



PF8525

内置扩频和功率限制40W单声道音频放大器

Features

- 最大输出功率：40W@VDD=18V/4Ω；
- 供电电压：4.75V to 18.5V；
- 无滤波器设计；
- 内部反馈提高 PSRR；
- 高达 90%的效率；
- 自恢复保护：短路保护，过流保护，温度保护，输入 DC 保护和欠压保护；
- 优异的 Click-Pop 抑制；
- 内置扩频调制提升 EMC/EMI；
- 最大输出功率限定；
- ESOP16 无铅封装；

Application

- 蓝牙音箱
- 拉杆音箱
- 智能音箱
- 其他音频设备

Description

PF8525 是一款中功率 D 类音频功率放大器，支持差分或者单端模拟输入，可驱动一个桥接的扬声器。在 18V 供电下，输出功率高达 40W/4Ω。采用 PWM 调制方式，提高了输出效率，其高达 90%的效率，使得 PF8525 在播放音乐时无需外部散热器。

PF8525 集成了扩频调制功能（SSM），降低了 EMI/EMC 电磁干扰，无需使用巨大而昂贵的 LPF（低通滤波器），节省了 PCB 面积和 BOM 成本。

可编程软削波功率限制（SCPL）限制了最大输出电压，以允许调整最大输出功率，从而增强扬声器保护和音频质量。

PF8525 具有过电流保护、短路保护和过温保护功能，可充分保护芯片免受损坏。

PF8525 采用 ESOP-16L 封装。



PF8525

内置扩频和功率限制40W单声道音频放大器

Ordering Information

Part Number	Package	Top Mark	Quantity/ Reel
PF8525	ESOP-16L	T8525GM XXXXXX	3000

PF8525 devices are Pb-free and RoHS compliant.

