

# XPT4871

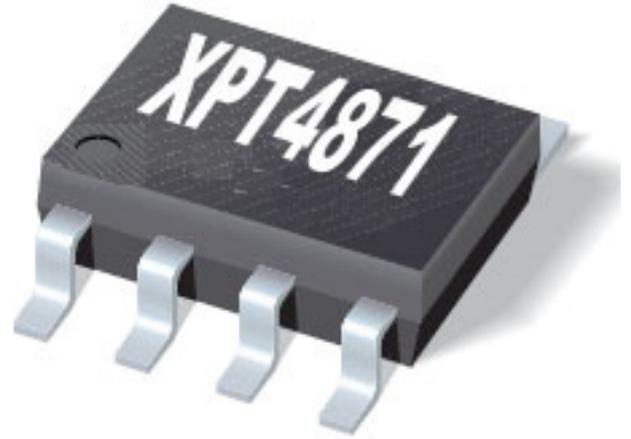
## 芯片功能说明

- XPT4871 是一款桥式音频功率放大器。5V 工作电压时，最大驱动功率为 3W（LLP 封装，3Ω BTL 负载，THD<10%），音频范围内总谐波失真噪声小于 1%（20Hz~20KHz）；
- XPT4871 的应用电路简单，只需极少数外围器件；
- XPT4871 输出不需要外接耦合电容或上举电容和缓冲网络。
- XPT4871 采用 MSOP、SOP、DIP、LLP 封装，特别适合用于小音量、小体重的便携系统中。
- XPT4871 可以通过控制进入休眠模式，从而减少功耗；
- XPT4871 内部具有过热自动关断保护机制
- XPT4871 工作稳定，增益带宽积高达 2.5MHz，并且单位增益稳定。通过配置外围电阻可以调整放大器的电压增益，方便应用。

## 芯片功能主要特性

- 输出功率高（THD+N<10%，1KHz 频率）：  
LLP 封装的为 3W（3Ω 负载）和 2.5W（4Ω 负载）  
其他封装的为 1.5W（8Ω 负载）
- 掉电模式漏电流小：0.6uA（典型）
- 采用 MSOP，SO，LLP 和 DIP 封装
- 外部增益可调
- 宽工作电压范围 2.0V—5.5V
- 不需驱动输出耦合电容、自举电容和缓冲网络
- 单位增益稳定
- 完全兼容 LM4861/LM4871

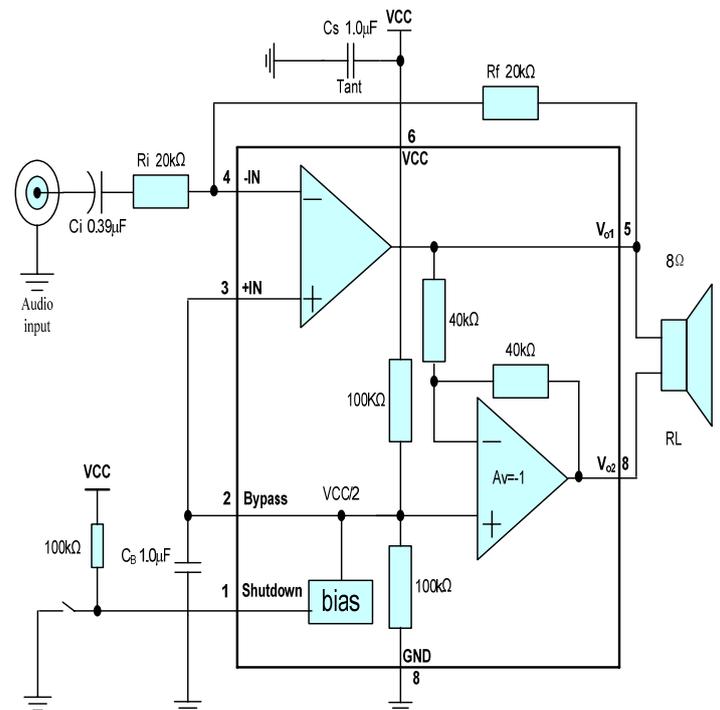
## 实物图：



## 芯片的基本应用

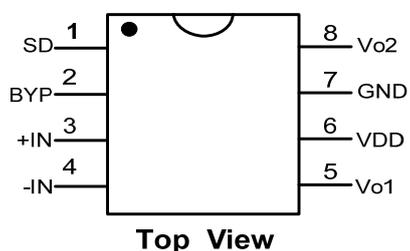
- 手提电脑
- 台式电脑
- 低压音响系统

## XPT4871 典型应用电路

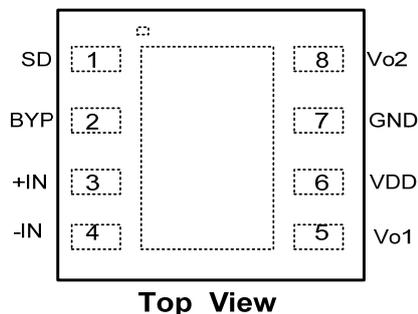


## XPT4871 的封装和引脚

## MSOP, Small Outline, and DIP Package



## LLP Package



## XPT4871 引脚描述 (SOP 封装)

管脚号	符号	描述
1	SD	掉电控制管脚，控制逻辑如下：SD=1:芯片掉电；SD=0:正常工作。
2	BYP	内部共模电压旁路电容。
3	+IN	模拟输入端，正相
4	-IN	模拟输入端，负相
5	VO1	模拟输出端 1
6	VDD	电源正极
7	GND	电源地
8	VO2	模拟输出端 2

## XPT4871 的极限参数

参数	最小值	最大值	单位	说明
电源电压	1.8	6	V	
储存温度	-65	150	°C	
输入电压	-0.3	VDD+0.3V	V	
功耗			mW	内部限制
耐 ESD 电压 1	2000		V	HBM
耐 ESD 电压 2	200		V	MM
节温	150		°C	典型值 150
推荐工作温度	-40	85	°C	
推荐工作电压	2.0	5.5		
热阻			°C/W	以下 6 项
$\theta_{JC}(\text{MSOP})$		56	°C/W	
$\theta_{JA}(\text{MSOP})$		190	°C/W	
$\theta_{JC}(\text{LLP})$		4.3	°C/W	
$\theta_{JA}(\text{LLP})$		56	°C/W	
$\theta_{JA}(\text{SOP})$		170	°C/W	
$\theta_{JC}(\text{SOP})$		35	°C/W	
焊接温度		215	°C	10 秒内

# XPT4871

## XPT4871 管脚描述

XPT4871 管脚描述 (SOP 封装)

管脚号	符号	描述
1	SD	掉电控制管脚, 高电平有效,
2	BYP	内部共模电压旁路电容
3	+IN	模拟输入端, 正相
4	-IN	模拟输入端, 反相
5	VO1	模拟输出端 1
6	VDD	电源正
7	GND	电源地
8	VO2	模拟输出端 2

## 芯片特性说明

### 芯片最大极限值

芯片最大物理极限值

参数	最小值	最大值	单位	说明
电源电压	1.8	6	V	
储存温度	-65	150	oC	
输入电压	-0.3	VDD	V	
功耗			mW	内部限制
耐 ESD 电压 1	3000		V	HBM
耐 ESD 电压 2	250		V	MM
节温	150		oC	典型值 150
推荐工作温度	-40	85	oC	
推荐工作电压	2.0	5.5		
热阻				
JC(SOP)		35	oC/W	
JA(SOP)		140	oC/W	
JC(LLP)		4.3	oC/W	
JA(LLP)		56	oC/W	
焊接温度		220	oC	15 秒内

