NCP2809 Series

NOCAP™ 135mWステレオ・ヘッドフォン・パワー・アンプ

NCP2809は、費用効果の高いステレオ・オーディオ・パワー・アンプで、16 Ωの負荷に対しチャネルあたり135 mWの平均電力を連続的に供給できます。

NCP2809オーディオ・パワー・アンプは、低い電源電圧から高品質の出力電力を提供するように特に設計されており、必要な外付け部品は非常にわずかです。ブートストラップ・コンデンサやスナバ回路を必要としないため、消費電力の小さい携帯機器に最適です。NCP2809Aの内部ゲインは0 dBであり、NCP2809Bを使用して外部から固有の外部ゲインを設定できます。

アプリケーションで可能な場合、このデバイスが提供する仮想グランドをヘッドセットの中点に接続できます(Figure 1)。このような場合、一般に使用される2個の大型カップリング・コンデンサを省くことができます。あるいは、外付けカップリング・コンデンサを用いてシングル・エンド・モードで両方の出力を使用することもできます(Figure 43)。

電源除去比(PSRR)がすぐれているためバッテリに直接接続でき、LDOが不要となります。

特長

- 5.0 V電源から16 Ωの負荷に135 mWを供給
- 非常に高いPSRR (85 dB標準) バッテリに直接接続
- 「ポップ/クリック」ノイズ保護回路
- 超低消費電流シャットダウン・モード
- 2.2 V〜5.5 V動作
- すぐれた全高調波歪み+ノイズ(THD+N)：0.01%未満
- 外部ターンオン/ターンオフ設定機能
- 熱過負荷保護回路
- NCP2809Bは超薄型UDFNパッケージ(3 mm x 3 mm)で供給
- 鉛フリー・パッケージあり

代表的アプリケーション

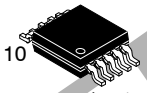
- 携帯電話
- ポータブル・ステレオ
- MP3プレーヤ
- デスクトップ/ノートブック・コンピュータ

DISCONTINUED
THIS DEVICE IS NOT RECOMMENDED FOR NEW DESIGN
PLEASE CONTACT YOUR onsemi
REPRESENTATIVE FOR INFORMATION

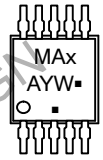
ON Semiconductor®

http://onsemi.com

MARKING DIAGRAM



Micro10
DM SUFFIX
CASE 846B

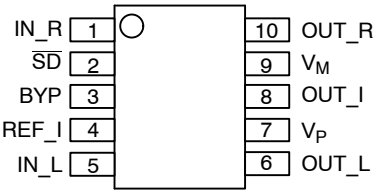


10 PIN DFN
MU SUFFIX
CASE 506AT

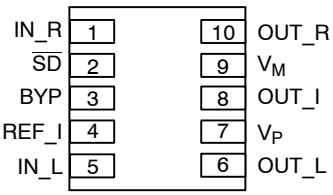
x = E for NCP2809A
C for NCP2809B
A = Assembly Location
L = Wafer Lot
Y = Year
W = Work Week
▪ = Pb−Free Package

(Note: Microdot may be in either location)

PIN CONNECTIONS



(Top View)
Micro10



(Top View)
UDFN10

ORDERING INFORMATION

See detailed ordering and shipping information in the package dimensions section on page 22 of this data sheet.

© Semiconductor Components Industries, LLC, 2011

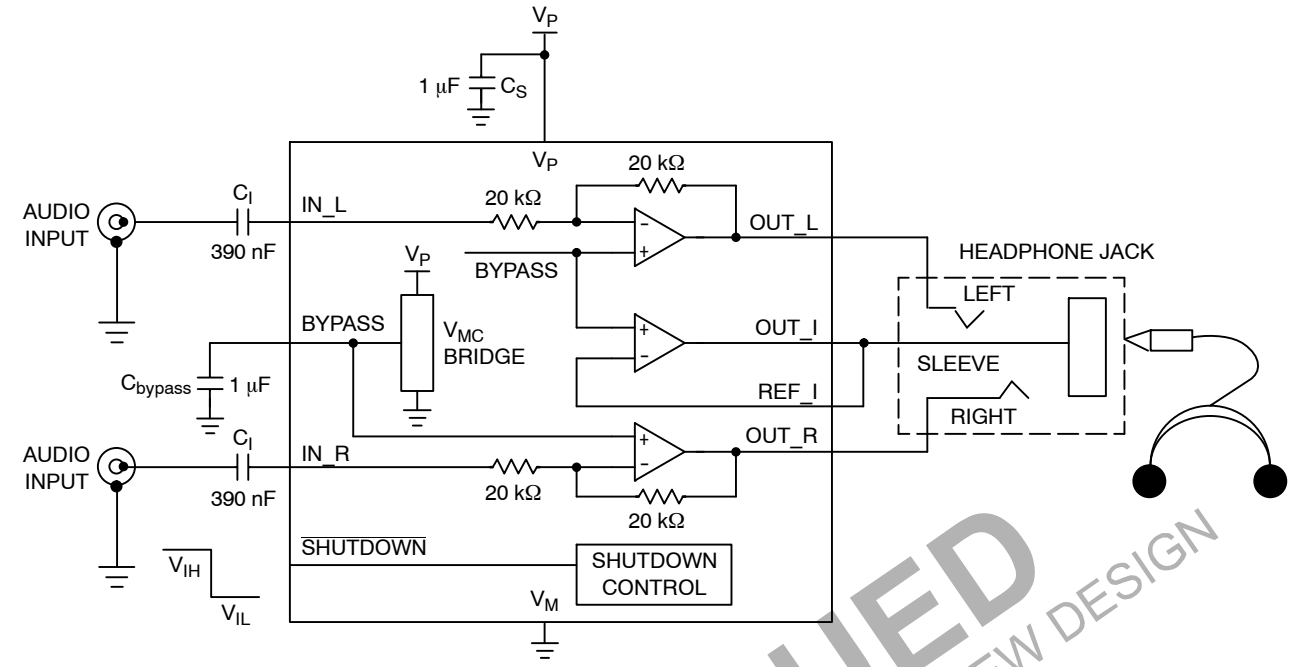


Figure 1. NCP2809A Typical Application Schematic without Output Coupling Capacitor (NOCAP Configuration)

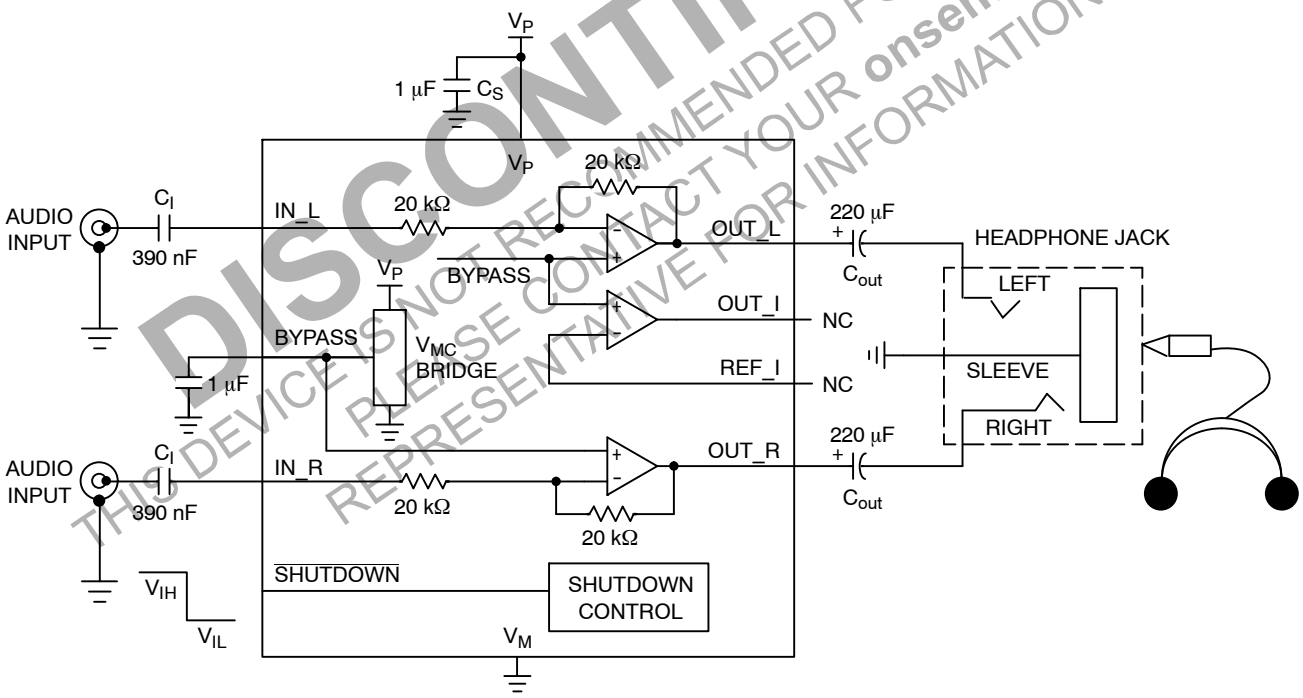


Figure 2. NCP2809A Typical Application Schematic with Output Coupling Capacitor

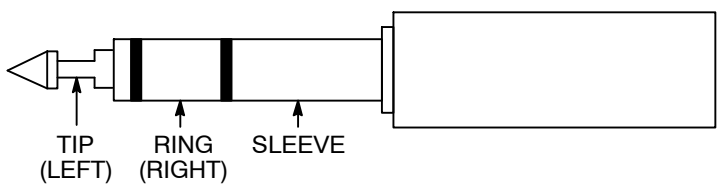


Figure 3. Typical 3−Wire Headphone Plug

DISCONTINUED
THIS DEVICE IS NOT RECOMMENDED FOR NEW DESIGN
PLEASE CONTACT YOUR onsemi
REPRESENTATIVE FOR INFORMATION

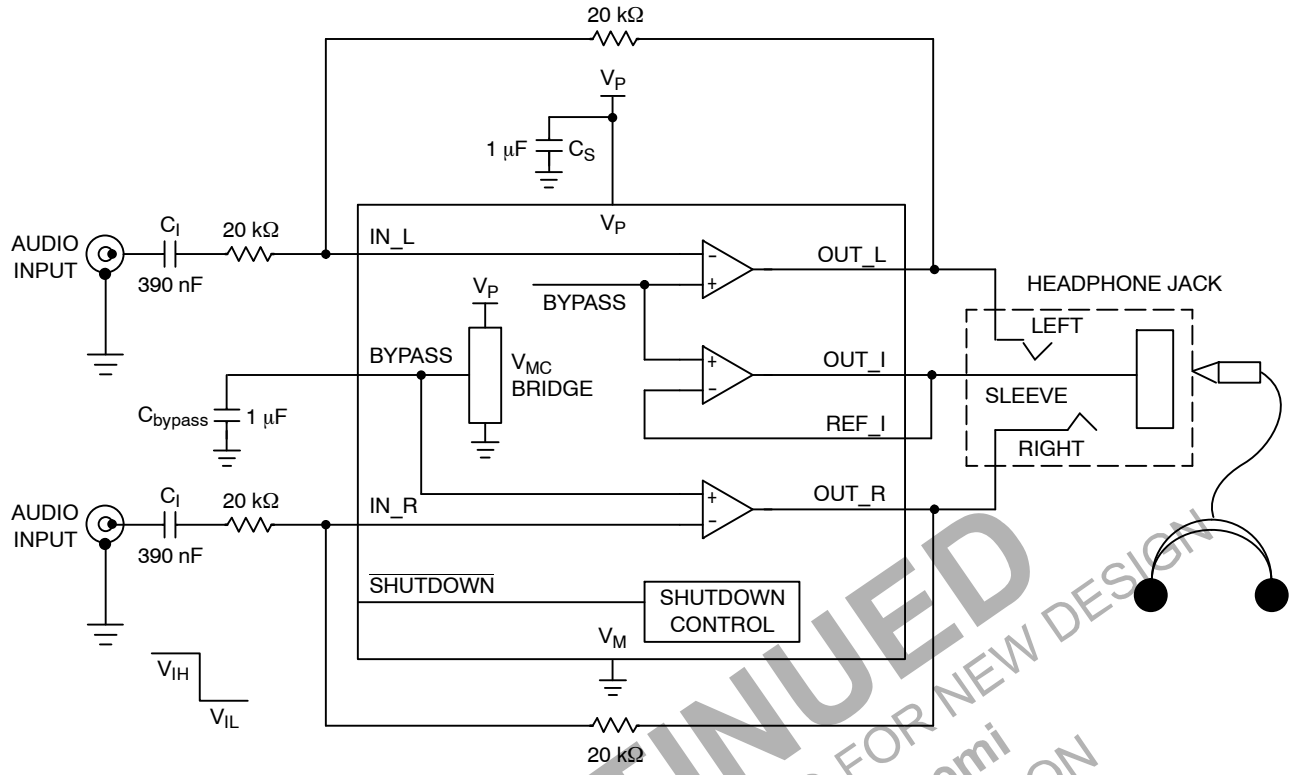


Figure 4. NCP2809B Typical Application Schematic without Output Coupling Capacitor (NOCAP Configuration)

