvale, CA 94086 (408) 737-7600**

© 2005 Maxim Integrated Products

Printed USA

MAXIM 是 Maxim Integrated Products, Inc. 的注册商标。

项目开发 芯片解密 零件配单 TEL:15013652265 QQ:38537442



MAX9701评估板

评估板: MAX9701

概述

MAX9701 评估板(EV kit)是经过完全安装和测试的电路板, 利用MAX9701 无需滤波的D类放大器驱动便携式音频设备的立体声桥接负载(BTL)扬声器。该评估板设计工作在2.5V至5.5V直流电源, 能够为每声道8Ω负载提供1W功率。评估板可接受差分或单端输入信号, 并可选择不同开关频率的工作模式。

特性

- ◆ 拥有专利的扩频调制技术降低了RF辐射
- ◆ 2.5V至5.5V单电源工作
- ◆ 1W立体声输出 (8Ω、 $V_{DD} = 5V$ 时, $THD+N = 1\%$)
- ◆ 0.05%的低THD+N
- ◆ 70dB高PSRR
- ◆ 不需要LC输出滤波器
- ◆ 效率高达85% ($R_L = 8\Omega$ 、 $P_{OUT} = 500mW$)
- ◆ 全差分输入
- ◆ 集成杂音抑制功能
- ◆ 低静态电流(8.5mA)
- ◆ 低功耗关断模式(0.1μA)
- ◆ 短路和热过载保护

订购信息

PART	TEMP RANGE	IC PACKAGE
MAX9701EVKIT	0°C to +70°C	24 TQFN-EP*

*EP = 裸焊盘。

元件列表

DESIGNATION	QTY	DESCRIPTION
C1-C4	4	1.0μF ±10%, 6.3V X5R ceramic capacitors (0603) TDK C1608X5R0J105K Taiyo Yuden JMK107BJ105KA Murata GRM188R60J105K
C5	0	Not installed, capacitor (0805)
C6	1	10μF ±10%, 6.3V ceramic capacitor (0805) Murata GRM21BR60J106K
C7, C8, C9	3	0.1μF ±10%, 16V X7R ceramic capacitors (0603) TDK C1608X7R1C104K Taiyo Yuden EMK107BJ104KA Murata GRM188R71C104K
C10-C23	0	Not installed, capacitors (0603)
C24	1	100pF ±5%, 50V ceramic capacitor (0603) TDK C1608C0G1H101J Taiyo Yuden UMK107CH101JZ Murata GRM1885C1H101J
L1-L5	5	100Ω at 100MHz ferrite beads, 50mΩ DCR at 3A (0603) TDK MPZ1608S101A

DESIGNATION	QTY	DESCRIPTION
L6-L9	0	Not installed, inductors Recommended TOKO D53LC series
R1	1	49.9Ω ±1% resistor (0603)
R2-R5	0	Not installed, resistors (0603)
T1, T2	0	Not installed, common-mode chokes 50VDC, 1ADC 800Ω at 100MHz Recommended TDK ACM4532-801-2P-X
JU1	1	5-pin header
JU2, JU3, JU4	3	3-pin headers
JU5, JU6	2	2-pin headers
None	6	Shunts Digikey S9000-ND or equivalent
U1	1	MAX9701ETG (24-pin TQFN, 4mm x 4mm x 0.8mm)
U2	0	Not installed, MAX9700EBP-T (20-pin UCSPTM)

UCSP是Maxim Integrated Products, Inc.的商标。



Maxim Integrated Products 1

本文是Maxim正式英文资料的译文, Maxim不对翻译中存在的差异或由此产生的错误负责。请注意译文中可能存在文字组织或翻译错误, 如需确认任何词语的准确性, 请参考Maxim提供的英文版资料。