### 芯片数字逻辑特性

关断信号数字逻辑特性

参数	最小值	典型值	最大值	单位	说明
电源电压为 5V					
VIH		1.5		V	

# XPT4871

参数	最小值	典型值	最大值	单位	说明
VIL		1.3		V	
电源电压为 3V					
VIH		1.3		V	
VIL		1.0		V	
电源电压为 2.6V					
VIH		1.2		V	
VIL		1.0		V	

## 芯片性能指标特性

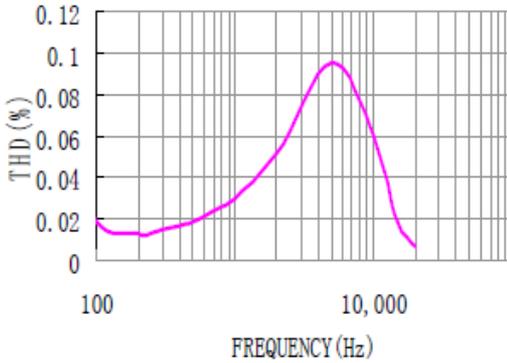
芯片性能指标 1 (V<sub>DD</sub>=5.0V, T<sub>A</sub>=25°C)

符号	参数	测试条件	最小值	标准值	最大值	单位
VDD	电源电压		2.0		5.5	V
IDD	电源静态电流	V <sub>IN</sub> =0V, I <sub>O</sub> =0A,		6	10	mA
ISD	关断漏电流			0.8	2	μA
VOS	输出失调电压			5.7	50	mV
RO	输出电阻		7	8.5	10	K
PO	输出功率	THD=1%, f=1KHz LLP 封装, R <sub>L</sub> =3 Ω LLP 封装, R <sub>L</sub> =4 Ω 其他封装, R <sub>L</sub> =8 Ω		2.35 2 1.2		W
		THD+N=10%, f=1KHz LLP 封装, R <sub>L</sub> =3 Ω LLP 封装, R <sub>L</sub> =4 Ω 其他封装, R <sub>L</sub> =8 Ω		3 2.5 1.5		W
THD+N	总失真度+噪声	AVD=2 20Hz ≤ f ≤ 20KHz LLP 封装, R <sub>L</sub> =4 Ω, P <sub>O</sub> =1.6W 其他封装, R <sub>L</sub> =8 Ω, P <sub>O</sub> =1W		0.1  0.2		%
PSRR	电源抑制比	V <sub>DD</sub> =4.9V 到 5.1V	65	80		dB

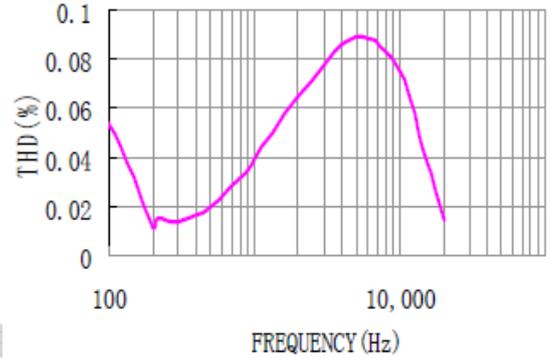
## XPT4871 的典型参考特性

总谐波失真 (THD), 失真+噪声 (THD+N), 信噪比 (S/N)

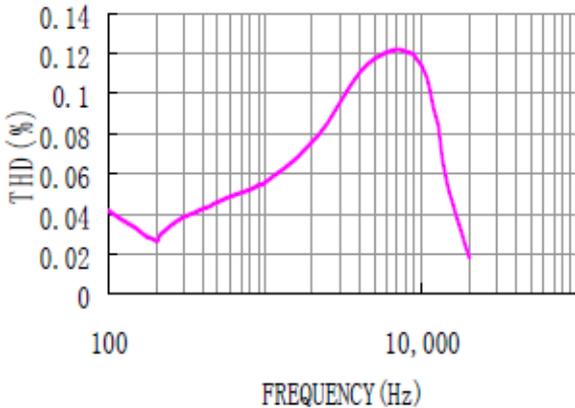
THD vs Frequency  
T=25°C, Vdd=5V, RL=8 Ω, and Po=500mW



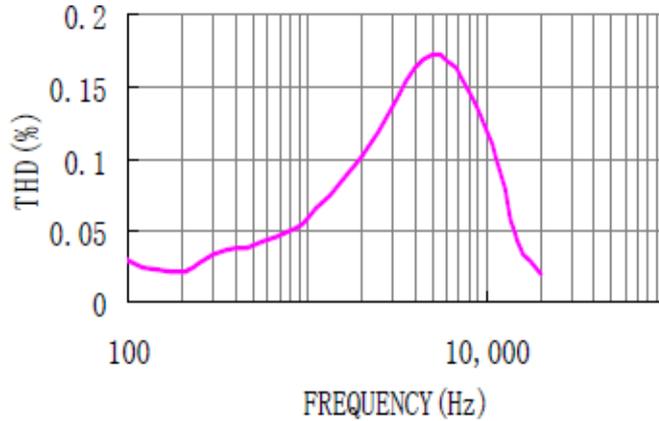
THD vs Frequency  
T=25°C, Vdd=3.3V, RL=8 Ω, and Po=425mW



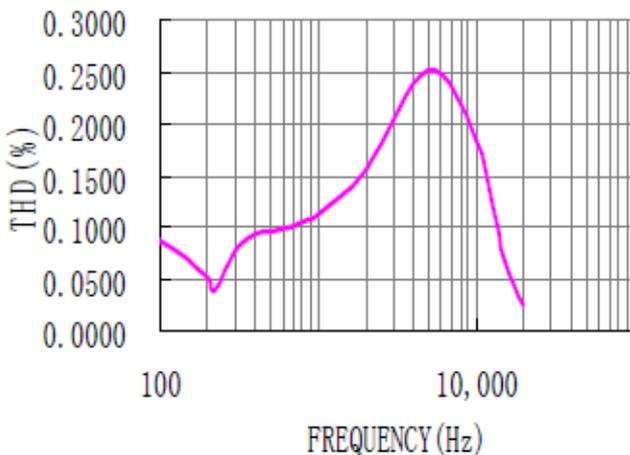
THD vs Frequency  
T=25°C, Vdd=2.5V, RL=8 Ω, and Po=150mW



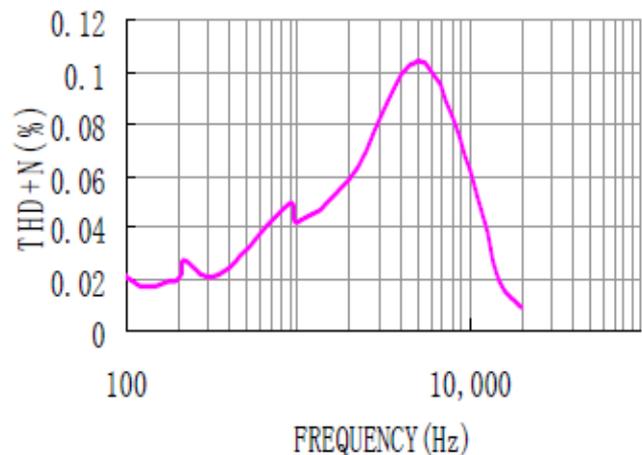
THD vs Frequency  
T=25°C, Vdd=3.3V, RL=4 Ω, and Po=425mW



