

## ACM3129A 2×57W | 1×110W, 高性能 D 类音频功放

## 超低功耗/展频功能/动态升压 Class H

## 1. 特征

- 单电源供电
  - PVDD: 4.5V 到 26.4V
  - 内置 5V LDO 供其他设备使用
- 多种输出配置
  - 2×57W, 1% THD+N, 24V, 4Ω, BTL
  - 1×110W, 1% THD+N, 24V, 2Ω, PBTL
- 优异的音频性能
  - THD+N ≤ 0.02% 测试条件: 1W, 1kHz, 4Ω, PVDD = 24V
  - 高阶调制全频段内有着更低的 THD+N 指标
  - 底噪 ≤ 63  $\mu V_{RMS}$
- 高效率 Class-D 性能
  - >90% 效率
  - 超低静态功耗: <24mA, PVDD=12V, LC Filter=10uH+0.68uF
  - 专利技术全输出电平降低电感纹波电流
- 降低 EMI 技术
  - 展频选择
  - 180° PWM 相位移位
- 增益管理
  - 20dB, 26dB, 30dB, 34dB 含 4 个增益档位选择
  - Mute 静音功能
  - 可调整功率限制
- 模拟端性能保护
  - 短路保护, 自恢复功能可选
  - 欠压保护
  - 过压保护
  - 输出直流检测保护
  - 过温保护及自恢复

## 2. 典型应用

- 蓝牙音箱、WIFI 音箱
- 声霸
- 音频设备, 监视器
- 家庭影院
- 液晶电视, 笔记本

## 3. 概述

ACM3129A 在 4Ω 负载下可以输出立体声 2X57W, 或者单通道 2Ω 负载下输出 1X110W, 失真度都是 THD+N=1% 的条件下测试。ACM3129A 是一款高效率的 D 类音频功放。采用新型专利技术动态 PWM, 降低全输出段的功耗。

ACM3129A 工作电压范围在 4.5-26.4V, 输出配置可以立体声 BTL, 也可以单通道 PBTL。

为降低 EMI 噪声, ACM3129A 提供了两个频率的展频选项 (384kHz, 480kHz), 在一定条件下可以免电感。

ACM3129A 还提供了全差分输入, pop 音抑制, 提供 4 种增益选择等功能(20dB, 26dB, 30dB and 34dB)。

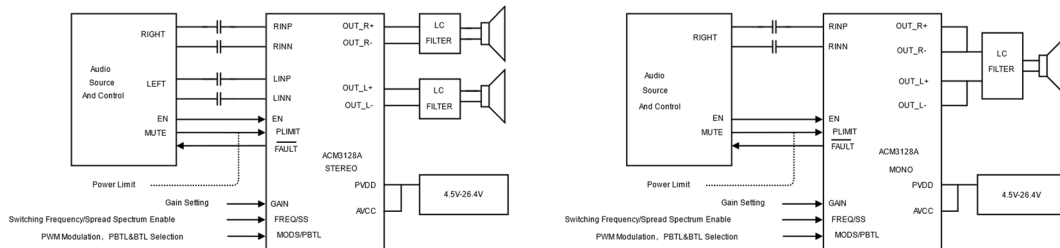
提供功率限制功能选项和喇叭直流保护功能, 避免喇叭受到损伤。另外有短路保护功能, 过温保护, 过压, 欠压保护等功能避免器件受到损伤。

ACM31XX 系列带有 CLASS H 动态升压控制功能, 随着音乐信号的动态变化, 改变升压芯片的 FB 脚电压, 从而使得 PVDD 跟随音乐信号变化, 极大程度的延长了电池产品的播放时长。

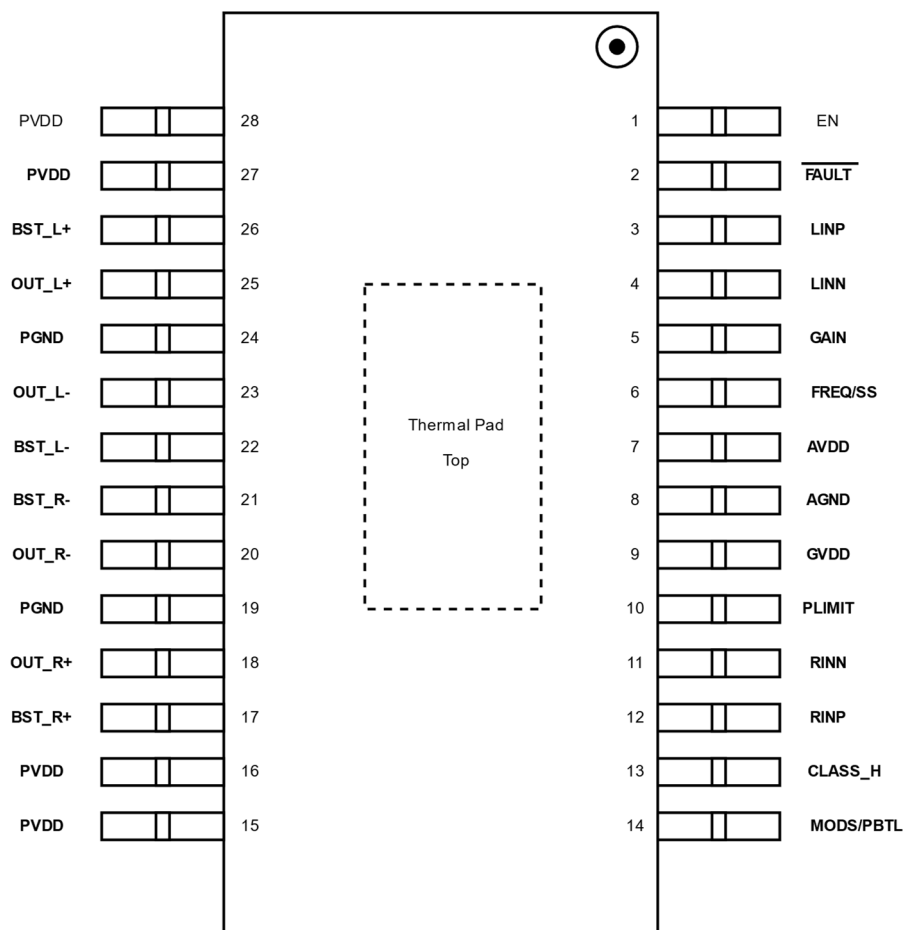
## 4. 器件信息

型号	封装	尺寸	包装
ACM3129A	TSSOP 28	9.7 mm × 4.4 mm	3K/盘

## • 简化应用图



## 5. 管脚和功能描述



Pin No.	名称	类型	描述
1	EN	AIN	使能脚, 高有效
2	FAULT	DO	错误报告脚, OT, DC, OC 错误信息。Open Drain FAULT = 高, 一般模式 FAULT = 低, 错误状态
3	LINP	AIN	左通道正输入
4	LINN	AIN	左通道右输入
5	GAIN	AIN	增益选择, 下拉电阻决定
6	FREQ/SS	AIN	频率和展频选择脚
7	AVCC	PWR	模拟电源
8	AGND	G	GND
9	GVDD	PO	5V 输出, 同时用于 PLIMIT 分压
10	PLIMIT	AIN	功率限制调节, 通过 GVDD 分压, <0.5V 是 mute, 0.6V<V(PLIMIT)<3V 调整限制的功率, >4.2V 没有功率限制。
11	RINN	AIN	右通道的负输出
12	RINP	AIN	右通道的正输出
13	CLASS H	AO	Class H 功能控制脚
14	MODS/PBTL	AIN	PWM 和 BTL/PBTL 模式选择
15	PVDD	PWR	供电电源
16	PVDD	PWR	供电电源
17	BST_R+	BST	自举电容脚
18	OUT_R+	PO	右通道正输出
19	PGND	G	Ground
20	OUT_R-	PO	右通道负输出
21	BST_R-	BST	自举电容脚
22	BST_L-	BST	自举电容脚