DISCONTINUED
THIS DEVICE IS NOT RECOMMENDED FOR NEW DESIGN
PLEASE CONTACT YOUR onsemi
REPRESENTATIVE FOR INFORMATION

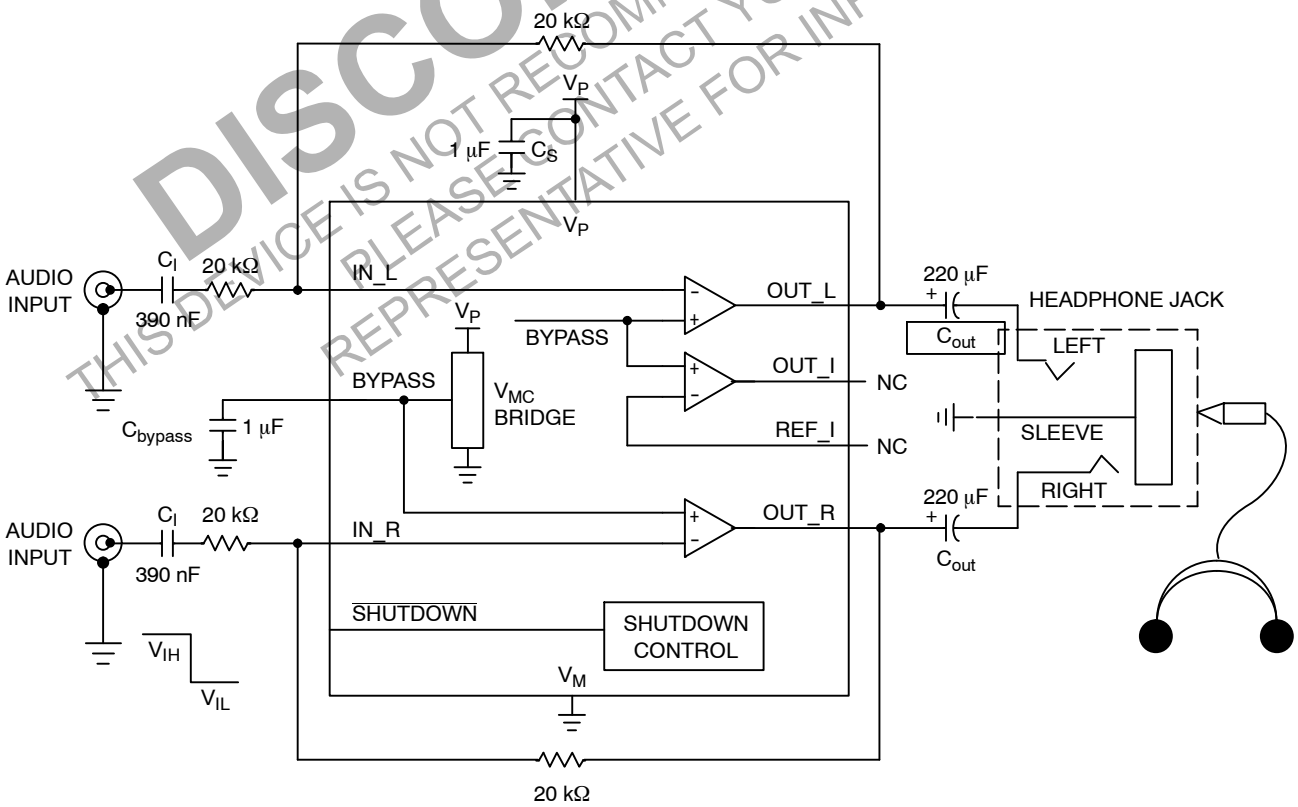


Figure 5. NCP2809B Typical Application Schematic with Output Coupling Capacitor

PIN FUNCTION DESCRIPTION

Pin	Type	Symbol	Description
1	I	IN_R	Negative input of the second amplifier. It receives the audio input signal. Connected to the input capicator C_{in} (NCP2809A) or the external R_{in} (NCP2809B).
2	I	$\overline{\text{SHUTDOWN}}$	The device enters in shutdown mode when a a low level is applied on this pin.
3	I	BYPASS	Bypass capacitor pin which provides the common mode voltage (V_P/2).
4	O	REF_I	Virtual ground amplifier feed back. This pin sets the stereo headset ground. In order to improve crosstalk, this pin must be connected as close as possible to the ground connection of the headset (ideally at the ground pin of the headset connector). When one uses bypassing capacitors, this pin must be left unconnected.
5	I	IN_L	Negative input of the first amplifier. It receives the audio input signal. Connected to the input capacitor C_{in} (NCP2809A) or the external R_{in} (NCP2809B).
6	O	OUT_L	Stereo headset amplifier analog output left. This pin will output the amplified analog signal and, depending on the application, must be coupled with a capacitor or directly connected to the left loudspeaker of the headset. This output is able to drive a 16 Ω load in a single−ended configuration.
7	I	V_P	Positive analog supply of the cell. Range: 2.2 V − 5.5 V
8	O	OUT_I	Virtual ground for stereo Headset common connection. This pin is directly connected to the common connection of the headset when use of bypassing capacitor is not required. When one uses bypassing capacitors, this pin must be left unconnected.
9	I	V_M	Analog Ground
10	O	OUT_R	Stereo headset amplifier analog output right. This pin will output the amplified analog signal and, depending on the application, must be coupled with a capacitor or directly connected to the right loudspeaker of the headset. This output is able to drive a 16 Ω load in a single−ended configuration.

DISCONTINUED
THIS DEVICE IS NOT RECOMMENDED FOR NEW DESIGN
PLEASE CONTACT YOUR onsemi
REPRESENTATIVE FOR INFORMATION

MAXIMUM RATINGS (T_A = +25°C)

Rating	Symbol	Value	Unit
Supply Voltage	V_p	6.0	V
Operating Supply Voltage	O_p V_p	2.2 to 5.5	V
Input Voltage	V_{in}	−0.3 to V_{CC} + 0.3	V
Max Output Current	I_{out}	250	mA
Power Dissipation	P_d	Internally Limited	−
Operating Ambient Temperature	T_A	−40 to +85	°C
Max Junction Temperature	T_J	150	°C
Storage Temperature Range	T_{stg}	−65 to +150	°C
Thermal Resistance, Junction−to−Air Micro10 UDFN	$R_{\theta JA}$	 200 240	°C/W
ESD Protection Human Body Model (HBM) (Note 1) Machine Model (MM) (Note 2)	−	 8000 200	V
Latch up current at Ta = 85°C (Note 3)		±100	mA

Stresses exceeding Maximum Ratings may damage the device. Maximum Ratings are stress ratings only. Functional operation above the Recommended Operating Conditions is not implied. Extended exposure to stresses above the Recommended Operating Conditions may affect device reliability.

1. Human Body Model, 100 pF discharged through a 1.5 kΩ resistor following specification JESD22/A114 8.0 kV can be applied on OUT_L, OUT_R, REF_I and OUT_I outputs. For other pins, 2.0 kV is the specified voltage.
2. Machine Model, 200 pF discharged through all pins following specification JESD22/A115.
3. Maximum ratings per JEDEC standard JESD78.

*This device contains 752 active transistors and 1740 MOS gates.

ELECTRICAL CHARACTERISTICS All the parameters are given in the capless configuration (typical application).
The following parameters are given for the NCP2809A and NCP2809B mounted externally with 0 dB gain, unless otherwise noted.
(For typical values T_A = 25°C, for min and max values T_A = −40°C to 85°C, T_{Jmax} = 125°C, unless otherwise noted.)

Characteristic	Symbol	Conditions	Min (Note 4)	Typ	Max (Note 4)	Unit
Supply Quiescent Current	I_{DD}	V_{in} = 0 V, R_L = 16 Ω V_p = 2.4 V V_p = 5.0 V		 1.54 1.84	 2.8 3.6	mA
Output Offset Voltage	V_{off}	V_p = 2.4 V V_p = 5.0 V	−25	1.0	+25	mV
Shutdown Current	I_{SD}	V_p = 5.0 V		10	600	nA
Shutdown Voltage High (Note 5)	V_{SDIH}	−	1.2			V
Shutdown Voltage Low	V_{SDIL}	−			0.4	V
Turning On Time (Note 6)	T_{WU}	C_{by} = 1.0 μF		285		ms
Turning Off Time (Note 6)	T_{SD}	C_{by} = 1.0 μF		50		ms
Max Output Swing	$V_{loadpeak}$	V_p = 2.4 V, R_L = 16 Ω V_p = 5.0 V, R_L = 16 Ω V_p = 2.4 V, R_L = 32 Ω V_p = 5.0 V, R_L = 32 Ω	0.82 1.94	0.9 2.05 1.04 2.26		V
Max Rms Output Power	P_{Orms}	V_p = 2.4 V, R_L = 16 Ω, THD+N<0.1% V_p = 5.0 V, R_L = 16 Ω, THD+N<0.1% V_p = 2.4 V, R_L = 32 Ω, THD+N<0.1% V_p = 5.0 V, R_L = 32 Ω, THD+N<0.1%		24 131 17 80		mW
Voltage Gain	G	NCP2809A only	−0.5	0	+0.5	dB
Input Impedance	Z_{in}	NCP2809A only		20		kΩ
Crosstalk	CS	f = 1.0 kHz V_p = 2.4 V, R_L = 16 Ω, P_{out} = 20 mW V_p = 2.4 V, R_L = 32 Ω, P_{out} = 10 mW V_p = 3.0 V, R_L = 16 Ω, P_{out} = 30 mW V_p = 3.0 V, R_L = 32 Ω, P_{out} = 20 mW V_p = 5.0 V, R_L = 16 Ω, P_{out} = 75 mW V_p = 5.0 V, R_L = 32 Ω, P_{out} = 50 mW		 −63.5 −72.5 −64 −73 −64 −73		dB
Signal to Noise Ratio	SNR	f = 1.0 kHz V_p = 2.4 V, R_L = 16 Ω, P_{out} = 20 mW V_p = 2.4 V, R_L = 32 Ω, P_{out} = 10 mW V_p = 3.0 V, R_L = 16 Ω, P_{out} = 30 mW V_p = 3.0 V, R_L = 32 Ω, P_{out} = 20 mW V_p = 5.0 V, R_L = 16 Ω, P_{out} = 75 mW V_p = 5.0 V, R_L = 32 Ω, P_{out} = 50 mW		 88.3 89 90.5 92 95.1 96.1		dB

4. Min/Max limits are guaranteed by production test.
5. At T_A = −40°C, the minimum value is set to 1.5 V.
6. See page 10 for a theoretical approach to these parameters.

DISCONTINUED
THIS DEVICE IS NOT RECOMMENDED FOR NEW DESIGN
PLEASE CONTACT YOUR onsemi
REPRESENTATIVE FOR INFORMATION

ELECTRICAL CHARACTERISTICS All the parameters are given in the capless configuration (typical application).
The following parameters are given for the NCP2809A and NCP2809B mounted externally with 0 dB gain, unless otherwise noted.
(For typical values T_A = 25°C, for min and max values T_A = −40°C to 85°C, T_{Jmax} = 125°C, unless otherwise noted.)

Characteristic	Symbol	Conditions	Min (Note 7)	Typ	Max (Note 7)	Unit
Positive Supply Rejection Ratio	PSRR V+	R_L = 16 Ω $V_{pripple_pp}$ = 200 mV C_{by} = 1.0 μF Input Terminated with 10 Ω **NCP2809A** F = 217 Hz V_p = 5.0 V V_p = 2.4 V F = 1.0 kHz V_p = 5.0 V V_p = 2.4 V		 −73 −82 −73 −85		dB
Positive Supply Rejection Ratio	PSRR V+	R_L = 16 Ω $V_{pripple_pp}$ = 200 mV C_{by} = 1.0 μF Input Terminated with 10 Ω **NCP2809B** with 0 dB External Gain F = 217 Hz V_p = 5.0 V V_p = 2.4 V F = 1.0 kHz V_p = 5.0 V V_p = 2.4 V		 −80 −82 −81 −81		dB
Efficiency	η	V_P = 5.0 V, R_L = 16 Ω = 135 mW		63		%
Thermal Shutdown Temperature (Note 8)	T_{sd}	–		160		°C
Total Harmonic Distortion + Noise (Note 9)	THD+N	V_P = 2.4 V, f = 1.0 kHz R_L = 16 Ω, P_{out} = 20 mW R_L = 32 Ω, P_{out} = 15 mW V_P = 5.0 V, f = 1.0 kHz R_L = 16 Ω, P_{out} = 120 mW R_L = 32 Ω, P_{out} = 70 mW		 0.006 0.004 0.005 0.003		%

7. Min/Max limits are guaranteed by production test.
8. This thermal shutdown is made with an hysteresis function. Typically, the device turns off at 160°C and turns on again when the junction temperature is less than 140°C.
9. The outputs of the device are sensitive to a coupling capacitor to Ground. To ensure THD+N at very low level for any sort of headset (16 Ω or 32 Ω), outputs (OUT_R, OUT_L, OUT_I and REF_I) must not be grounded with more than 500 pF.