THD vs Frequency  
T=25°C, Vdd=2.5V, RL=4 Ω, and Po=150mW

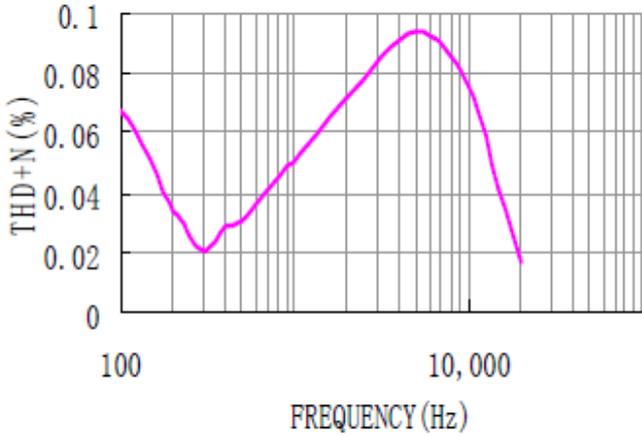


THD+N vs Frequency  
T=25°C, Vdd=5V, RL=8 Ω, and Po=500mW

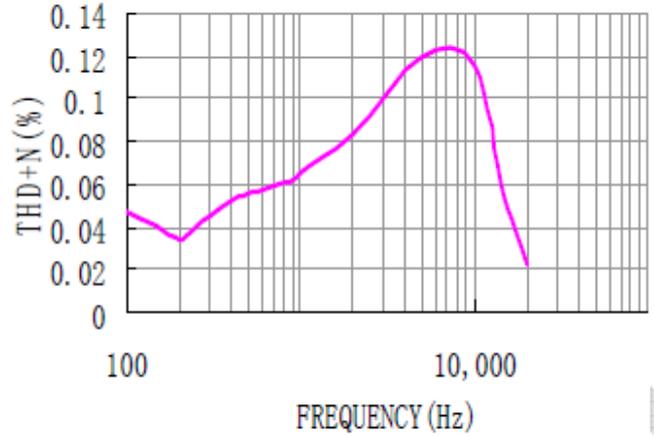


# XPT4871

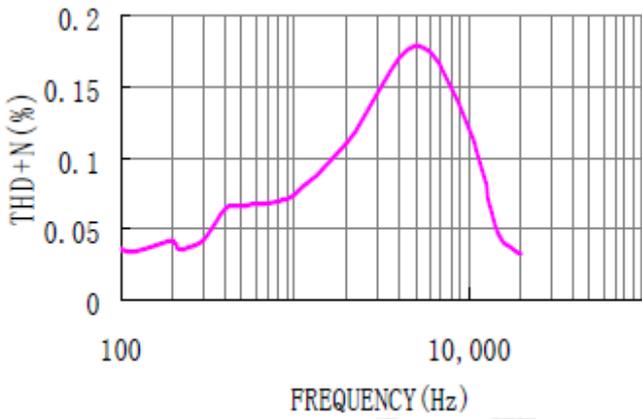
THD+N vs Frequency  
T=25°C, Vdd=3.3V, RL=8Ω, and Po=425mW



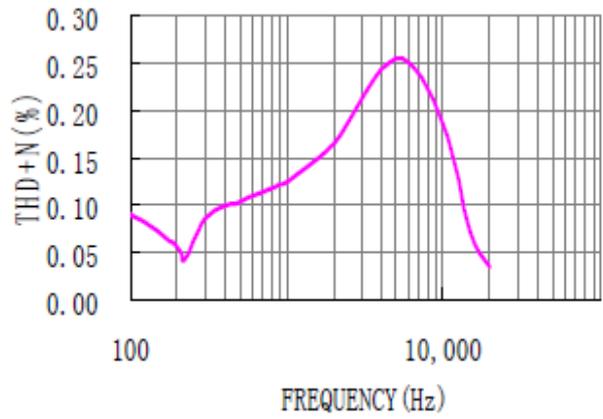
THD+N vs Frequency  
T=25°C, Vdd=2.5V, RL=8Ω, and Po=150mW



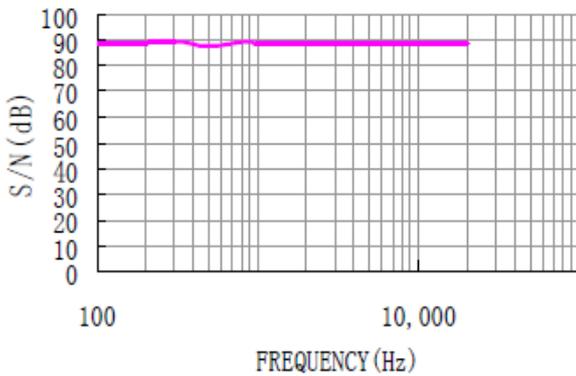
THD+N vs Frequency  
T=25°C, Vdd=3.3V, RL=4Ω, and Po=425mW



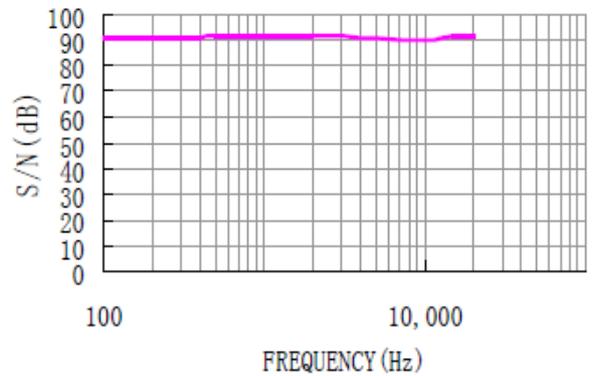
THD+N vs Frequency  
T=25°C, Vdd=2.5V, RL=4Ω, and Po=150mW