23	OUT_L-	PO	左通道的负输出
24	PGND	G	Ground
25	OUT_L+	PO	右通道的正输出
26	BST_L+	BST	自举电容脚
27	PVDD	PWR	供电电源
28	PVDD	PWR	供电电源

## 6. 芯片系列

Device Name	PVDD Range (V)	散热
ACM3108	4.5V-16V	底部散热
ACM3128A	4.5V-26.4V	底部散热
ACM3129A	4.5V-26.4V	顶部散热

## 7. 规格书

### 7.1 绝对最大值

		MIN	MAX	UNIT
PVDD, AVCC	电源电压	-0.3	30	V
Input Voltage, $V_i$	输入信号 LINP, LINN, RINN, RINP	-0.3	6.3	V
	PLIMIT, MODS/PBTL, FREQ/SS	-0.3	GVDD+0.3	V
	FAULT, EN	-0.3	PVDD+0.3	V
$T_A$	环境工作温度	-40	85	°C
$T_j$	工作结温	-40	160	°C
$T_{stg}$	存储温度	-40	125	°C

- (1) 任何超出表中的绝对最大值，都可能造成器件永久损坏。绝对最大值，不是工作条件。任何超出推荐值范围的都有可能造成芯片的损坏，破坏芯片的可靠性。

### 7.2 ESD 评级

			VALUE	UNIT
$V_{(ESD)}$	Electrostatic discharge	Human-body model (HBM), per ANSI/ESDA/ JEDEC JS-001 <sup>(1)</sup>	±2000	V
		Charged-device model (CDM), per JEDEC specification JESD22-C101 <sup>(2)</sup>	±500	

- (1) JEDEC document JEP155 states that 500-V HBM allows safe manufacturing with a standard ESD control process.

- (2) JEDEC document JEP157 states that 250-V CDM allows safe manufacturing with a standard ESD control process.

### 7.3 推荐工作条件

超过自有大气温度范围(除非另有说明)

符号	参数	测试条件	MIN	NOM	MAX	UNIT
$V_{(SUPPLY)}$	功率电源	PVDD, AVCC	4.5		26.4	V
$V_{IH}$	高电平	EN	2			V
$V_{IL}$	低电平	EN			0.8	
$V_{OL}$	输出电压低电平	FAULT, $R_{PULL-UP}=100k\Omega$ , PVDD=12V			0.8	V
$I_{IH}$	输入电流高	EN			50	μA
$I_{IL}$	输入电流低	EN			5	μA
$R_L(BTL)$	最低负载阻抗	(Output LC filter=10uH+0.68uF)	3.2	4		
$R_L(PBTL)$			1.6	2		
$T_j$	工作结温		-40		160	°C
$T_A$	环境工作温度		-40		85	°C

## 7.4 热信息

		ACM3129A, TSSOP 28 PINS		UNIT
		JEDEC STANDARD 4-LAYER PCB		
$\theta_{JA}$	连接环境热阻	14		°C/W
$\theta_{JT}$	连接到顶部（外壳）热阻	1.2		°C/W
$\psi_{JT}$	连接到顶部特征参数	5.7		°C/W

## 7.5 电气特性

PVDD=12V, Fin=1kHz, Load=4 $\Omega$ , 自举电容=0.47 $\mu$ F, 室温 25°C, LC filter=10 $\mu$ H+0.68 $\mu$ F, Fsw=384kHz, BD 模式(除非另有说明)

参数	测试条件	MIN	TYP	MAX	UNIT	
<b>DC 电气特性</b>						
V <sub>OS</sub>	输出偏置电压	V <sub>I</sub> =0V, BTL 模式	0.5	2	mV	
		V <sub>I</sub> =0V, PBTL 模式	0.5	3	mV	
I <sub>CC</sub>	静态电流	EN $\geq$ 2V, LC filter=10 $\mu$ H+0.68 $\mu$ F, 2 $\times$ BTL	24		mA	
I <sub>CC(SD)</sub>	关机电流	EN $\leq$ 0.8V, PVDD=12V	20		$\mu$ A	
R <sub>DS(ON)</sub>	漏源开电阻, 高边 NMOS	PVDD=12V, I <sub>OUT</sub> = 500mA, T <sub>J</sub> = 25	75		m $\Omega$	
	漏源开电阻, 低边 NMOS		75		m $\Omega$	
G	增益	下拉电阻 = 47k $\Omega$	20		dB	
		下拉电阻 $\geq$ 120k $\Omega$ 或者悬空	26		dB	
		下拉电阻 r $\leq$ 4.7k $\Omega$ 或者接地	30		dB	
		P 下拉电阻= 15k $\Omega$	34		dB	
t <sub>ON</sub>	开机时间	EN $\geq$ 2V	10		ms	
t <sub>OFF</sub>	关机时间	EN $\leq$ 0.8V	5.7		$\mu$ s	
GVDD	Gate 驱动电源	I <sub>GVDD</sub> < 200 $\mu$ A	5		V	
<b>AC Electrical Characteristics, Stereo Output</b>						
PSRR	电源纹波抑制比	200mV <sub>PP</sub> ripple at 1kHz, Gain=20dB, Input AC coupled to GND		-70	dB	
P <sub>O(SPK)</sub>	持续输出功率 (4 $\Omega$ 负载)	THD+N = 10%, f = 1kHz, PVDD = 24V	69		W	
		THD+N = 1%, f = 1kHz, PVDD = 24V	57		W	
		THD+N = 10%, f = 1kHz, PVDD = 20V	48		W	
		THD+N = 1%, f = 1kHz, PVDD = 20V	39		W	
V <sub>n</sub>	输出底噪, 20Hz to 22kHz, A-weighted filter	Gain = 20dB	63		$\mu$ Vrms	
		Gain = 26dB	75		$\mu$ Vrms	
F <sub>SW</sub>	开关频率	展频关闭		384	kHz	
				480	kHz	
		展频启动	345	384	423	kHz
			432	480	528	kHz
X-talk <sup>(1)</sup>	串扰	V <sub>o</sub> =2Vrms, Gain=26dB, f=1kHz, based on ACM3129AEVM	90		dB	
<b>AC Electrical Characteristics, Mono Output</b>						
PSRR	电源纹波抑制比	200mV <sub>PP</sub> ripple at 1kHz, Gain=20dB, Input AC coupled to GND		-70	dB	
P <sub>O(SPK)</sub>	持续输出功率 (2 $\Omega$ 负载)	THD+N = 10%, f = 1kHz, PVDD = 24V	134		W	
		THD+N = 1%, f = 1kHz, PVDD = 24V	110		W	
V <sub>n</sub>	输出底噪, 20Hz to 22kHz, A-weighted filter	Gain = 20dB	63		$\mu$ Vrms	
		Gain = 26dB	75		$\mu$ Vrms	
F <sub>SW</sub>	开关频率	展频关闭		384	kHz	
				480	kHz	
		展频启动	345	384	423	kHz
						kHz

