

LM4911

Boomer[®] オーディオ・パワーアンプ・シリーズ

S/E 動作または OCL 動作が選択可能な
ステレオ 40mW 低ノイズ・ヘッドフォン・アンプ

概要

LM4911 は、3V 動作時に 16 負荷に対してはチャンネルあたり 40mW、32 負荷に対してはチャンネルあたり 25mW の連続平均出力を THD = 1% で供給できるオーディオ・パワーアンプです。

Boomer オーディオ・パワーアンプは、外付け部品を最小限に抑え、高品質の出力電力を供給するように設計されました。LM4911 は、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ので、低電力のポータブル・システムに最適です。また LM4911 は出力カップリング・コンデンサを用いるシングルエンド (S/E) 動作か、出力カップリング・コンデンサが不要な OCL 動作を選択できます (特許出願中)。

LM4911 は、ディスエーブル時の出力電圧変化が 1mV 以下のシャットダウン・モード、およびターンオンが高速なミュート・モードを備えています。内部熱暴走保護機能も備えています。

ユニティ・ゲインで安定した動作が得られ、外部抵抗によりゲイン設定が可能です。

主な仕様

PSRR ($f = 217\text{Hz}$ 、もしくは $f = 1\text{kHz}$)	65dB (typ)
出力電力 (1kHz、 $V_{DD} = 2.4\text{V}$ 、 THD + N = 1%、 $R_L = 16 \Omega$)	25mW (typ)
出力電力 (1kHz、 $V_{DD} = 3\text{V}$ 、 THD + N = 1%、 $R_L = 16 \Omega$)	40mW (typ)
シャットダウン電流	2.0 μA (max)
シャットダウン・ディスエーブル時の出力電圧変化 $V_{DD} = 2.4\text{V}$ 、 $R_L = 16 \Omega$ (シングルエンド動作時)	1mV (max)
ミュート電流	100 μA (max)

特長

- S/E 動作または OCL 出力動作 (特許出願中)
- ユニティ・ゲインで安定動作
- 実装面積を低減できる MSOP パッケージでの供給
- 超低消費電力となるシャットダウン・モード
- 出力電圧変化 1mV 以下の高速 (10ms) ターンオン・ミュート機能
- 2V ~ 5.5V 動作
- 超低ノイズ

アプリケーション

- 携帯型 CD プレーヤ
- PDA
- 携帯型エレクトロニクス製品

ブロック図

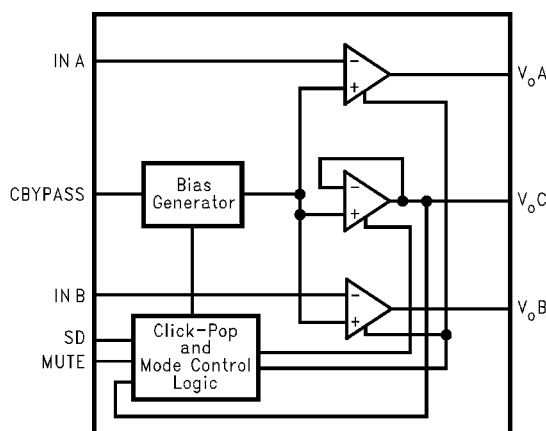


FIGURE 1. Block Diagram

「Boomer」は (株) パーテックス スタンダードからナショナル セミコンダクター ジャパン (株) に使用許諾されている商標です。

代表的なアプリケーション

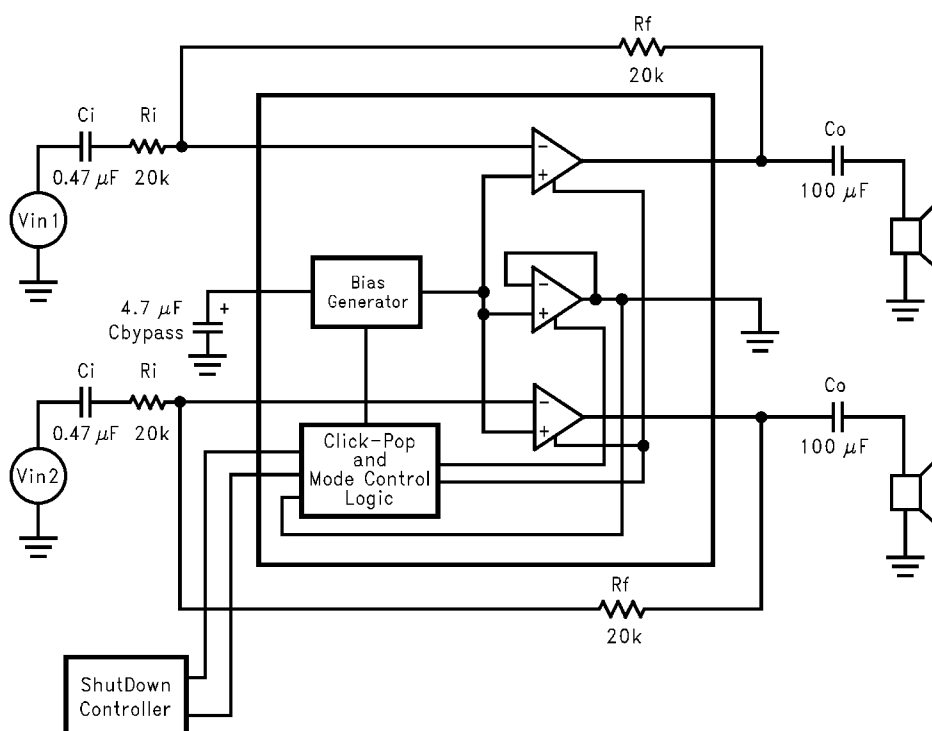


FIGURE 2. Typical S/E Output Configuration Circuit

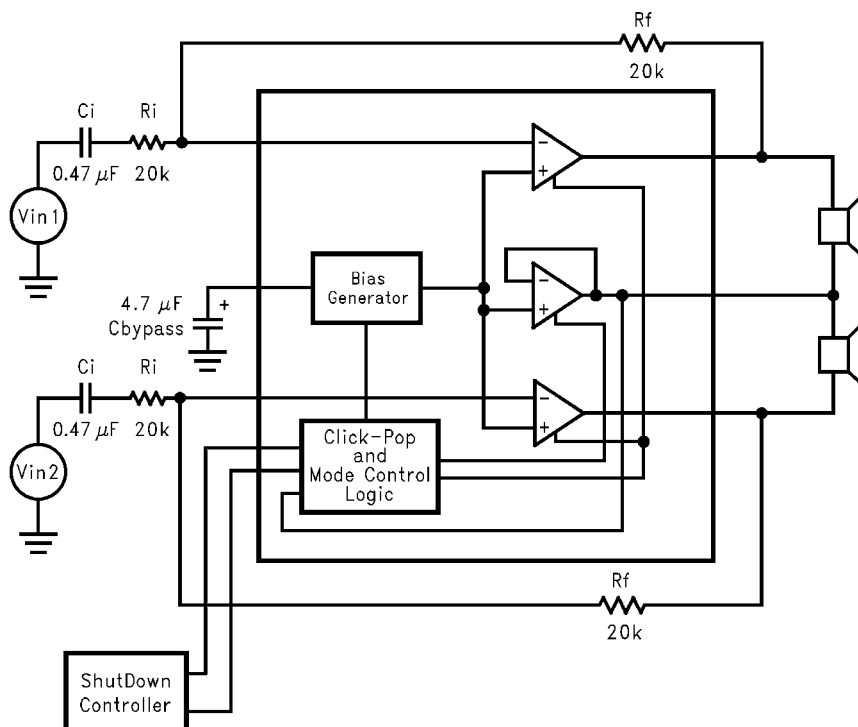
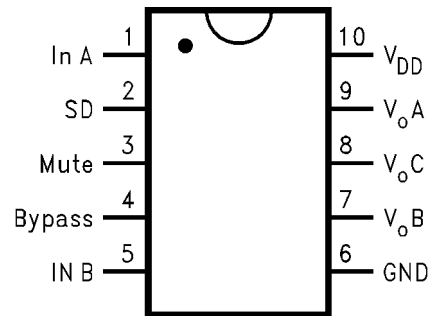


