



一、概述

TC3303 是一颗输出功率为 3W，带 64 阶级音量控制的立体声 D 类音频功率放大器 IC。它具有谐波失真低，噪声串扰小的特点使其对声音的重放得到较好的音质。采用新型无耦合输出及无低通滤波电路之架构，使其可直接驱动喇叭降低了整个方案成本及 PCB 空间的占用。

在相同的外围元器件个数下，D 类功放 IC TC3303 比 AB 类功放的效率要好得多，这样就延长了电池的持续力，是便携式设备（如笔记本电脑等）的理想选择。

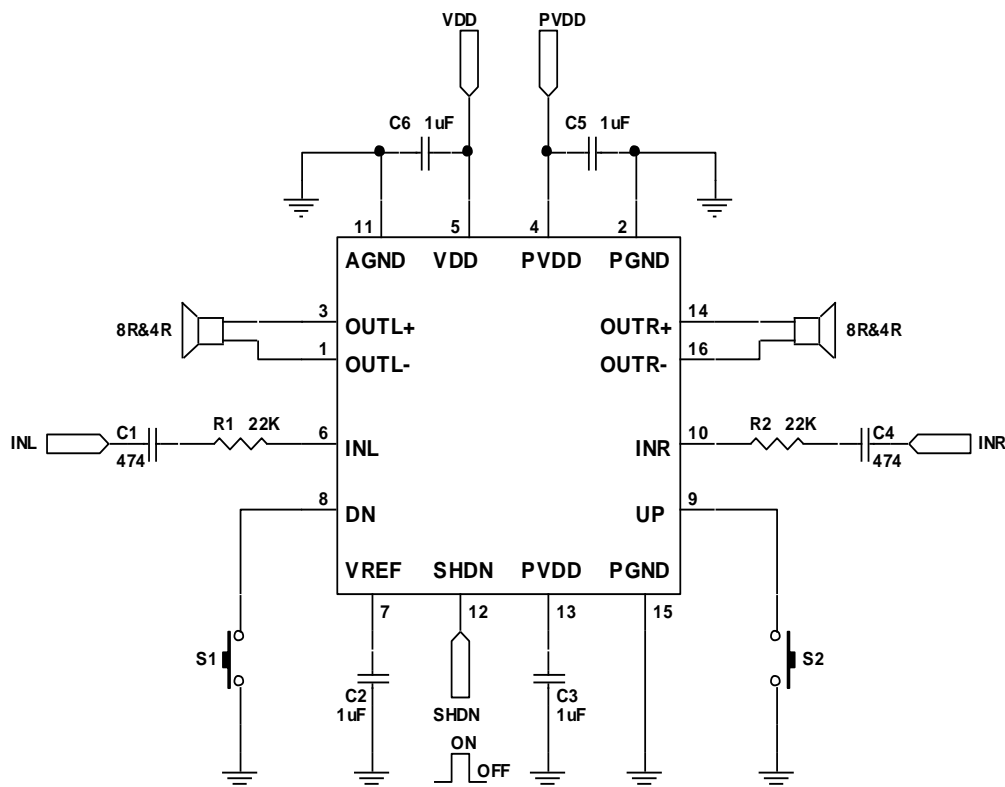
二、特点

- 在 4Ω 负载和 5V 电源条件下，提供高达 3W 输出功率
- 无滤波器的 D 类放大器，低静态电流和低电磁干扰
- 低谐波失真、低噪声
- 64 阶数字音量控制
- 高达 90% 效率
- 短路电流保护
- 热保护
- 极少外部元器件，节省空间和成本
- 采用 SOP-16 无铅封装