Typical Application

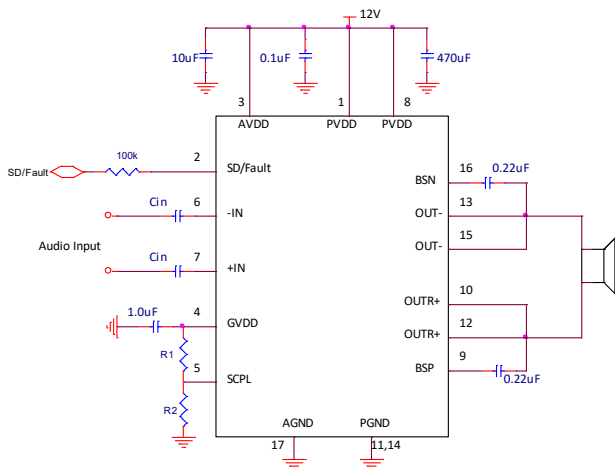


Fig-1: Differential Input

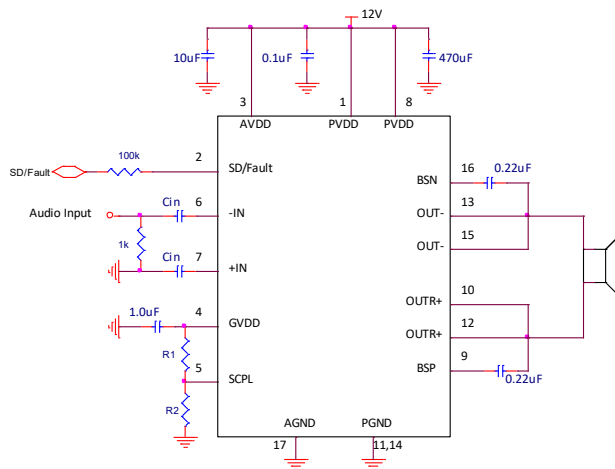


Fig-2: Single-ended Input



Package & Pin Configuration

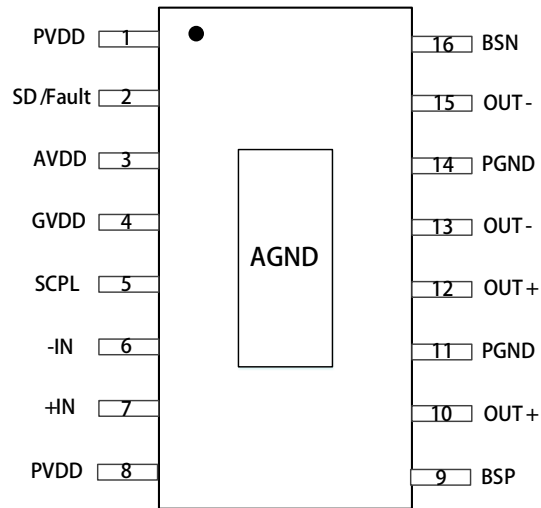


Fig-3: ESOP-16L (Top View)

Pin Functions

Pin No.	Pin Name	I/O	Description
1	PVDD	P	Power supply for the H-bridge.
2	SD/Fault	I/O	TTL logic levels with compliance to AVDD. Shutdown logic input for audio amp (LOW, outputs Hi-Z; HIGH, outputs enabled). General Fault reporting including Over-Temp, Over-Current, DC Detect. SD/Fault= High, normal operation, SD/Fault= Low, Fault condition Device will auto-recover once the OT/OC/DC Fault has been removed.
3	AVDD	P	Analog supply
4	GVDD	O	High-side FET gate drive supply. Nominal voltage is 6V.
5	SCPL	I	Soft Clipping Power limit level adjust. Connect a resistor divider from GVDD to GND to set the maximum output power.
6	+IN	I	Negative audio input. Biased at 3V.
7	-IN	I	Positive audio input. Biased at 3V.
8	PVDD	I	Power supply for the H-bridge.
9	BSP	P	Bootstrap I/O, positive high-side FET.
10	OUT+	O	Class-D H-bridge positive output.
11	PGND	P	Power ground for the H-bridges.
12	OUT+	O	Class-D H-bridge positive output.
13	OUT-	O	Class-D H-bridge negative output.
14	PGND	P	Power ground for the H-bridges.
15	OUT-	O	Class-D H-bridge negative output.
16	BSN	P	Bootstrap I/O, negative high-side FET.
17	Exposed pad	P	Analog ground, connected to PCB ground plane.



Absolute Maximum Ratings

Symbol	Parameter	Value	Unit
PV _{DD} , AV _{DD}	Power Supply Voltage	-0.5 to + 20.5	V
GV _{DD}	Supply Voltage	-0.5 to + 6.5	V
VI	IN+, IN-, SCPL, SD/Fault Pins	-0.5 to GVDD + 0.5	V
T _J	Junction Temperature	-55 to +150	°C
T _{STG}	Storage Temperature	-65 to +165	°C

(1) 超出绝对最大额定值的应力可能会对设备造成永久性损坏。这些仅是应力额定值，并不意味着设备在这些或推荐操作条件下指示的任何其他条件下正常运行。长时间暴露在绝对最大额定条件下可能会影响设备的可靠性。

(2) 极限电压表示在所有条件下，在设备端子处测量的直流电压叠加峰值交流波形。

Recommended Operating Conditions

Symbol	Parameter	Value	Unit
PV _{DD} , AV _{DD}	Power Supply Voltage	+4.75 to + 18.5	V
VIH_MIN	Input High, SD/Fault Pin	2	V
VIL_MAX	Input Low, SD/Fault Pin	0.8	V
T _A	Operating free-air temperature	-40 to +85	°C
T _J	Junction Temperature	-40 to +125	°C
R _L	Loading Impedance	3.6	Ω

ESD Rating

Items	Description	Value	Unit
V _{ESD_HBM}	Human Body Model	±4000	V
V _{ESD_CDM}	Charge Device Model	±750	V

Thermal Information

Symbol	Parameter	Value	Unit
θ _{JA}	Junction to ambient resistance	48	°C/W
θ _{JC}	Junction to case resistance	24	°C/W

**PF8525****内置扩频和功率限制40W单声道音频放大器**

DC Electrical Characteristics

(T_A=25°C, PV_{DD}=12V, Gain=26dB, R_L=L(33μH) + R+L(33μH), unless otherwise noted.)