索取免费样品和最新版的数据资料, 请访问Maxim的主页: www.maxim-ic.com.cn。

项目开发 芯片解密 零件配单 TEL:15013652265 QQ:38537442

MAX9701 评估板

评估板：MAX9701

元件供应商

SUPPLIER	PHONE	FAX	WEBSITE
Murata	770-436-1300	770-436-3030	www.murata.com
Taiyo Yuden	800-348-2496	847-925-0899	www.t-yuden.com
TDK	847-803-6100	847-390-4405	www.component.tdk.com
TOKO	847-297-0070	847-699-1194	www.tokoam.com
Vishay	619-336-0860	619-474-8920	www.vishay.com

注：当与这些供应商联系时请说明您正在使用的产品是MAX9701评估板。

快速入门

详细说明

推荐设备

- 一对儿8Ω扬声器
- 2.5V至5.5V、1A电源
- 立体声音频信号源

步骤

MAX9701评估板是完全安装并经过测试的电路板。按照以下步骤正确评估器件。在完成所有连接之前，不要打开电源。

- 检查确认在跳线JU1的引脚1和2之间安装短路器（内部振荡器设置扩频模式）。
- 检查确认在跳线JU2的引脚1和2之间安装短路器（评估板ON）。
- 检查确认在跳线JU3的引脚2和3之间安装短路器；跳线JU4的引脚1和2之间安装短路器（增益 = 12dB）。
- 检查确认在跳线JU5和JU6之间没有短路器（差分输入模式）。
- 将8Ω扬声器分别连接到OUTL+、OUTL-和OUTR+、OUTR-端。
- 确保立体声音频信号源关闭。
- 将禁止的立体声音频信号源分别连接到INL-、INL+和INR-、INR+端。
- 确保直流电源关闭。
- 将电源正极接VDD端，电源地接GND端。
- 打开直流电源。
- 打开立体声音频信号源。

MAX9701评估板包括MAX9701无需滤波的D类放大器IC，用于驱动便携式音频设备的立体声桥接负载（BTL）扬声器。该评估板设计工作在2.5V至5.5V/1A直流电源。评估板可接受差分或单端音频输入信号。音频输入信号放大后，能以1W功率驱动每个8Ω扬声器。

评估板提供三组差分输出。器件输出(OUT_+/-)可以不需要经过任何滤波，直接驱动扬声器负载。当然，也可以增加一个滤波器简化评估。滤波输出(TOUT_+/-)需要安装滤波元件T1/T2以及C10–C13。如果需要LCR滤波器，须注意不要安装T1/T2以及C10–C13；短接T1-1至T1-4、T1-2至T1-3、T2-1至T2-4、T2-2至T2-3（图1）。LCR滤波器输出(FOUT_+/-)需要安装滤波元件L6–L9、C14–C23以及R2–R5。对于8Ω负载、30kHz的截止频率，表1给出了建议的元件值。MAX9701评估板包含了驱动8Ω负载的所有元件。

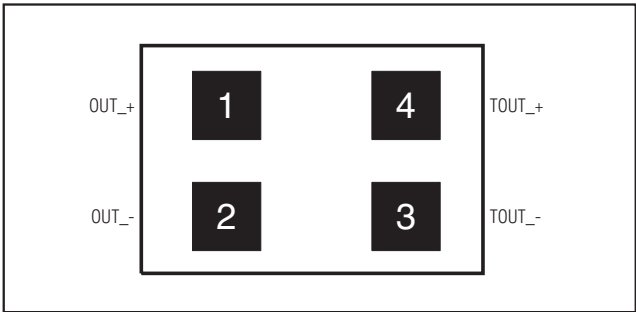


图1. 共模抑制

MAX9701 评估板

评估板: MAX9701

表 1. 8Ω负载、30kHz截止频率所需要的滤波元件推荐值

COMPONENT	VALUE
L6-L9	15μH
C14, C18, C19, C23	0.033μF
C16, C21	0.15μF
C15, C17, C20, C22	0.068μF
R2-R5	22Ω

跳线选择

工作模式

跳线JU1用来选择MAX9701的开关频率。短路器位置参见表2。

表 2. JU1跳线选择

SHUNT POSITION	EV KIT FUNCTION
1-2 (V _{DD})	Spread-spectrum mode with f _{OSC} = 1200kHz ±60kHz
1-3 (FLOAT)	Fixed-frequency mode with f _{OSC} = 1400kHz
1-4 (Clocked)	Fixed-frequency mode with f _{OSC} = external, TTL-compatible clock frequency
1-5 (GND)	Fixed-frequency mode with f _{OSC} = 1100kHz