DISCONTINUED
THIS DEVICE IS NOT RECOMMENDED FOR NEW DESIGN
PLEASE CONTACT YOUR onsemi
REPRESENTATIVE FOR INFORMATION

TYPICAL CHARACTERISTICS

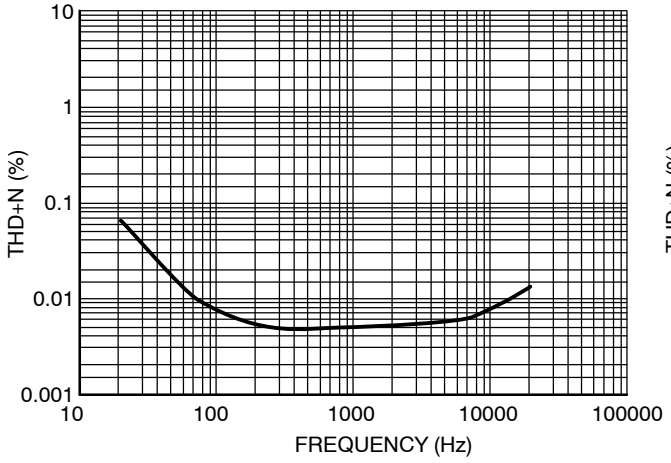


Figure 6. THD+N vs. Frequency
V_p = 5.0 V, R_L = 16 Ω, P_{out} = 75 mW

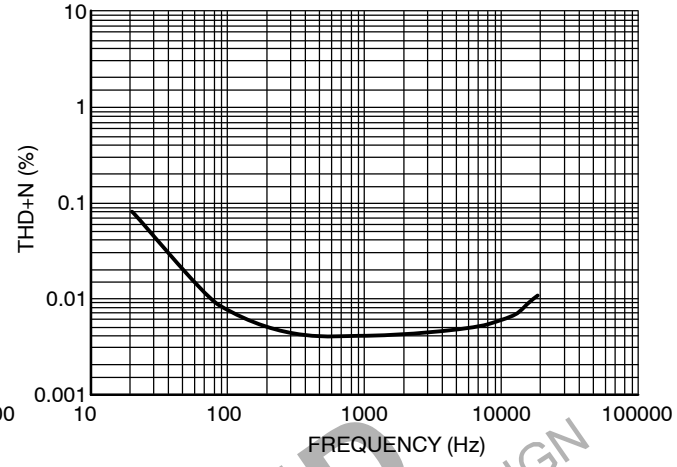


Figure 7. THD+N vs. Frequency
V_p = 5.0 V, R_L = 32 Ω, P_{out} = 50 mW

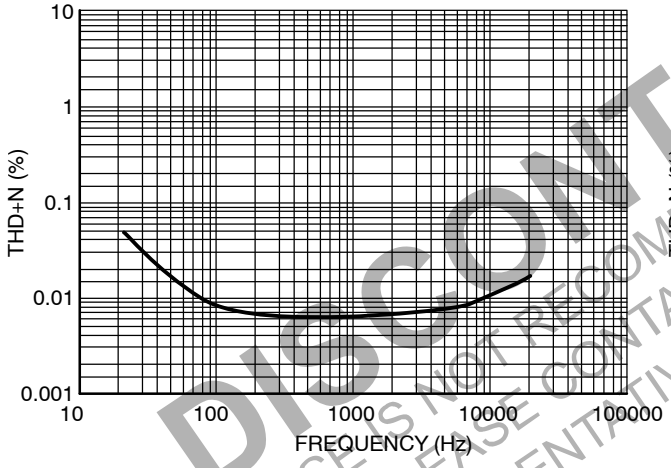


Figure 8. THD+N vs. Frequency
V_p = 3.0 V, R_L = 16 Ω, P_{out} = 30 mW

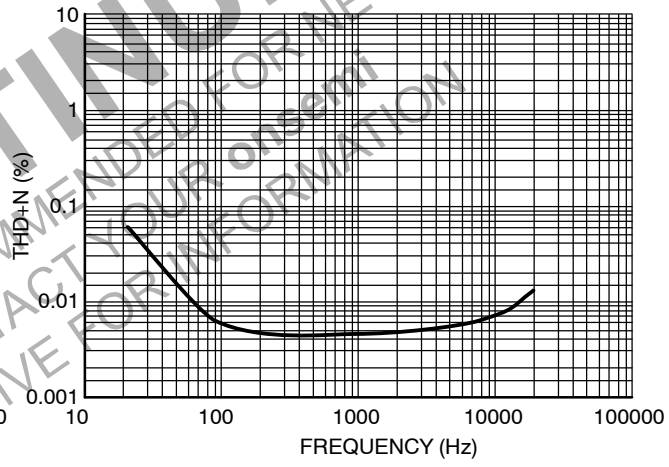


Figure 9. THD+N vs. Frequency
V_p = 3.0 V, R_L = 32 Ω, P_{out} = 20 mW

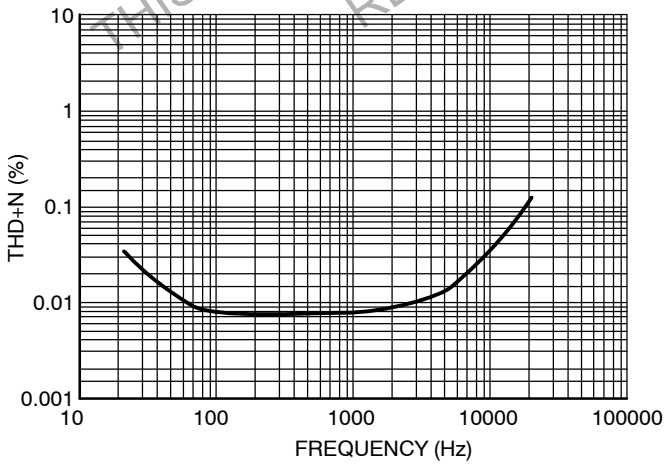


Figure 10. THD+N vs. Frequency
V_p = 2.4 V, R_L = 16 Ω, P_{out} = 20 mW

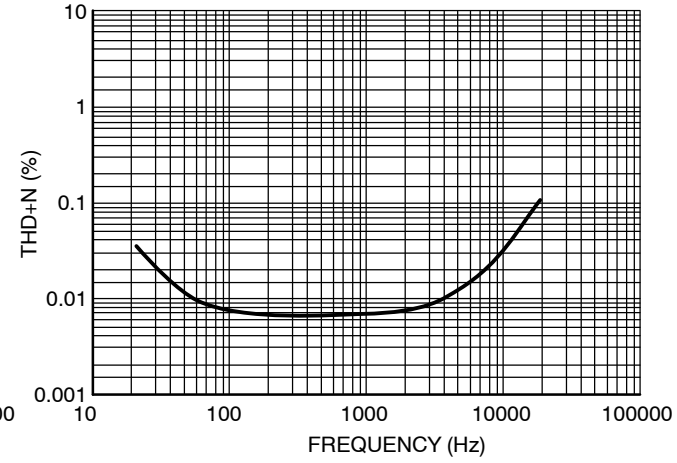


Figure 11. THD+N vs. Frequency
V_p = 2.4 V, R_L = 32 Ω, P_{out} = 10 mW

DISCONTINUED
THIS DEVICE IS NOT RECOMMENDED FOR NEW DESIGN
PLEASE CONTACT YOUR onsemi
REPRESENTATIVE FOR INFORMATION

TYPICAL CHARACTERISTICS

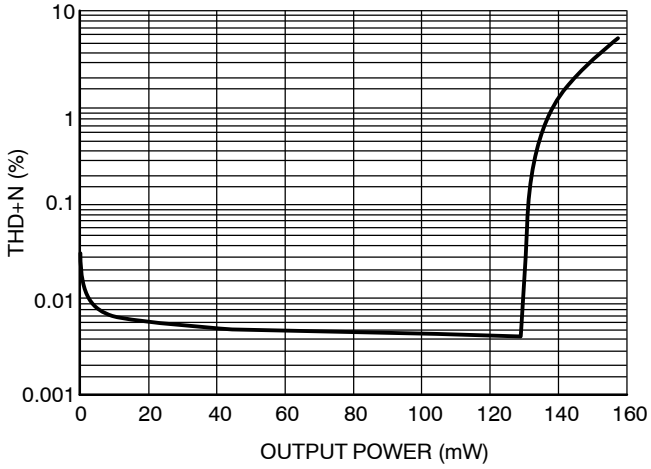


Figure 12. THD+N vs. Power Out
V_p = 5.0 V, R_L = 16 Ω, 1.0 kHz

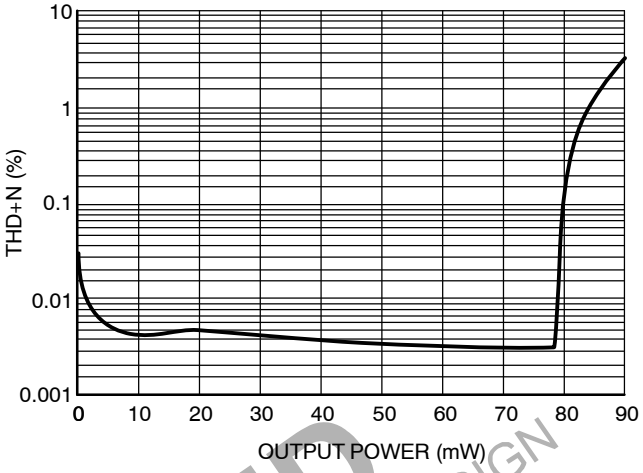


Figure 13. THD+N vs. Power Out
V_p = 5.0 V, R_L = 32 Ω, 1.0 kHz

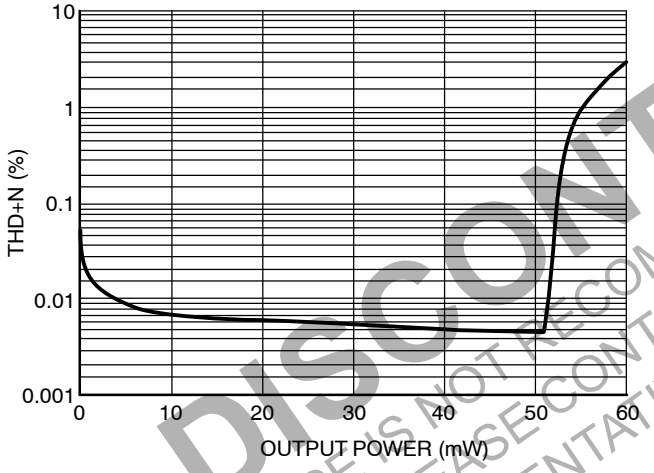


Figure 14. THD+N vs. Power Out
V_p = 3.3 V, R_L = 16 Ω, 1.0 kHz

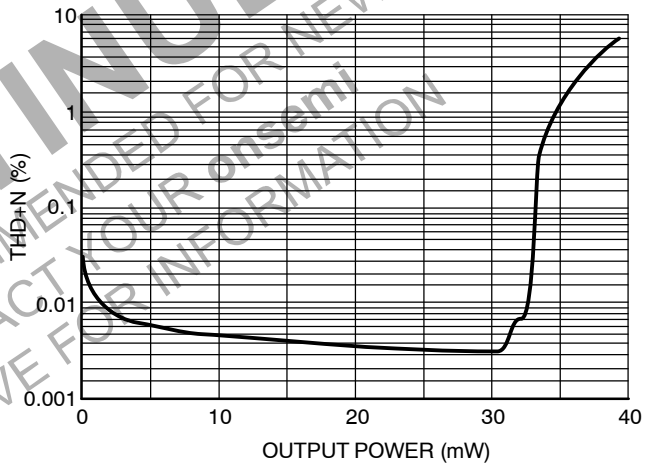


Figure 15. THD+N vs. Power Out
V_p = 3.3 V, R_L = 32 Ω, 1.0 kHz

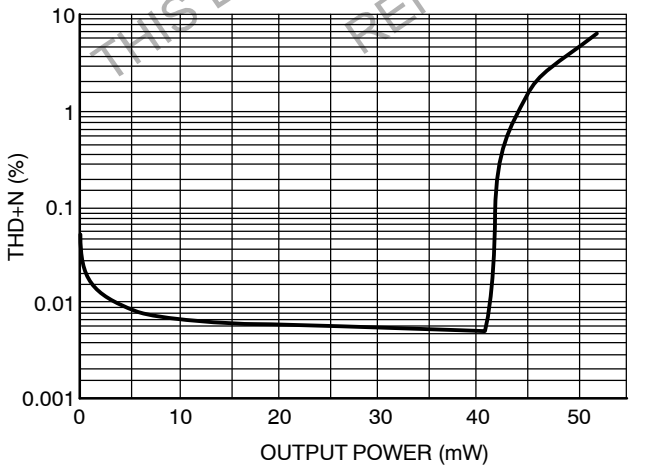


Figure 16. THD+N vs. Power Out
V_p = 3.0 V, R_L = 16 Ω, 1.0 kHz

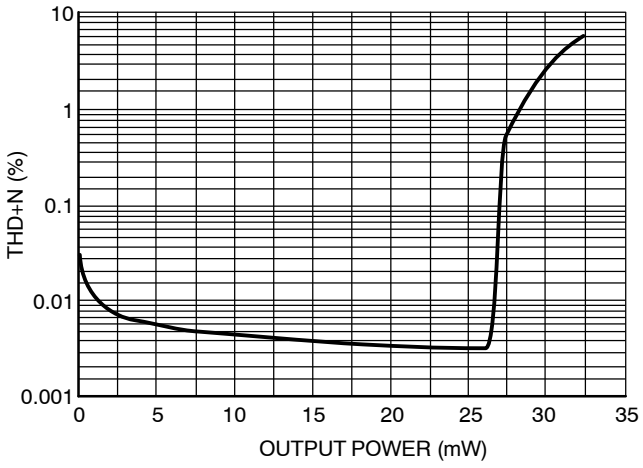


Figure 17. THD+N vs. Power Out
V_p = 3.0 V, R_L = 32 Ω, 1.0 kHz

DISCONTINUED
THIS DEVICE IS NOT RECOMMENDED FOR NEW DESIGN
PLEASE CONTACT YOUR onsemi
REPRESENTATIVE FOR INFORMATION

TYPICAL CHARACTERISTICS

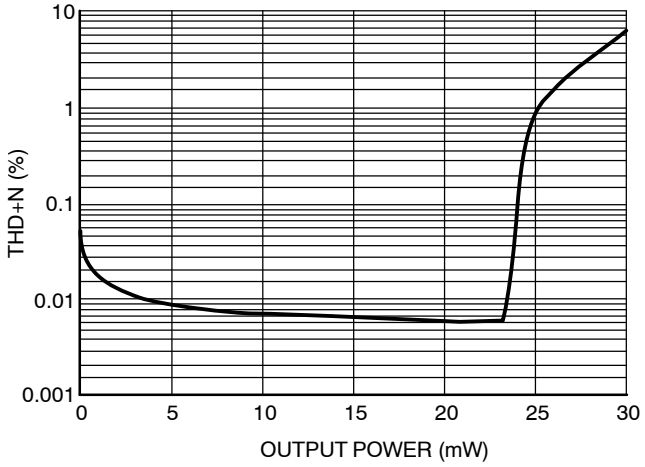


Figure 18. THD+N vs. Power Out
V_p = 2.4 V, R_L = 16 Ω, 1.0 kHz

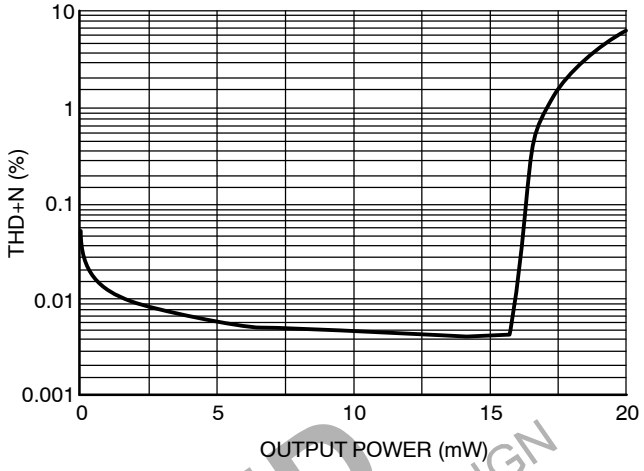


Figure 19. THD+N vs. Power Out
V_p = 2.4 V, R_L = 3.2 Ω, 1.0 kHz

DISCONTINUED
THIS DEVICE IS NOT RECOMMENDED FOR NEW DESIGN
PLEASE CONTACT YOUR onsemi
REPRESENTATIVE FOR INFORMATION

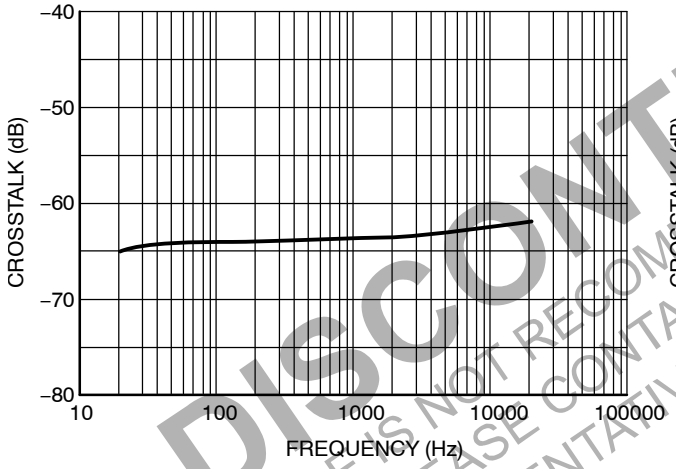


Figure 20. Crosstalk
V_p = 5.0 V, R_L = 16 Ω, P_{out} = 75 mW

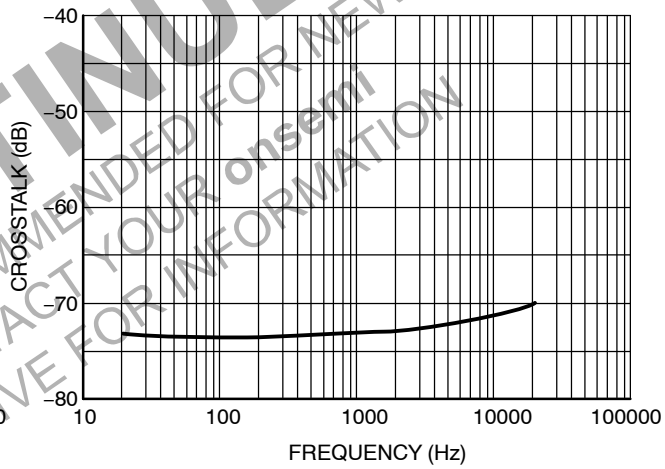


Figure 21. Crosstalk
V_p = 5.0 V, R_L = 32 Ω, P_{out} = 50 mW

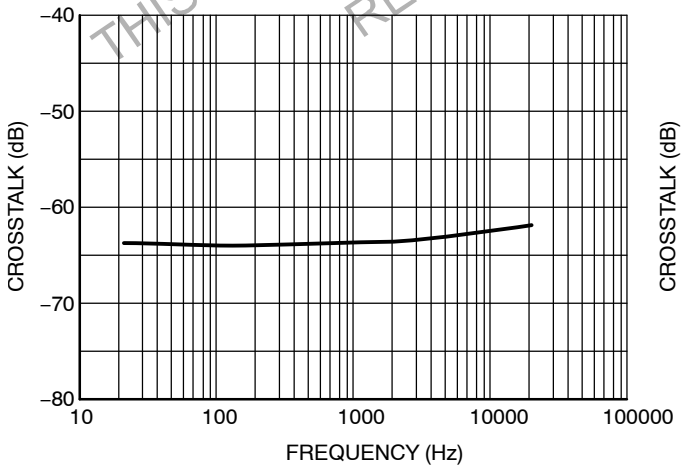


Figure 22. Crosstalk