Symbol	Parameter	Test Conditions		MIN	TYP	MAX	UNIT
I _Q	Quiescent Current	PV _{DD} =12V	No Load		9.5	20	mA
		PV _{DD} =8.5V	No Load		8.5	15	mA
I _{SD}	Shutdown Current	PV _{DD} =8.5V to 18.5V	SD=0V		6	20	μA
R _{DS(ON)}	Static Drain-to Source On-state Resistor	High Side MOS, I=500mA	PV _{DD} =12V		230		mΩ
		Low Side MOS, I=500mA	PV _{DD} =12V		180		mΩ
V _{OS}	Output Offset Voltage	Input ac-ground, PV _{DD} =12V			1.5	30	mV
t _{ON}	Turn On Time	SD from 0V to 2V			24		mS
t _{OFF}	Turn Off Time	SD from 2V to 0V			2		uS
f _{OSC}	Switching Frequency	PV _{DD} =4.75V to 18.5V			380		KHz

AC Electrical Characteristics

(T_A=25°C, PV_{DD}=12V, Gain=26dB, R_L=L(33μH) + R+L(33μH), unless otherwise noted.)

Symbol	Parameter	Test Conditions		MIN	TYP	MAX	UNIT
P _o	Output Power	f=1kHz, R=4Ω, PV _{DD} =18V	THD+N=10%	35	40		W
			THD+N=1%	28	32		
		f=1kHz, R=8Ω, PV _{DD} =18V	THD+N=10%	20	22		
			THD+N=1%	16.5	18		
		f=1kHz, R=8Ω, PV _{DD} =12V	THD+N=10%	9.2	10		
			THD+N=1%	7.6	8.2		
		f=1kHz, R=4Ω, PV _{DD} =12V	THD+N=10%	16.5	18		
			THD+N=1%	14	14.5		
THD+N	Total Harmonic Distortion Plus Noise	PV _{DD} =12V, R _L =8Ω, f=1kHz	P _o =0.5W		0.07		%
			P _o =2.5W		0.03		
			P _o =5.0W		0.02		
PSRR	Power Supply Ripple Rejection	Inputs ac-grounded with C _{in} =1μF	f=1kHz		-70		dB
SNR	Signal to Noise Ratio	THD=1%, R=8Ω	f=1kHz		100		dB
V _n	Output Noise	Inputs ac-grounded	A-weighting		120		μV
G _v	Closed-loop Gain			25.5	26	26.5	dB
R _{in}	Input Resistance			27	30	33	kΩ
UVLO	Under Voltage Lock-out	PVDD Rising			4.5		V
		PVDD Falling			4.0		
OTP	Over Temperature	OTP Threshold			160		°C
HYS	Protection	Hysteresis			20		°C



PF8525

内置扩频和功率限制40W单声道音频放大器

Performance Characteristics

($T_A=25^{\circ}\text{C}$, $P_{VDD}=12\text{V}$, $\text{Gain}=26\text{dB}$, $R_L=L(33\mu\text{H}) + R+L(33\mu\text{H})$, unless otherwise noted.)

Fig 4-THD+N Vs. Output Power ($R_L=8\Omega$)

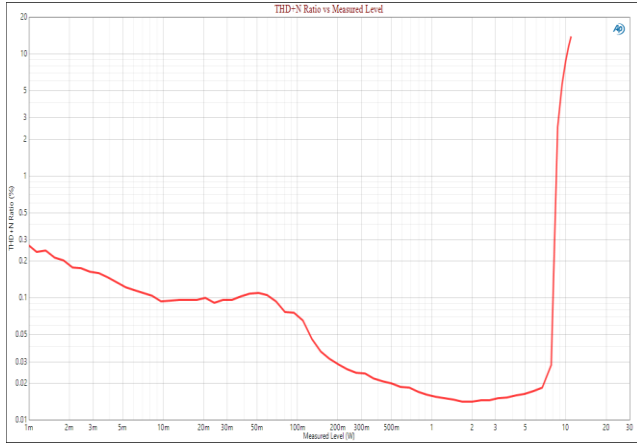


Fig 5-THD+N Vs. Frequency ($R_L=8\Omega/5\text{W}$)