关断模式 ($\overline{\text{SHDN}}$)

跳线JU2控制MAX9701的关断引脚($\overline{\text{SHDN}}$)。短路器位置参见表3。

表 3. JU2跳线选择

SHUNT POSITION	EV KIT FUNCTION
1-2 ($\overline{\text{SHDN}}$ = high)	EV kit enabled
2-3 ($\overline{\text{SHDN}}$ = low)	Shutdown mode
None. External controller connected to $\overline{\text{SHDN}}$ pad (TTL).	$\overline{\text{SHDN}}$ driven by external controller. Shutdown is active low.

增益设置

跳线JU3和JU4用来选择输出电压增益。JU3和JU4短路器位置参见表4。

表 4. JU3 (GAIN2) 和JU4 (GAIN1) 跳线选择

GAIN2	GAIN1	GAIN (dB)
Pins 2-3	Pins 2-3	18
Pins 2-3	Pins 1-2	12 (default)
Pins 1-2	Pins 2-3	6
Pins 1-2	Pins 1-2	0

输入模式

跳线JU5和JU6用来设置评估板采用差分输入或单端输入，短路器位置参见表5。

表 5. JU5/JU6跳线选择

SHUNT POSITION	EV KIT INPUT MODE
None (default)	Differential input mode
Installed (IN ₋ pads AC-coupled to GND)	Single-ended input mode

2.1 声道系统配置

MAX9701和MAX9700可以配置成2.1声道系统(图2)。立体声器件U1为主放大器，其振荡器输出SYNC_OUT用来驱动单声道从器件(U2)，同步两个器件的开关频率。MAX9701与MAX9700同步工作，可确保电源上不会出现音频频段内的差拍频率。这种2.1声道系统配置在主器件采用FFM模式或SSM模式时均可正常工作。