V_p = 3.0 V, R_L = 16 Ω, P_{out} = 30 mW

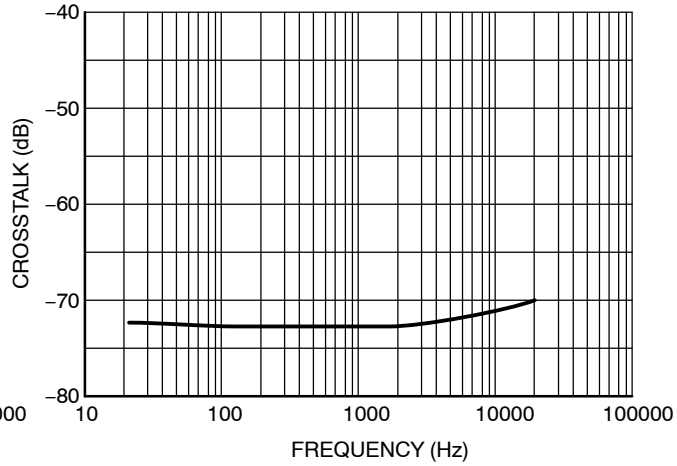


Figure 23. Crosstalk
V_p = 3.0 V, R_L = 32 Ω, P_{out} = 20 mW

TYPICAL CHARACTERISTICS

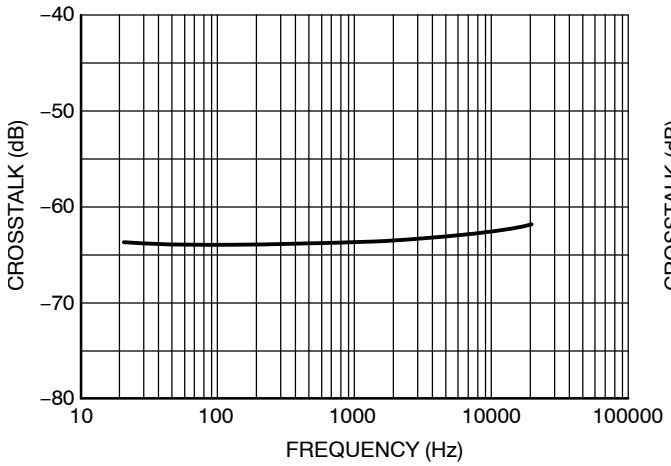


Figure 24. Crosstalk
V_p = 2.4 V, R_L = 16 Ω, P_{out} = 20 mW

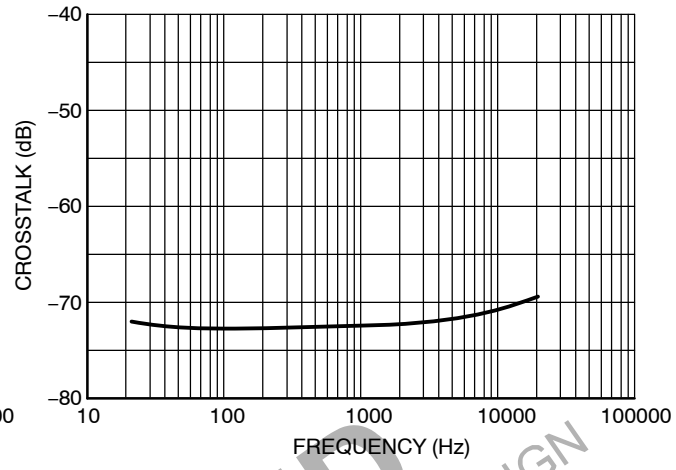


Figure 25. Crosstalk
V_p = 2.4 V, R_L = 32 Ω, P_{out} = 10 mW

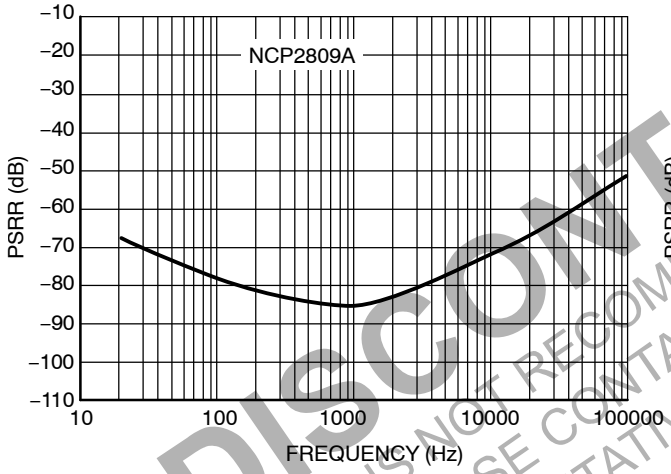


Figure 26. PSRR − Input Grounded with 10 Ω
V_p = 2.4 V, V_{ripple} = 200 mV pk−pk, R_L =16 Ω

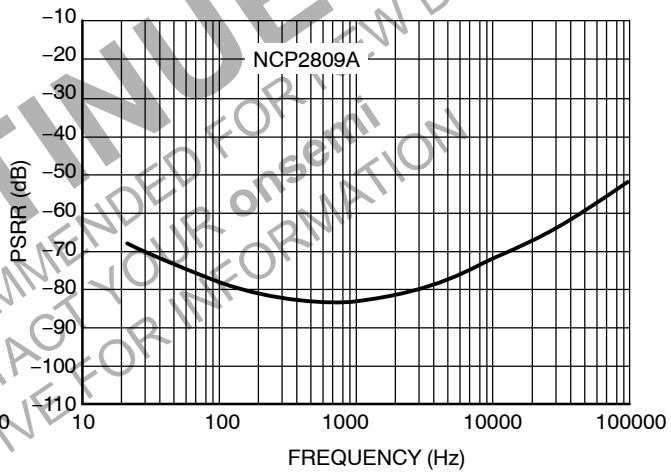


Figure 27. PSRR − Input Grounded with 10 Ω
V_p = 2.4 V, V_{ripple} = 200 mV pk−pk, R_L = 32 Ω

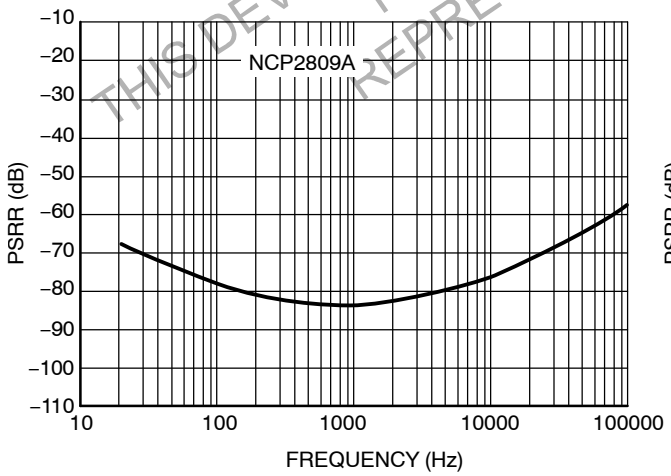


Figure 28. PSRR − Input Grounded with 10 Ω
V_p = 3.0 V, V_{ripple} = 200 mV pk−pk, R_L =16 Ω

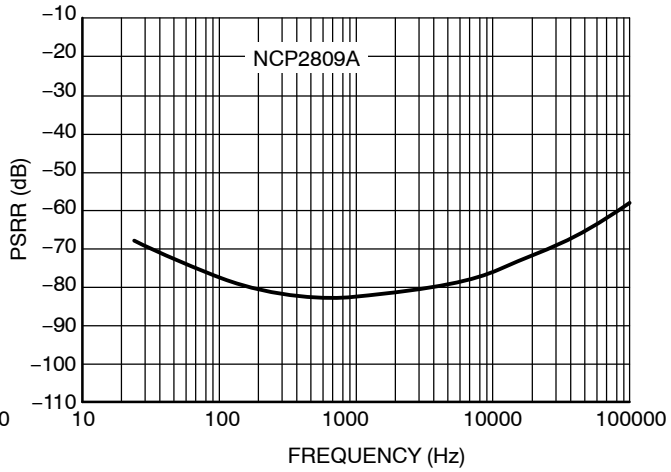


Figure 29. PSRR − Input Grounded with 10 Ω
V_p =3.0 V, V_{ripple} = 200 mV pk−pk, R_L = 32 Ω

DISCONTINUED
THIS DEVICE IS NOT RECOMMENDED FOR NEW DESIGN
PLEASE CONTACT YOUR onsemi
REPRESENTATIVE FOR INFORMATION

TYPICAL CHARACTERISTICS

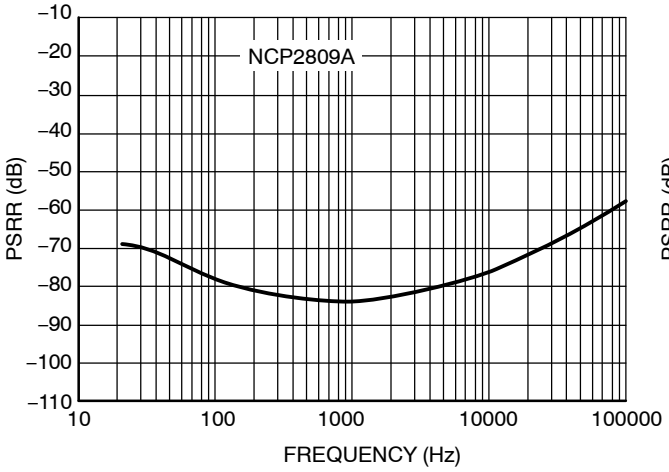


Figure 30. PSRR − Input Grounded with 10 Ω
V_p = 3.3 V, V_{ripple} = 200 mV pk−pk, R_L =16 Ω

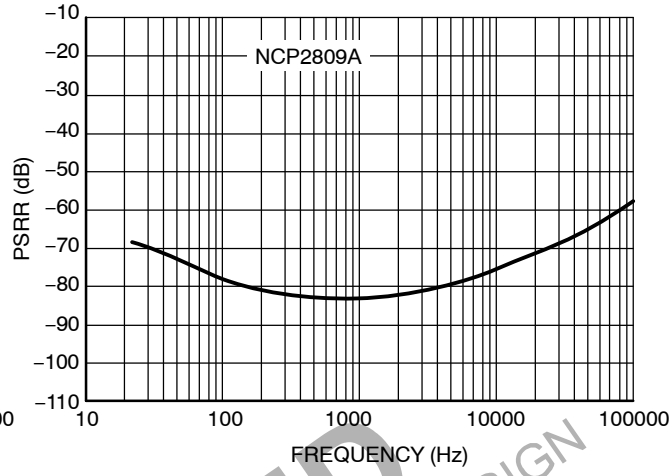


Figure 31. PSRR − Input Grounded with 10 Ω
V_p = 3.3 V, V_{ripple} = 200 mV pk−pk, R_L = 32 Ω

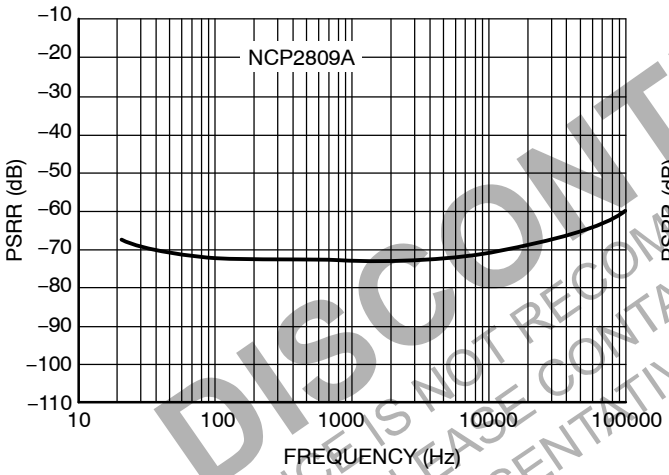


Figure 32. PSRR − Input Grounded with 10 Ω
V_p = 5.0 V, V_{ripple} = 200 mV pk−pk, R_L =16 Ω

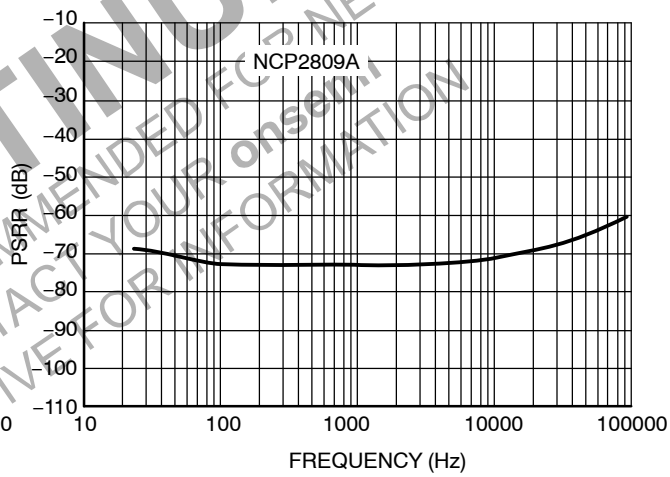


Figure 33. PSRR − Input Grounded with 10 Ω
V_p = 5.0 V, V_{ripple} = 200 mV pk−pk, R_L = 32 Ω

DISCONTINUED
THIS DEVICE IS NOT RECOMMENDED FOR NEW DESIGN
PLEASE CONTACT YOUR onsemi
REPRESENTATIVE FOR INFORMATION

TYPICAL CHARACTERISTICS

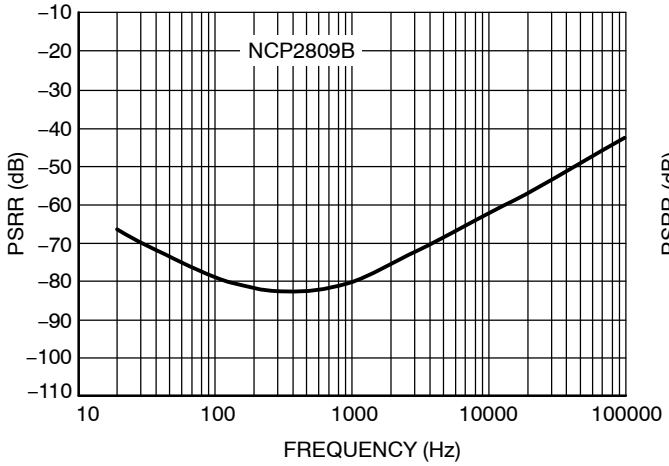


Figure 34. PSRR − Input Grounded with 10 Ω V_p = 2.4 V, V_{ripple} = 200 mV pk−pk, R_L =16 Ω, G = 1 (0 dB)

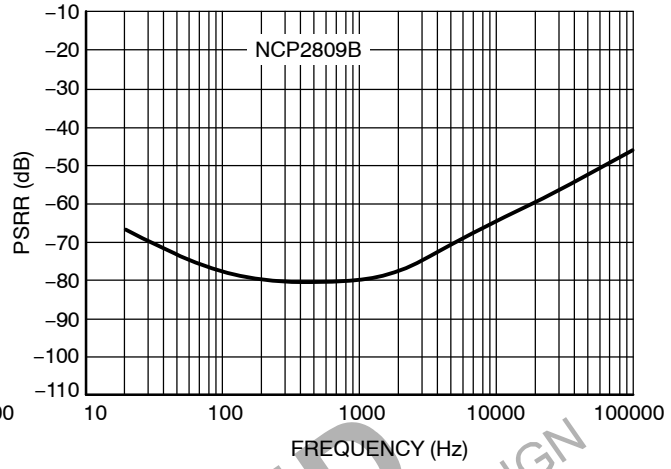


Figure 35. PSRR − Input Grounded with 10 Ω V_p = 5.0 V, V_{ripple} = 200 mV pk−pk, R_L = 16 Ω, G = 1 (0 dB)

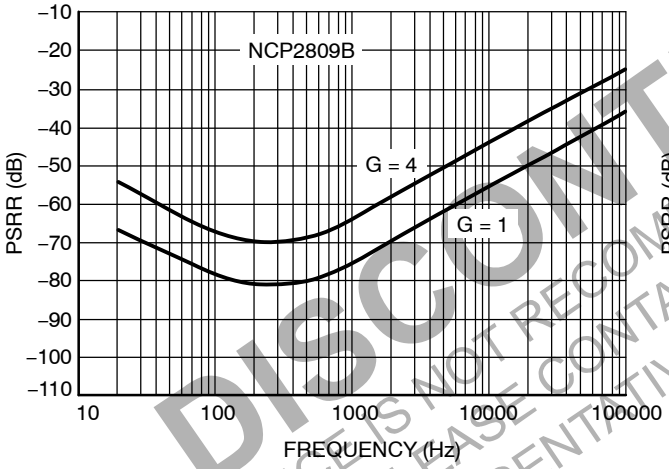


Figure 36. PSRR − Input Grounded with 10 Ω V_p = 2.4 V, V_{ripple} = 200 mV pk−pk, R_L =16 Ω, G = 1 (0 dB) and G = 4 (12 dB)

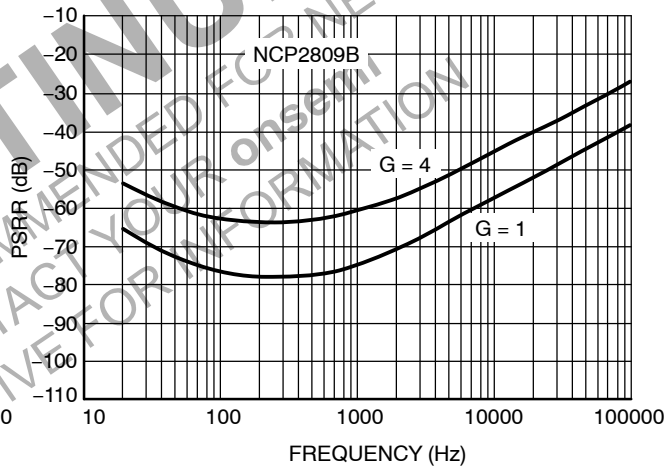


Figure 37. PSRR − Input Grounded with 10 Ω V_p = 5.0 V, V_{ripple} = 200 mV pk−pk, R_L = 16 Ω, G = 1 (0 dB) and G = 4 (12 dB)