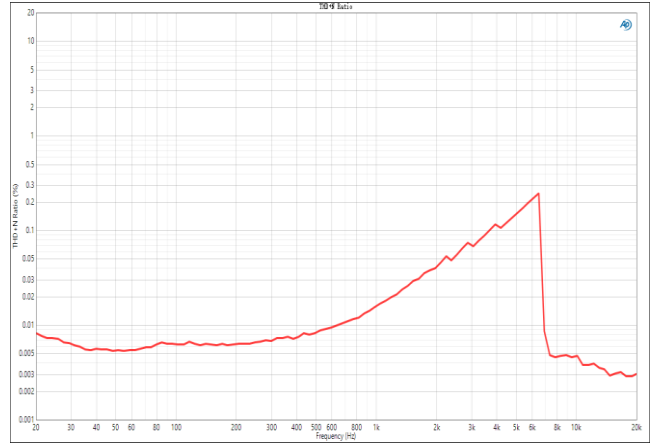


Fig 6-THD+N Vs. Output Power ($R_L=6\Omega$)

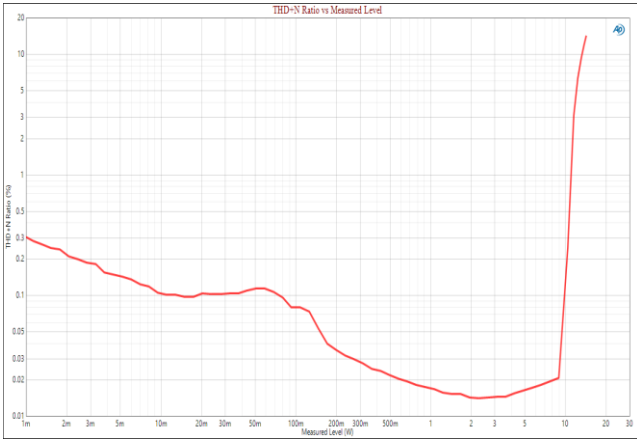


Fig 7-THD+N Vs. Frequency ($R_L=6\Omega/5\text{W}$)

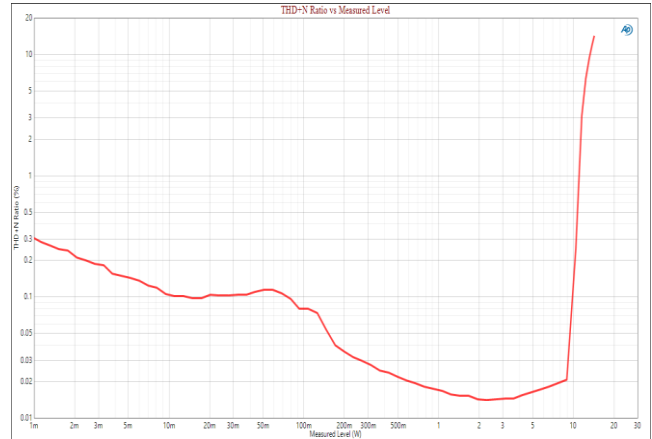


Fig 8-THD+N Vs. Output Power ($R_L=4\Omega$)