三、产品应用

- 液晶显示器、电视投影机
- 笔记本电脑
- 便携式扬声器
- 便携式 DVD 播放器，游戏机
- 手机/免提电话

四、典型应用电路





五、 引脚图及说明

引脚图	序号	名称	引脚说明
<p>SOP-16</p>	1	OUTL-	左声道反向输出
	2	PGND	电源负极（左声道）
	3	OUTL+	左声道同向输出
	4	PVDD	电源正极（左声道）
	5	VDD	模拟 VDD
	6	INL	左声道输入
	7	VREF	内部模拟基准源，从 VREF 连一个旁路电容到 GND
	8	DN	音量控制-（低有效）
	9	UP	音量控制+（低有效）
	10	INR	右声道输入
	11	GND	模拟地
	12	SHDN	系统关断控制（低电平有效）
	13	PVDD	电源 VDD（右声道）
	14	OUTR+	右声道同向输出
	15	PGND	电源地（右声道）
	16	OUTR-	右声道反向输出

六、 最大额定参数

极限电压.....	6.0V
输入电压.....	-0.3V~V _{DD} +0.3V
最大结温.....	150℃
储存温度.....	-65℃~150℃
焊接温度.....	300℃/5 秒

七、 建议工作条件

供电电压范围.....	2.2V~5.5V
环境温度范围.....	-40℃~85℃
结温范围.....	-20℃~125℃



八、 电气特性

($V_{DD}=5V$, $Gain=18db$, $R_L=8\Omega$, $T_A=25^\circ C$, 除另有说明。)

参数	符号	测试条件		最小值	典型值	最大值	单位
供电电压	V_{DD}			2.2		5.5	V
静态电流	I_Q	无负载			7	15	mA
		$R_L=8\Omega$			8		
		$R_L=4\Omega$			8.5		
静音电流	I_{MUTE}	$V_{MUTE}=0V$			2.5	4	mA
关断电流	I_{SHDN}	$V_{SHDN}=0V$			0.5	10	uA
输入高电压 (SHDN)	V_{SH}			1.2			V
输入低电压 (SHDN)	V_{SL}					0.5	V
输入高电压 (MUTE)	V_{MH}			1.2			V
输入低电压 (MUTE)	V_{ML}					0.5	V
输出偏移电压	V_{OS}	无负载			120	300	mV
漏源导通电阻	$R_{DS(ON)}$	$I_{DS}=0.5A$	P MOSFET		0.3	0.4	Ω
			N MOSFET		0.22	0.35	
输出功率	P_O	f=1KHz	$R_L=8\Omega$, THD=1%	1.1	1.3		W
			$R_L=8\Omega$, THD=10%	1.5	1.7		
			$R_L=4\Omega$, THD=1%	1.9	2.1		
			$R_L=4\Omega$, THD=10%	2.8	3.0		
总谐波失真+噪声	THD+N	$R_L=8\Omega$, $P_O=0.5W$			0.19		%
		$R_L=8\Omega$, $P_O=1.0W$			0.22		
		$R_L=4\Omega$, $P_O=1.0W$			0.17		
		$R_L=4\Omega$, $P_O=2.0W$			0.25		
电源纹波抑制比	PSRR	无输入, f=1KHz, $V_{PP}=200mV$		45	55		dB
通道隔离度	CS	$P_O=1W$, $R_L=4\Omega$		60	80		dB
振荡频率	f_{OSC}				250		KHz
效率	η	$P_O=1.7W$, f=1KHz, $R_L=8\Omega$		85	89		%
		$P_O=3.0W$, f=1KHz, $R_L=4\Omega$		80	83		
信号噪声比	SNR	f=22Hz~22KHz, THD=1%	$R_L=4\Omega$		85		dB
			$R_L=4\Omega$		87		
欠压锁定	UVLO				1.95		V
过温保护	OTP				150		$^\circ C$
温度迟滞	OTH				60		$^\circ C$



九、增益调整

($V_{DD}=5V$)

