电路简介

CP4811是一个双声道的功率放大器，在工作电压为5V，负载为16Ω电阻的情况下，最大平均输出功率为100mW。此款音频功率放大器专为高品质输出而设计，所需外围元件最少，所以十分适合低功耗的手机、MP3/CD/DVD播放器以及PDA等便携式系统。

CP4811带有数码音量控制功能，能通过两个输入端调节增益在+12dB 和-33dB之间变化，共有16级。

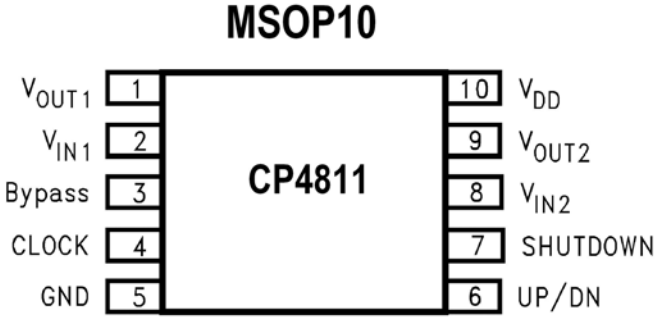
该放大器内置由外部控制的低功耗模式，同时内置一温控电路，达到热保护功能。

电路特点

- THD+N （输入为1kHz,负载为16Ω电阻，平均输出功率为100mW）为0.3%（典型值）
- THD+N （输入为1kHz,负载为32Ω电阻，平均输出功率为65mW）为0.3%（典型值）
- Shutdown 电流为0.3μA（典型值）
- 数字增益调节（+12dB 到 -33dB）
- “Click and Pop”抑制
- 无需bootstrap capacitors
- 极低的低功耗电流

引脚功能

名称	说明	I/O 方向	功能	备注
VDD	电源	输入	电源	1.8V-5.5V
GND	地	输入	地	
SHUTDOWN	关断	输入	高有效，进低功耗状态	
UP/DN		输入	调节增益的大小	
CLOCK	时钟	输入	调节增益的大小	
Bypass	参考电压	输入/出	放大器的参考电压	外接参考电压或通过C_B接地。
VIN1	左声道输入	输入/出	左声道音频信号输入	
VOUT1	左声道输出	输入/出	左声道音频信号输出	
VIN2	右声道输入	输入/出	右声道音频信号输入	
VOUT2	右声道输出	输入/出	右声道音频信号输出	



最大额定值(Ta=25°C)

参数	符号	值
电源电压	Vdd	0 ~ 6.0V
ESD 保护（机器模型）		200V
ESD 保护（人体模型）		2.5kV
工作温度	Topr	-40 ~ +85 ℃
存储温度	Tstg	-55 ~ +125℃

电气特性

一、V_{DD} =5.0V, T_A=25℃

Symbol	Parameter	Conditions	Value		Units (Limits)
			Typical	Limit	
V_{DD}	Supply Voltage			1.8 5.5	V(min) V(max)
I_{DD}	Supply Current	V_{IN}=0V, I_O=0A	3. 6	4	mA
I_{SD}	Shutdown Current	V_{IN}=0V	0. 3		μA
V_{OS}	Output Offset Voltage	V_{IN}=0V	15	50	mV
P_O	Output Power	0.1% THD+N, f=1kHz			
		R_L=16Ω	100		mW
		R_L=32Ω	65		mW
THD+N	Total Harmonic Distortion	Po=50mW, R_L=32Ω, f=20Hz to 20kHz,	0.3		%
Crosstalk	Channel Separation	R_L=32Ω, f=1kHz, Po=65mW	45		dB
PSRR	Power Supply Rejection Ratio	C_B=1.0μF, V_{RIPPLE}=100 mV_{PP}, f=217Hz	60		dB
V_{IH}	(CLOCK, UP/DN. SHUTDOWN) Input Voltage High			1.1	V (min)
V_{IL}	(CLOCK, UP/DN. SHUTDOWN) Input Voltage Low			0.5	V (max)
	Digital Volume Range	input referred minimum gain	-33		dB
		input referred maximum gain	12		dB
	Digital Volume Stepsize	All 16 discrete steps	3		dB
	Stepsize Error	All 16 discrete steps	±0. 32		dB
	Channel-to-Channel Volume Tracking Error	All gain settings from -33dB to +12dB	0. 12		dB
	Shutdown Attenuation	Shutdown mode active	-90		dB