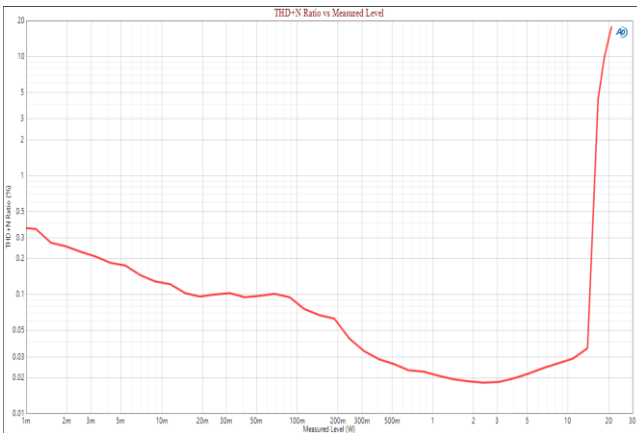
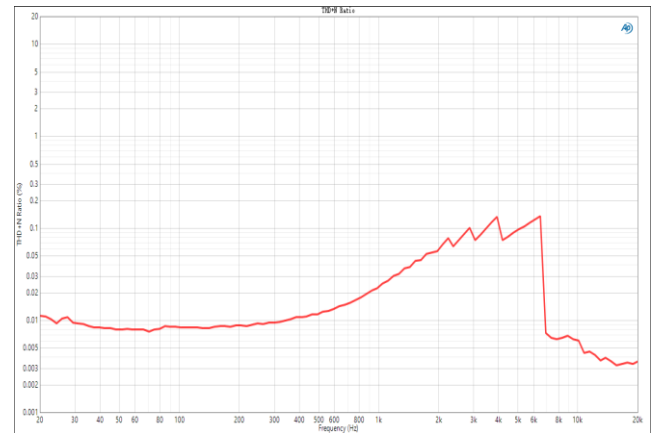


Fig 9-THD+N Vs. Frequency ($R_L=4\Omega/8\text{W}$)





PF8525

内置扩频和功率限制40W单声道音频放大器

Performance Characteristics

($T_A=25^{\circ}\text{C}$, $PV_{DD}=12\text{V}$, $\text{Gain}=26\text{dB}$, $R_L=L(33\mu\text{H}) + R+L(33\mu\text{H})$, unless otherwise noted.)

Fig 10-Frequency Response

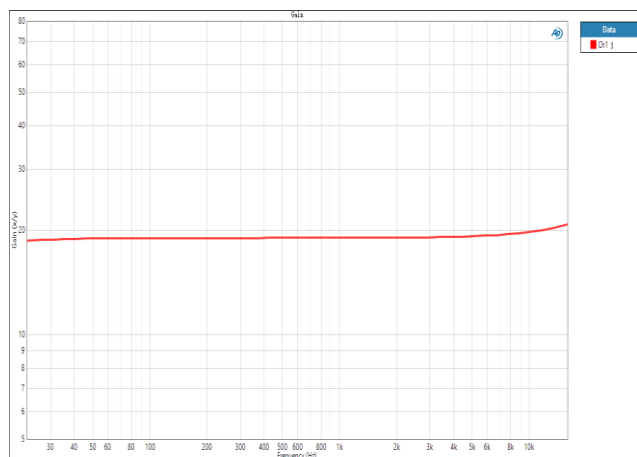


Fig 11-Noise Floor ($R_L=8\Omega$)