FIGURE 3. Typical OCL Output Configuration Circuit

配置図

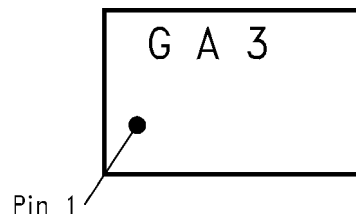
MSOP Package



Top View

Order Number LM4911MM
See NS Package Number MUB10A

MSOP Package



Top View

G-Boomer Family
A3 - LM4911MM

絶対最大定格 (Note 2)

本データシートには軍用・航空宇宙用の規格は記載されていません。
関連する電気的信頼性試験方法の規格を参照下さい。

電源電圧	6.0V	接合部温度	150
保存温度範囲	- 65 ~ + 150	熱抵抗	
入力電圧	- 0.3V ~ $V_{DD} + 0.3V$	J_C (MSOP)	56 /W
消費電力 (Note 3)	内部で制限	J_A (MSOP)	190 /W
ESD 耐圧 (Note 4)	2000V	動作定格	
ESD 耐圧 (Note 5)	200V	温度範囲	
		T_{MIN} T_A T_{MAX}	- 40 T_A 85
		出力電圧 (V_{DD})	2V V_{CC} 5.5V

電気的特性 $V_{DD} = 5V$ (Notes 1、2)

特記のない限り、以下の規格値は $V_{DD} = 5V$ 、 $R_L = 16$ 、 $C_{bypass} = 4.7\mu F$ に対して適用されます。リミット値は $T_A = 25$ にて適用されます。

Symbol	Parameter	Conditions	LM4911		Units (Limits)
			Typ (Note 6)	Limit (Note 7)	
I_{DD}	Quiescent Power Supply Current	$V_{IN} = 0V$, $I_O = 0A$	2	5	mA (max)
I_{SD}	Shutdown Current	$V_{SHUTDOWN} = GND$	0.1		μA (max)
I_M	Mute Current	$V_{MUTE} = V_{DD}$, S/E	100		μA (max)
V_{SDIH}	Shutdown Voltage Input High		1.8		V
V_{SDIL}	Shutdown Voltage Input Low		0.4		V
V_{MIH}	Mute Voltage Input High		1.8		V
V_{MIL}	Mute Voltage Input Low		0.4		V
P_O	Output Power	THD = 1%; $f = 1\text{ kHz}$ OCL, $R_L = 16$ OCL, $R_L = 32$ S/E, $R_L = 16$ S/E, $R_L = 32$	80 80 145 85		mW
V_{ON}	Output Noise Voltage	BW = 20Hz to 20kHz, A-weighted	10		μV
PSRR	Power Supply Rejection Ratio	$V_{RIPPLE} = 200\text{mV sine p-p}$ $f = 1\text{ kHz}$ (Note 9)	65		dB

電気的特性 $V_{DD} = 3.0V$ (Notes 1、2)

特記のない限り、以下の規格値は $V_{DD} = 3.0V$ 、 $R_L = 16$ 、 $C_{bypass} = 4.7\mu F$ に対して適用されます。リミット値は $T_A = 25$ にて適用されます。

Symbol	Parameter	Conditions	LM4911		Units (Limits)
			Typ (Note 6)	Limit (Note 7)	
I_{DD}	Quiescent Power Supply Current	$V_{IN} = 0V$, $I_O = 0A$	1.5	3	mA (max)
I_{SD}	Shutdown Current	$V_{SHUTDOWN} = GND$	0.1	2.0	μA (max)
I_M	Mute Current	$V_{MUTE} = V_{DD}$, S/E	50	100	μA (max)
P_O	Output Power	THD = 1%; $f = 1\text{ kHz}$			mW
		$R = 16$	40		
		$R = 32$	25		
V_{NO}	Output Noise Voltage	BW = 20 Hz to 20kHz, A-weighted	10		μV
PSRR	Power Supply Rejection Ratio	$V_{RIPPLE} = 200\text{mV sine p-p}$	65		dB

電気的特性 $V_{DD} = 2.4V$ (Notes 1、2)

特記のない限り、以下の規格値は $V_{DD} = 2.4V$ 、 $R_L = 16$ 、 $C_{bypass} = 4.7\mu F$ に対して適用されます。リミット値は $T_A = 25$ にて適用されます。

Symbol	Parameter	Conditions	LM4911		Units (Limits)
			Typ (Note 6)	Limit (Note 7)	
I_{DD}	Quiescent Power Supply Current	$V_{IN} = 0V$, $I_O = 0A$	1.5	3	mA (max)
I_{SD}	Shutdown Current	$V_{SHUTDOWN} = GND$	0.1	2.0	μA (max)
I_M	Mute Current	$V_{MUTE} = V_{DD}$, S/E	40	80	μA (max)
P_O	Output Power	THD = 1%; f = 1kHz			mW
		R = 16	25		
		R = 32	12		
V_{NO}	Output Noise Voltage	BW = 20 Hz to 20kHz, A-weighted	10		μV
PSRR	Power Supply Rejection Ratio	$V_{RIPPLE} = 200mV$ sine p-p	65		dB
T_{WU}	Wake Up Time from Shutdown	OCL	0.5		s
		S/E, $C_O = 100\mu F$	2		
V_{OSD}	Output Voltage Change on Release from Shutdown	S/E, $C_O = 100\mu F$		1	mV (max)
T_{UM}	Time to Un-Mute	S/E, $C_O = 100\mu F$	0.01	0.02	s (max)

Note 1: 特記のない限り、すべての電圧はGND端子を基準にして測定されます。

Note 2: 「絶対最大定格」とは、デバイスが破壊する可能性のあるリミット値をいいます。「動作定格」とはデバイスが機能する条件を示しますが、特定のリミット値を保証するものではありません。「電気的特性」とは特定の性能リミット値を保証する特別な試験条件でのDCおよびACの電気的仕様を示します。この場合デバイスが動作定格の範囲にあるものとします。リミット値 (Limit) が記載されていないパラメータ仕様は保証されていませんが、代表値 (Typical) はデバイス性能を示す目安になります。

Note 3: 温度上昇時の動作では最大消費電力の定格を T_{JMAX} (最大接合部温度)、 J_A (接合部・周囲間熱抵抗) および T_A (周囲温度) にしたがって下げなければなりません。最大許容消費電力は $P_{DMAX} = (T_{JMAX} - T_A) / J_A$ 、LM4911の場合の詳細は、“Power Derating Curves”を参照して下さい。

Note 4: 使用した試験回路は、人体モデルに基づき直列抵抗1.5k Ω と100pFコンデンサからなる回路を使用し、各端子に放電させます。

Note 5: マシン・モデルでは220pF ~ 240pFコンデンサを介して直接各端子に放電させます。

Note 6: 代表値 (Typical) は $T_A = 25$ で得られる最も標準的な数値です。

Note 7: リミット値 (Limit) はナショナル セミコンダクター社の AOQL (平均出荷品質レベル) に基づき保証されます。

Note 8: データシートの最小 / 最大リミット値は、設計、テスト、または統計的分析により保証されています。

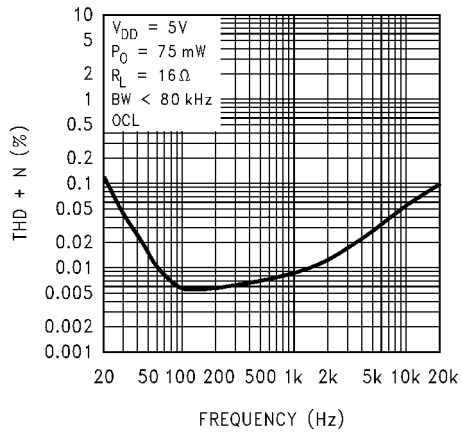
Note 9: 10 で入力を終端。

外付け部品 (Figure 2)