阶级	增益 (dB)	阶级	增益 (dB)	阶级	增益 (dB)	阶级	增益 (dB)
1	-75.0	17	4.8	33	11.2	49	17.6
2	-39.7	18	5.1	34	11.6	50	18.0
3	-34.0	19	5.5	35	12.0	51	18.4
4	-28.2	20	5.9	36	12.3	52	18.8
5	-22.4	21	6.3	37	12.7	53	19.2
6	-16.5	22	6.7	38	13.2	54	19.6
7	-10.5	23	7.1	39	13.6	55	20.0
8	-8.0	24	7.5	40	14.0	56	20.4
9	-5.5	25	7.9	41	14.4	57	20.9
10	-2.9	26	8.3	42	14.8	58	21.3
11	-0.4	27	8.7	43	15.2	59	21.7
12	1.1	28	9.1	44	15.6	60	22.1
13	2.6	29	9.6	45	16.0	61	22.5
14	3.6	30	10.0	46	16.4	62	22.9
15	4.0	31	10.4	47	16.8	63	23.4
16	4.4	32	10.7	48	17.2	64	23.8

功率增益或增益复位后。

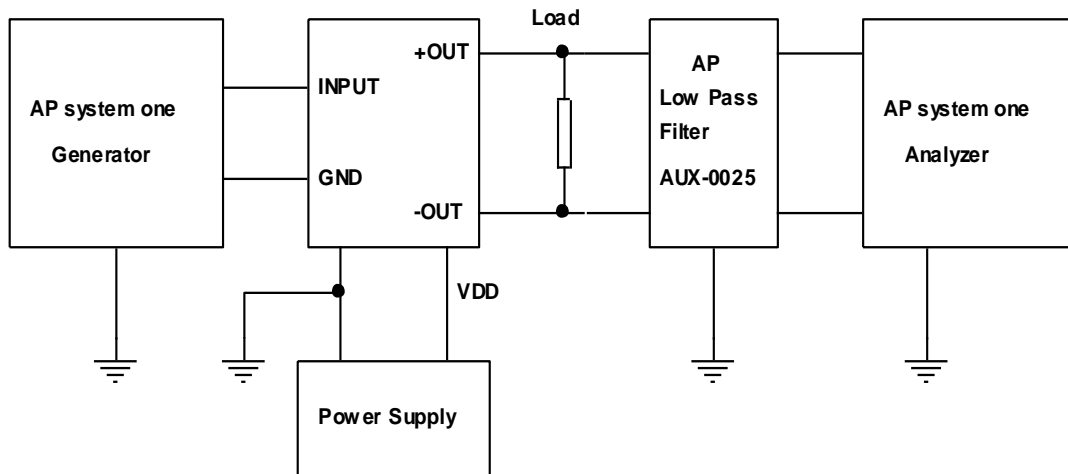
注：不同设备装置增益可以 1dB 偏差。

十、使用注意事项

1. 当 TC3303 工作在无滤波器时，必须先接通扬声器再接通电源，否则容易对芯片造成损坏。
2. 当 TC3303 工作在无滤波器时，最好在连接到扬声器的引出线口套上一个铁氧磁环，以减少可能的电磁干扰。
3. 芯片的极限工作电压为 5.5V，最大工作电压为 5.0V。在电池工作时，应当注意如果采用 4 节新的普通干电池或碱性电池时，其电压有可能会超过 6V，从而造成对芯片的损坏。所以最好采用 4 节充电电池，或是 3 节碱性电池，其总电压不超过 5.5V。
4. 由于芯片中的数字音量控制具有很大的增益，所以在增大其音量时要注意不要让输入信号过大而使信号产生切割限幅，甚至还可能使芯片损坏。



十一、测试电路图表



- 注：1. 用 AP 分析仪测量 D 类功率放大器时，低通滤波器 AP AUX-0025 是必须的。
2. 测量时，可以用两个 33uH 的电感串联在电阻的两端以等效扬声器。

十二、应用信息

最大增益

如原理框图所示，TC3303 内部有两级放大器，第一级增益由输入电阻 R_i （芯片外部与芯片内部之和）和反馈电阻 R_f 决定，第二级增益固定为 1.4x，另外，TC3303 为 BTL 输出结构功率放大器，其增益为单端输出功放的 2 倍。因此 TC3303 总的增益为： $A_{VD}=20*\log [2*(R_f / R_i)*1.4]$