MAX9701 评估板

评估板：MAX9701

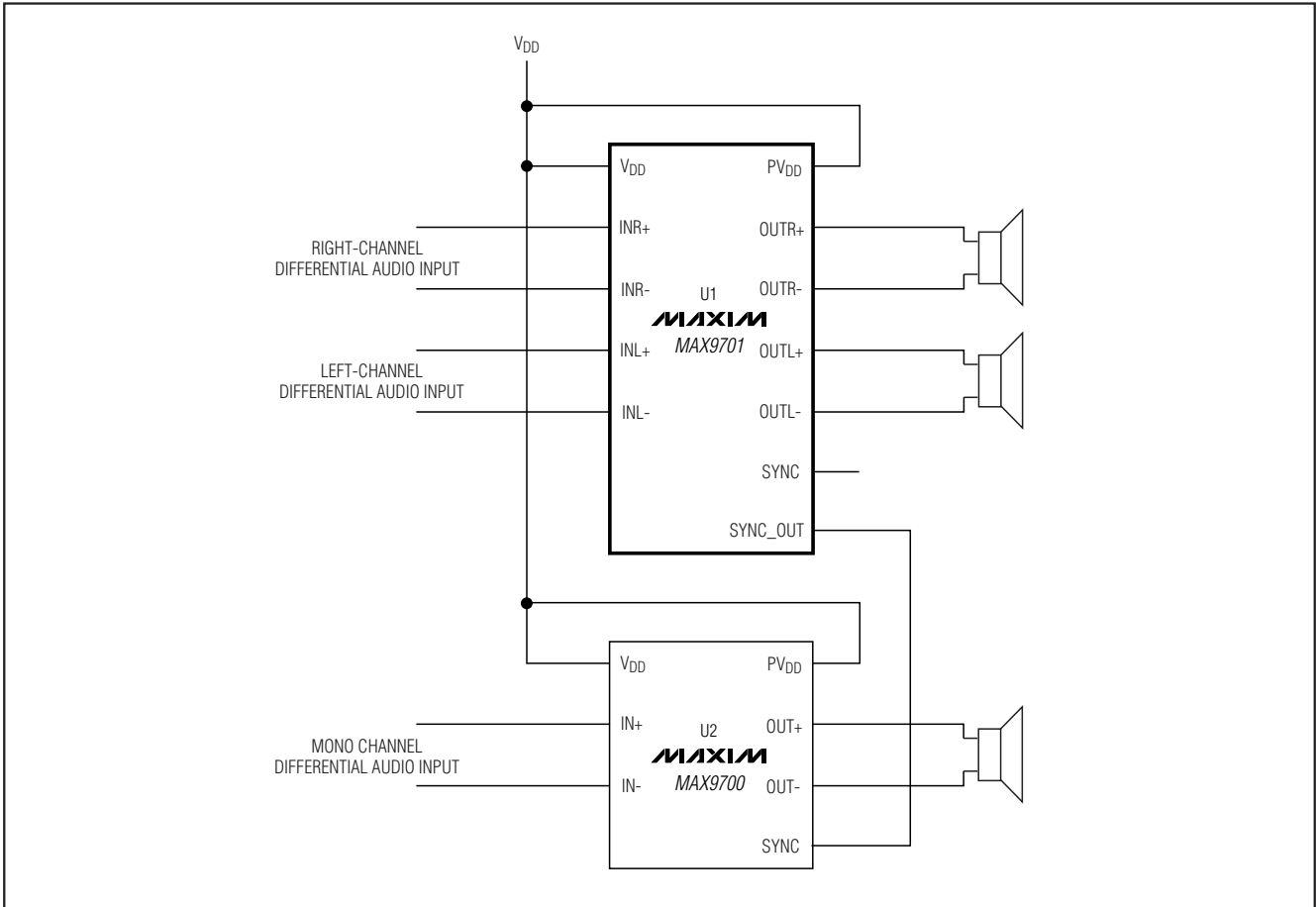


图2. 2.1声道系统配置

MAX9701 评估板

评估板: MAX9701

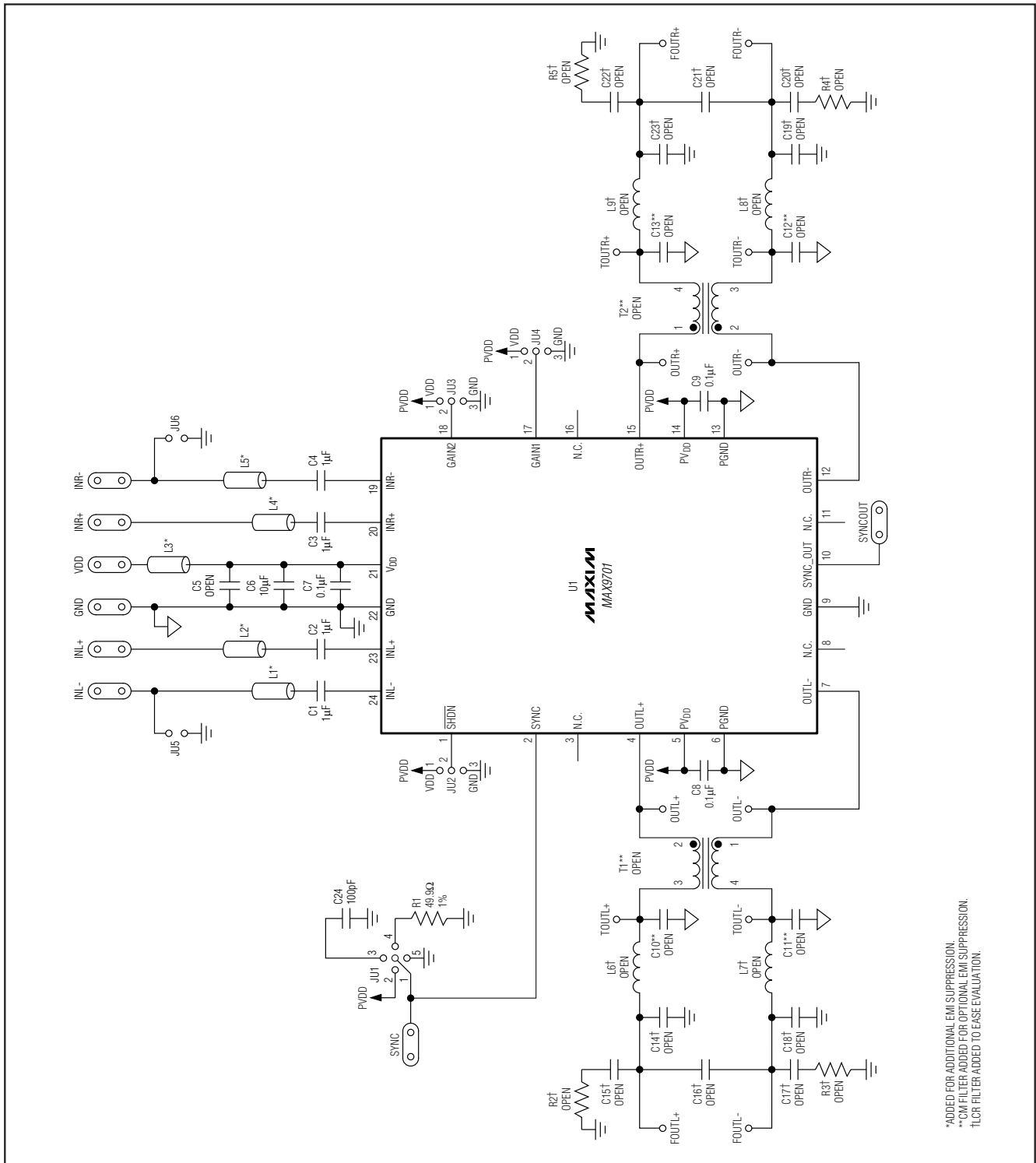


图3. MAX9701评估板原理图

MAX9701 评估板

评估板: MAX9701