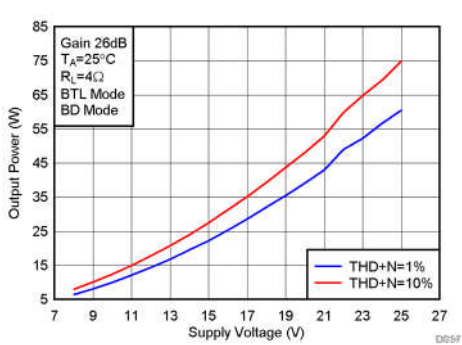
参数	测试条件	MIN	TYP	MAX	UNIT	
		432	480	528	kHz	
<b>PROTECTION</b>						
OCE <sub>THRES</sub>	过流保护点	喇叭段输出电流 (Post LC filter), 喇叭电流, PVDD=15V		7.5	8	A
UVE <sub>THRES(PVDD)</sub>	电源欠压保护点		4.1		V	
OVE <sub>THRES(PVDD)</sub>	PVDD 过压门限		29.2		V	
DCE <sub>THRES</sub>	输出 DC 保护门限	Class D Amplifier's output DC voltage cross speaker load to trigger Output DC Fault protection		2.5		V
T <sub>DCDET</sub>	输出 DC 检测时间	Class D Amplifier's output remain at or above DCE <sub>THRES</sub>		700		ms
OTE <sub>THRES</sub>	过温保护点		160		°C	
OTE <sub>Hysteresis</sub>	迟滞		30		°C	

1) 串扰高度取决于 layout, 电感等因素 .

## 8. 典型特性曲线

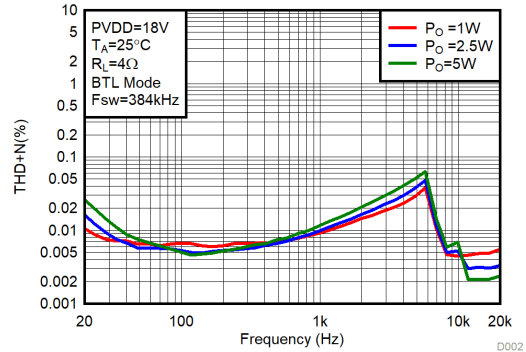
### 8.1 Bridge Tied Load (BTL) 特性曲线, BD 模式

室温 25°C 下测试 (特别标注除外)。测试条件基于 ACM3129A DEMO, AP 仪器为 APX5xx 系列, 滤波器是 20-kHz 低通滤波. BD 模式, 开关频率 384kHz, LC filter=10μH+0.68μF。



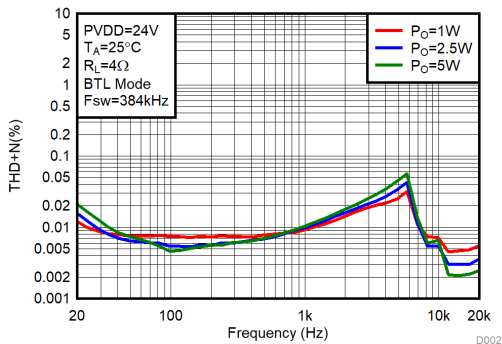
(Load=4Ω, Fsw=384kHz, BD Modulation)

Figure 1 最大输出功率 vs PVDD



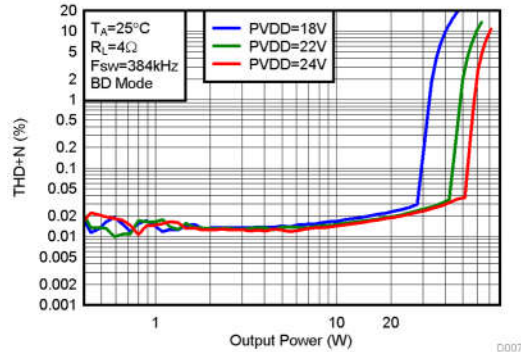
(Load=4Ω, Fsw=384kHz, BD Modulation, 18V)

Figure 2 THD+N VS 频率



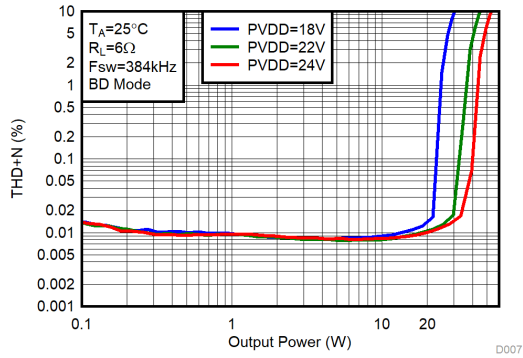
(Load=4Ω, Fsw=384kHz, BD Modulation, 24V)

Figure 3 THD+N VS 频率



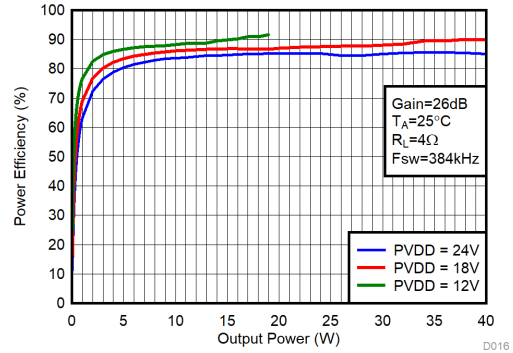
(Load=4Ω, Fin=1kHz, BD Modulation, PVDD=18V/22V/24V)

Figure 4 THD+N vs 输出功率



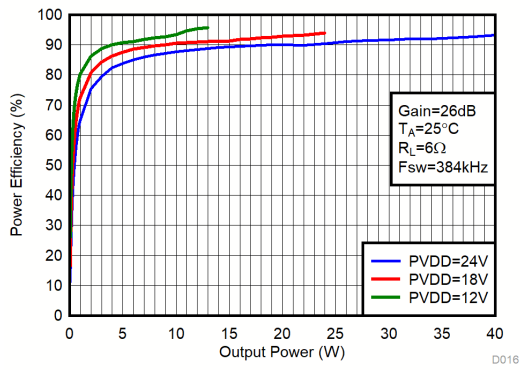
(Load=6Ω, Fin=1kHz, BD Modulation)

Figure 5 THD+N vs Output Power



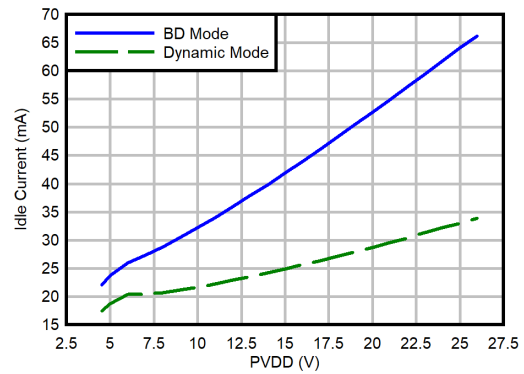
(Load=4Ω, Fsw=384kHz, Dynamic PWM Mode)