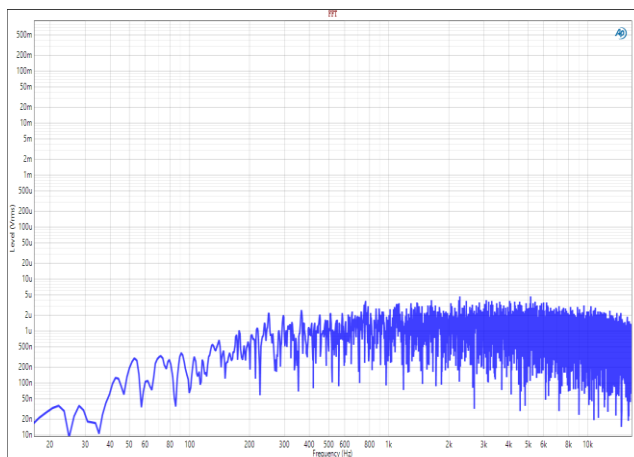


Fig 12-Efficiency

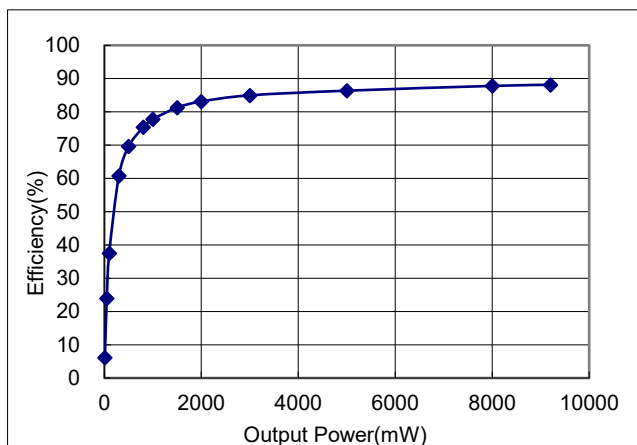
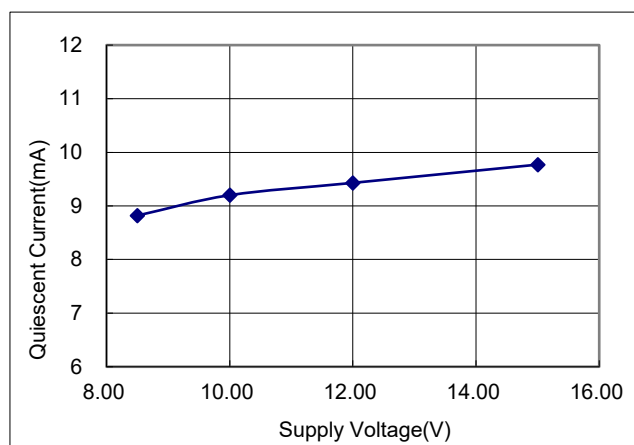


Fig 13-Quiescent Current





PF8525

内置扩频和功率限制40W单声道音频放大器

Application Information

输入阻抗 (Ri) & 增益设定

PF8525内置输入电阻 ($R_i=30k\Omega$) 和反馈电阻 ($R_f=300k\Omega$)，根据以下方程式在内部设置放大器的增益。

$$Gain = \frac{2 \times 300k}{R_i} \quad (V/V)$$

电阻匹配在全差分放大器中非常重要。参考电压上的输出平衡取决于电阻器的匹配比率。若发生电阻失配，CMRR、PSRR 和二次谐波失真的消除会减少。因此，建议使用 1%容差电阻或更好的电阻，以保持性能优化。匹配比精度更重要。匹配度为 1%的电阻器阵列可以在公差大于 1%的情况下使用。将输入电阻器放置在非常靠近PF8525的位置，以限制高阻抗节点上的噪声注入。为了获得最佳性能，增益应设置为尽可能低。较低的增益使PF8525能够以最佳状态运行，并在输入端输入大信号，使输入端不易受噪声影响。

输入电容的选择 (Ci)

在典型应用中，需要输入电容器Ci来允许放大器将输入信号偏置到适当的直流电平，以实现最佳操作。在这种情况下，Ci和最小输入阻抗Ri形成高通滤波器，其截止频率由以下方程确定：

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

Ci的值直接影响电路的低频性能。例如，Ri为30kΩ（内置），规范要求低音响应低至100Hz。方程式重新配置如下：

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

由上述公式可得到Ci为56nF，当考虑输入阻抗变化时，可能会选择100nF的值。该电容器的另一个考虑因素是从输入源通过输入网络 (Ci, Ri+Rf) 到负载的泄漏路径。这种漏电流在放大器的输入端产生直流偏移电压，从而降低了有用的净空，特别是在高增益应用中。因此，低泄漏钽或陶瓷电容器是最佳选择。当使用极化电容器时，在大多数应用中，电容器的正侧应面向放大器输入，因为直流电平保持在3.0V，这可能高于源直流电平。请注意，在应用中确认电容器极性非常重要。

电源耦合电容(CS)

PF8525是一款高性能CMOS音频放大器，需要足够的电源去耦，以确保输出总谐波失真 (THD) 尽可能低。电源去耦还可以防止放大器和扬声器之间长引线长度引起的振荡。