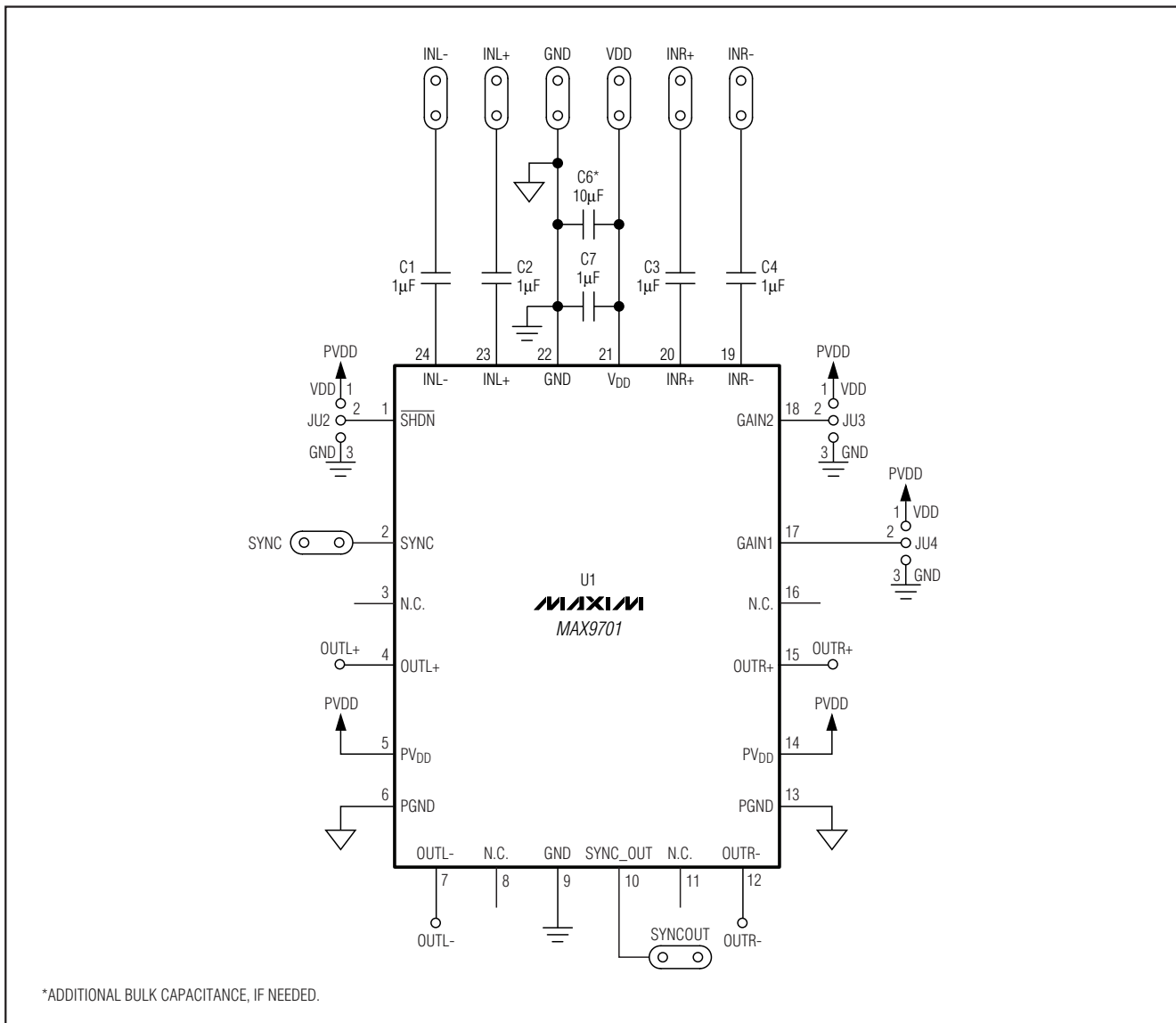


图4. MAX9701 评估板简化原理图，器件工作所需的外部元件如图4所示。

MAX9701 评估板

评估板：MAX9701

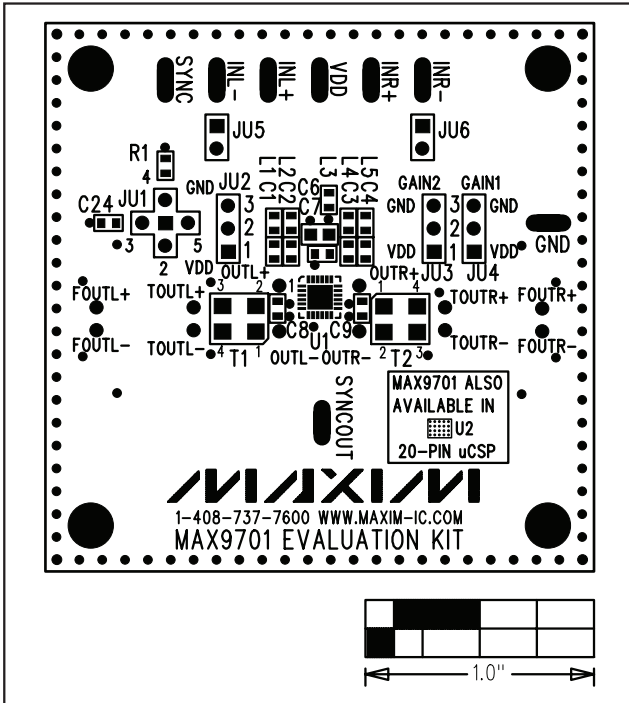


图5. MAX9701 评估板元件放置——元件层

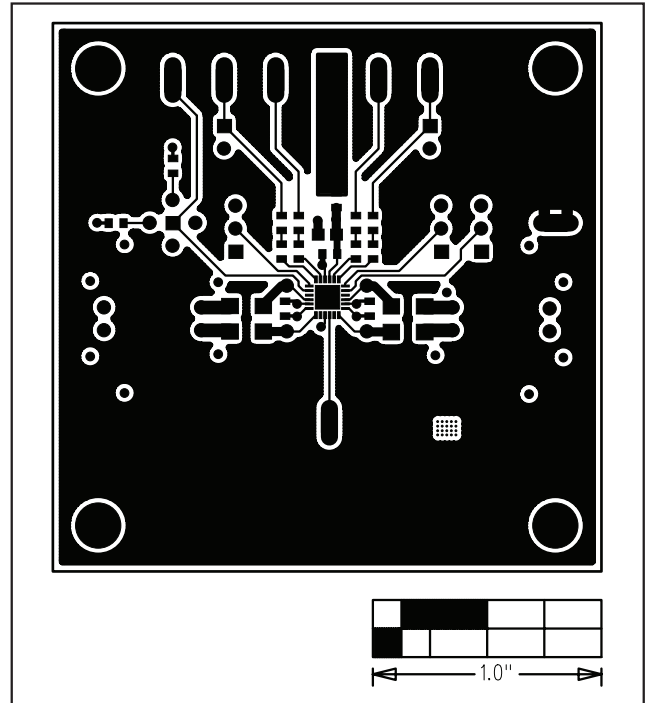