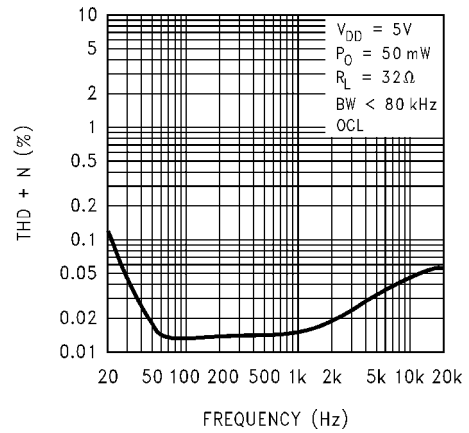
外付け部品		機能説明
1.	R_i	R_f と共に閉ループ・ゲインを設定する反転入力抵抗です。この抵抗は、 C_i とともにハイパス・フィルタ $f_c = 1/(2 R_i C_i)$ を構成します。
2.	C_i	アンプの入力端子を外部からのDC電圧を制限するための入力カップリング・コンデンサです。 R_i とともにハイパス・フィルタ $f_c = 1/(2 R_i C_i)$ を構成します。 C_i の値の設定方法については、「 外付け部品の選択 」の項を参照下さい。
3.	R_f	R_i とともに閉ループ・ゲインを設定します。
4.	C_S	電源フィルタとして機能するバイパス・コンデンサです。バイパス・コンデンサ、の適切な配置法 / 選定については「 電源のバイパス 」の項を参照下さい。
5.	C_{bypass}	中間電位のフィルタとして機能するバイパス・コンデンサです。 C_{bypass} の適切な配置法 / 選定については「 外付け部品の選択 」の項を参照下さい。
6.	C_O	出力端子におけるDCバイアス成分を除去するためのカップリング・コンデンサです。また、負荷 R_L とハイパス・フィルタを形成します。 $f_o = 1/(2 R_L C_O)$

代表的な性能特性

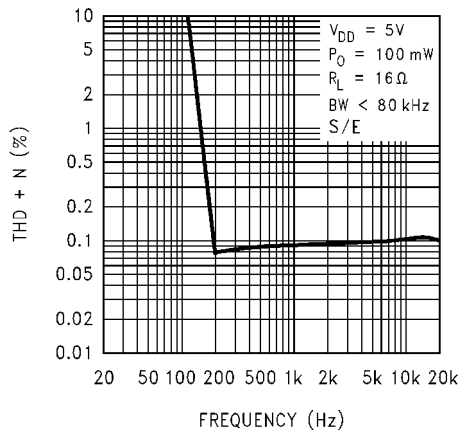
THD + N vs Frequency



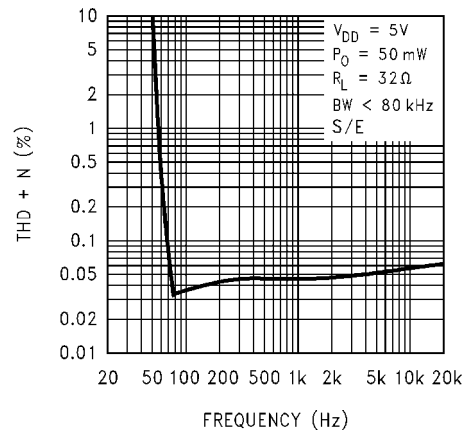
THD + N vs Frequency



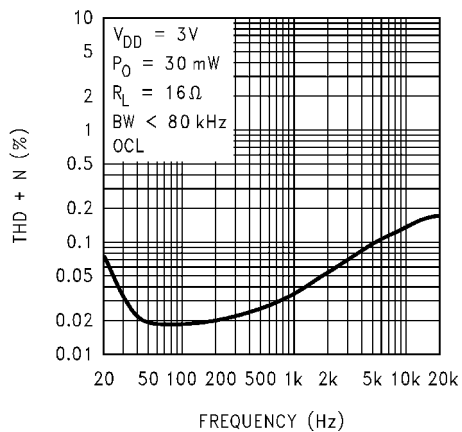
THD + N vs Frequency



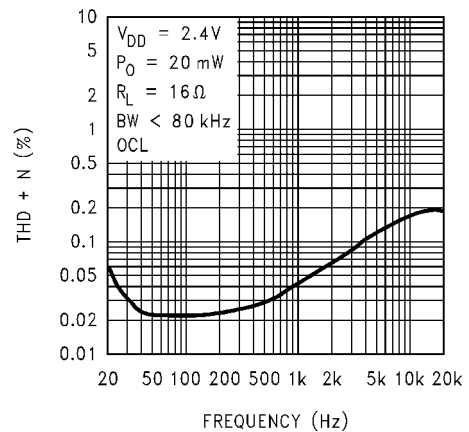
THD + N vs Frequency



THD + N vs Frequency

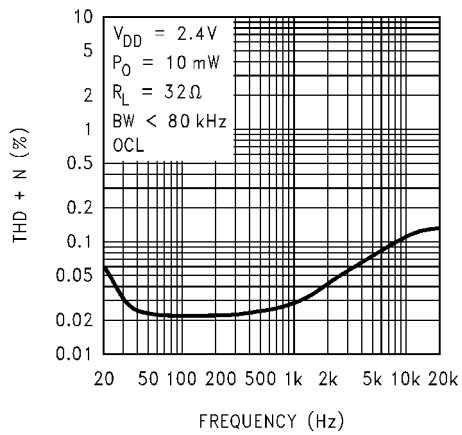


THD + N vs Frequency

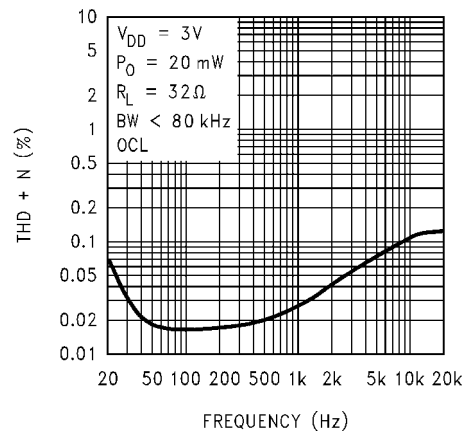


代表的な性能特性 (つづき)