DISCONTINUED
THIS DEVICE IS NOT RECOMMENDED FOR NEW DESIGN
RELEASE CONTACT YOUR onsemi REPRESENTATIVE FOR INFORMATION

TYPICAL CHARACTERISTICS

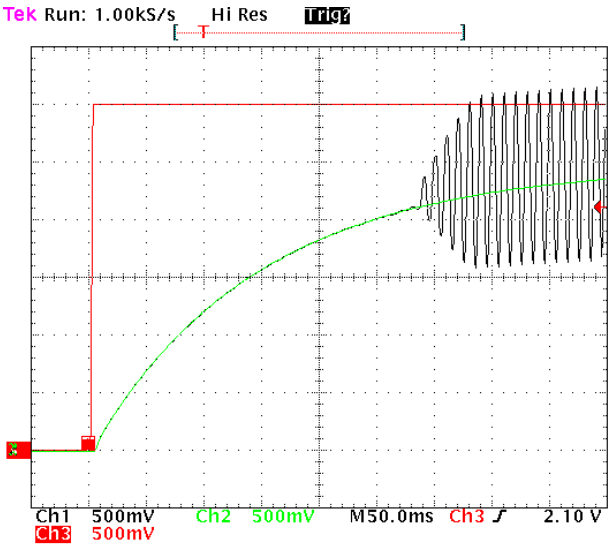


Figure 38. Turning–On Time/V_p = 5.0 V and F = 100 Hz Ch1 = OUT_R, Ch2 = VMC and Ch3 = Shutdown

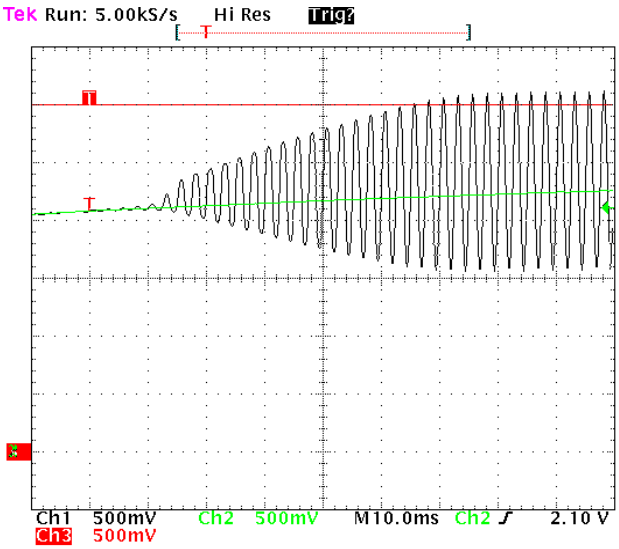


Figure 39. Turning–On Time Zoom/V_p = 5.0 V and F = 400 Hz Ch1 = OUT_R, Ch2 = VMC and Ch3 = Shutdown

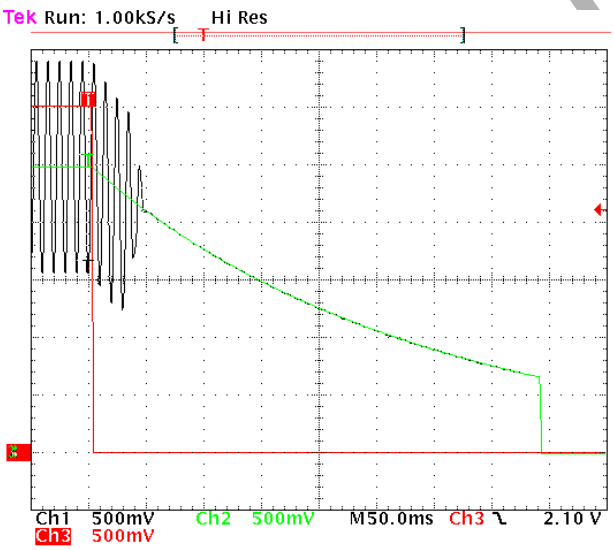


Figure 40. Turning–Off Time/V_p = 5.0 V and F = 100 Hz Ch1 = OUT_R, Ch2 = VMC and Ch3 = Shutdown

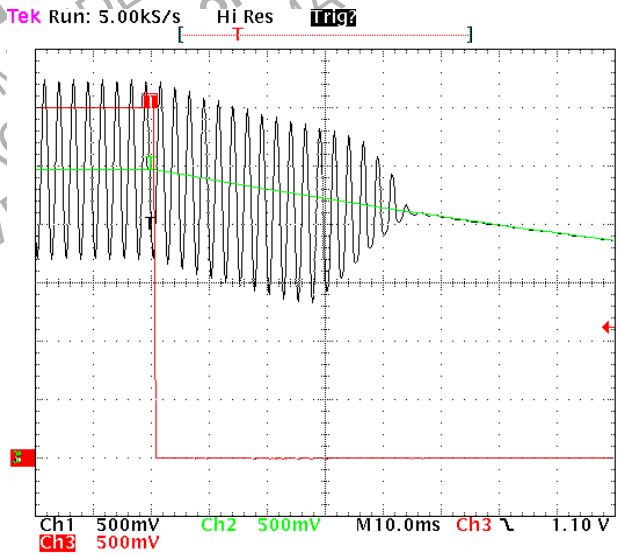


Figure 41. TurningOff Time Zoom/Vp = 5.0 V and F = 400 Hz Ch1 = OUT_R, Ch2 = VMC and Ch3 = Shutdown

アプリケーション情報

詳細な説明

NCP2809オーディオ・パワー・アンプは、2.6 V〜5.0 Vの電源で動作します。出力電力は、24 mW_{rms} (16 Ω負荷、V_P = 2.4 V)、131 mW_{rms} (16 Ω負荷、V_P = 5.0 V)です。

NCP2809の基本的な構造は、2個の同じ内部パワー・アンプから構成されています。NCP2809Aの内部ゲインは0 dB固定で、NCP2809Bを使用して外部からゲインを設定できます。

内部パワー・アンプ

このアンプのP_{mos}トランジスタおよびN_{mos}トランジスタは、クリッピングなしに規定出力電力を供給するように設計されています。N_{mos}トランジスタおよびP_{mos}トランジスタのチャネル抵抗(R_{on})は、電流駆動時に3.0 Ω以下です。

内部パワー・アンプの構造は、3個の対称型ゲイン段から構成されています。帯域幅およびDCゲインを最大にするため、最初と中間のゲイン段はトランスコンダクタンス・ゲイン段です。

ターンオンおよびターンオフの遷移

ターンオン/ターンオフ・トランジスタの以下の説明は、Figure 38〜41の曲線に対応しています。

遷移時の「ポップ/クリック」ノイズを排除するために、負荷側での出力電力の上昇と低下を緩やかに実施する必要があります。シャットダウン・ピンにロジック・ハイが印加されると、バイパス電圧が指数的に上昇し始め、出力DCレベルがコモン・モード電圧付近になると、ゲインが緩やかに上昇します(50 ms)。このようにデバイスをターンオンする方法は、「ポップ/クリック」ノイズを低減させるうえで最適です。

25°C時のターンオン時間の理論値は、次の式で得られます。

C_{by}：バイパス・コンデンサ

R：300 k内部抵抗(精度25%)

$$T_{on} = 0.95 * R * C_{by}$$

シャットダウン・ピンにロジック・ローが印加されると、デバイスはシャットダウン・モードに入ります。

– Figure 41に示すように、50 ms後、内部的にゲインがゼロになるためオーディオ信号が供給されなくなります。

– 385 ms後、バイパス電圧が指数的に放電してDC信号が0.7 Vに低下します。その後、Figure 40に示すようにグランドに接続されます。

ターンオフ時間の理論値は次の式で得られます。

$$T_{off} = R * C_{by} * Ln(V_p/1.4)$$

シャットダウン機能

NCP2809は、シャットダウン信号がローになるとシャットダウン・モードに入ります。シャットダウン・モードでは、回路のDC静止電流は600 nAを上回りません。

電流制限保護回路

回路の最大出力電力(P_{orms} = 135 mW、V_P = 5.0 V、R_L = 16 Ω)を達成するには、負荷側でピーク電流130 mAが必要です。

短絡発生時に負荷側での過大な電力消費を制限するために、負荷の電流制限は250 mAに固定されています。出力MOSトランジスタの電流がリアルタイムでモニタされ、250 mAを上回ると、対応するMOSトランジスタのゲート電圧がクリップされ、それ以上電流を供給できなくなります。

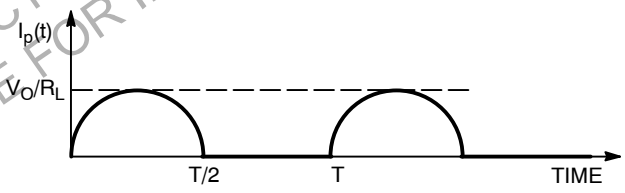
熱過負荷保護回路

温度が160°Cを上回ると内部アンプがオフになり、温度が140°Cを下回るまではオンに戻りません。

NCP2809は、ステレオ・オーディオ・パワー・アンプです。

出力カップリング・コンデンサを使用するシングル・エンド・トポロジが必要とされるアプリケーションでは、バッテリから1つの出力に供給される電流は次のようになります。

- $V_O(t)$は、負荷から見たAC電圧です。
  ここでは、周期T、ピーク電圧V_Oの正弦波信号を想定します。
- R_Lは負荷です。



したがって、バッテリからデバイスに供給される合計電力は以下のようになります。

$$P_{TOT} = V_p \times I_pavg$$

$$I_pavg = \frac{1}{2\pi} \times \int_0^{\pi} \frac{V_o}{R_L} \sin(t)dt = \frac{V_o}{\pi.R_L}$$

$$P_{TOT} = \frac{V_p.V_o}{\pi.R_L}$$

負荷における電力P_{OUT}は次の式で得られます。

$$P_{OUT} = \frac{V_O^2}{2R_L}$$

DISCONTINUED
THIS DEVICE IS NOT RECOMMENDED FOR NEW DESIGN
PLEASE CONTACT YOUR onsemi
REPRESENTATIVE FOR INFORMATION

デバイスの消費電力は次のようになります。

$$P_D = P_{TOT} - P_{OUT}$$

$$P_D = \frac{V_o}{R_L} \times \left[\frac{V_P}{\pi} - \frac{V_O}{2}\right]$$

特定の電源電圧が供給された場合の最大消費電力は次のようになります。

$$P_{Dmax} = \frac{V_P^2}{2\pi^2.R_L}$$

NCP2809を一般的なステレオ・アプリケーションで使用する状況では、各負荷で出力電力が等しい場合は、当然、消費電力も等しくなります。したがって、デバイスの合計電力損失は次式で得られます。

$$P_D = \frac{V_o}{R_L} \times \left[\frac{2V_P}{\pi} - V_O\right]$$

この場合、最大消費電力は次のようになります。

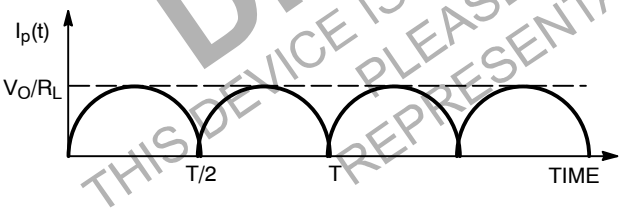
$$P_{Dmax} = \frac{V_P^2}{\pi^2.R_L}$$

シングル・エンド動作では、効率は次式で得られます。

$$\eta = \frac{\pi.V_O}{2V_P}$$

出力カップリング・コンデンサを使用しないNOCAP方式が必要とされるアプリケーションでは、バッテリから1つの出力に供給される電流は次のようになります。

- $V_o(t)$は、負荷から見たAC電圧です。この場合、周期T、ピーク電圧V_Oの正弦波信号を考えます。
- R_Lは負荷です。



したがって、バッテリからデバイスに供給される総電力は以下のようになります。

$$P_{TOT} = V_p \times I_pavg$$

$$I_pavg = \frac{1}{\pi} \times \int_0^{\pi} \frac{V_o}{R_L} \sin(t)dt = \frac{2V_o}{\pi.R_L}$$

$$P_{TOT} = \frac{2V_p.V_o}{\pi.R_L}$$

負荷における電力P_{OUT}は次のとおりです。

$$P_{OUT} = \frac{V_O^2}{2R_L}$$

デバイスによる消費電力は次のとおりです。

$$P_D = P_{TOT} - P_{OUT}$$

$$P_D = \frac{V_o}{R_L} \times \left[\frac{2V_P}{\pi} - \frac{V_O}{2}\right]$$

特定の電源電圧が供給された場合の消費電力は、$V_O = Vp/2$のときに最大になります。

$$P_{Dmax} = \frac{0.19V_P^2}{R_L}$$

NCP2809を一般的なステレオ・アプリケーションで使用する場合、出力電力が同じである各負荷は、当然ながら消費電力も同じです。したがって、デバイスの総電力損失は次式から得られます。

$$P_D = \frac{V_o}{R_L} \times \left[\frac{4V_P}{\pi} - V_O\right]$$

この場合、最大消費電力は次のようになります。

$$P_{Dmax} = \frac{0.38V_P^2}{R_L}$$

NOCAP動作では、効率は次式で得られます。

$$\eta = \frac{\pi.V_O}{4V_P}$$

ゲイン設定の選択

NCP2809オーディオ・アンプ・ファミリでは、NCP2809Aでの0 dBの閉ループ・ゲインと、NCP2809Bを使用した外部ゲイン設定を選択できます。デバイスおよびシステムの性能を最適化するには、NCP2809を低ゲイン構成で使用する必要があります。この結果、NCP2809ではTHD+N値が最小、信号対ノイズ比が最大になると同時に、帯域幅を制限せずにアンプを使用できます。

NCP2809Aは、0 dBゲインが必要な場合に使用できます。NCP2809Bではゲインを調整できます。

NCP2809アンプの外付け部品

入力コンデンサの選択(C_{in})

入力カップリング・コンデンサは、アンプの入力端子でDC電圧をブロックします。このコンデンサは、内部抵抗(20 kΩのAバージョン)または外付け抵抗(Bバージョン)とともにハイパス・フィルタを形成します。カットオフ周波数は次式で得られます。

$$f_c = \frac{1}{2 * \pi * R_{in} * C_{in}} \quad \text{(eq. 1)}$$

低周波数でカップリングを達成すると同時に、大きな減衰をもたらさないように、コンデンサの容量を十分大きくする必要があります。ただし、大容量の入力カップリング・コンデンサを使用する場合は、静止DC電圧($V_P/2$)に達するまでに時間がかかり、ターンオン時のポップ・ノイズも増えることがあります。

多くのアプリケーションでは、入力コンデンサの値を0.10 μFにすると良好な性能が得られます(R_{in} = 20 kΩの場合)。

DISCONTINUED
THIS DEVICE IS NOT RECOMMENDED FOR NEW DESIGN
PLEASE CONTACT YOUR onsemi
REPRESENTATIVE FOR INFORMATION

バイパス・コンデンサの選択(C_{bypass})

バイパス・コンデンサC_{by}により、ハーフサプライ・フィルタリング(電源電圧の半分のレベルでのフィルタ機能)が提供され、このコンデンサでNCP2809のターンオン時間が決まります。

適切な電源バイパスは、ノイズを減らし、電源除去比を高めるうえで重要です。

さらに、ターンオン時のポップ・ノイズを最小にするためにバイパス・コンデンサは重要な部品です。1.0 μFのバイパス・コンデンサを使用すると、クリック・ノイズおよびポップ・ノイズを発生させずに電力を低下させる遷移を実現できるはずです。容量が0.1 μFでもアンプは動作しますが、「ポップ/クリック」ノイズが発生しやすくなります。