图6. MAX9701 评估板PC板布局——元件层

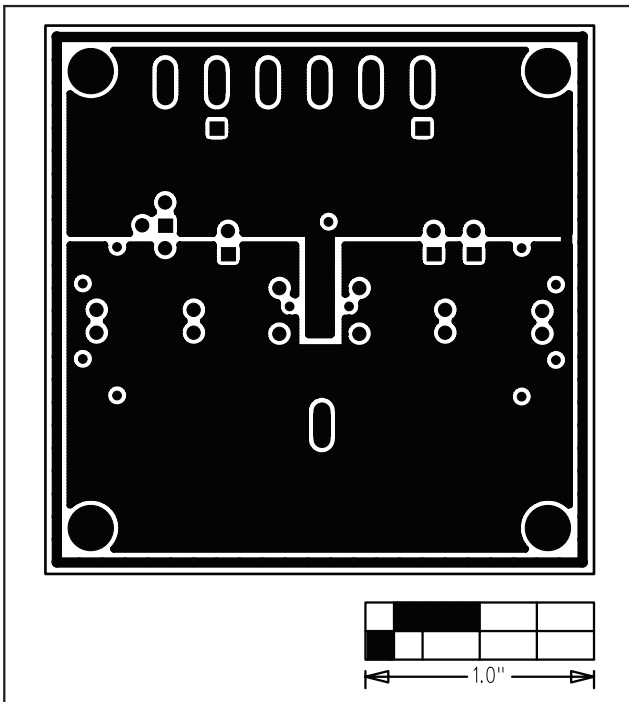


图7. MAX9701 评估板PC板布局——GND/PGND第2层

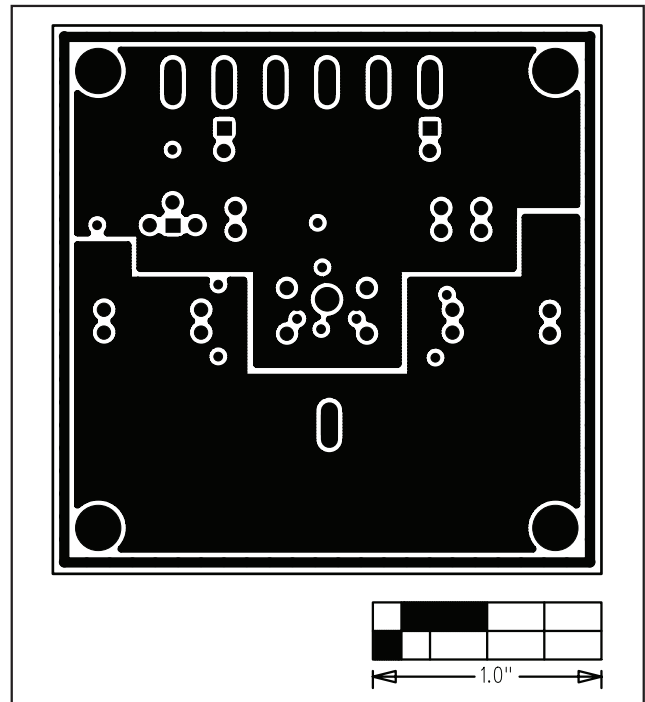


图8. MAX9701 评估板PC板布局——PVDD/GND第3层