Figure 6 Efficiency



(Load=6Ω, Fsw=384kHz, Dynamic PWM Mode)

Figure 7 Efficiency

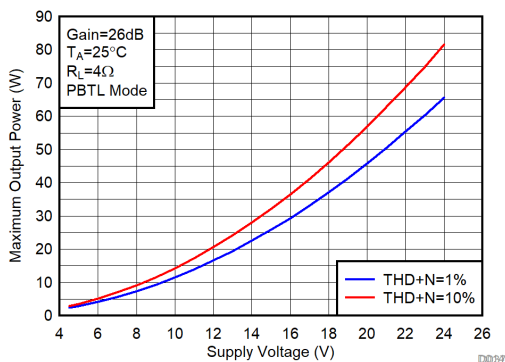


(Fsw=384kHz, Dynamic PWM Mode vs BD Mode)

Figure 8 Idle Current vs PVDD

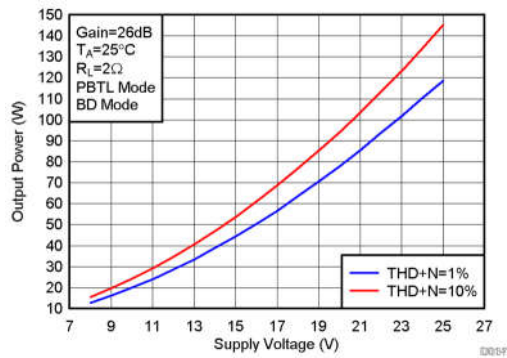
## 8.2 单通道 Parallel Bridge Tied Load (PBTL) 特性曲线, BD 模式

室温 25°C 下测试 (特别标注除外)。测试条件基于 ACM3129A DEMO, AP 仪器为 APX5xx 系列, 滤波器是 20-kHz 低通滤波. BD 模式, 开关频率 384kHz, LC filter=10μH+0.68μF。



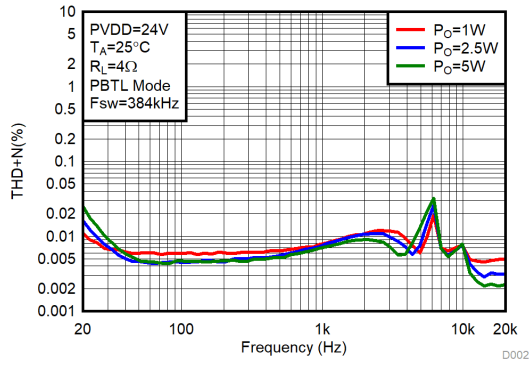
(Load=4Ω, Fsw=384kHz, BD Modulation)

Figure 9 Max Output Power vs PVDD



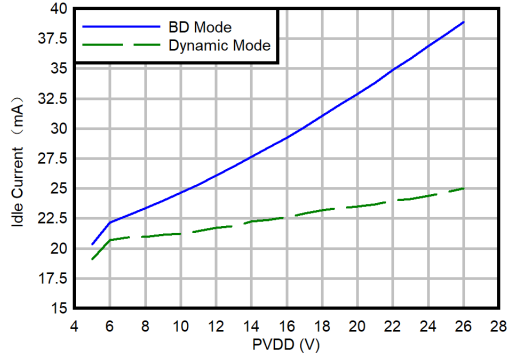
(Load=2Ω, Fsw = 384kHz, BD Modulation)

Figure 10 Max Output Power vs PVDD



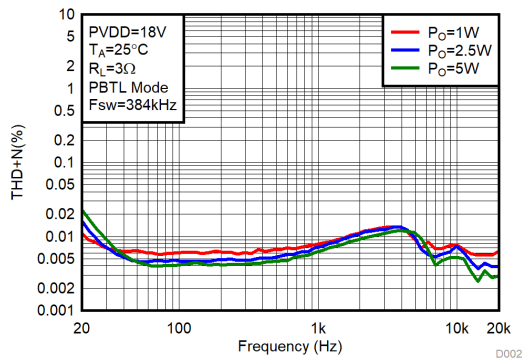
(4Ω, Fsw=384kHz, BD Modulation)

Figure 11 THD+N vs Frequency



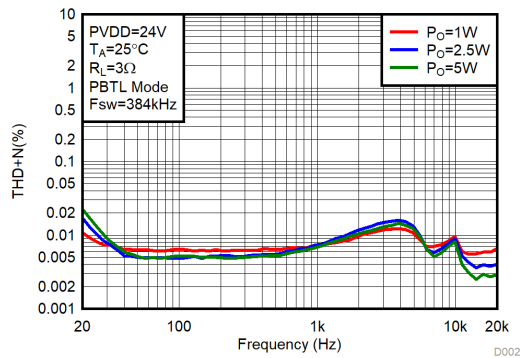
(Dynamic PWM vs BD, Fsw=384kHz)

Figure 12 Idle Current vs PVDD



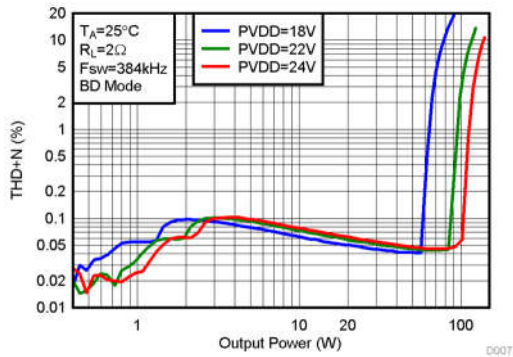
(Load=3Ω, Fsw=384kHz, BD Modulation)

Figure 13 THD+N vs Frequency



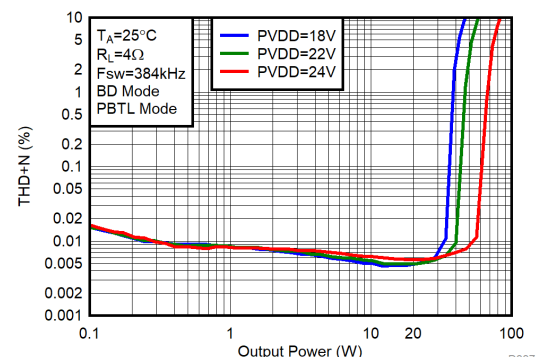
(Load=3Ω, Fsw=384kHz, BD Modulation)

Figure 14 THD+N vs Frequency



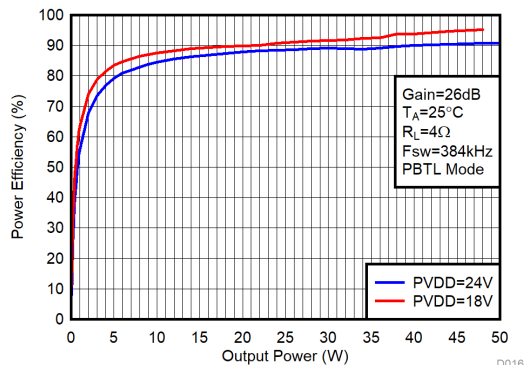
(Load=2Ω, Fsw=384kHz, BD Modulation)