したがって、最適な性能を達成するために、1.0 μFのセラミック・バイパス・コンデンサを推奨します。

出力カップリング・コンデンサを使用しない場合

Figure 42に示したように、NCP2809デバイスの内部回路では、3つの接続点を持つステレオ・ヘッドセットを接続するときに大型のバイパス・コンデンサが必要ありません。この回路は、仮想グランドを形成し、出力電力とPSRRのいずれにも影響しません。さらに、これらのコンデンサを排除することで、コストが削減され、基板面積が減少します。

ただし、ピンREF_Iとヘッドセットのグランド間の接続に注意する必要があります。このピンはヘッドセットのグランド・リファレンスです。**したがって、クロストーク性能を改善するため、このピンをヘッドセット・コネクタの中点に直接接続する必要があります。**

出力カップリング・コンデンサを使用する場合

一方、(グランドに対する第3の接続点のある)安価なジャック・コネクタを使用する場合は、Figure 43に示すように、ヘッドセット・アンプに要求される外付け部品は非常にわずかです。必要なのは、2個の外付けカップリング・コンデンサだけです。必要な部品の容量(およびそれに伴うサイズ)を考慮すると、重要なのは出力カップリング・コンデンサです。出力カップリング・コンデンサの目的は、DC電圧をバイアスし、超低周波数を除去することです。カップリング・コンデンサと出力負荷の両方がハイパス・フィルタを形成します。可聴周波数範囲は20 Hz〜20kHzですが、ポータブル機器で使用されるヘッドセットでは、75 Hz以下または100 Hz以下の信号を再生する能力は高くありません。入力カップリング・コンデンサおよび入力抵抗もハイパス・フィルタを形成します。これら2つの1次フィルタは、–3 dBカットオフ周波数が等しい2次ハイパス・フィルタを形成します。したがって次の式を満たす必要があります。

$$\frac{1}{2 \times \pi \times R_{in} \times C_{in}} \approx \frac{1}{2 \times \pi \times R_L \times C_{out}} \quad \text{(eq. 2)}$$

スピーカ・アンプの場合、フィルタのカットオフ周波数を計算するための入力インピーダンス値として、最大出力ボリューム時の最小入力インピーダンス値を使用します。

これに相当する周波数を求めるために、周波数がカットオフ周波数の5倍であるときに減衰が0.5 dBになることを利用します。したがって、150 Hzで±0.5 dBを達成するには、–3 dBのカットオフ周波数を30 Hzに設定する必要があります。

$$f_{-3dB} \geq \frac{1}{2 \times \pi \times R_L \times C_{out}} \quad \text{(eq. 3)}$$

$$C_{out} \geq \frac{1}{2 \times \pi \times R_L \times f_{-3dB}} \quad \text{(eq. 4)}$$

R_L = 16 Ω、f_{-3dB} = 30 Hzの場合、式(4)から$C_{out} \geq$ 330 μFです。

C_{out} = 220 μFの場合、±0.5 dBの減衰周波数は225 Hzであり、–3.0 dBカットオフ周波数は45 Hzです。これに従うと、入力カップリング・コンデンサの選択は簡単です。式(2)を使用すると、入力カップリング・コンデンサの容量は、220 μFの出力カップリング・コンデンサの場合は68 nF、330 μFの出力カップリング・コンデンサの場合は100 nFです。

この構成でNCP2809を使用する場合、REF_IピンおよびOUT_Iピンには何も接続してはなりません(Figure 43を参照)。

出力段における最適な等価容量

携帯電話や携帯無線機器の設計者は、通常、出力とヘッドセット・コネクタの間にいくつかの無線周波数フィルタリング・コンデンサおよびESD保護デバイスを配置します。これらのデバイスは、アンプの出力とグランドの間、またはアンプの出力と仮想グランドの間に接続されるのが普通です。NCP2809では、インピーダンスの異なるさまざまなヘッドセットを使用できます。標準値は16 Ω、32 Ω、および64 Ωです。ヘッドセットの寄生インダクタンスおよび保護容量に起因するインピーダンスが過度に大きい場合は、音質に影響することがあります。

最良の音質を達成するために、合計等価容量の最適値として以下の値を提案します。

- 各出力端子と仮想グランドの間は100 pF以下にする必要があります。
- 各出力端子とグランドの間は100 pF以下にする必要があります。

この合計等価容量は、無線周波数フィルタリング・コンデンサとESD保護デバイスの等価寄生容量によって形成されます。寄生容量が非常に小さいため、ダイオード・ベースのESD保護が望まれます。

何らかの理由で上記の要件を満たすことができない場合、NCP2809の各出力と保護デバイスの間に直列抵抗を配置すると、アンプ動作を改善できます。ダイナミック出力信号範囲を維持するために、スピーカのインピーダンスに比べて抵抗値を非常に小さいものにしてください。例えば、64 Ωのスピーカの場合、10 Ωの抵抗を使用すると、最大400 pFの寄生容量負荷が許容されます。

DISCONTINUED
THIS DEVICE IS NOT RECOMMENDED FOR NEW DESIGN
PLEASE CONTACT ONSEMI
REPRESENTATIVE FOR INFORMATION

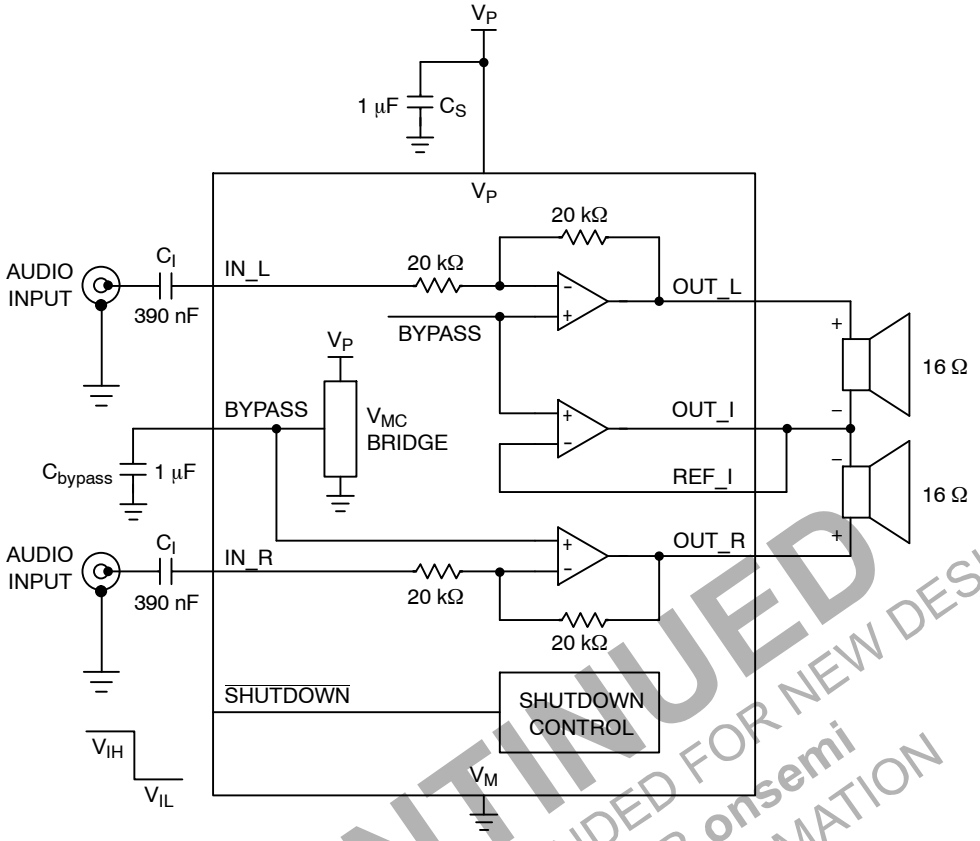


Figure 42. Typical Application Schematic Without Output Coupling Capacitor

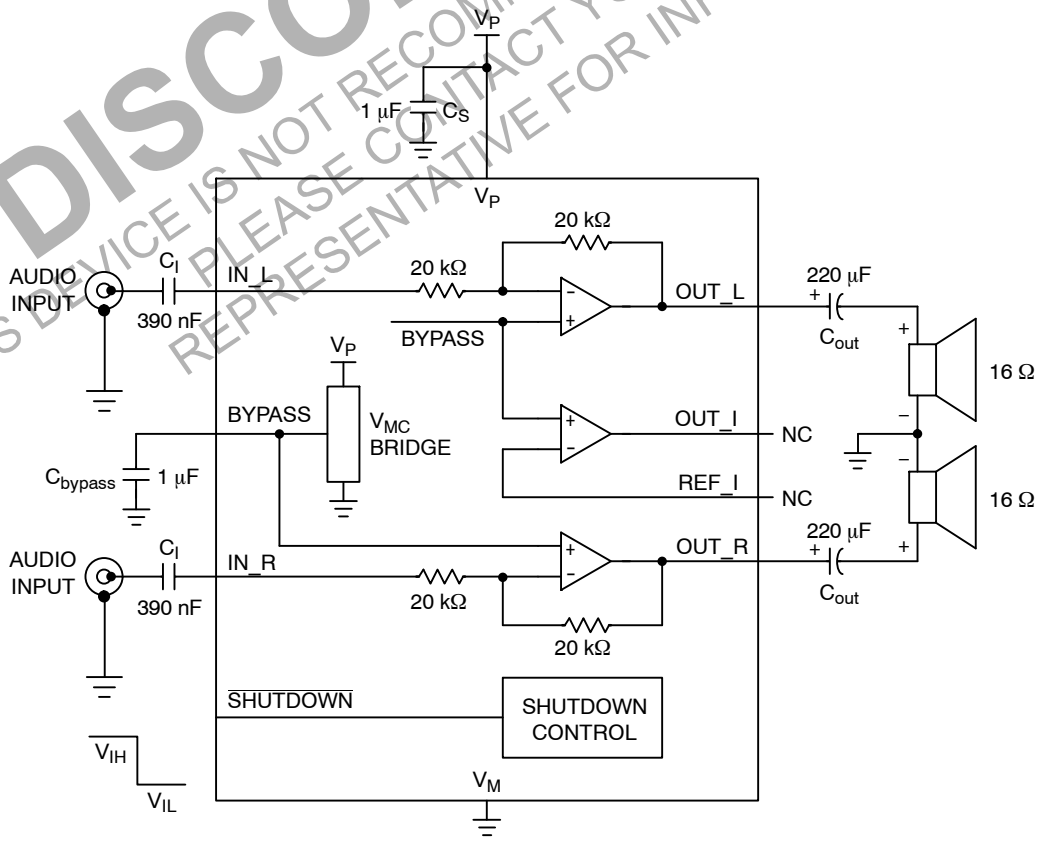


Figure 43. Typical Application Schematic With Output Coupling Capacitor

DISCONTINUED
THIS DEVICE IS NOT RECOMMENDED FOR NEW DESIGN
PLEASE CONTACT YOUR onsemi
REPRESENTATIVE FOR INFORMATION

DEMONSTRATION BOARD AND LAYOUT GUIDELINES

Demonstration Board for Micro10 Devices

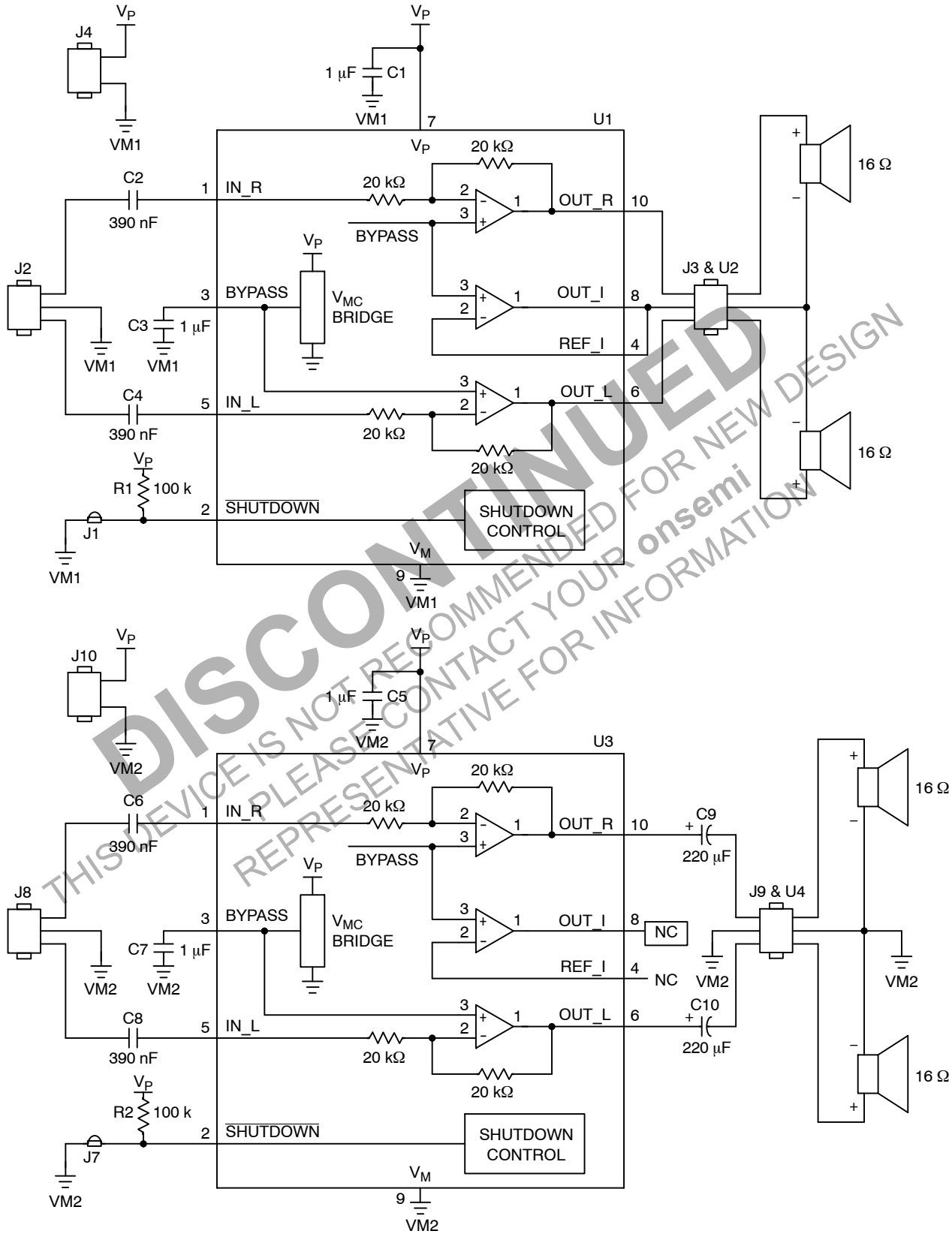
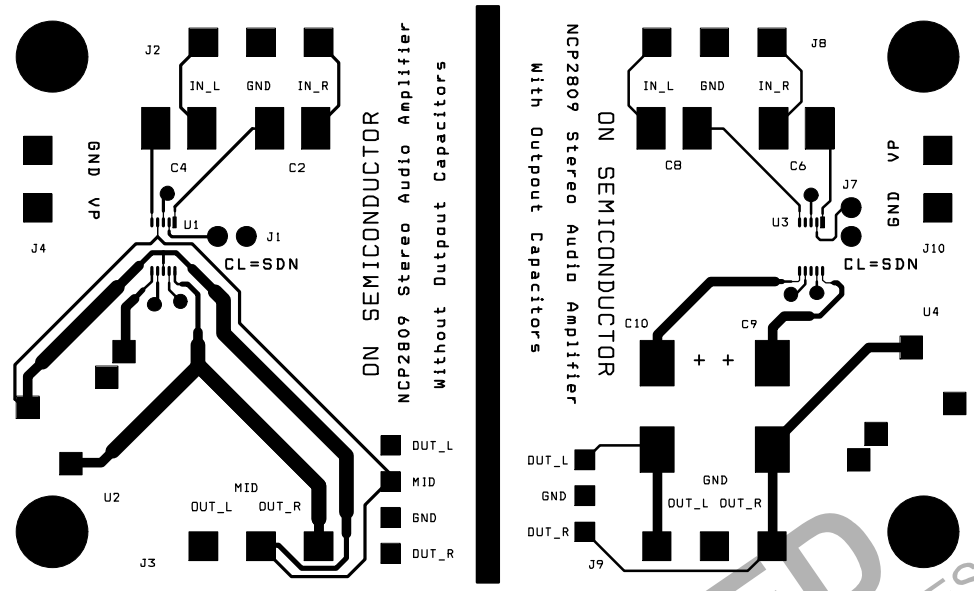
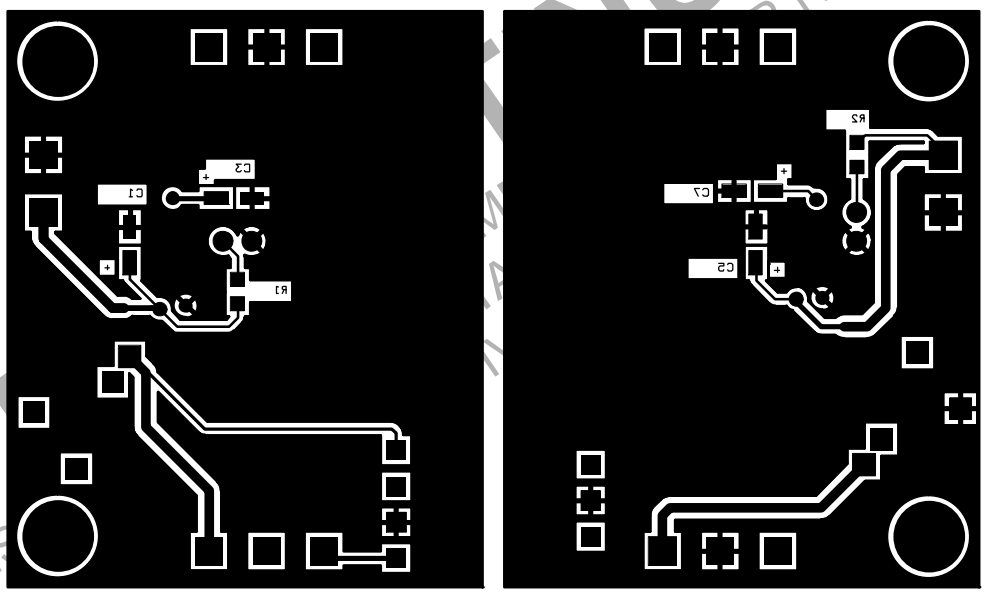