二、V_{DD} =3.3 伏, T_A=25℃

Symbol	Parameter	Conditions	Value		Units (Limits)
			Typical	Limit	
V_{DD}	Supply Voltage			1.8 5.5	V(min) V(max)
I_{DD}	Supply Current	V_{IN}=0V, I_O=0A	2. 9	3. 3	mA
I_{SD}	Shutdown Current	V_{IN}=0V	0. 3		μA
V_{OS}	Output Offset Voltage	V_{IN}=0V	15		mV
P_O	Output Power	0.1% THD+N, f=1kHz			
		R_L=16Ω	40		mW
		R_L=32Ω	28		mW
THD+N	Total Harmonic Distortion	Po=25mW, R_L=32Ω, f=20Hz to 20kHz,	0.5		%
PSRR	Power Supply Rejection Ratio	C_B=1.0μF, V_{RIPPLE}=100 mV_{PP}, f=217Hz	60		dB
V_{IH}	(CLOCK, UP/DN. SHUTDOWN) Input Voltage High			1.1	V（min）
V_{IL}	(CLOCK, UP/DN. SHUTDOWN) Input Voltage Low			0.5	V（max）
	Digital Volume Range	input referred minimum gain	-33		dB
		input referred maximum gain	12		dB
	Digital Volume Stepsize	All 16 discrete steps	3		dB
	Stepsize Error	All 16 discrete steps	±0. 32		dB
	Channel-to-Channel Volume Tracking Error	All gain settings from -33dB to +12dB	0. 12		dB
	Shutdown Attenuation	Shutdown mode active	-90		dB

三、V_{DD} =2.5 伏, T_A=25℃

Symbol	Parameter	Conditions	Value		Units (Limits)
			Typical	Limit	
V_{DD}	Supply Voltage			1.8 5.5	V(min) V(max)
I_{DD}	Supply Current	V_{IN}=0V, I_O=0A	2. 6	3. 0	mA
I_{SD}	Shutdown Current	V_{IN}=0V	0. 3		μA
V_{OS}	Output Offset Voltage	V_{IN}=0V	12		mV
P_O	Output Power	0.1% THD+N, f=1kHz			
		R_L=16Ω	20		mW
		R_L=32Ω	16		mW
THD+N	Total Harmonic Distortion	Po=15mW, R_L=32Ω, f=20Hz to 20kHz,	0.6		%
PSRR	Power Supply Rejection Ratio	C_B=1.0μF, V_{RIPPLE}=100mV_{PP}, f=217Hz	60		dB
V_{IH}	(CLOCK, UP/DN. SHUTDOWN) Input Voltage High			1.1	V（min）
V_{IL}	(CLOCK, UP/DN. SHUTDOWN) Input Voltage Low			0.5	V（max）
	Digital Volume Range	input referred minimum gain	-33		dB
		input referred maximum gain	12		dB
	Digital Volume Stepsize	All 16 discrete steps	3		dB
	Stepsize Error	All 16 discrete steps	±0. 32		dB
	Channel-to-Channel Volume Tracking Error	All gain settings from -33dB to +12dB	0. 12		dB
	Shutdown Attenuation	Shutdown mode active	-65		dB

四、V_{DD} =1.8 伏, T_A=25℃

Symbol	Parameter	Conditions	Value		Units
			Typical	Limit	(Limits)
V_{DD}	Supply Voltage			1.8 5.5	V(min) V(max)
I_{DD}	Supply Current	V_{IN}=0V, I_O=0A	0. 31	0. 5	mA
I_{SD}	Shutdown Current	V_{IN}=0V	0. 2		μA
V_{OS}	Output Offset Voltage	V_{IN}=0V	9		mV
P_O	Output Power	0.1% THD+N, f=1kHz			
		R_L=16Ω	6. 6		mW
		R_L=32Ω	6. 4		mW
V_{IH}	(CLOCK,UP/DN.SHUTDOWN) Input Voltage High			1.1	V (min)
V_{IL}	(CLOCK,UP/DN.SHUTDOWN) Input Voltage Low			0.5	V (max)
	Digital Volume Range	input referred minimum gain	-33		dB
		input referred maximum gain	12		dB
	Digital Volume Stepsize	All 16 discrete steps	3		dB
	Stepsize Error	All 16 discrete steps	±0. 32		dB
	Channel-to-Channel Volume Tracking Error	All gain settings from -33dB to +12dB	0. 12		dB