S/N vs Frequency  
T=25°C, Vdd=5V, RL=8Ω, and Po=500mW

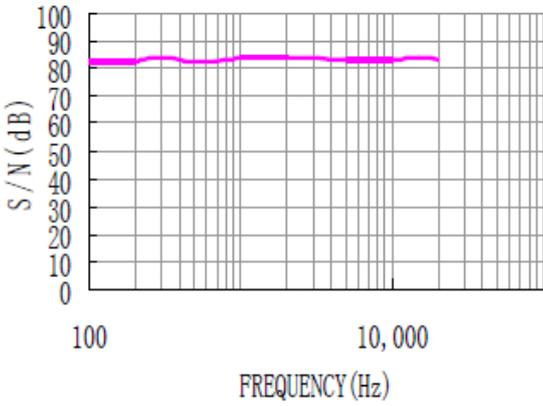


S/N vs Frequency  
T=25°C, Vdd=3.3V, RL=8Ω, and Po=425mW

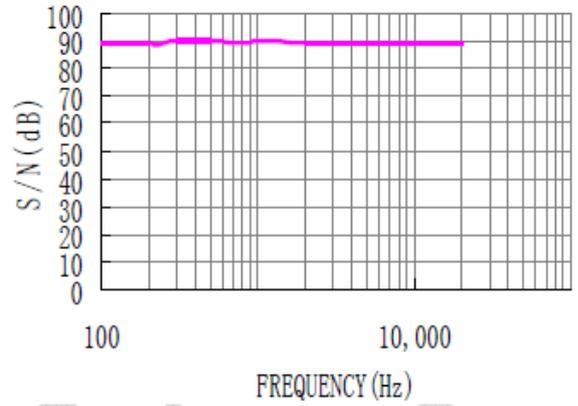


# XPT4871

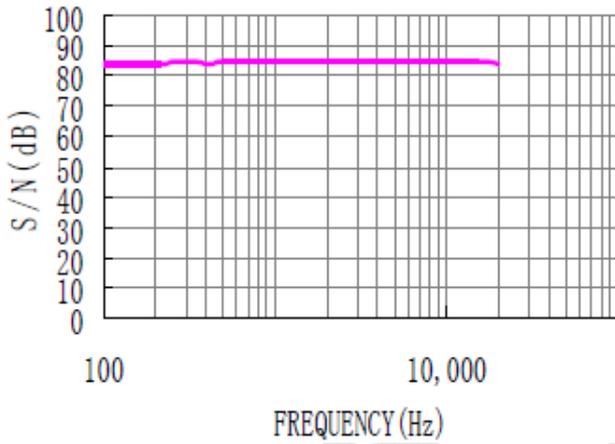
S/N vs Frequency  
T=25°C, Vdd=2.5V, RL=8Ω, and Po=150mW



S/N vs Frequency  
T=25°C, Vdd=3.3V, RL=4Ω, and Po=425mW

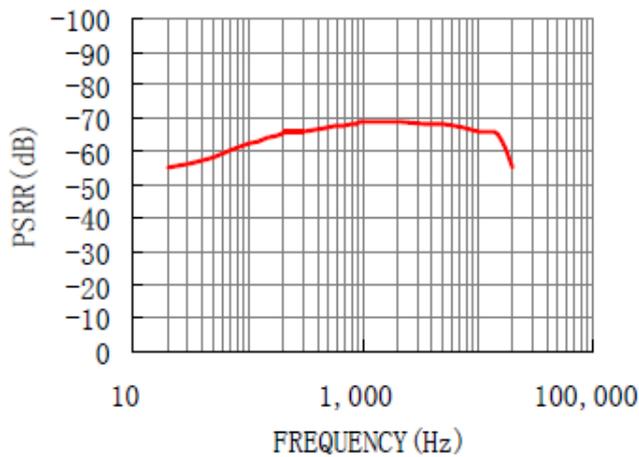


S/N vs Frequency  
T=25°C, Vdd=2.5V, RL=4Ω, and Po=150mW

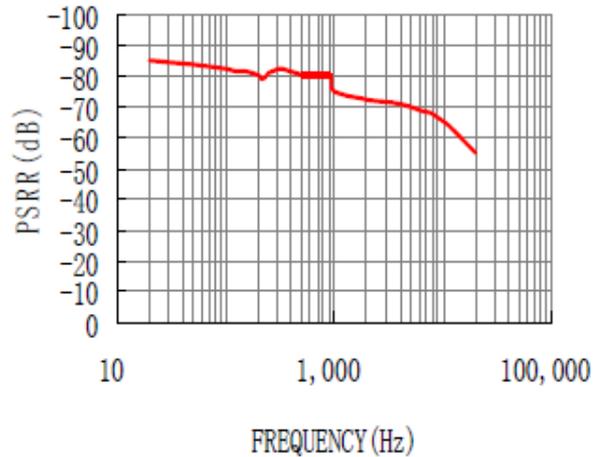


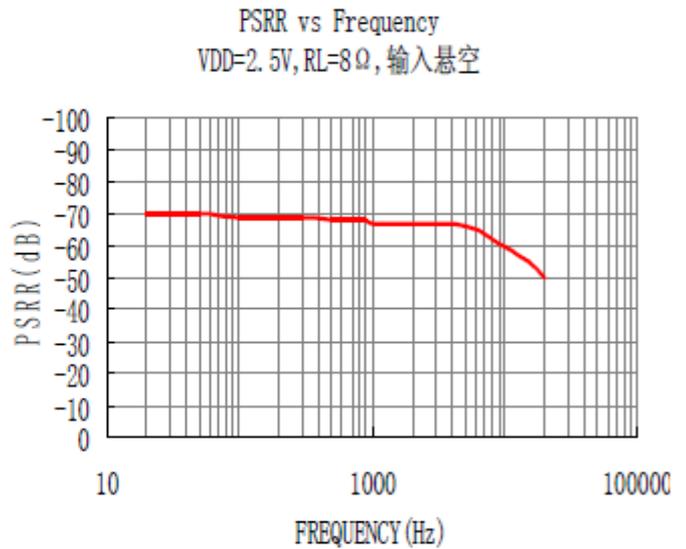
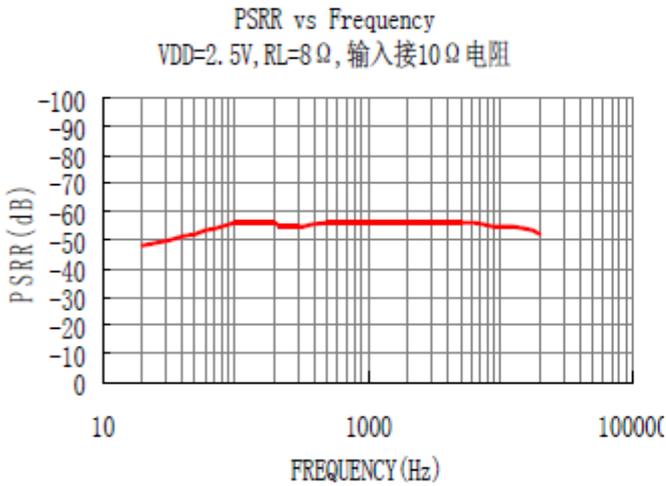
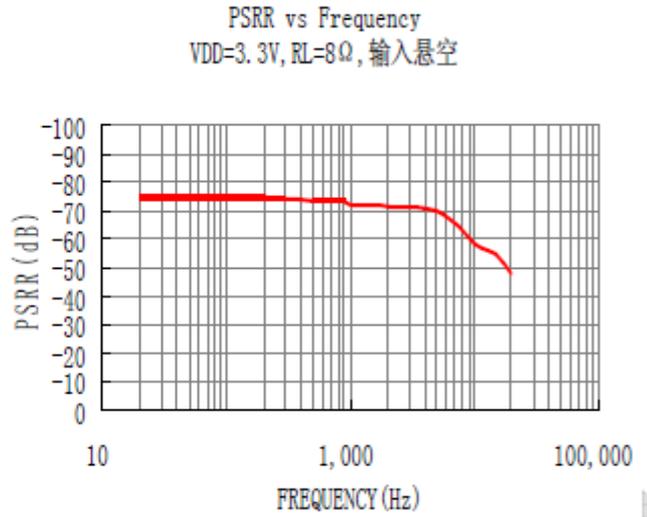
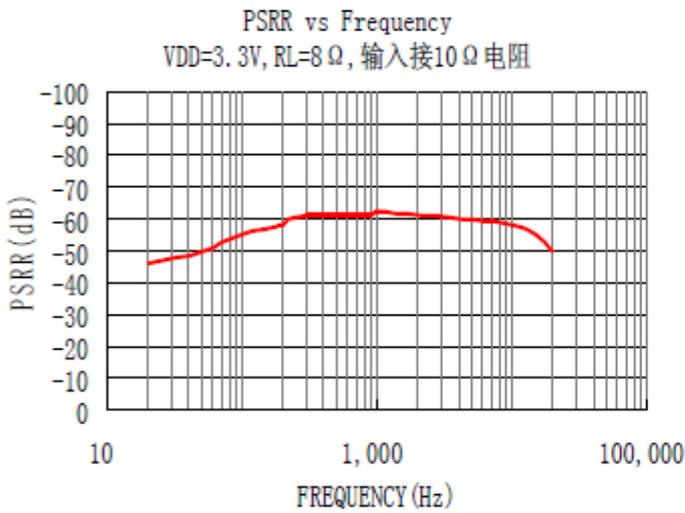
## 电源电压抑制比 (PSRR)