TC3303 的反馈电阻 $R_f=218K\Omega$ ，而输入电阻 $R_i=27K\Omega$ ，所以最大闭环增益是 24dB。

关断工作模式

为了减少不使用的功率消耗，TC3303 包含关闭电路来关闭放大器的偏压电路。当 /SHDN 引脚加低电平时，器件处于判断模式，电源电流将会减至最小。因为内部上拉电阻，/SHDN 引脚可以悬空。

为了消除断电时的噼啪声音，放大器应先处于静音或关断模式然后再关闭电源。

电源退耦

TC3303 是高性能 CMOS 音频放大器，需要足够的电源退耦以保证输出 THD 和 PSRR 尽可能小。电源的退耦需要两个不同类型的电容来实现。为了更高的频率响应和减少噪声，一个具有适当等效串联电阻（ESR）的陶瓷电容，典型值 1.0uF，放置在尽可能靠近器件 VDD 端口可以得到最好的工作性能。为了滤除低频噪声信号，推荐放置一个 20uF（陶瓷电容）或更大的电容在靠近音频放大器处。

输入电容（ C_i ）

对于便携式设计，大输入电容既昂贵又占用空间。因此需要恰当的输入耦合电容。但在许多便携式应用扬声器的例子中，无论内部还是外部，很少可以重现低于 100Hz 至 150Hz 的信号。因此，使用一个大的输入电容不会增加系统性能。输入电容（ C_i ）和输入电阻（ R_i ）组成一个高通滤波器，切断频率为：

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

除了系统损耗和尺寸，滴答声和噼啪声受输入耦合电容 C_i 的尺寸影响。一个大的输入耦合电容需要更多的电荷才能达到它的静态电压（ $1/2 V_{DD}$ ）。这些电荷来自经过反馈的内部电路和有可能产生噼啪声的器件启动端，减小输入电容。



模拟准旁路电容(C_{BYP})

模拟准旁路电容 (C_{BYP}) 是最关键的电容并与几个重要性能相关。在从关闭模式启动或复位时, C_{BYP} 决定了放大器开启的速度。第二个功能是减少电源与输出驱动信号耦合制造的噪声。该噪声来自内部模拟准源放大器, 降低了 TC3303 的 PSRR 和 THD+N 性能。

推荐使用 0.47uF 至 1.0uF 陶瓷电容来作为旁路电容 (C_{BYP}) 以得到最佳的 THD 和噪声特性。增大旁路电容可以减小电源开启/关闭时进入和离开关闭模式时的滴答声和噼噗声。

欠压锁定(UVLO)

TC3303 具有低电压检测电路。当电源电压下降到 2.0V 或更低时, TC3303 关闭输出, 直到 $VDD \geq 2.2V$ 时器件再次开启回到正常状态。

短路电流保护(SCP)

TC3303 输出端具有短路保护功能, 一旦检测到输出与输出短路及输出与地短路芯片立即关闭, 避免芯片受损坏。如果短路消除, 器件重新开启。

过温保护

当芯片的温度超过 150°C 时, 热保护电路起作用, 芯片被判断。由于芯片制造工艺的差异, 不同的芯片之间最大有 15°C 的偏差。当温度下降 40°C 后, 热保护消除, TC3303 正常工作。

电磁辐射

在电源端加一个 1000uF 的耦合电容, 能有效减小电磁辐射, 前提是放大器到扬声器的距离小于 (<20CM)。大部分应用时需要一个如图 2 所示的磁珠滤波器。滤波器有效减小了 1MHz 及以上的电磁辐射。该应用在高频率时应选择高阻抗的, 而在低频率时应选择低阻抗的磁珠。