Figure 15 THD+N vs Output Power



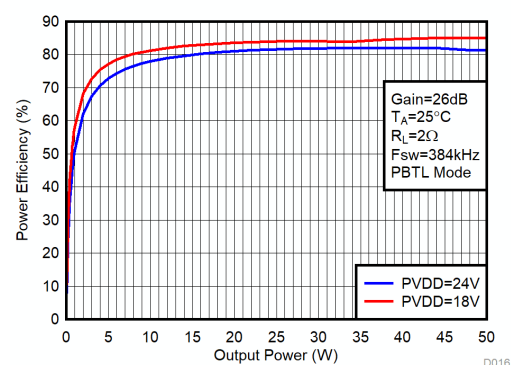
(Load=4Ω, Fsw=384kHz, BD Modulation)

Figure 16 THD+N vs Output Power



(Load=4Ω, Dynamic PWM Modulation)

Figure 17 Efficiency vs Output Power



(Load=2Ω, Dynamic PWM Modulation)

Figure 18 Efficiency vs Output Power

## 8.3 概述

ACM3129A 是一款高效率、低功耗的 D 类功放。标准 LC 滤波器下，静态电流可以做到 24mA。内置 75-mΩ MOSFET 电阻，在同类产品中脱颖而出，输出电流可以到 8A。高效率、高性能的特性，顶部散热的方式使得散热更快，功率更大。

## 8.4 功能框图

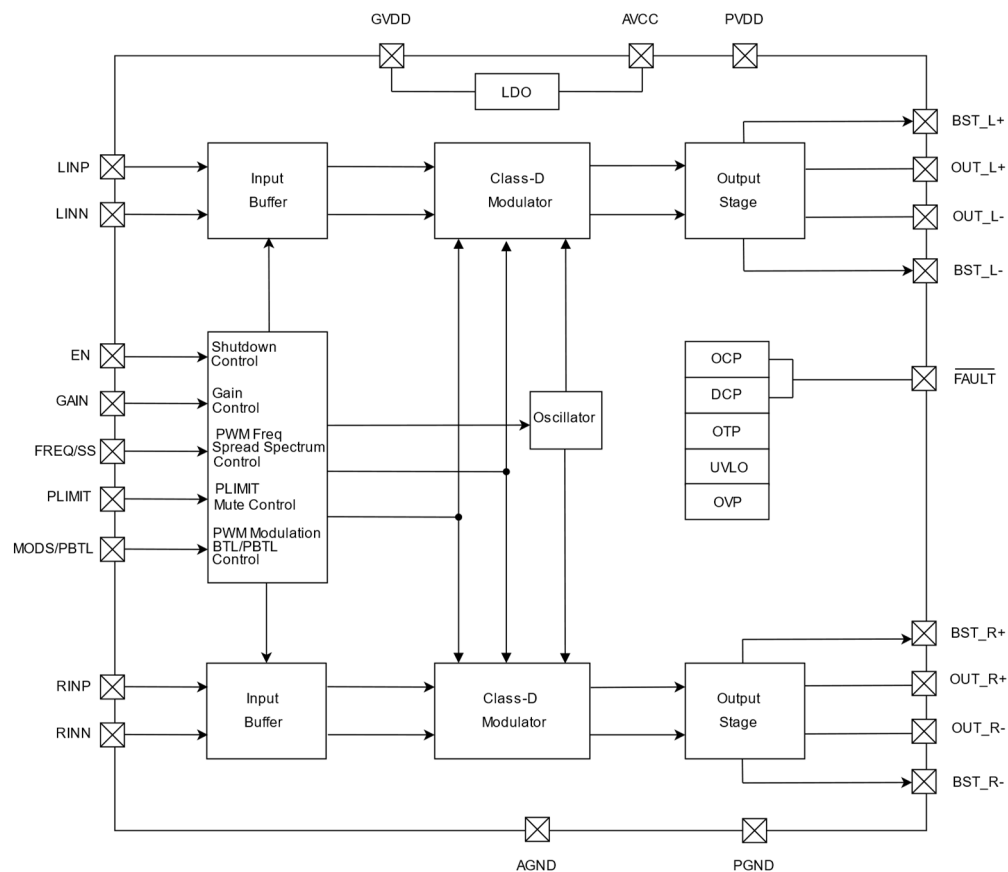


Figure 29 功能框图

## 8.5 特征描述

### 8.5.1 增益设置

ACM3129A 增益通过 GAIN 脚下拉电阻来设置。不能在上电后改变增益的设定。Table 1 列出了推荐电阻

Table 1. Gain Setting

GAIN	R1 (to GND)	Input Impedance
20dB	47kΩ	30kΩ
26dB	120kΩ or Open	15kΩ
30dB	4.7kΩ or Short	9.48kΩ
34dB	15kΩ	5.987kΩ



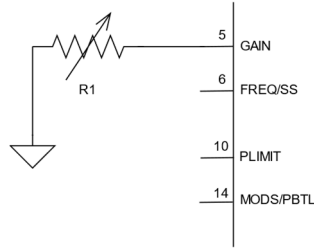


Figure 30 Gain Setting

### 8.5.2 开关频率选择和展频选择

ACM3129A 提供 2 种频率选择，384kHz 和 480kHz，这两种频率比较好的平衡了音频性能和功耗。展频可以有效帮助 ACM3018 降低 EMI 噪音，并且对性能不产生影响。

Table 2. 开关频率设定和展频设定

R2 (to GND)	开关频率 (kHz)	展频功能
120k $\Omega$ or Open	384kHz	Disable
47k $\Omega$	480kHz	Disable
15k $\Omega$	480kHz	Enable
4.7k $\Omega$ or Short	384kHz	Enable

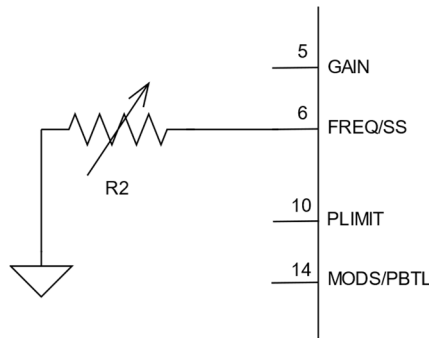


Figure 31 开关频率和展频设定

### 8.5.3 模式选择和 BTL/PBTL 选择

ACM3129A 提供 2 种 PWM 调制模式，BD 模式和动态 PWM 模式。动态 PWM 模式下，功放输出偏置电压跟随音频信号，以降低电感的纹波电流。跟 BD 模式比较，动态 PWM 模式下功率损耗会降低约 40%，在低于 1W 的输出功率下，效率能提高约 5%。

Table 3. 模式选择和 BTL/PBTL 选择

R3 (to GND)	PWM 模式选择	BTL/PBTL
120k $\Omega$ 或者悬空	BD	BTL
47k $\Omega$	BD	PBTL
15k $\Omega$	动态 PWM	PBTL
4.7k $\Omega$ 或短路到地	动态 PWM	BTL