PSRR vs Frequency  
VDD=5V, RL=8Ω, 输入接10Ω电阻



PSRR vs Frequency  
VDD=5V, RL=8Ω, 输入悬空



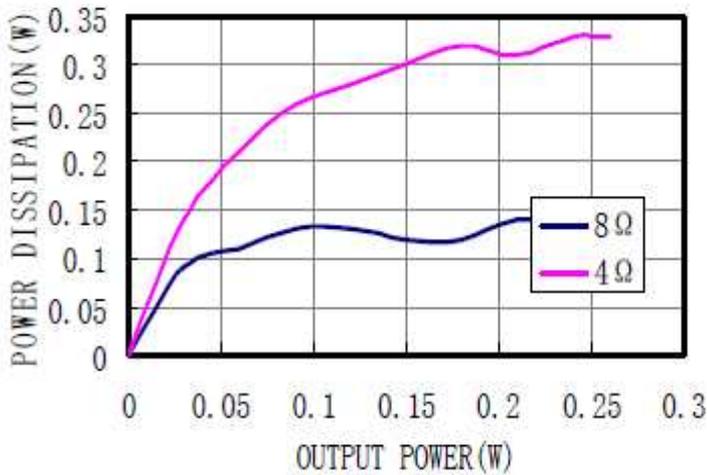


## 芯片功耗 (Power Dissipation)



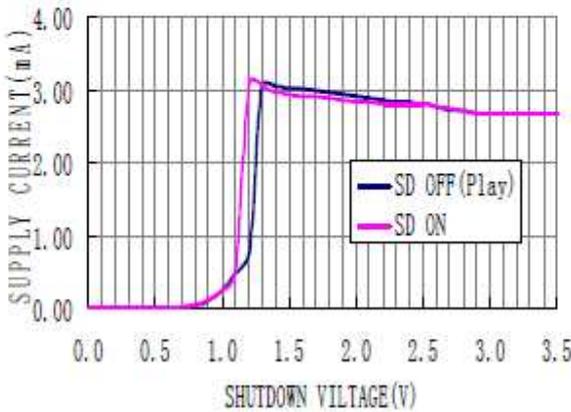
# XPT4871

Power Dissipation vs Output Power, VDD=2.5V

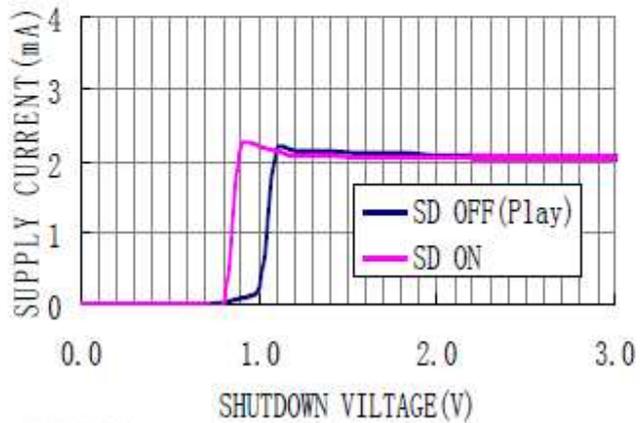


## 关断滞回 (Shut Down Hysteresis)

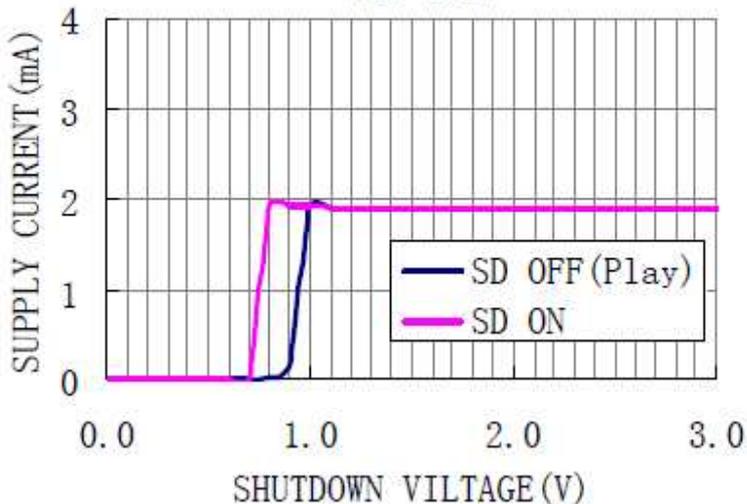
Shutdown Hysteresis Voltage  
VDD=5V



Shutdown Hysteresis Voltage  
VDD=3.3V

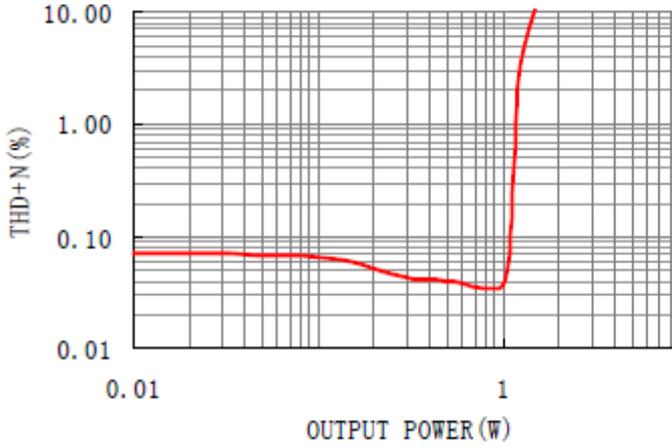


Shutdown Hysteresis Voltage  
VDD=2.5V



## 输出功率(Output Power)

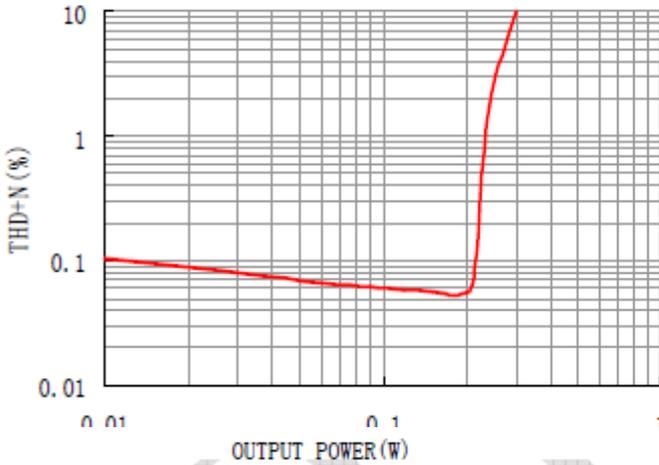
THD+N vs OutputPower VDD=5V, RL=8Ω, and f=1KHz