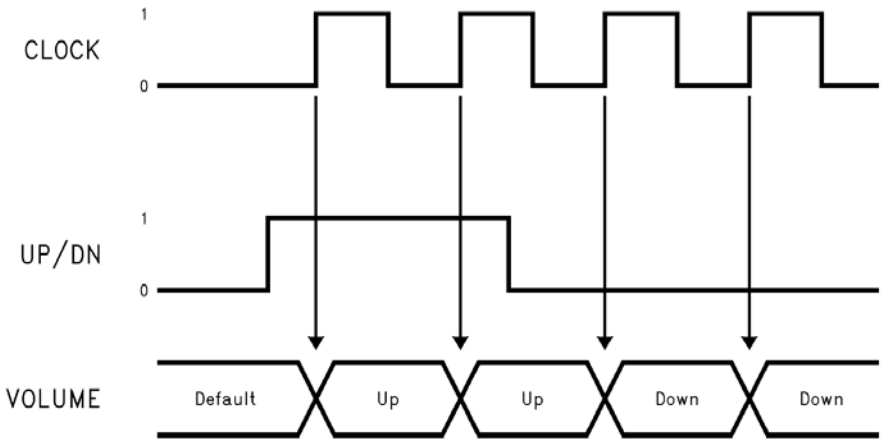
功能应用

数字增益调节

该音频功率放大器的增益是通过CLOCK和UP/DN两输入信号调节的。需要一个外部时钟源来驱动芯片的时钟输入信号，每一个时钟信号的上升沿来临之后，增益就根据UP/DN输入信号电平的高低来放大或缩小3 dB。放大倍数分别是

4-2.86-2-1.4-1-0.7-0.5-0.35-0.25-0.18-0.125-0.088-0.064-0.044-0.031 -0.021

当UP/DN为高时，增益放大，反之，UP/DN为低电平时，增益缩小。对CLOCK和UP/DN两输入信号，1.1V以上为逻辑高电平，0.5V 以下为逻辑低电平。16级增益从+12dB变化到-33dB，上电复位后的初始增益为0 dB。当外部输入信号shut_down使得电路从低功耗状态恢复时，增益变为进入低功耗之前的那个设定值。



功耗

功耗是任何功率放大器的一个主要的关心的因素。公式1是计算一个单端输出的放大器的最大功耗。

$$P_{DMAX} = (VDD)^2 / (2\pi^2 R_L) \qquad \text{公式1}$$

这里设计的功率放大器包括两个运放，因此最大的功耗是公式1计算的两倍。即使该功率放大器工作在最大的功耗状态，也不需要外加措施来降温。假定芯片工作在5V电源电压下，负载为32Ω电阻，根据公式1，芯片中每一个放大器的最大的是40mW，整个芯片的最大功耗是80 mW。但一个芯片的最大功耗不能超过公式2的计算值。

$$P_{DMAX} = (T_{JMAX} - T_A) / \theta_{JA} \qquad \text{公式2}$$

对于MSOP 封装，θ_{JA}= 194° C/W, 该放大器的T_{JMAX} = 150° C，T_A是环境温度，通过公式2可以计算集成电路封装能承受芯片的最大功耗。若公式1的计算值大于公式2的计算值，那么就要降低芯片工作电压或者增大负载或者降低T_A。对于MSOP 封装，一个典型的应用是电源电压是5V，负载是32Ω，那么最大的环境温度大约是134.5° C 。

电源电压旁路电容

对于任何一个功率放大器，放大器的旁路有严格的要求，因为它关系到低噪声、高的电源电压抑制比（PSRR）。旁路电容要尽可能的接近芯片，电容值的大小直接影响到二分之一电源电压的稳定和PSRR，旁路电容值越大稳定性和电源抑制。典型应用时电容值为10μF，bypass的电容能帮助稳定电源电压值，典型值为0.1μF，一般不要去掉该电容C_B。

关断功能（低功耗状态）

为了在芯片闲置时减少功耗，该音频功率放大器带有关断模式。外部输入信号shutdown为逻辑高时，关断模式启动。触发电平分别是1.1V和0.5V，最好接电源或者地以区别是否触发该模式。通过把shutdown信号置高触发关断模式，芯片的电流大约为0.3μA。输入信号shutdown一般要接一个定电压值，以免不可预测的状态出现。

在多数应用中，外部输入信号一般通过一个微处理器的管脚控制，它可以提供一个快速平滑的转换。另外一个方法是通过单极点、单向开关和一个上拉电阻实现，当开关闭合后，信号shutdown接地；当开关打开后，信号shutdown通过上拉电阻接到电源。

外围元件的方便选择

该音频功率放大器对外围元器件要求不高，只要标称值达到要求的值就可以了。输入输出电容的选择：

带宽是放大器的另一个性能参数。输入耦合电容C_i和输出耦合电容C_O分别构成了一阶高通滤波器，限制低频信号的增益响应。电容值较大的输入输出电容会增加成本和影响便携方便。大多数便携式系统对频率为150 Hz以下的音频信号几乎没有任何的响应，所以很大的功率放大器的输入输出电容的电容值，也不可能有较大的提高。另外输入电容C_i的电容值影响到系统的成本、尺寸大小和“click and pop”声。大的电容值也要求更多的电荷以达到直流电平（大约为1/2 VDD），这些电荷来自于经过反馈的放大器输出端，容易产生“pops”声。Bypass电容C_B关系到产生打开时的“pops”声关键器件，因为它控制打开的速度。功率放大器的输出斜率（到静态直流电压）越慢，打开时的“pops”声越小。C_B的推荐值为1μF或者更大一些。同时不同种类的电容（钽、电解、陶瓷）也有影响。

应用示意图：