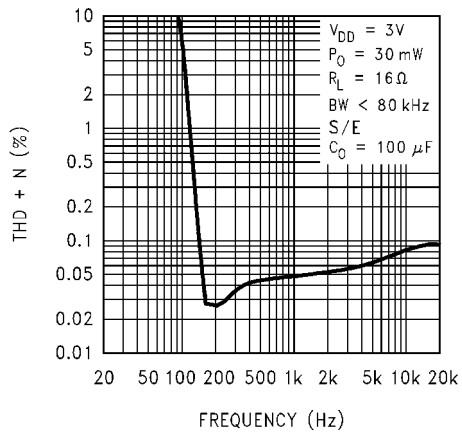
THD + N vs Frequency



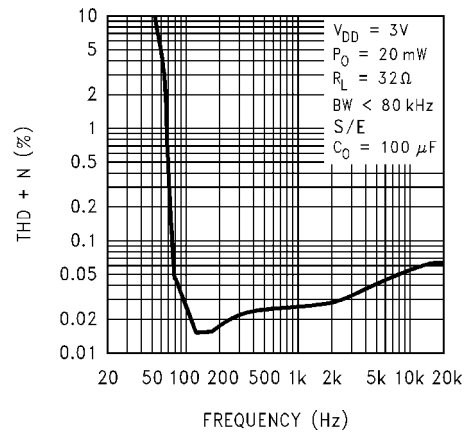
THD + N vs Frequency



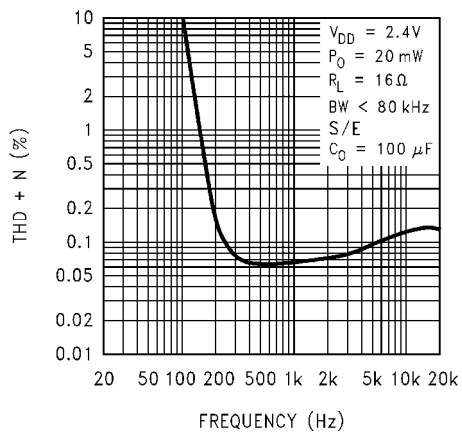
THD + N vs Frequency



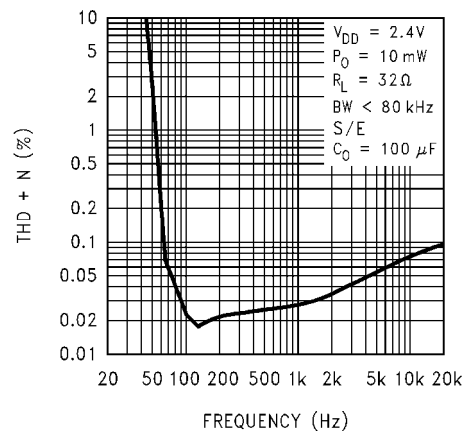
THD + N vs Frequency



THD + N vs Frequency

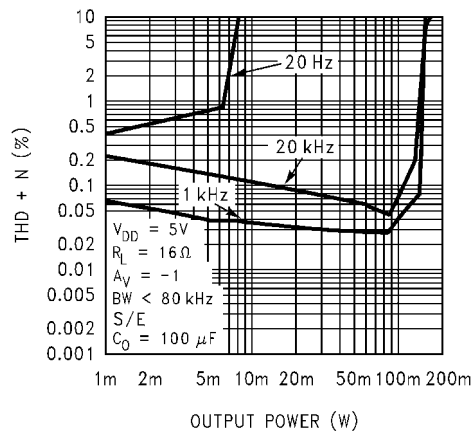


THD + N vs Frequency

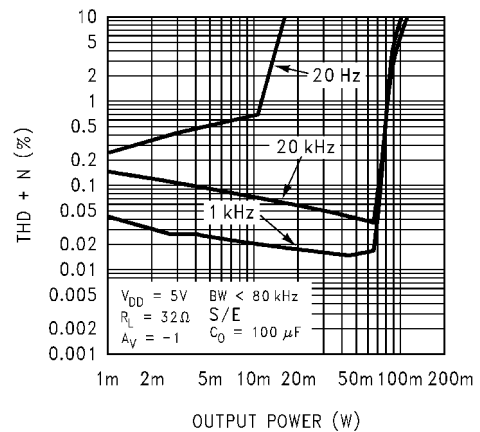


代表的な性能特性 (つづき)

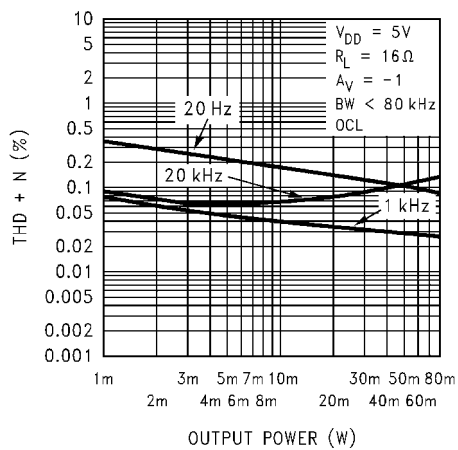
THD + N vs Output Power



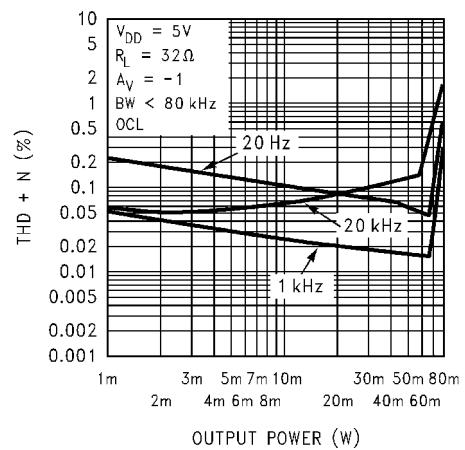
THD + N vs Output Power



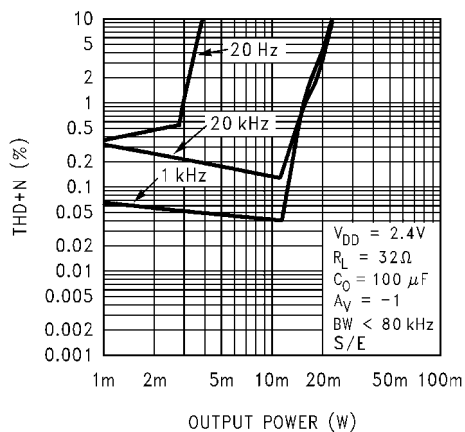
THD + N vs Output Power



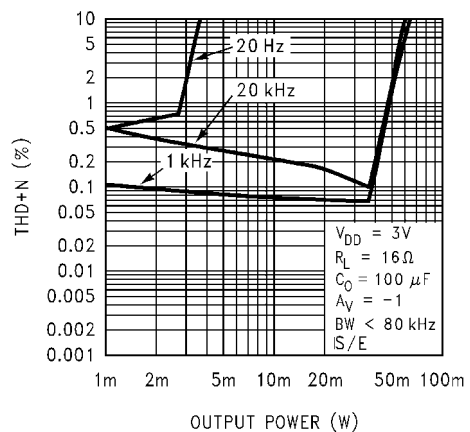
THD + N vs Output Power



THD + N vs Output Power

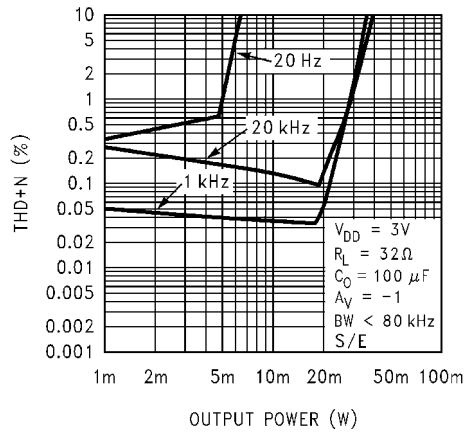


THD + N vs Output Power

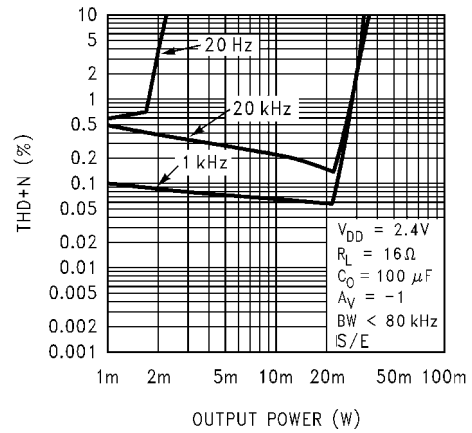


代表的な性能特性 (つづき)