针对电源引线上不同类型噪声，使用两种不同类型的电容器来实现最佳解耦。对于线路上的高频瞬态、尖峰或数字杂散噪声，将一个良好的低等效串联电阻 (ESR) 陶瓷电容器（通常为1μF）放置在尽可能靠近设备VDD引脚的位置，以实现最佳性能。为了过滤低频噪声信号，建议在音频功率放大器附近放置一个10μF或更大的大型陶瓷电容器。



Application Information

EMI/EMC抑制

大多数应用需要铁氧体磁珠滤波器来消除EMI，如图14所示。铁氧体滤波器可降低1MHz及以上的电磁干扰。在选择铁氧体磁珠时，应选择高频阻抗高、低频阻抗低的磁珠。需要注意的是，非线性的铁氧体磁珠可能引入失真，对THD敏感的应用场景，推荐使用电感和电容构成的低通滤波器。

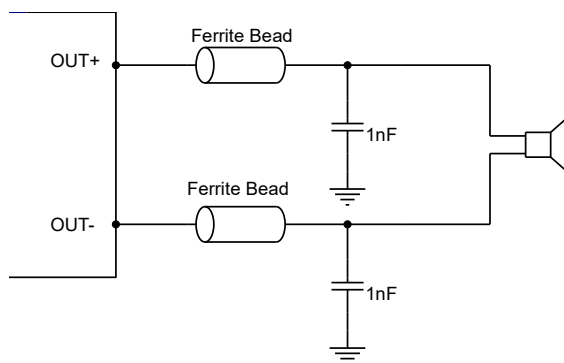


Fig-14: Ferrite Bead Filter to Reduce EMI

欠压保护 (UVLO)

PF8525集成了用于检测低电源电压的电路。当电源电压降至4.0V或以下时，PF8525进入关机状态，只有当VDD高于4.5V时，设备才会退出关机状态并恢复正常功能。

过流保护 (OCP)

PF8525具有过流保护功能，可防止输出级短路引起的过电流情况。SD/Fault引脚上报告的短路保护故障为低状态。当短路保护发生时，放大器输出切换到Hi-Z状态，并自动从短路保护中恢复。

输入直流保护

PF8525具有保护扬声器免受直流电流影响的电路。直流电流可能是由于输入端的电容器有缺陷或输入端的印刷电路板短路造成的。直流检测故障将在SD/故障引脚上报告为低状态。当任一通道的输出差分占空比在相同极性下超过14%（例如+57%、-43%）超过850毫秒时，会发出直流检测故障。此功能可保护扬声器免受大直流电流或小于2Hz的交流电流的影响。为避免直流检测电路引起的干扰性故障，在通电时将SD/故障引脚保持在低电平，直到输入端的信号稳定。此外，注意匹配正负输入端的阻抗，以避免干扰直流检测故障。当直流保护发生时，放大器输出切换到Hi-Z状态，并自动从直流保护中恢复。

过温保护 (OTP)

PF8525上的热保护可防止内部芯片温度超过160°C时损坏设备。PF8525过温保护的触发点公差为±15°C。一旦芯片温度超过热触发点，设备将进入关机状态，输出将被禁用。SD/Fault引脚上报告了热保护故障，希望从热保护锁中自动恢复，以便自动将SD/Fault引脚驱动到低电平，从而清除热保护锁。



PF8525

内置扩频和功率限制40W单声道音频放大器

Application Information

最大输出功率限制（SCPL）

PF8525具有内置的软削波功率限制功能，可将过高的输出电压限制在预设的输出信号范围内。当向PF8525发送过高电平的输入信号时，SCPL将立即激活，以保持高音频质量，并保护连接的扬声器免受过高功率的影响，而不会有任何延迟。