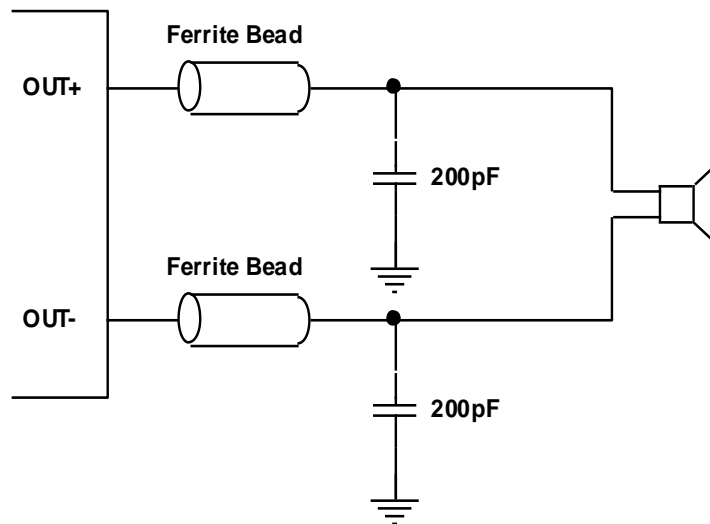
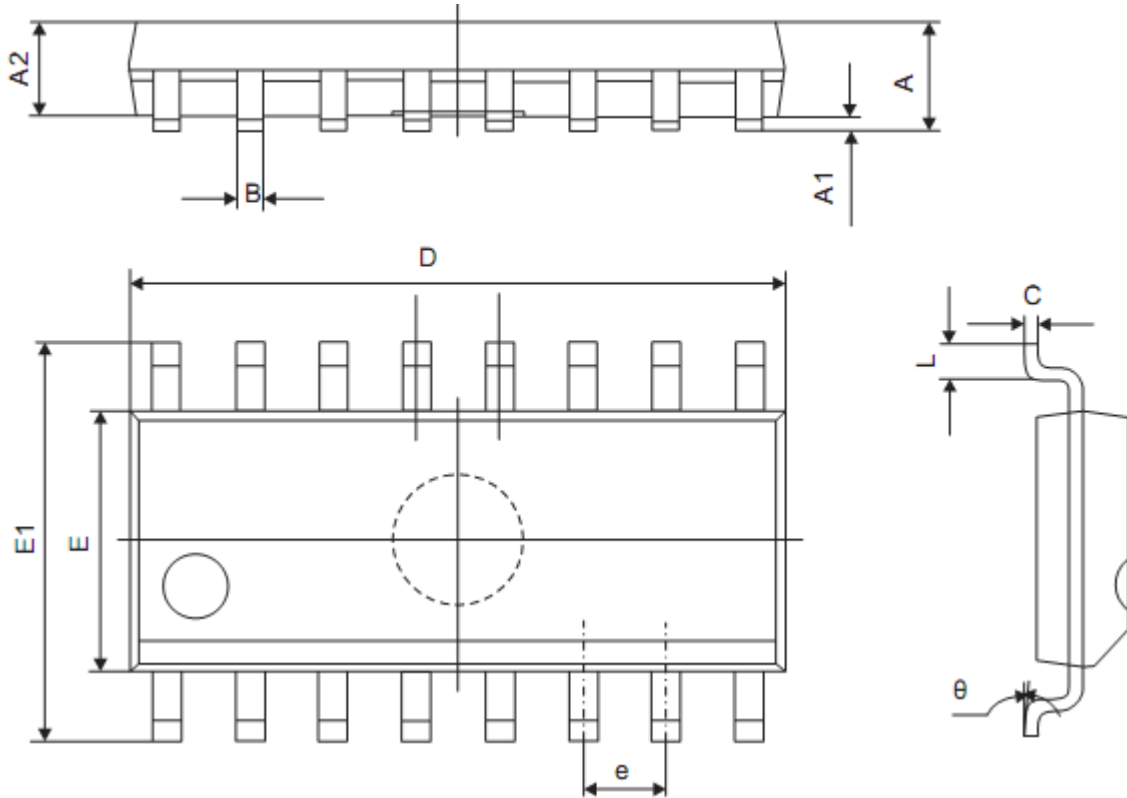


图 2: 加磁珠过滤器减少 EMI



十三、封装外形尺寸



Symbol	Dimensions Millimeters	
	Min	Max
A	1.350	1.750
A1	0.100	0.250
A2	1.350	1.550
B	0.330	0.510
C	0.190	0.250
D	9.800	10.000
E	3.800	4.000
E1	5.800	6.300
e	1.270(TYP)	
L	0.400	1.270
θ	0°	8°