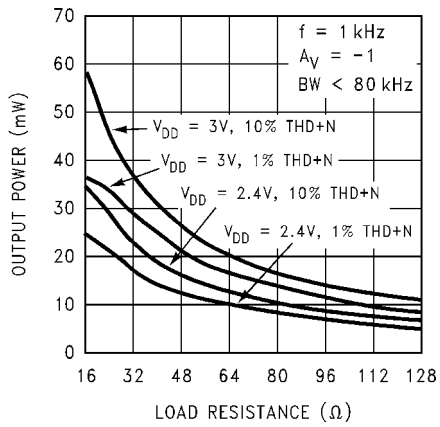
THD + N vs Output Power



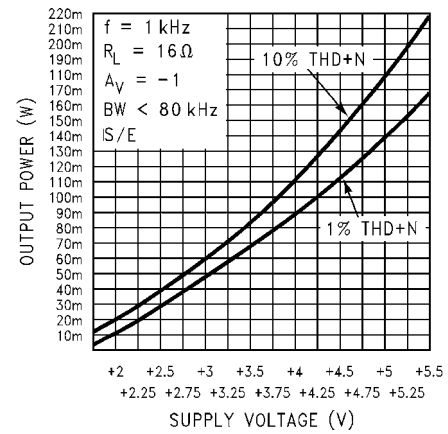
THD + N vs Output Power



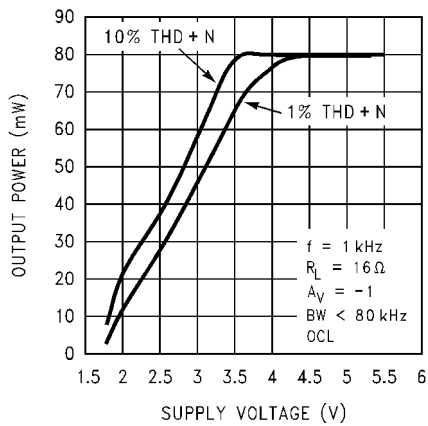
Output Resistance vs Load Resistance



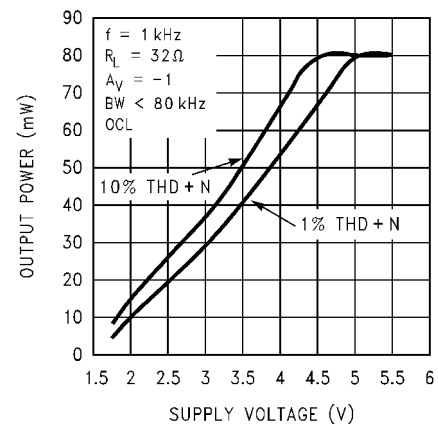
Output Power vs Supply Voltage



Output Power vs Supply Voltage

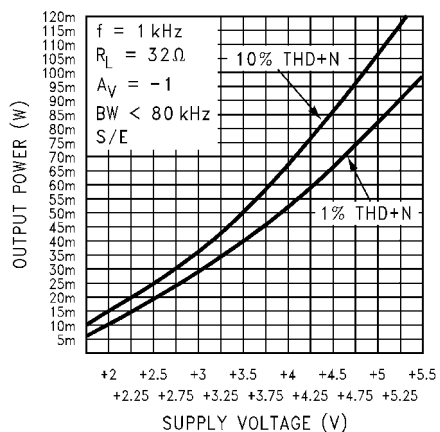


Output Power vs Supply Voltage

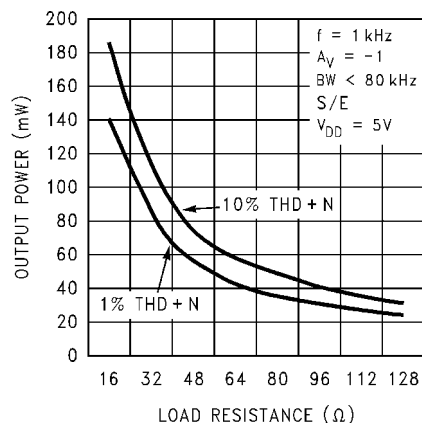


代表的な性能特性 (つづき)

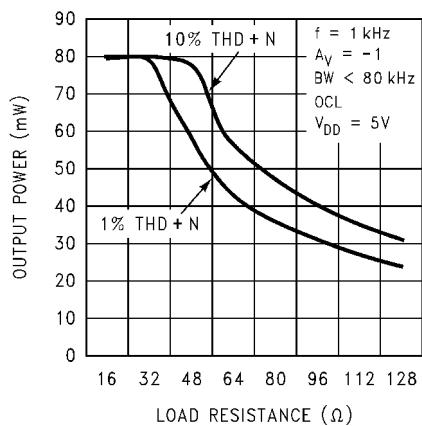
Output Power vs Supply Voltage



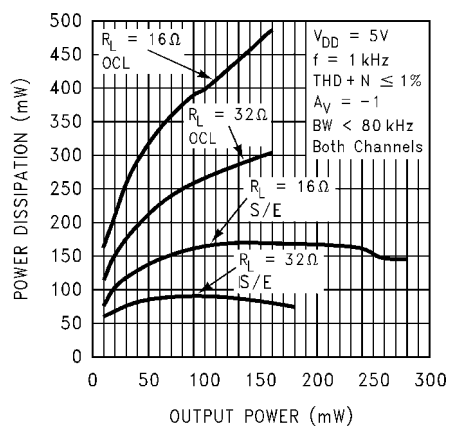
Output Power vs Load Resistance



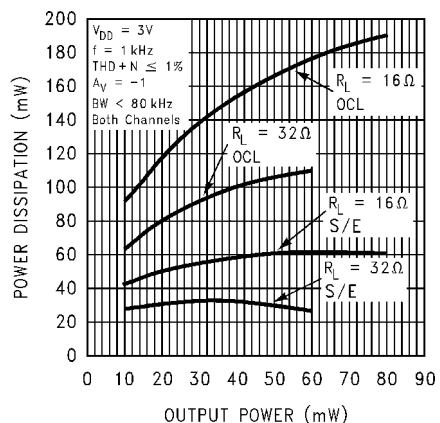
Output Power vs Load Resistance



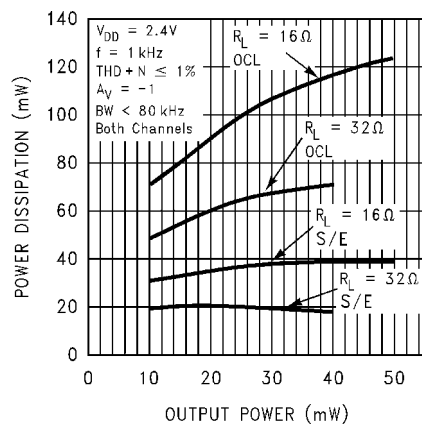
Power Dissipation vs. Output Power



Power Dissipation vs. Output Power

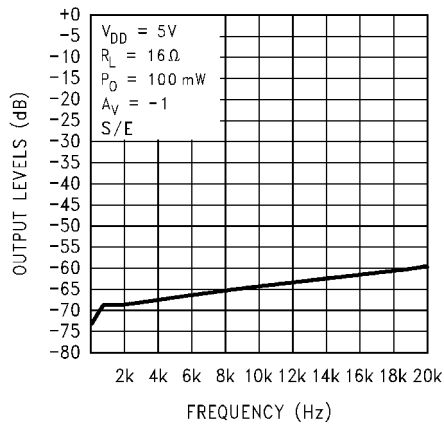


Power Dissipation vs Output Power

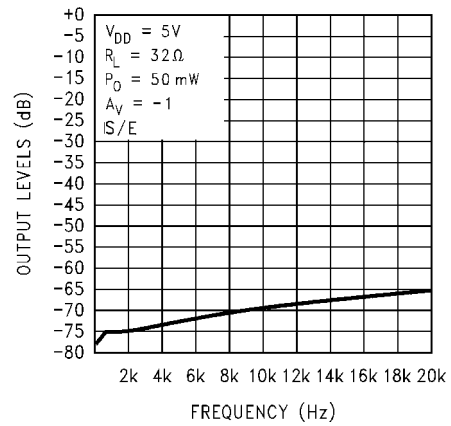


代表的な性能特性 (つづき)