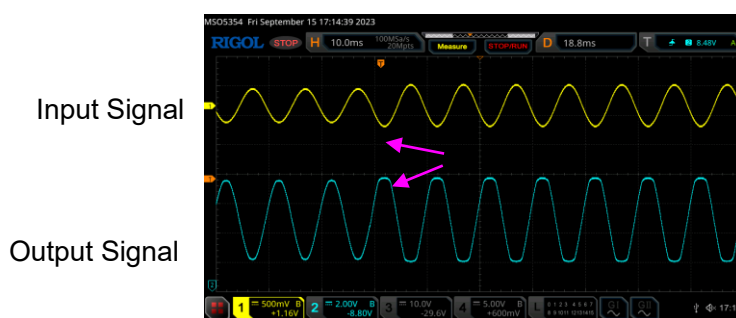


Fig-15: SCPL Operation

SCPL引脚根据提供给该引脚的电压限制输出峰间电压。峰值输出电压限制为SCPL引脚电压的四倍。将SCPL引脚拉至高电平（GVDD），关闭功率限制功能。

扩频调制

PF8525内置了振荡器频率的扩频控制，以提高EMI性能。扩频电路始终处于开启状态，不可关闭。

POP and Click 抑制

PF8525包含Pop&Click抑制电路，可最大限度地减少开启和关闭瞬态或“点击和弹出”的Pop声，其中开启是指电源开启或设备从关闭模式恢复。当设备打开时，放大器内部会静音。内部电流源使内部参考电压上升。该设备将保持静音模式，直到参考电压达到电源电压的一半，即 $1/2$ GVDD。一旦参考电压稳定，设备将开始全面运行。为了获得最佳的断电弹出性能，在移除电源电压之前，应将放大器设置为关机模式。

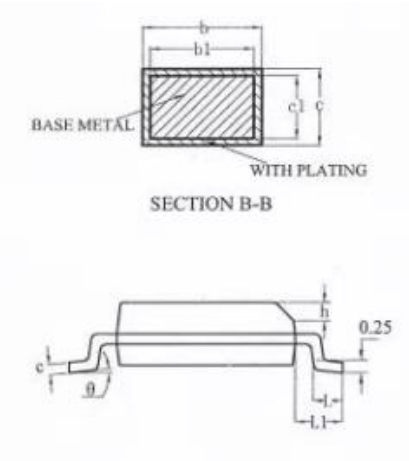
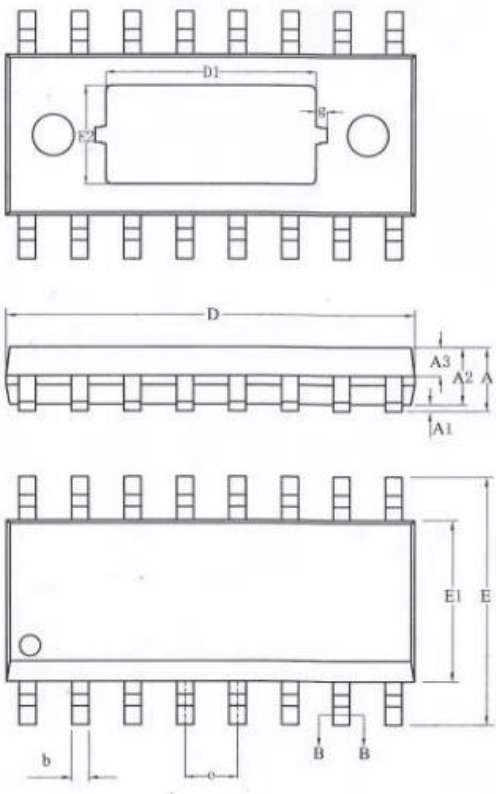


PF8525

内置扩频和功率限制40W单声道音频放大器

Package Information

Package: ESOP-16L:



SYMBOL	MILLIMETER		
	MIN.	NOM.	MAX.
A			1.65
A1	0.05		0.15
A2	1.3	1.4	1.5
A3	0.6	0.65	0.7
b	0.39		0.47
b1	0.38	0.41	0.44
c	0.2		0.24
c1	0.19	0.2	0.21
D	9.8	9.9	10
E	5.8	6	6.2
E1	3.8	3.9	4
e	1.27BSC		
h	0.25		0.5
L	0.5		0.8
L1	1.05REF		
θ	0		8°
D1	5.08REF		
E2	2.38REF		
g	0.25REF		