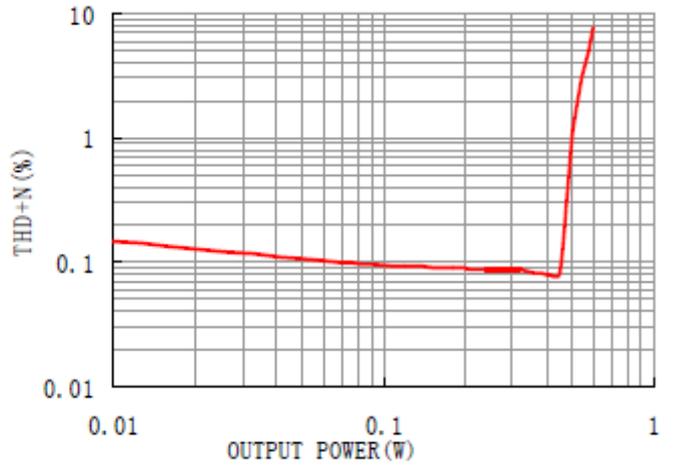
THD+N vs OutputPower VDD=3.3V, RL=8Ω, and f=1KHz



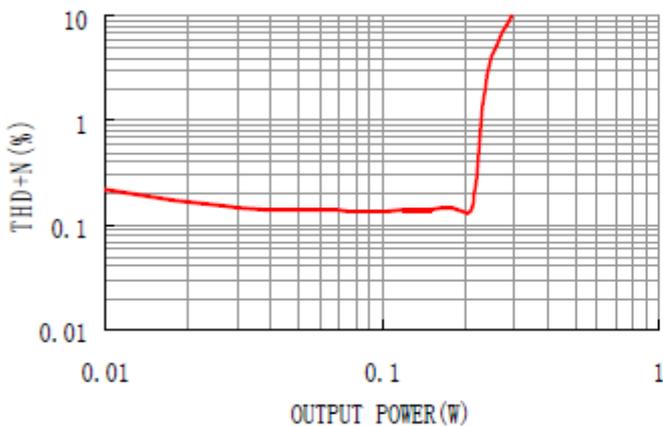
THD+N vs OutputPower VDD=2.5V, RL=8Ω, and f=1KHz



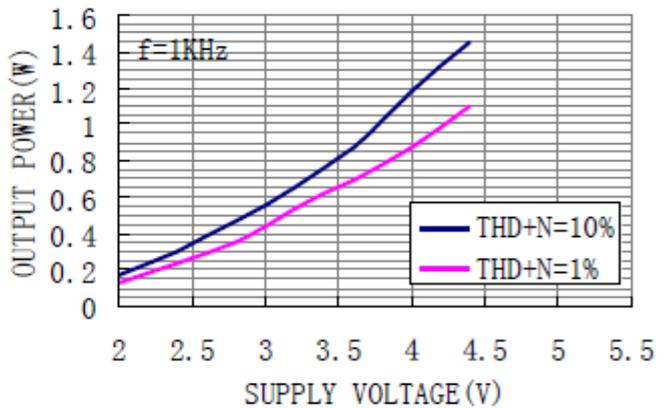
THD+N vs OutputPower VDD=3.3V, RL=4Ω, and f=1KHz

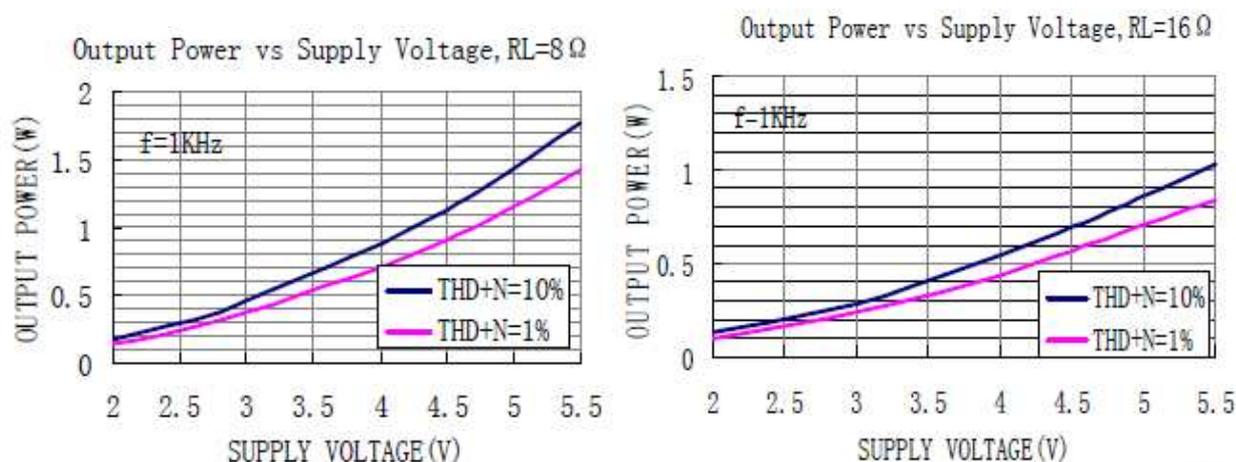


THD+N vs OutputPower VDD=2.5V, RL=4Ω, and f=1KHz



Output Power vs Supply Voltage, RL=4Ω





## XPT4871 应用说明

XPT4871 内部集成两个运算放大器，第一个放大器的增益可以调整反馈电阻来设置，后一个为电压反相跟随，从而形成增益可以配置的差分输出的放大驱动电路。

### 外部电阻配置

如应用图示 1，运算放大器的增益由外部电阻  $R_f$ 、 $R_i$  决定，其增益为  $A_v=2 \times R_f/R_i$ ，芯片通过  $V_{O1}$ 、 $V_{O2}$  输出至负载，桥式接法。

桥式接法比单端输出有几个优点：其一是，省却外部隔直滤波电容。单端输出时，如不接隔直电容，则在输出端有一直流电压，导致上电后有直流电流输出，这样即浪费了功耗，也容易损坏音响。其二是，双端输出，实际上是推挽输出，在同样输出电压情况下，驱动功率增加为单端的 4 倍，功率输出大。

### 芯片功耗

功耗对于放大器来讲是一个关键指标之一，差分输出的放大器的最大自功耗为：

$$P_{D\text{MAX}}=4 \times (V_{DD})^2 / (2 \times \pi^2 \times R_L)$$

必须注意，自功耗是输出功率的函数。

在进行电路设计时，不能够使得芯片内部的节温高于  $T_{\text{MAX}}$  ( $150^\circ\text{C}$ )，根据芯片的热阻  $\Theta_{JA}$  来设计，可以通过自己散热铜铂来增加散热性能。