MAX9701 评估板

评估板: MAX9701

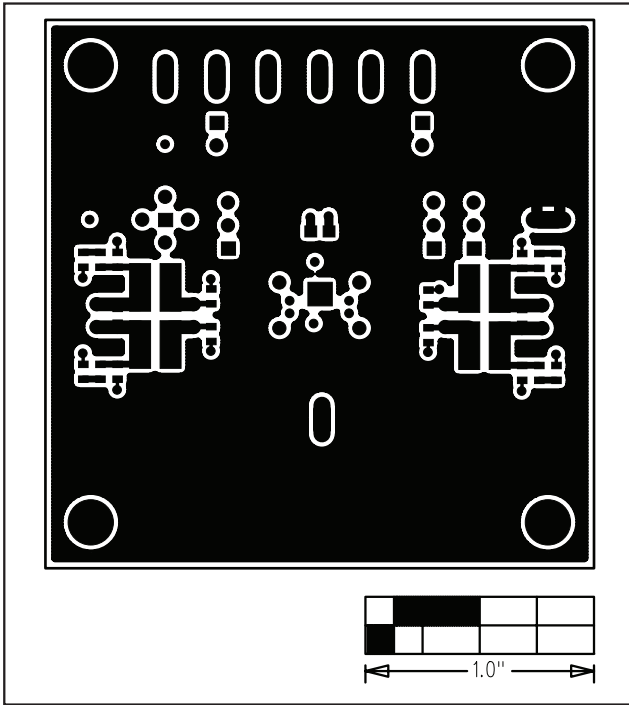


图9. MAX9701 评估板PC板布局——焊接层

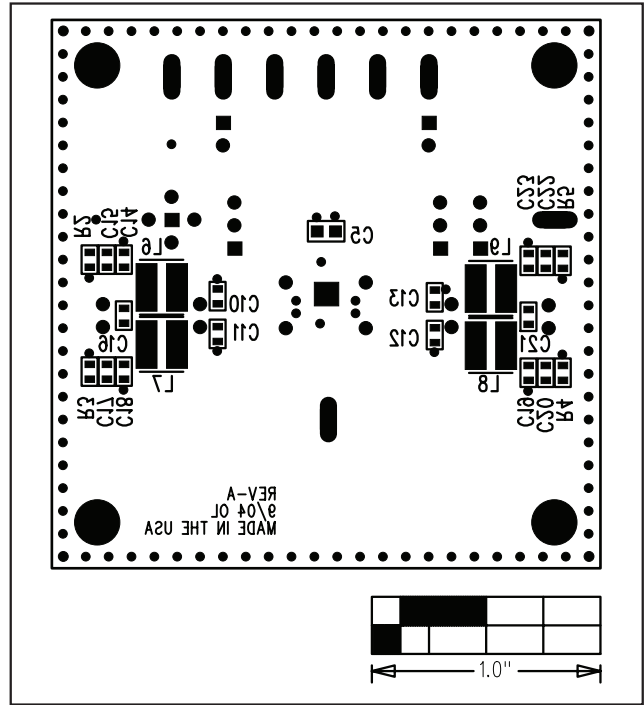


图10. MAX9701 评估板元件放置——焊接层

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。

8 **Maxim Integrated Products, 120 San Gabriel Drive, Sunnyvale, CA 94086 (408) 737-7600**

© 2005 Maxim Integrated Products

Printed USA

MAXIM 是 Maxim Integrated Products, Inc. 的注册商标。