Figure 44. Schematic of the Demonstration Board for Micro10 Device

DISCONTINUED
THIS DEVICE IS NOT RECOMMENDED FOR NEW DESIGN
PLEASE CONTACT YOUR onsemi
REPRESENTATIVE FOR INFORMATION



TOP LAYER



BOTTOM LAYER

Figure 45. Demonstration Board for Micro10 Device – PCB Layers

DISCONTINUED
NEW DESIGN

Demonstration Board for UDFN10 Device

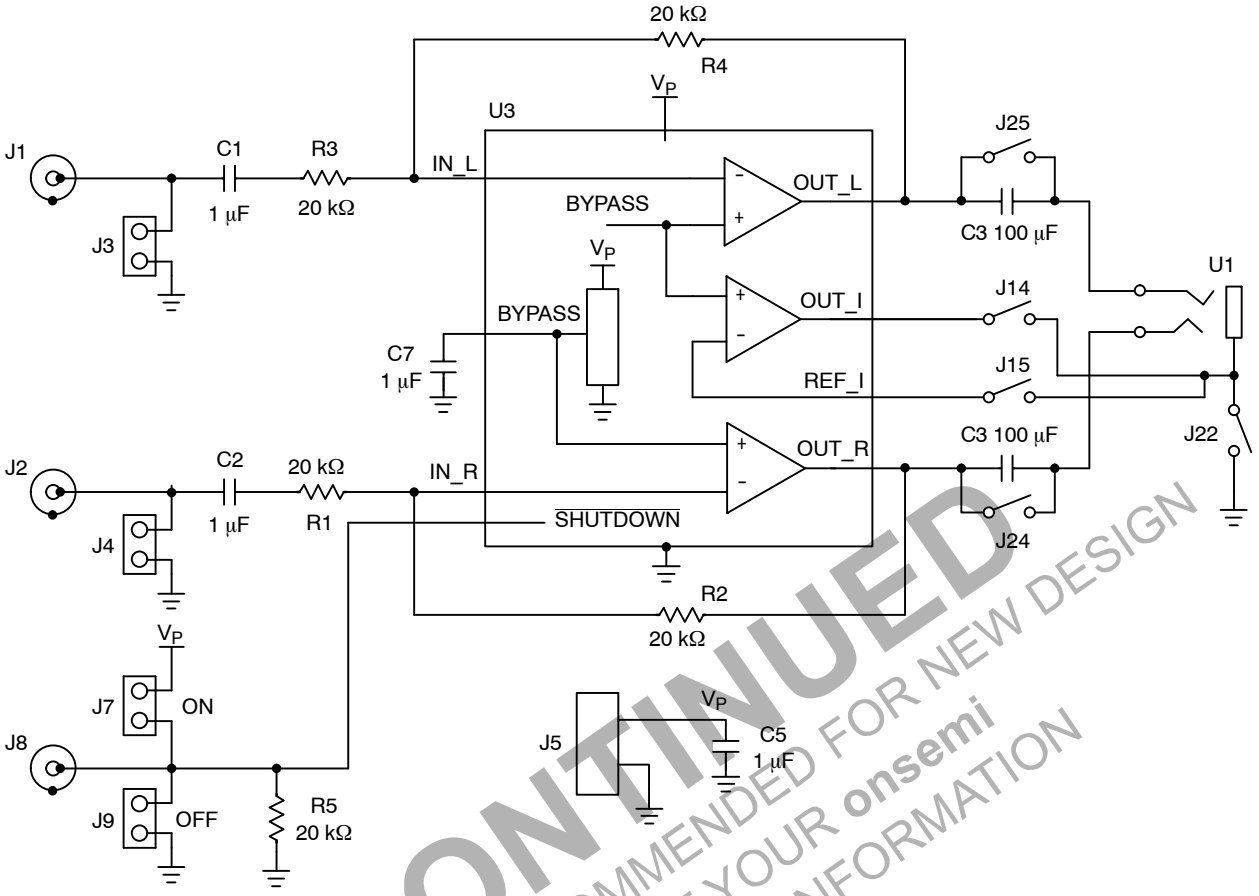


Figure 46. Schematic of the Demonstration Board for UDFN10 Device

DISCONTINUED
THIS DEVICE IS NOT RECOMMENDED FOR NEW DESIGN
PLEASE CONTACT YOUR onsemi
REPRESENTATIVE FOR INFORMATION

Table 1. Bill of Material − Micro10

Item	Part Description	Ref.	PCB Footprint	Manufacturer	Manufacturer Reference
1	NCP2809 Audio Amplifier	U1,U3	Micro10	ON Semiconductor	NCP2809
2	SMD Resistor 100 KΩ	R1,R2	0805	Vishay−Draloric	D12CRCW Series
3	Ceramic Capacitor 390 nF 50 V Z5U	C2,C4, C6,C8	1812	Kemet	C1812C394M5UAC
4	Ceramic Capacitor 1.0 μF 16 V X7R Optimized Performance	C1,C3, C5,C7	1206	Murata	GRM42−6X7R105K16
5	Tantalum Capacitor 220 μF 10 V	C9,C10	−	Kemet	T495X227010AS
6	I/O Connector. It can be plugged by BLZ5.08/2 (Weidmüller Reference)	J4,J10	−	Weidmüller	SL5.08/2/90B
7	I/O Connector. It can be plugged by BLZ5.08/3 (Weidmüller Reference)	J2,J3, J8,J9	−	Weidmüller	SL5.08/3/90B
8	3.5 mm PCB Jack Connector	U2,U4	−	Decelect−Forgos	IES 101−3
9	Jumper Header Vertical Mount 2*1, 2.54 mm	J1,J7	−	−	

Table 2. Bill of Material − UDFN10

Item	Part Description	Ref.	PCB Footprint	Manufacturer	Manufacturer Part Number
1	Stereo Headphone Amplifier	U1	UDFN10 3x3	ON Semiconductor	NCP2809B
2	Thick Film Chip Resistor	R1−R5	0805	Vishay	CRCW08052022FNEA
3	Ceramic Chip Capacitor	C1,C2,C5,C7	0805	TDK	C2012X7R1C105K
4	PCB Header, 2 Poles	J5	NA	Phoenix	MSTBA 2,5/2−G
5	SMB Connector	J1,J2,J8	NA	RS	RS 546−3406
6	3.5 mm PCB Jack Connector	U2	NA	CUI Inc	SJ−3515N
7	Short Connector	J14,J15	NA	NA	NA
8	Short Connector	J24,J25	NA	NA	NA

DISCONTINUED
THIS DEVICE IS NOT RECOMMENDED FOR NEW DESIGN
PLEASE CONTACT YOUR onsemi
REPRESENTATIVE FOR INFORMATION

基板レイアウトのガイドライン

VMCの精度を最適化する方法

NOCAPステレオ・オーディオ・アンプであるNCP2809の主な特徴は、仮想グランドを使用することでデバイスの出力にヘッドフォンを直接接続でき、DCブロック出力コンデンサが不要になることです。クロストーク、ノイズ、および電源電流に関して最良の性能を得るために、仮想グランド方式のアンプでは、帰還接続が内部で閉じていません。この性能目標を満たすために、OUT_IおよびREF_Iを、出力ジャック・コネクタの中点のできるだけ近くに接続する必要があります。この接続に最適な場所は、この中点にあるパッドの真上です。

THD+N性能を最適化する方法

ヘッドセット・スピーカで最良のTHD+Nレベルを得るには、電源、グランド、OUT_R、OUT_L、およびOUT_Iの各トレースの抵抗を最小にする必要があります。このため、これらの回路の基板トレースは、できる限り幅を広くして長さを短くしてください。グランド・ループを形成すること、およびデジタル・トレースとアナログ・トレースを互いに平行に配置することは避ける必要があります。このアンプは、内部構造が原因で、グランドと各出力(OUT_R、OUT_L、およびOUT_I)の間にあるカップリング・コンデンサの影響を受けることがあります。2つのグランド層の間に出力トレースを配置することを避けてください。どうしても複数の層の間でトレースを横断させる必要がある場合は、90度の角度で配置してください。

ORDERING INFORMATION

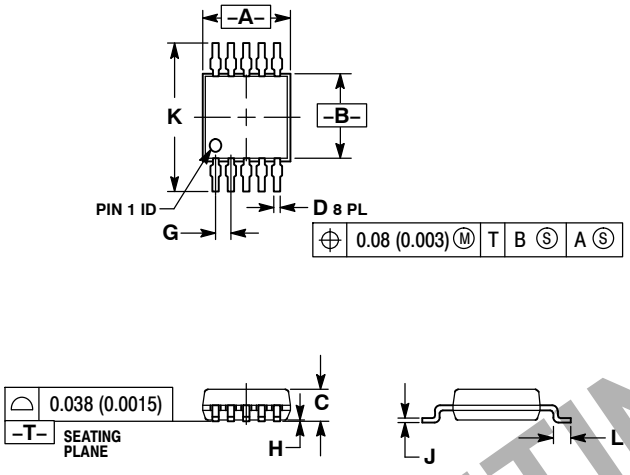
Device	Marking	Package	Shipping†
NCP2809ADMR2	MAE	Micro10	4000/Tape & Reel
NCP2809ADMR2G	MAE	Micro10 (Pb−Free)	4000/Tape & Reel
NCP2809BDMR2	MAC	Micro10	4000/Tape & Reel
NCP2809BDMR2G	MAC	Micro10 (Pb−Free)	4000/Tape & Reel
NCP2809BMUTXG	2809B	UDFN10 (Pb−Free)	3000/Tape & Reel

†For information on tape and reel specifications, including part orientation and tape sizes, please refer to our Tape and Reel Packaging Specifications Brochure, BRD8011/D.

DISCONTINUED
THIS DEVICE IS NOT RECOMMENDED FOR NEW DESIGN
PLEASE CONTACT YOUR onsemi
REPRESENTATIVE FOR INFORMATION

PACKAGE DIMENSIONS

Micro10
CASE 846B−03
ISSUE D

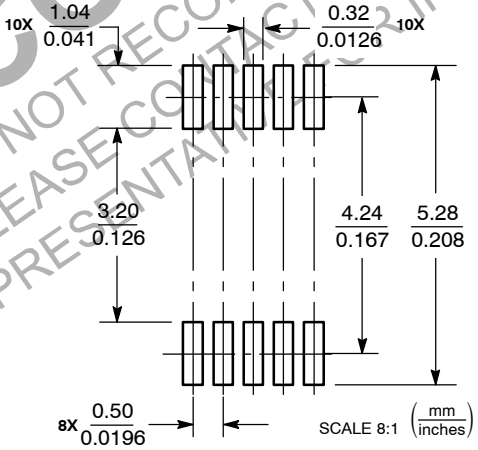


NOTES:
1. DIMENSIONING AND TOLERANCING PER ANSI Y14.5M, 1982.
2. CONTROLLING DIMENSION: MILLIMETER.
3. DIMENSION “A” DOES NOT INCLUDE MOLD FLASH, PROTRUSIONS OR GATE BURRS. MOLD FLASH, PROTRUSIONS OR GATE BURRS SHALL NOT EXCEED 0.15 (0.006) PER SIDE.
4. DIMENSION “B” DOES NOT INCLUDE INTERLEAD FLASH OR PROTRUSION. INTERLEAD FLASH OR PROTRUSION SHALL NOT EXCEED 0.25 (0.010) PER SIDE.
5. 846B−01 OBSOLETE. NEW STANDARD 846B−02

	MILLIMETERS		INCHES	
DIM	MIN	MAX	MIN	MAX
A	2.90	3.10	0.114	0.122
B	2.90	3.10	0.114	0.122
C	0.95	1.10	0.037	0.043
D	0.20	0.30	0.008	0.012
G	0.50 BSC		0.020 BSC	
H	0.05	0.15	0.002	0.006
J	0.10	0.21	0.004	0.008
K	4.75	5.05	0.187	0.199
L	0.40	0.70	0.016	0.028

DISCONTINUED
THIS DEVICE IS NOT RECOMMENDED FOR NEW DESIGN
PLEASE CONTACT YOUR onsemi
REPRESENTATIVE FOR INFORMATION

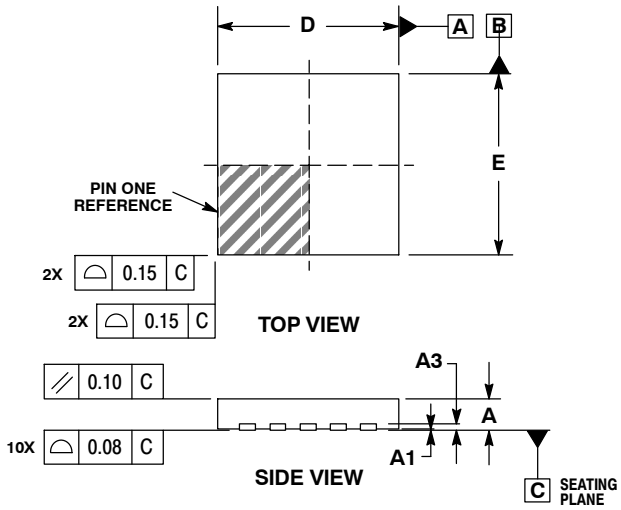
SOLDERING FOOTPRINT*

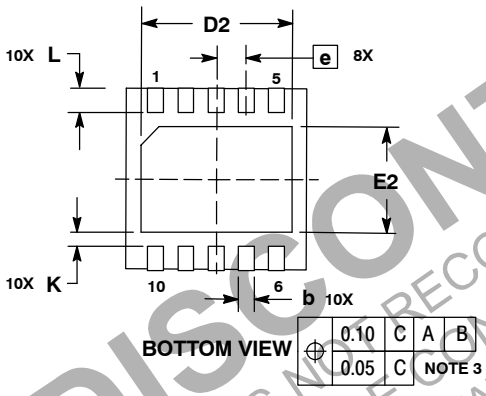


*For additional information on our Pb−Free strategy and soldering details, please download the ON Semiconductor Soldering and Mounting Techniques Reference Manual, SOLDERRM/D.