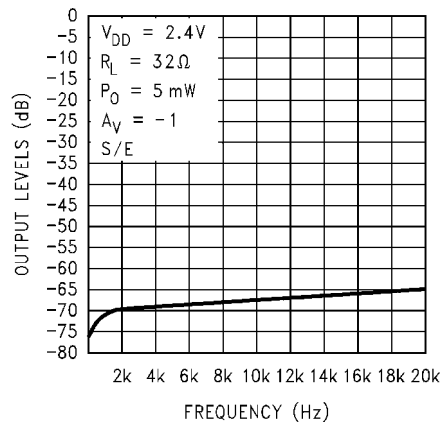
Channel Separation



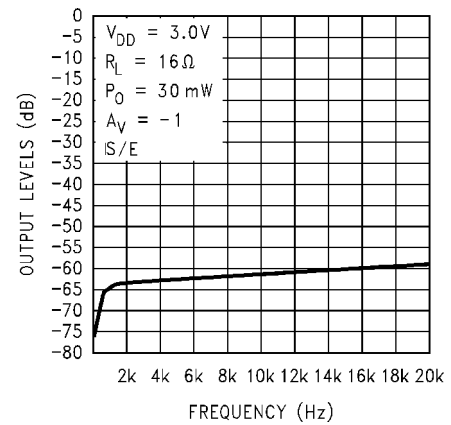
Channel Separation



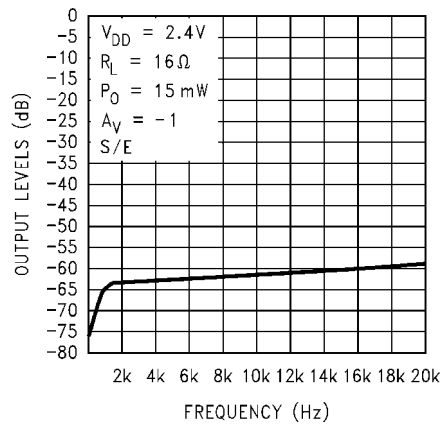
Channel Separation



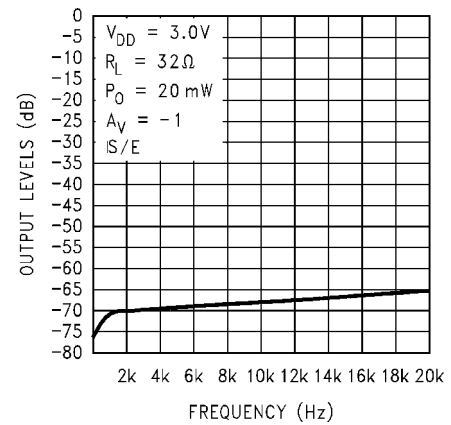
Channel Separation



Channel Separation

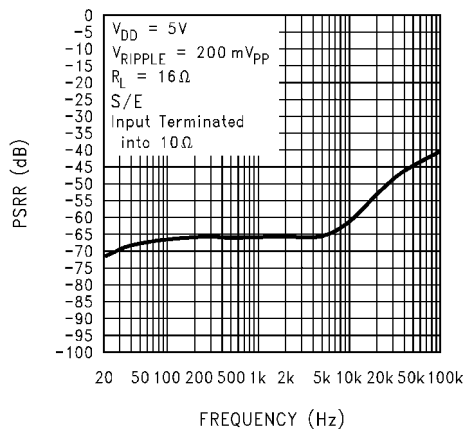


Channel Separation

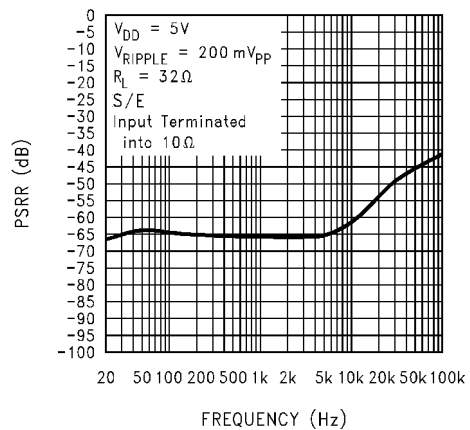


代表的な性能特性 (つづき)

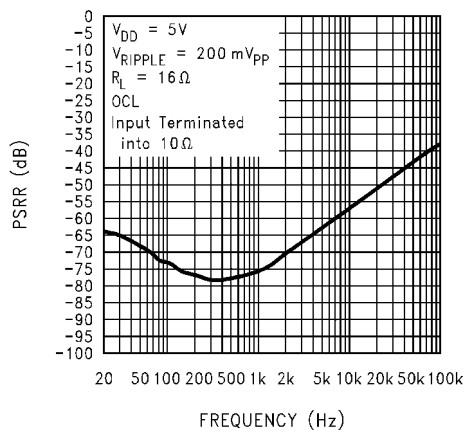
Power Supply Rejection Ratio



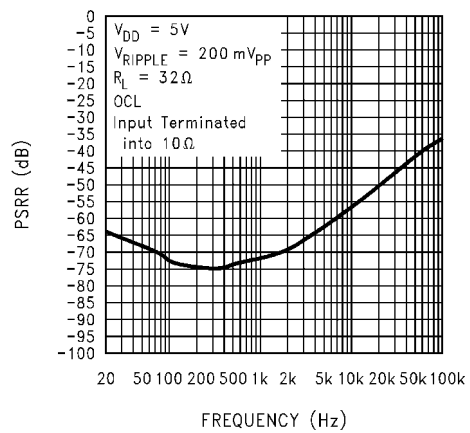
Power Supply Rejection Ratio



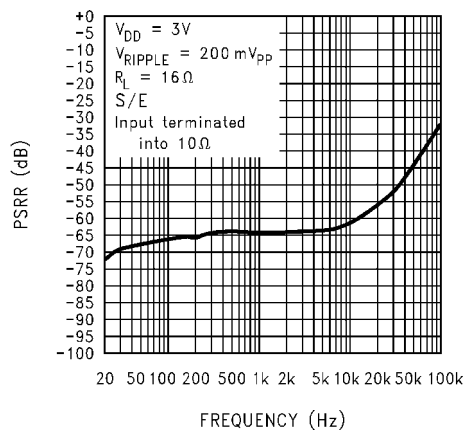
Power Supply Rejection Ratio



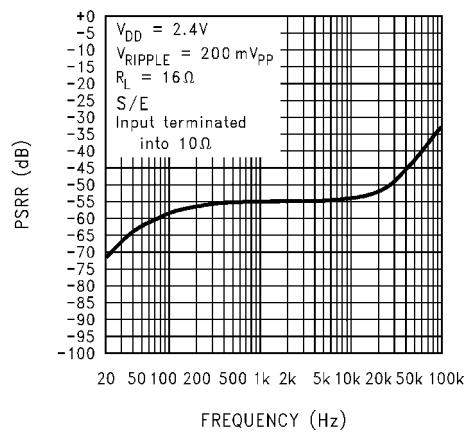
Power Supply Rejection Ratio



Power Supply Rejection Ratio

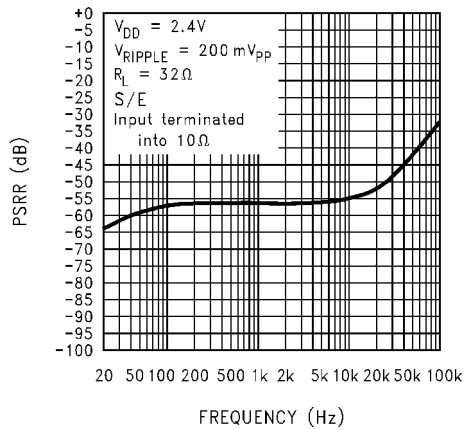


Power Supply Rejection Ratio

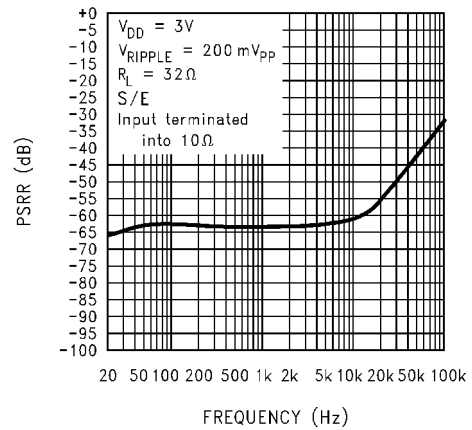


代表的な性能特性 (つづき)