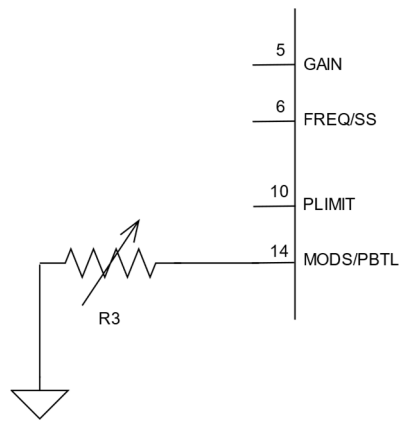


Figure 32 模式选择和 BTL/PBTL 选择

### 8.5.4 功率限制

PLIMIT 脚可用来限制输出功率。通过 GVDD 和 GND 之间的分压电阻来分压， $V_{PLIMIT}$  (PLIMIT 脚上的电压值) 来决定限制的功率。 $V_{PLIMIT}$  设定输出峰峰值电压。如图所示， $V_{PLIMIT}$  虽然限定了峰峰值电压，但是不会防止失真。PLIMIT 可以在 0.6V 到 3.5V 之间调整。输出峰值会限制在  $\sim 9 \times V_{PLIMIT}$ 。当  $V_{PLIMIT} < 0.5V$ ，芯片会进入静音模式。当  $V_{PLIMIT} > 4.2V$ ，芯片没有功率限制功能

Table 4. 器件表现 vs  $V_{PLIMIT}$ 

$V_{PLIMIT}$	Device behavior	Description
$< 0.5V$	静音	关闭驱动，静音
0.6V~3.5V	功率限制调整范围	设定 $V_{PLIMIT}$ 值限制功率
$> 4.2V$	不限制功率	关闭功率限制功能

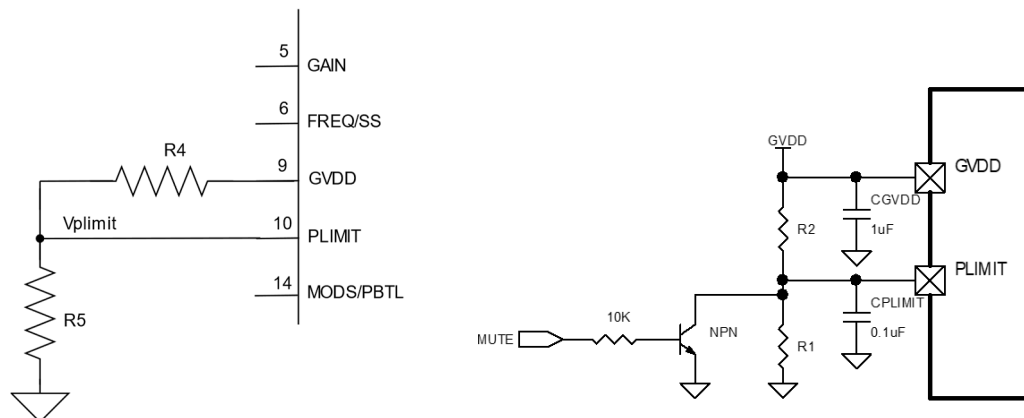


Figure 33 功率限制功能和常用静音电路

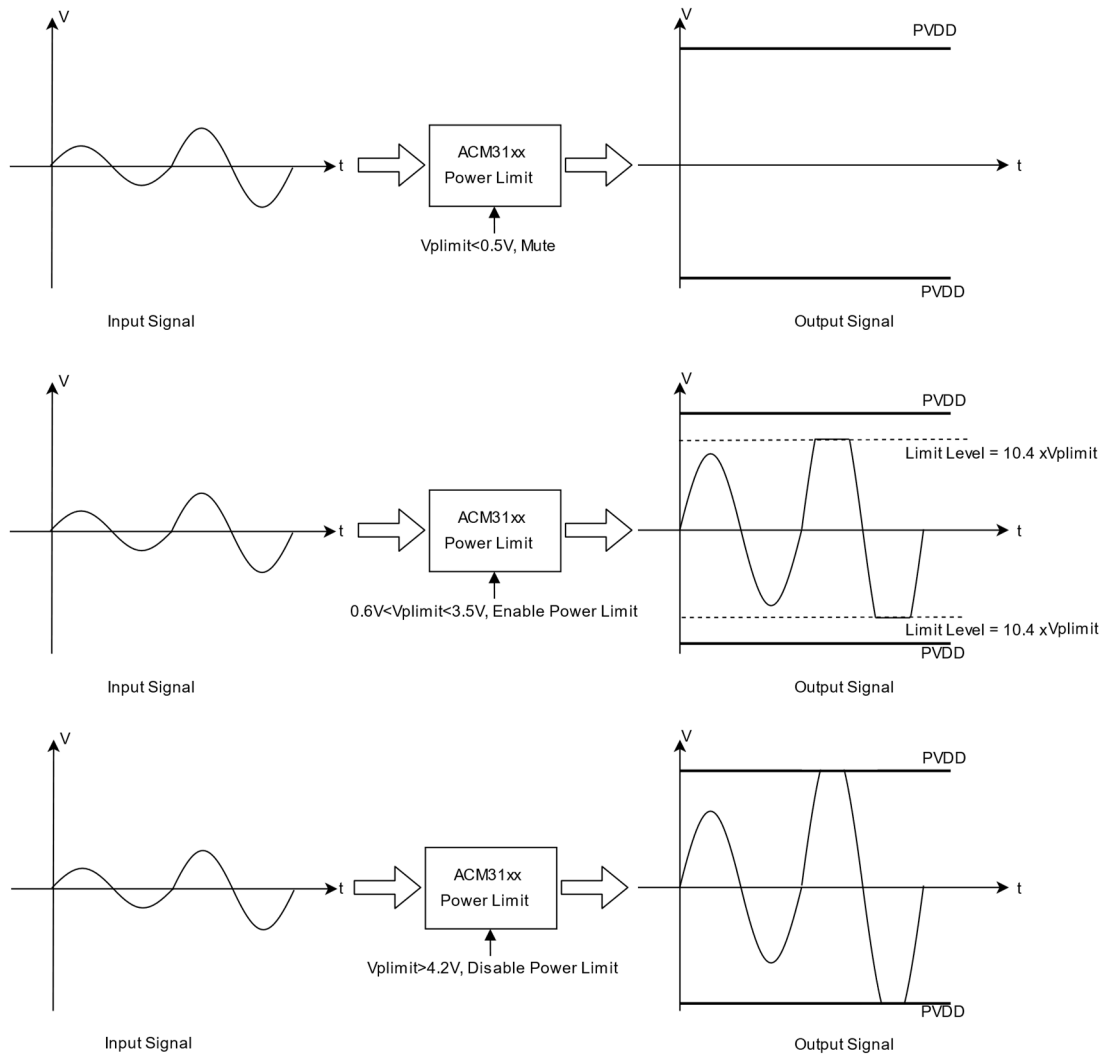


Figure 34 功率限制举例

### 8.5.5 关机/使能控制

EN 拉低，ACM3129A 进入关机状态以节能。一旦 EN 拉低，输出会静音，内部的稳压器也会停止工作以节能。EN 内部有下拉，悬空也会进入关机模式。为更好的关机性能，请在电源移走前，芯片进入关机模式。