PACKAGE DIMENSIONS

UDFN10 3x3, 0.5P
CASE 506AT−01
ISSUE A

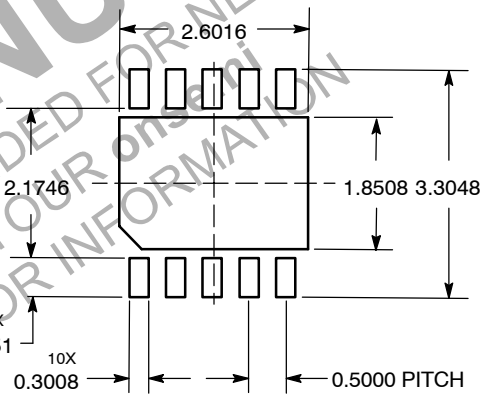




NOTES:
1. DIMENSIONING AND TOLERANCING PER ASME Y14.5M, 1994.
2. CONTROLLING DIMENSION: MILLIMETERS.
3. DIMENSION b APPLIES TO PLATED TERMINAL AND IS MEASURED BETWEEN 0.25 AND 0.30mm FROM TERMINAL.
4. COPLANARITY APPLIES TO THE EXPOSED PAD AS WELL AS THE TERMINALS.

	MILLIMETERS		
DIM	MIN	NOM	MAX
A	0.45	0.50	0.55
A1	0.00	0.03	0.05
A3		0.127 REF	
b	0.18	0.25	0.30
D		3.00 BSC	
D2	2.40	2.50	2.60
E		3.00 BSC	
E2	1.70	1.80	1.90
e		0.50 BSC	
K		0.19 TYP	
L	0.30	0.40	0.50

SOLDERING FOOTPRINT*



DIMENSIONS: MILLIMETERS

*For additional information on our Pb−Free strategy and soldering details, please download the ON Semiconductor Soldering and Mounting Techniques Reference Manual, SOLDERRM/D.

DISCONTINUED
THIS DEVICE IS NOT RECOMMENDED FOR NEW DESIGN
PLEASE CONTACT YOUR onsemi
REPRESENTATIVE FOR INFORMATION

NOCAP is a trademark of Semiconductor Components Industries, LLC (SCILLC).

ON Semiconductor and ON are registered trademarks of Semiconductor Components Industries, LLC (SCILLC). SCILLC reserves the right to make changes without further notice to any products herein. SCILLC makes no warranty, representation or guarantee regarding the suitability of its products for any particular purpose, nor does SCILLC assume any liability arising out of the application or use of any product or circuit, and specifically disclaims any and all liability, including without limitation special, consequential or incidental damages. "Typical" parameters which may be provided in SCILLC data sheets and/or specifications can and do vary in different applications and actual performance may vary over time. All operating parameters, including "Typicals" must be validated for each customer application by customer's technical experts. SCILLC does not convey any license under its patent rights nor the rights of others. SCILLC products are not designed, intended, or authorized for use as components in systems intended for surgical implant into the body, or other applications intended to support or sustain life, or for any other application in which the failure of the SCILLC product could create a situation where personal injury or death may occur. Should Buyer purchase or use SCILLC products for any such unintended or unauthorized application, Buyer shall indemnify and hold SCILLC and its officers, employees, subsidiaries, affiliates, and distributors harmless against all claims, costs, damages, and expenses, and reasonable attorney fees arising out of, directly or indirectly, any claim of personal injury or death associated with such unintended or unauthorized use, even if such claim alleges that SCILLC was negligent regarding the design or manufacture of the part. SCILLC is an Equal Opportunity/Affirmative Action Employer. This literature is subject to all applicable copyright laws and is not for resale in any manner.

PUBLICATION ORDERING INFORMATION

LITERATURE FULFILLMENT:
Literature Distribution Center for ON Semiconductor
P.O. Box 5163, Denver, Colorado 80217 USA
Phone: 303−675−2175 or 800−344−3860 Toll Free USA/Canada
Fax: 303−675−2176 or 800−344−3867 Toll Free USA/Canada
Email: orderlit@onsemi.com

N. American Technical Support: 800−282−9855 Toll Free USA/Canada
Europe, Middle East and Africa Technical Support:
Phone: 421 33 790 2910
Japan Customer Focus Center
Phone: 81−3−5773−3850

ON Semiconductor Website: **www.onsemi.com**

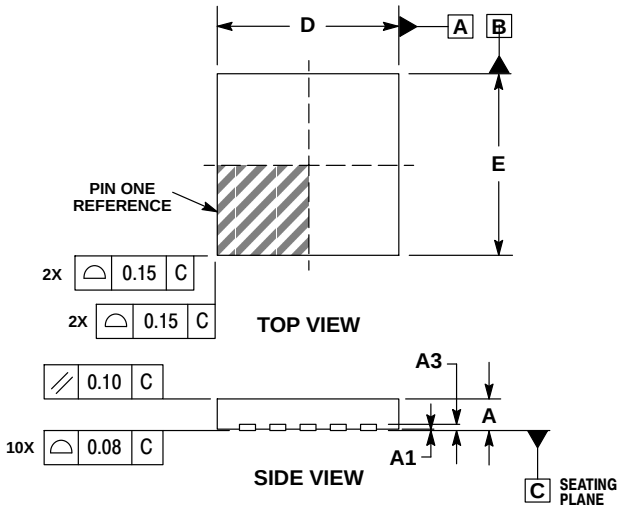
Order Literature: http://www.onsemi.com/orderlit

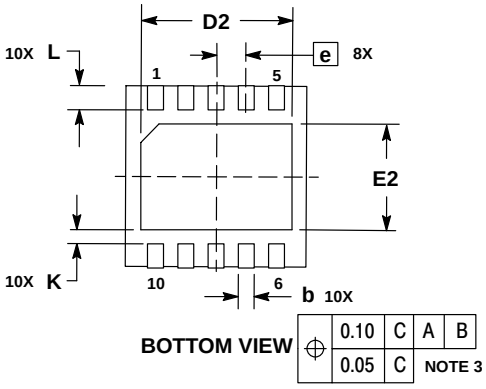
For additional information, please contact your loca
Sales Representative

UDFN10 3x3, 0.5P
CASE 506AT
ISSUE A

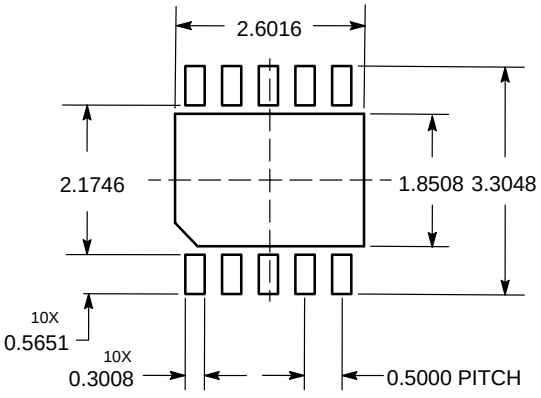
DATE 29 JUN 2007

SCALE 2:1





SOLDERING FOOTPRINT*



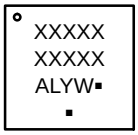
DIMENSIONS: MILLIMETERS

*For additional information on our Pb−Free strategy and soldering details, please download the **onsemi** Soldering and Mounting Techniques Reference Manual, SOLDERRM/D.

NOTES:
1. DIMENSIONING AND TOLERANCING PER ASME Y14.5M, 1994.
2. CONTROLLING DIMENSION: MILLIMETERS.
3. DIMENSION b APPLIES TO PLATED TERMINAL AND IS MEASURED BETWEEN 0.25 AND 0.30mm FROM TERMINAL.
4. COPLANARITY APPLIES TO THE EXPOSED PAD AS WELL AS THE TERMINALS.

	MILLIMETERS		
DIM	MIN	NOM	MAX
A	0.45	0.50	0.55
A1	0.00	0.03	0.05
A3		0.127 REF	
b	0.18	0.25	0.30
D		3.00 BSC	
D2	2.40	2.50	2.60
E		3.00 BSC	
E2	1.70	1.80	1.90
e		0.50 BSC	
K		0.19 TYP	
L	0.30	0.40	0.50

GENERIC MARKING DIAGRAM*

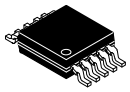


A = Assembly Location
L = Wafer Lot
Y = Year
W = Work Week
▪ = Pb−Free Package
(Note: Microdot may be in either location)

*This information is generic. Please refer to device data sheet for actual part marking. Pb−Free indicator, “G” or microdot “ ▪”, may or may not be present.

DOCUMENT NUMBER:	**98AON21330D**	Electronic versions are uncontrolled except when accessed directly from the Document Repository. Printed versions are uncontrolled except when stamped “CONTROLLED COPY” in red.
DESCRIPTION:	**UDFN10 3X3, 0.5P**	**PAGE 1 OF 1**

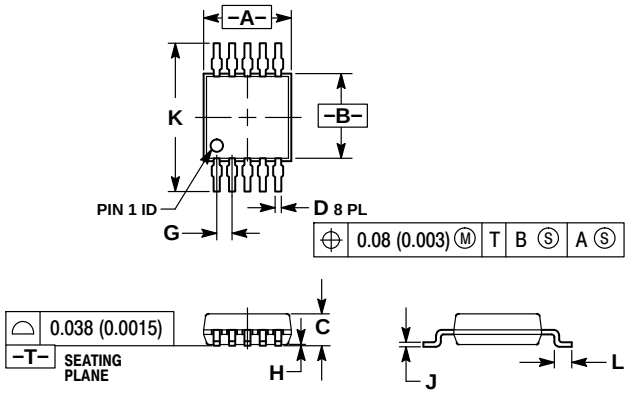
onsemi and onsemi are trademarks of Semiconductor Components Industries, LLC dba **onsemi** or its subsidiaries in the United States and/or other countries. **onsemi** reserves the right to make changes without further notice to any products herein. **onsemi** makes no warranty, representation or guarantee regarding the suitability of its products for any particular purpose, nor does **onsemi** assume any liability arising out of the application or use of any product or circuit, and specifically disclaims any and all liability, including without limitation special, consequential or incidental damages. **onsemi** does not convey any license under its patent rights nor the rights of others.



SCALE 2:1

Micro10
CASE 846B
ISSUE D

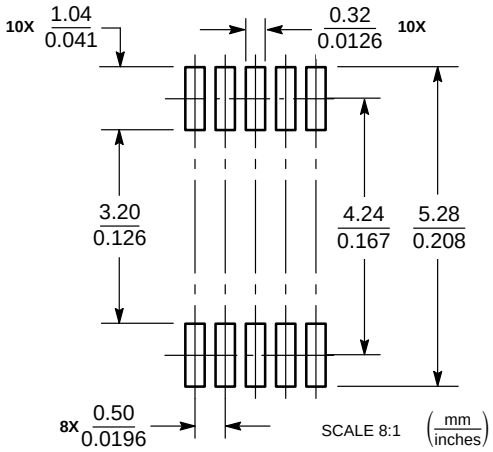
DATE 07 DEC 2004



NOTES:
1. DIMENSIONING AND TOLERANCING PER ANSI Y14.5M, 1982.
2. CONTROLLING DIMENSION: MILLIMETER.
3. DIMENSION “A” DOES NOT INCLUDE MOLD FLASH, PROTRUSIONS OR GATE BURRS. MOLD FLASH, PROTRUSIONS OR GATE BURRS SHALL NOT EXCEED 0.15 (0.006) PER SIDE.
4. DIMENSION “B” DOES NOT INCLUDE INTERLEAD FLASH OR PROTRUSION. INTERLEAD FLASH OR PROTRUSION SHALL NOT EXCEED 0.25 (0.010) PER SIDE.
5. 846B−01 OBSOLETE. NEW STANDARD 846B−02

	MILLIMETERS		INCHES	
DIM	MIN	MAX	MIN	MAX
A	2.90	3.10	0.114	0.122
B	2.90	3.10	0.114	0.122
C	0.95	1.10	0.037	0.043
D	0.20	0.30	0.008	0.012
G	0.50 BSC		0.020 BSC	
H	0.05	0.15	0.002	0.006
J	0.10	0.21	0.004	0.008
K	4.75	5.05	0.187	0.199
L	0.40	0.70	0.016	0.028

SOLDERING FOOTPRINT



Micro10

GENERIC MARKING DIAGRAM*

xxxx = Device Code
A = Assembly Location
Y = Year
W = Work Week
▪ = Pb−Free Package

*This information is generic. Please refer to device data sheet for actual part marking. Pb−Free indicator, “G” or microdot “▪”, may or may not be present. Some products may not follow the Generic Marking.

DOCUMENT NUMBER:	**98AON03799D**	Electronic versions are uncontrolled except when accessed directly from the Document Repository. Printed versions are uncontrolled except when stamped “CONTROLLED COPY” in red.	
DESCRIPTION:	**Micro10**		**PAGE 1 OF 1**

onsemi and onsemi are trademarks of Semiconductor Components Industries, LLC dba **onsemi** or its subsidiaries in the United States and/or other countries. **onsemi** reserves the right to make changes without further notice to any products herein. **onsemi** makes no warranty, representation or guarantee regarding the suitability of its products for any particular purpose, nor does **onsemi** assume any liability arising out of the application or use of any product or circuit, and specifically disclaims any and all liability, including without limitation special, consequential or incidental damages. **onsemi** does not convey any license under its patent rights nor the rights of others.

onsemi, ONSEMI , and other names, marks, and brands are registered and/or common law trademarks of Semiconductor Components Industries, LLC dba "**onsemi**" or its affiliates and/or subsidiaries in the United States and/or other countries. **onsemi** owns the rights to a number of patents, trademarks, copyrights, trade secrets, and other intellectual property. A listing of **onsemi**'s product/patent coverage may be accessed at www.onsemi.com/site/pdf/Patent−Marking.pdf. **onsemi** reserves the right to make changes at any time to any products or information herein, without notice. The information herein is provided "as−is" and **onsemi** makes no warranty, representation or guarantee regarding the accuracy of the information, product features, availability, functionality, or suitability of its products for any particular purpose, nor does **onsemi** assume any liability arising out of the application or use of any product or circuit, and specifically disclaims any and all liability, including without limitation special, consequential or incidental damages. Buyer is responsible for its products and applications using **onsemi** products, including compliance with all laws, regulations and safety requirements or standards, regardless of any support or applications information provided by **onsemi**. "Typical" parameters which may be provided in **onsemi** data sheets and/or specifications can and do vary in different applications and actual performance may vary over time. All operating parameters, including "Typicals" must be validated for each customer application by customer's technical experts. **onsemi** does not convey any license under any of its intellectual property rights nor the rights of others. **onsemi** products are not designed, intended, or authorized for use as a critical component in life support systems or any FDA Class 3 medical devices or medical devices with a same or similar classification in a foreign jurisdiction or any devices intended for implantation in the human body. Should Buyer purchase or use **onsemi** products for any such unintended or unauthorized application, Buyer shall indemnify and hold **onsemi** and its officers, employees, subsidiaries, affiliates, and distributors harmless against all claims, costs, damages, and expenses, and reasonable attorney fees arising out of, directly or indirectly, any claim of personal injury or death associated with such unintended or unauthorized use, even if such claim alleges that **onsemi** was negligent regarding the design or manufacture of the part. **onsemi** is an Equal Opportunity/Affirmative Action Employer. This literature is subject to all applicable copyright laws and is not for resale in any manner.

ADDITIONAL INFORMATION

TECHNICAL PUBLICATIONS:
Technical Library: www.onsemi.com/design/resources/technical−documentation
onsemi Website: www.onsemi.com

ONLINE SUPPORT: www.onsemi.com/support
For additional information, please contact your local Sales Representative at
www.onsemi.com/support/sales