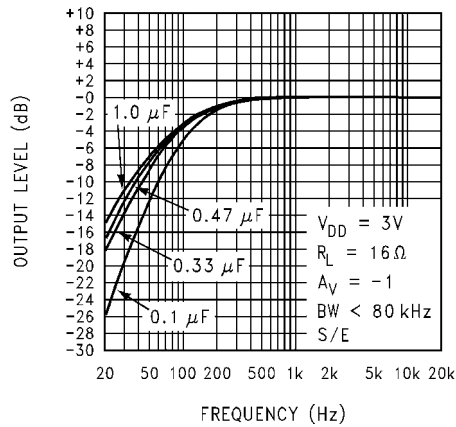
Power Supply Rejection Ratio



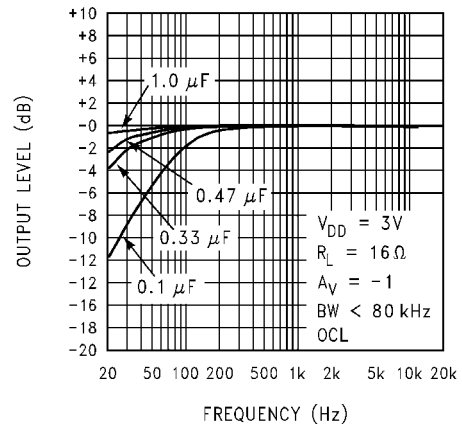
Power Supply Rejection Ratio



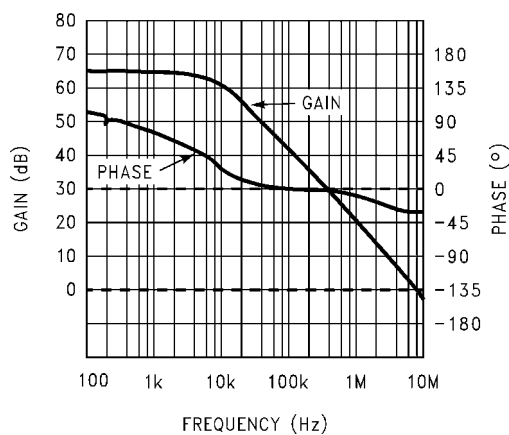
Frequency Response vs Input Capacitor Size



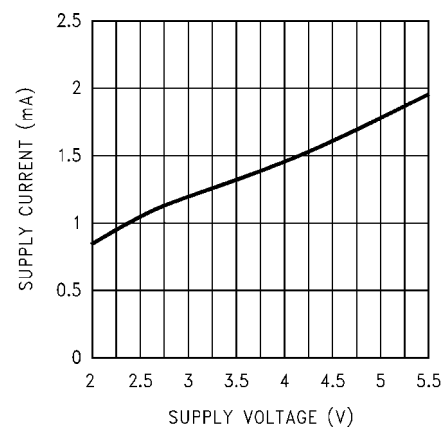
Frequency Response vs Input Capacitor Size



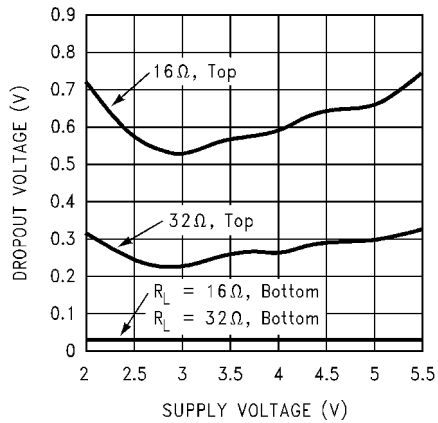
Open Loop Frequency Response



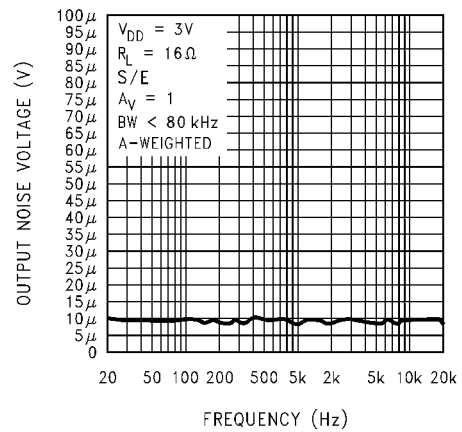
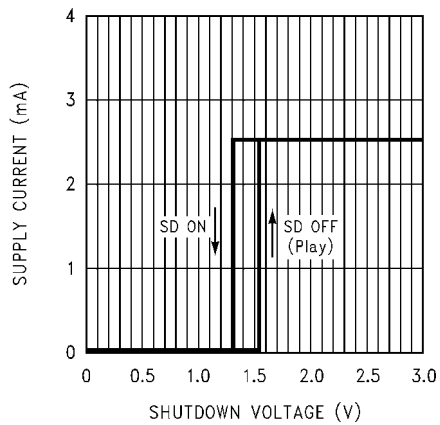
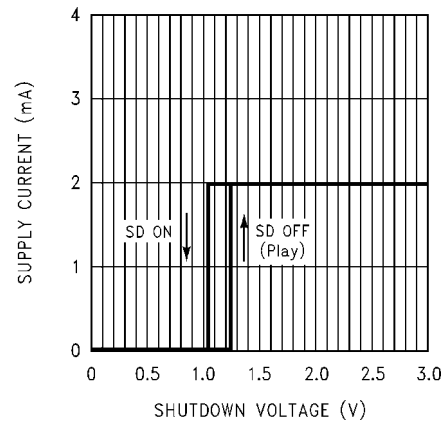
Supply Voltage vs Supply Current



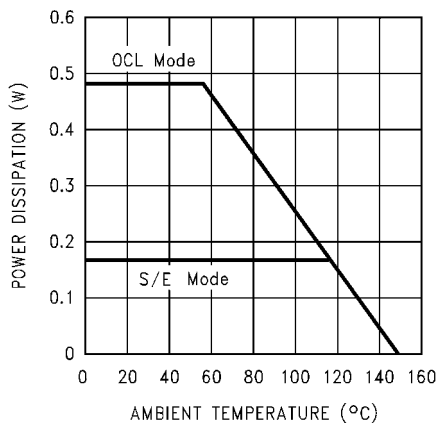
代表的な性能特性 (つづき)

Clipping Voltage vs
Supply Voltage

Noise Floor

Shutdown Hysteresis Voltage, $V_{DD} = 5V$ Shutdown Hysteresis Voltage, $V_{DD} = 3V$ 

Power Derating Curve



アプリケーション情報

アンプの構成に関する説明

Figure 1 に示すように、LM4911 は 3 つのオペアンプを内蔵しています。そのうち 2 つのアンプはゲインを外部から設定でき、残りの 1 つはユニティ・ゲイン・バッファとしてバイアス点が内部で固定されています。前者の 2 つのアンプの閉ループ・ゲインは、 R_f と R_i の比で設定されます。すなわちデバイスの各チャネルのゲインは次式のようになります。

$$A_{VD} = - (R_f / R_i)$$

V_{OC} がバッファされた LM4911 のバイアス電圧になり、その電圧を基準として V_{OA} と V_{OB} で負荷を駆動するので、出力カップリング・コンデンサは不要となります。一般的なシングルエンド構成のアンプでは、負荷の片側がグラウンドに接続されているので、出力の DC レベルを遮断するために大型でコストの高い出力カップリング・コンデンサが必要です。

LM4911 で採用したアンプ構成は、単一電源のシングルエンド・アンプに比べて優れています。出力 V_{OA} 、 V_{OB} 、 V_{OC} は $1/2 V_{DD}$ でバイアスされているため、各負荷とも DC 電圧は印加されません。そのため単一電源のシングルエンド・アンプに必要な出力カップリング・コンデンサを省略できました。仮に一般的な単一電源のシングルエンド・アンプで出力カップリング・コンデンサを取り去ると、バイアス電圧が負荷に印加されるためデバイス内部の消費電力は増加し、さらにスピーカの損傷を引き起こす可能性があります。

出力カップリング・コンデンサ

LM4911 は、シングルエンド (S/E)、および出力コンデンサ・レス (OCL) の、2 種類の回路構成に対応したステレオ・オーディオ・パワーアンプです。各シングルエンド出力 (V_{OA} と V_{OB}) に出力コンデンサを接続し、かつ V_{OC} をグラウンドに接続すると、LM4911 は S/E モードで動作します。この出力カップリング・コンデンサはヘッドフォンもしくは通常のシングルエンド負荷に対して、アンプの出力段にバイアスされている $1/2 V_{DD}$ の DC 電圧を遮断するとともに、オーディオ信号を通過させる働きをします。オーディオ信号はヘッドフォン・ジャックのスリーブを通じて回路のグラウンドへリターンします。