### 8.5.6 DC 直流保护

ACM3129A 直流检测保护喇叭。在输入电容损坏、短路等情况都有可能造成直流信号输入而损坏芯片。直流检测电路能够避免大的直流或者小于 2HZ 的交流信号损伤喇叭。当差分输出电压或者单边超出直流保护门限（典型值 2.5V）700ms 就会触发直流错误报警。报警触发后，需要通过 EN 再次使能解除错误报警。连接 FAULT 和 EN 脚，能够在错误报警时拉低 EN 自动关闭芯片，在 EN 拉高后自动清除错误报警。

### 8.5.7 短路保护和自恢复功能

ACM3129A 具有因输出短路造成的过流保护功能。短路保护时 FAULT 脚会被拉低，输出会进入高阻状态。锁定后可以通过 EN 再次使能解除锁定。如果要实现自动恢复功能，可以将 FAULT 和 EN 脚连接一起。在错

误报警时拉低 EN 自动关闭芯片，在 EN 拉高后自动清除错误报警。

### 8.5.8 过温保护

当内部晶圆温度超过  $160^{\circ}\text{C}$  时，为防止芯片损坏，会启动温度保护。温度保护点大概有  $\pm 10^{\circ}\text{C}$  的浮动范围。当启动温保后，芯片输出端关闭，进入关机状态，发出错误警告信息。温保会把 FAULT 拉低。如果想实现自恢复，可以把 FAULT 和 EN 脚连接一起。在错误报警时拉低 EN 自动关闭芯片，在 EN 拉高后自动清除错误报警。

### 8.5.9 过压保护

PVDD 电压超过过压点  $OV_{\text{THRES(PVDD)}}$  (典型值 29.2V), 器件会从工作模式切换到高阻状态。当 PVDD 回落至 28.7V 时，恢复到工作状态。

### 8.5.10 欠压保护

PVDD 电压低于设定值  $UV_{\text{THRES(PVDD)}}$  (典型值 4.1V), 器件会从工作模式切换到高阻状态。当 PVDD 回升至 4.4V 时，恢复到工作状态。

### 8.5.11 动态升压功能 CLASS H

ACM31xx Class-H 是针对电池系统控制提供的一个新方案，它能提高效率，减少功耗。ACM31XX 系列内部集成了 Class H 模块，能够实时检测功放的输出信号，并产生控制信号  $V_{\text{CTRL}}$ 。pin13 (ClassH) 通过 RC 网络连接到外部 DC-DC 升压的 FB 脚，从而通过控制信号  $V_{\text{CTRL}}$  的变化改变 FB 脚电压，改变 DC-DC 升压芯片的 VOUT。随着信号的动态变化，ACM31XX 供电电压是来自外部 DC-DC 的 VOUT，所以 ACM31XX 的电源系统是跟随信号动态变化的，如下图所示。

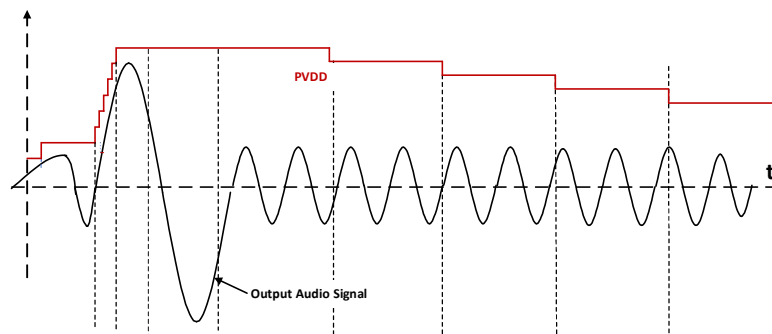


Figure 35 Class H Operation Signal

ACM31xx 系列 Class H 功能控制需要根据  $V_{\text{FB}}$ ,  $R_2$ ,  $V_{\text{CTRL}}$ ,  $V_{\text{OUTL}}$  和  $V_{\text{OUTH}}$  计算  $R_1$  和  $R_3$  (下表所示) :

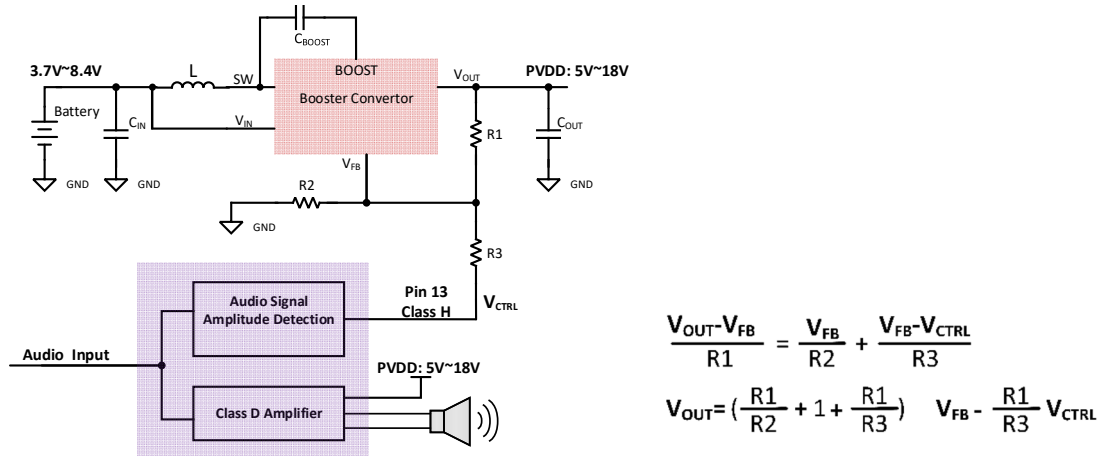


Figure 36 Class H 控制原理图

设计步骤如下:

**Step1:** 查看 DC-DC 的  $V_{FB}$  电压, 典型值有 0.6V, 1V 或者 1.2V;  $V_{CTRL}=3.5V$ ;  $R2$  的值可以参考 DC-DC Booster 型号的推荐值 (查看升压芯片规格书或者参考设计),  $V_{OUTL}$  表示 DC-DC 设定的  $V_{OUT}$  最小值,  $V_{OUTH}$  表示 DC-DC 设定的  $V_{OUT}$  最大值.