如果芯片仍然达不到要求，则需要增大负载电阻、降低电源电压或降低环境温度来解决。

### 电源旁路

在放大器的应用中，电源的旁路设计很重要，特别是对应用方案的噪声性能及电源电压抑制性能。设计中要求旁路电容尽量靠近芯片、电源脚。典型的电容为 10uF 的电解电容并上 0.1uF 的陶瓷电容。

在 XPT4871 应用电路中，另一电容  $C_B$  (接 BYP 管脚) 也是非常关键，影响 PSRR、开关/切换噪声性能。一般选择 0.1uF~1uF 的陶瓷电容。

### 掉电模式

为了节电，在不使用放大器时，可以关闭放大器，XPT4871 有掉电控制管脚，可以控制放大器是否工作。

该控制管脚的电平必须要接满足接口要求的控制信号，否则芯片可能进入不定状态，而不能进入掉电模式，其自功耗没有降低，达不到节电目的。

## 外围元件的选择

正确选择外围元器件才能够确保芯片的性能，尽管 XPT4871 能够有很大的余量保证性能，但为了确保整个性能，也要求正确选择外围元器件。

XPT4871 在单位增益稳定，因此使用的范围广。通常应用单位增益放大来降低 THD+N，是信噪比最大化。但这要求输入的电压最大化，通常的音频解码器能够有  $1V_{rms}$  的电压输出。

另外，闭环带宽必须保证，输入耦合电容  $C_i$ （形成一阶高通）决定了低频响应，

## 选择输入耦合电容

过大的输入电容，增加成本、增加面积，这对于成本、面积紧张的应用来讲，非常不利。显然，确定使用多大的电容来完成耦合很重要。实际上，在很多应用中，扬声器（Speaker）不能够再现低于 100Hz—150Hz 的低频语音，因此采用大的电容并不能够改善系统的性能。

除了考虑系统的性能，开关/切换噪声的抑制性能受电容的影响，如果耦合电容大，则反馈网络的延迟大，导致 pop 噪声出现，因此，小的耦合电容可以减少该噪声。

另外，必须考虑  $C_B$  电容的大小，选择  $C_B=1\mu F$ ， $C_i=0.1\mu F\sim 0.39\mu F$ ，可以满足系统的性能。

## 设计参考实例

### 设计规格

- 输出功率  $1W_{rms}$
- 负载阻抗 8 欧姆
- 输入电平  $1V_{rms}$
- 输入电阻  $20K\Omega$
- 带宽  $100Hz\sim 20KHz\pm 0.25dB$

### 首先确定最小工作电压

根据 XPT4871 的输出功率与电源电压的关系图，可以确定电源电压应选择 5.0V。电源电压的裕量可以保证输出可以高于 1W 的功率而不失真。

选择电压后，然后考虑功耗的问题。

### 考虑自身功耗

### 确定电压增益

要求  $A_{VD}$  大于  $\sqrt{P_O \times R_L} / V_{IN}$ ，即  $V_{orms} / V_{irms}$ ，而  $R_f/R_i = AVD/2$ ，在该设计中，可以计算得出  $A_{VD}$  最小为 2.83，选择  $A_{VD}=3$ ，可以计算得到  $R_i=20K\Omega$ ， $R_f=30K\Omega$ 。

### 最后根据带宽要求来确定输入电容

输入低频的 -3dB 带宽为 100Hz，1/5 低频点低于 -3dB 约 0.17dB 及 5 倍高频点)，在规格要求以内，取  $f_L=20Hz$ ， $f_H=100KHz$ ，

因此可得  $C_i$  约  $0.39\mu F$ 。

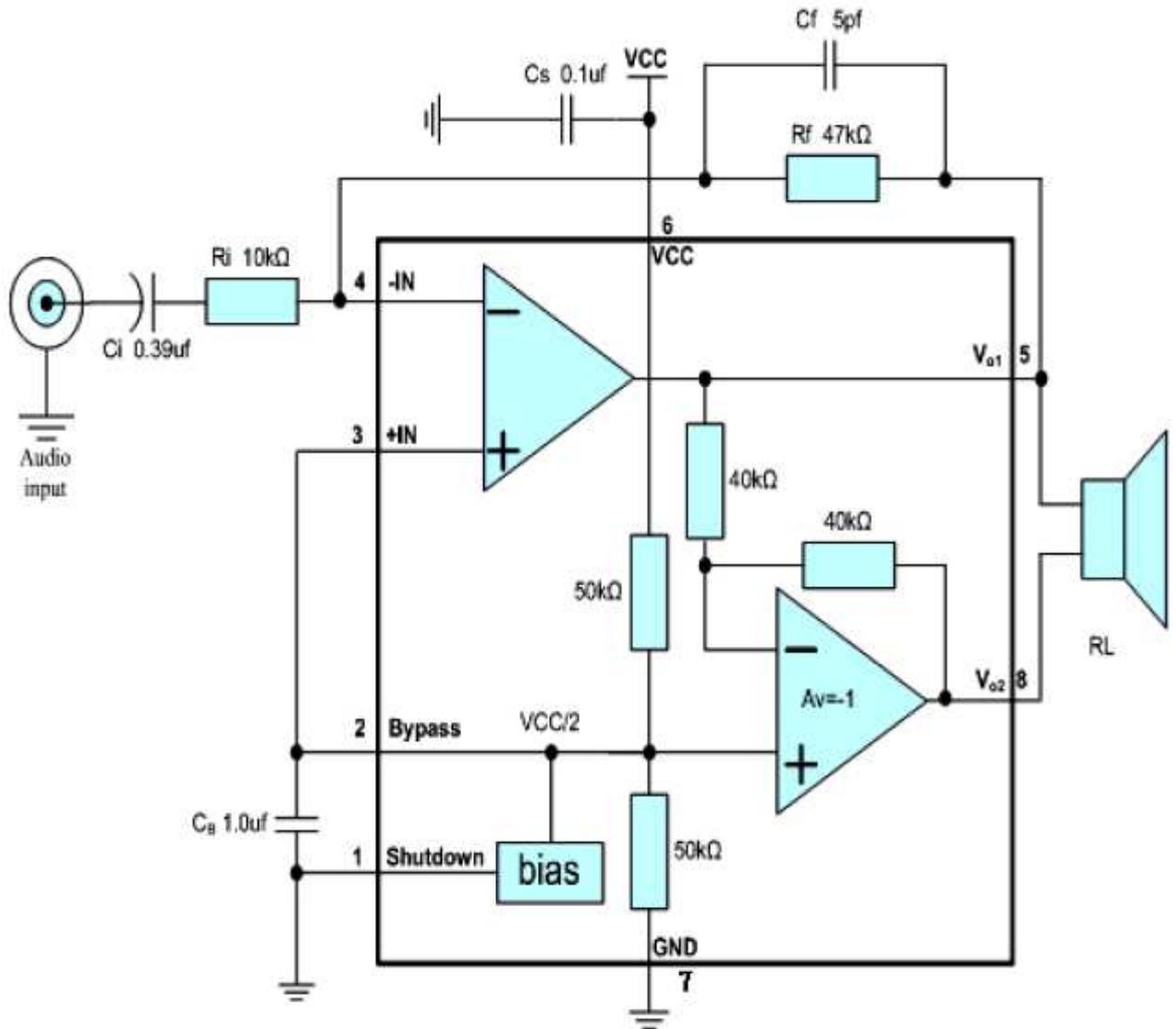
高频点  $f_H$  由放大器的 GBW 决定，至少要求 GBW 大于  $A_{VD} \times f_H = 300KHz$ ，远小于 XPT4871 的 2.5MHz。