**Step2:** F 根据下面公式计算出  $R1$  和  $R3$ .

$$R3 = \left( \frac{V_{OUTH}}{V_{FB}} - \frac{V_{OUTH} - V_{OUTL}}{V_{CTRL}} - 1 \right) \times R2 \times \frac{V_{CTRL}}{V_{OUTH} - V_{OUTL}}$$

$$R1 = \left( \frac{V_{OUTH} - V_{OUTL}}{V_{CTRL}} \right) \times R3$$

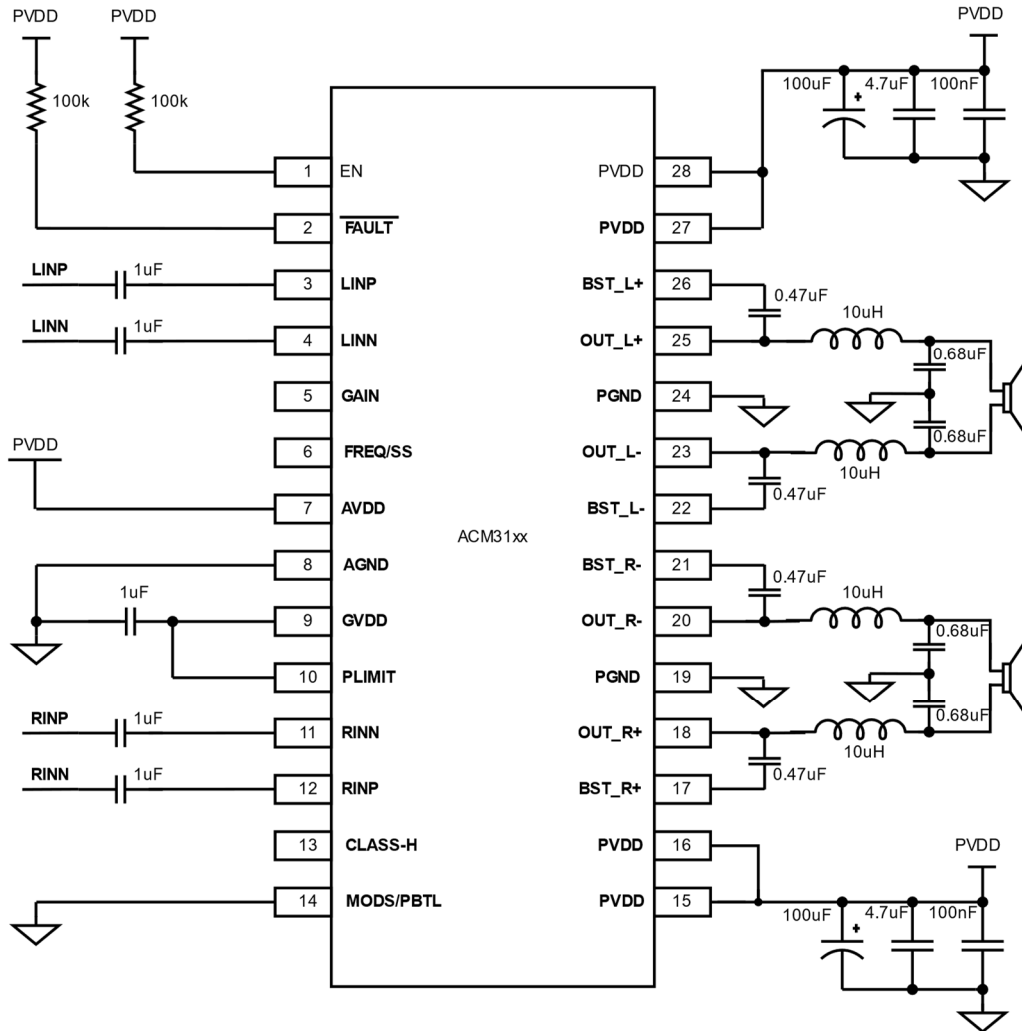
下面表格根据一些设定值, 根据公式计算出  $R1/R3$ , 示例如下:

Table 5.  $R1$  and  $R3$  Calculation Example

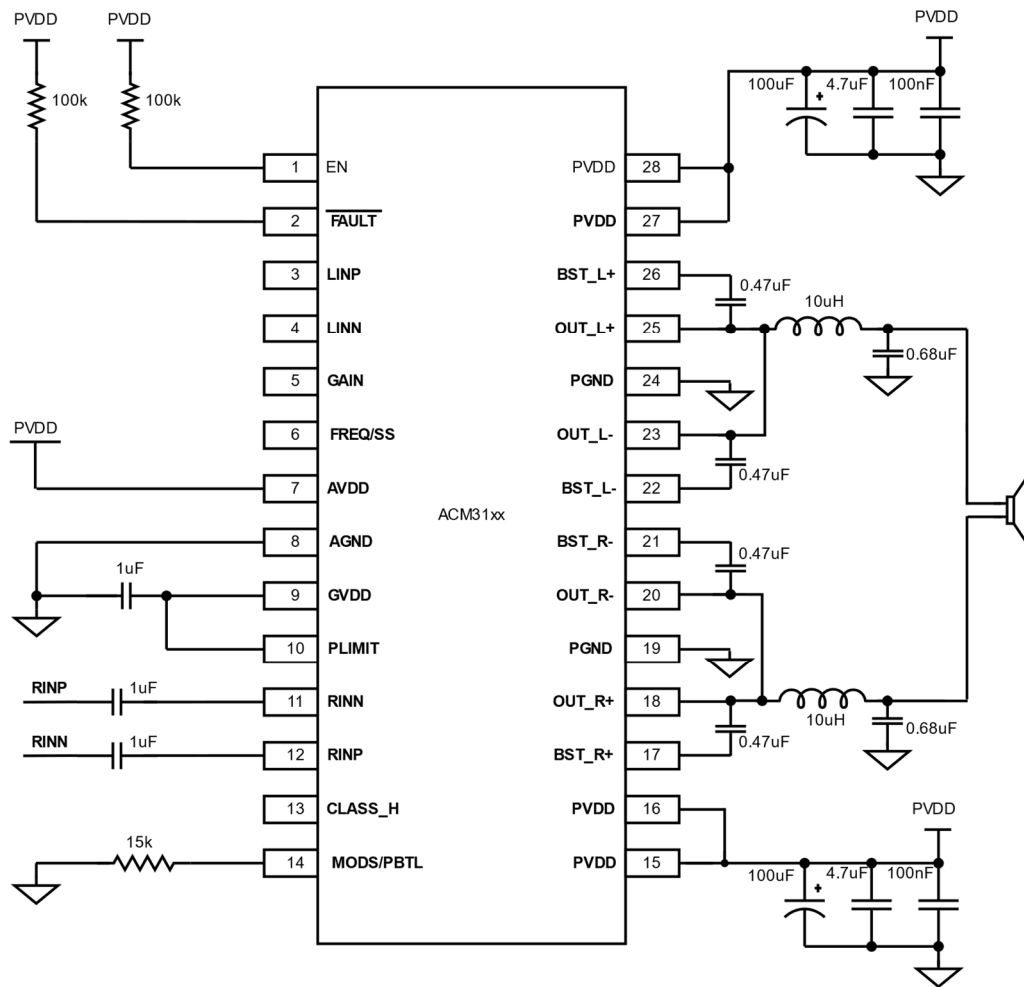
User Input				Calculator Output	
$V_{OUTL}$ (V)	$V_{OUTH}$ (V)	$R2$ (k $\Omega$ )	$V_{FB}$ (V)	$R1$ (k $\Omega$ )	$R3$ (k $\Omega$ )
12.77	18.9	13	1	210	120
12.4	23.25	13	1	250	80
12.8	18.7	13	0.6	370	220
12.3	23.8	13	0.6	460	140

### 8.6 典型应用图

#### 8.6.1 立体声典型应用图



### 8.6.2 单通道典型应用图



9. 封装信息