# XPT4871

## 其它注意事项

XPT4871 单位增益稳定，但如果增益超过 10 倍 (20dB) 时，额外的反馈电容  $C_f$  需要并联在电阻  $R_f$  上，避免高频的振荡现象。但必须要求与  $R_f$  组成的极点频率高于  $f_H$  (在实例中为 300KHz)，如本例中选择  $C_f$  为 5pF 时，转折频率为 320KHz。可以满足要求。

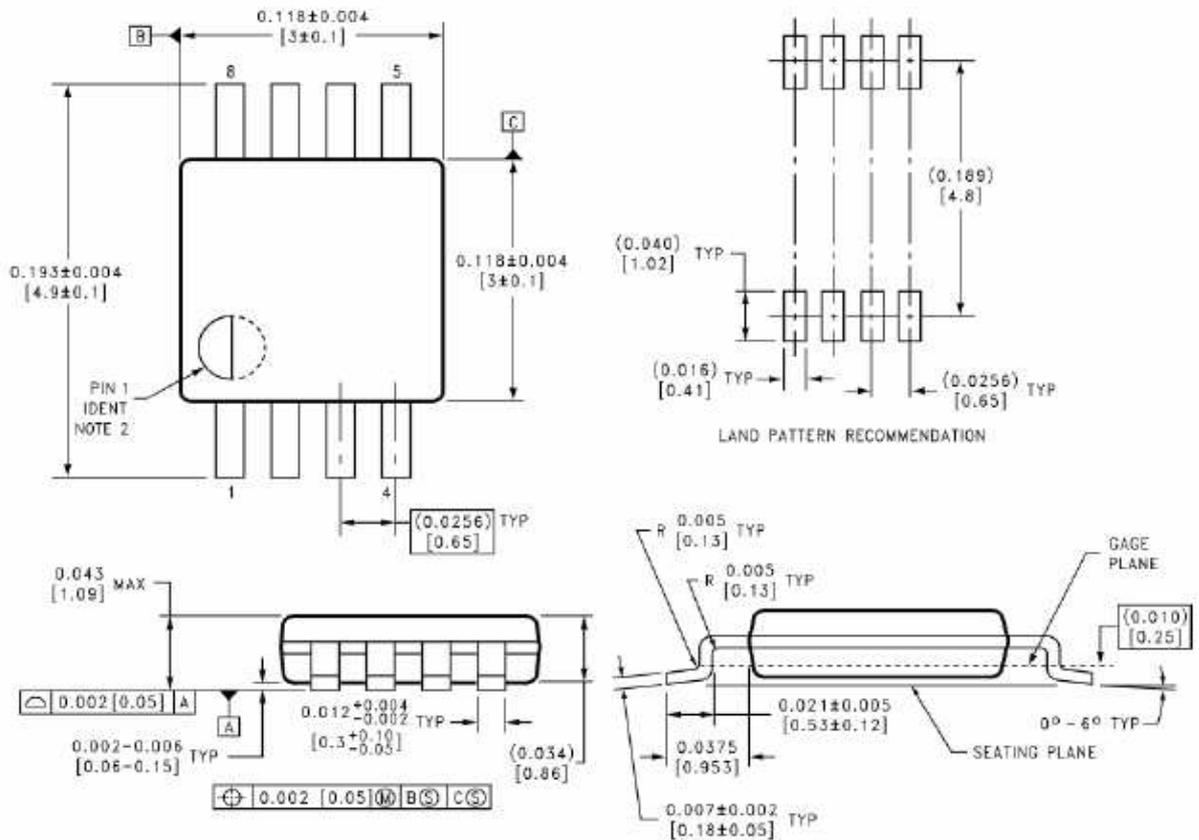
设计的电路图：



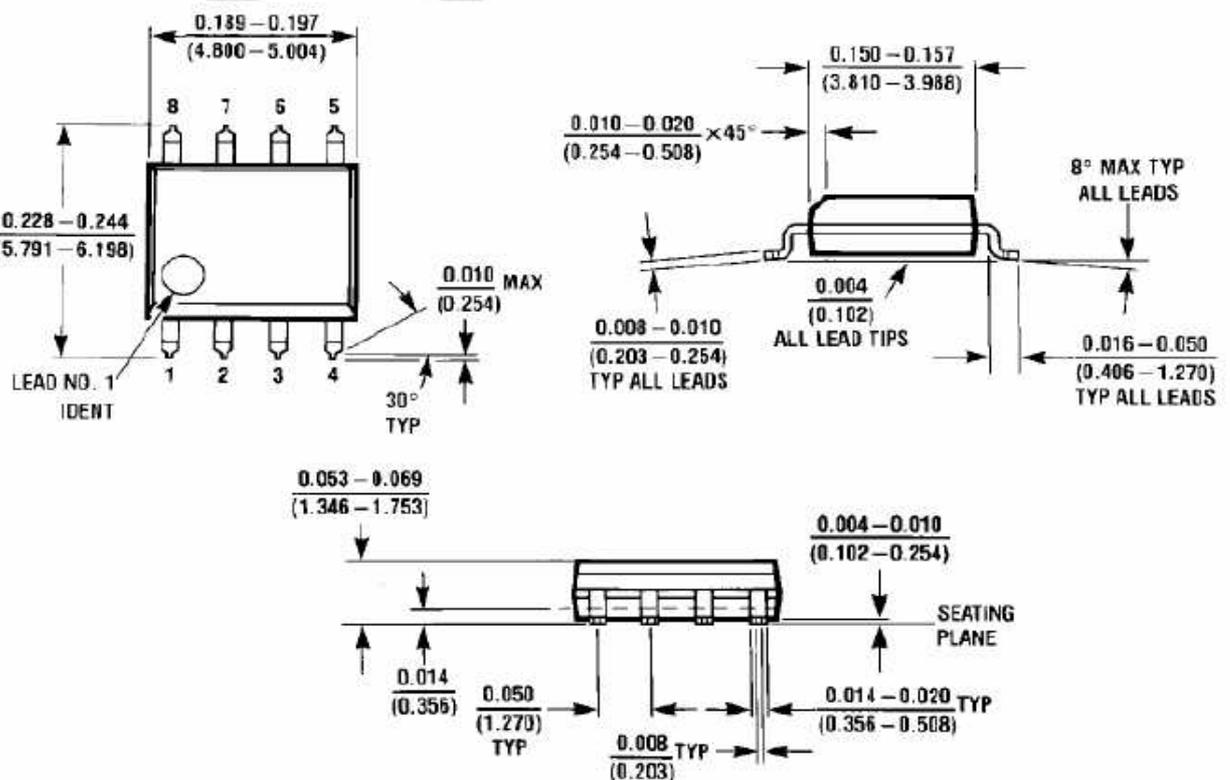
大增益模式工作电路结构

## 封装尺寸

### 1、MSOP8



### 2、SOP8



# XPT4871

## 3、ESOP8