LM4911 を OCL モードで構成すると、出力コンデンサを省略できます。 V_{OC} をグラウンドに接続しなければ、ステレオ・ヘッドフォン・ジャックのスリーブ電圧となる $1/2 V_{DD}$ バイアス電圧が V_{OC} 出力から出力されます。この電圧はヘッドフォンを駆動する V_{OA} と V_{OB} のバイアス電圧と同じです。すなわちヘッドフォン動作はブリッジ接続負荷 (BTL) 動作と似ており、ヘッドフォン・スピーカ端子間には等しい DC 電圧が印加されるようになっています。したがってヘッドフォン・スピーカに DC 電流が流れることは実質的にありません。スピーカ端子に印加されるオーディオ出力信号の振幅に従い AC 電流のみが流れます。

ヘッドフォン・ジャックのスリーブは OCL モードで使われる場合、回路グラウンドにはなりません。ヘッドフォン出力ジャックをライン出力として用いる場合は、接続したライン・プラグのスリーブに LM4911 のバンドギャップ・リファレンス電圧が印加される点に注意が必要です。この場合コンデンサ・カップリングにより DC を遮断する外部機器であれば問題はありません。まれに DC 結合されている機器が存在しますが、そのような機器を接続した場合は LM4911 の監視機能が働き、ヘッドフォン・ジャックのスリーブに流れる電流を監視します。電流値が 500mA (ピーク) を超えるとアンプはシャットダウン状態となり、LM4911 と外部機器を保護します。

消費電力

どんなパワーアンプを使うときでも、消費電力は大きな問題で、うまくデザインするには完全に理解しなければなりません。S/E モードでは、式 1 は与えられた電源電圧で動作し、特定の出力負荷をドライブしているシングルエンド・アンプの最大消費電力点を表しています。

$$P_{D\text{MAX}} = (V_{DD})^2 / (2 \cdot 2R_L) \quad (1)$$

LM4911 はひとつのパッケージ内に 2 つのアンプを持っているので、最大内部消費電力点は、式 1 で得られる値の 2 倍になります。式 1 より 3V の電源と 32 Ω の負荷を仮定すると、最大消費電力点は 1 アンプ当たり 14mW となります。したがって、パッケージ全体の最大消費電力点は 28mW となります。

OCL モード動作時は、3 番目のアンプがバッファとして動作するために最大消費電力は増加し、消費電力は式 2 で与えられます。

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

式 1、2 で得られた最大消費電力点は式 3 から得られる消費電力より大きいくてはいけません。

$$P_{D\text{MAX}} = (T_{J\text{MAX}} - T_A) / J_A \quad (3)$$

LM4911 の MUA08A パッケージの場合、 $J_A = 190$ W/W、 $T_{J\text{MAX}} = 150$ です。システムをどく周囲温度 T_A に依存して、IC パッケージがサポートする最大内部消費電力を見つけるのに、式 3 が使えます。式 1、2 の結果が式 3 の結果より大きければ、電源電圧を小さくするか、負荷インピーダンスを大きくするか、あるいは周囲温度 T_A を下げなければなりません。3V 電源で、32 Ω 負荷の代表的アプリケーションの場合、デバイスが最大消費電力点あたりで動作すれば、最高接合部温度を超えない最高周囲温度は約 144 です。このように一般的なアプリケーションでは、消費電力は大きな問題にはなりません。消費電力は出力電力の関数なので、最大消費電力点近くの動作でなければ、それに応じて周囲温度を上げておかまいません。出力電力が低いときの消費電力に関しては、「代表的な性能特性」のグラフを参照して下さい。

電源のバイパス

どんなパワーアンプの場合でも、電源の適切なバイパスは低ノイズと高い電源除去のために重要です。電源端子のコンデンサはできる限りデバイスの近くに配置してください。

「代表的なアプリケーション」では、3V のレギュレータの他に電源フィルタとして 10 μ F のタンタル・コンデンサまたは電解コンデンサとセラミックのバイパス・コンデンサを使用しています。これは LM4911 の電源をバイパスするために必要で削減できません。バイパス・コンデンサ C_S の推奨値は 0.1 μ F から 1 μ F の範囲です。

アプリケーション情報 (つづき)

マイクロパワー・シャットダウン

SHUTDOWN 端子に印加する電圧で LM4911 のシャットダウン機能を制御します。SHUTDOWN 端子にロジック LOW 電圧を印加すると、マイクロパワー・シャットダウン機能が働きます。LM4911 のマイクロパワー・シャットダウン機能が有効になると、アンプのバイアス回路がオフになり、電源電流が小さくなります。SHUTDOWN 端子のスレッシュホールドは、「代表的な性能特性」の“Shutdown Hysteresis Voltage”グラフに示されるように電源電圧に依存します。シャットダウン電流を $0.1\mu\text{A}$ (typ) と低い値にするには、できるだけグラウンドに近い値を SHUTDOWN 端子に印加します。印加する電圧がグラウンドより高いと、シャットダウン電流が増えることがあります。マイクロパワー・シャットダウン機能を制御する方法はいくつかあります。例えば、単極単投 (single-pole-single-throw、SPST) スイッチ、マイクロプロセッサ、またはマイクロコントローラを使用する方法などです。スイッチを使用するときは、SHUTDOWN 端子と V_{DD} の間に $100\text{k}\Omega$ のプルアップ抵抗を 1 個外付けしてください。スイッチは、SHUTDOWN 端子とグラウンドの間に接続します。このスイッチを開くとアンプは通常どおりの動作をします。スイッチを閉じると、SHUTDOWN 端子とグラウンドがつながり、マイクロパワー・シャットダウン機能が働きます。

スイッチと抵抗が SHUTDOWN 端子がフローティング状態になるのを防いでいます。これにより、状態が不必要に変化するのを防げます。マイクロプロセッサやマイクロコントローラを搭載している装置ではデジタル出力を使用して SHUTDOWN 端子に制御電圧を印加します。アクティブ回路で SHUTDOWN 端子を駆動する場合、プルアップ抵抗は要りません。

シャットダウンをイネーブル / ディスエーブルした時の遷移時間は、 C_{bypass} と V_{DD} で決まります。 C_{bypass} の容量を大きくするとシャットダウン・イネーブル / ディスエーブル時の遷移時間は長くなります。また C_{bypass} が同じ場合、 V_{DD} が低いほうが同様にシャットダウンの遷移時間は長くなります。遷移時間が長いと、シャットダウン・モードに移行するとき、および通常動作に戻るときをクリック / ポップ・ノイズ特性が改善されます。電源電圧が 2.4V で C_{bypass} が $4.7\mu\text{F}$ のとき、LM4911 のシャットダウン遷移に必要な時間はおよそ 2 秒です。遷移時間がこのくらい長いとクリック / ポップ・ノイズは実質的にゼロとなります。

C_{bypass} の容量を小さくするとターンオン時間が短くなりますが、ポップ・ノイズが増え PRSS が悪化します。電源電圧が 2.2V 以下のときシャットダウン遷移時間はかなり長くなるので、電源電圧が極めて低い場合はオフセット電圧の上昇を早める目的も兼ねて、ターンオン時間を短くするほうが望ましい場合があります。なお OCL モードでは、シャットダウンの遷移時間が電源電圧に依存せずに極めて高速 (0.5 秒) になっているため、この方法にする必要はありません。

ミュート機能

LM4911 が S/E モードで動作しているときは、出力ポップ / クリック・ノイズが小さく、省電流 ($100\mu\text{A}$) のミュート機能が使え、ため、高速ターンオン / ターンオフが可能になります。ミュート機能は出力レベルをバイアス・レベルに保つため、シャットダウン・モードより電力消費は大きくなりますが、ターンオン / オフ時間は高速です。ミュート・モードへの切り換えは上述のシャットダウン・モードへの移行と逆極性となっており、MUTE 端子に HIGH レベルを印加します。スレッシュホールド電圧と機能のイネーブルはシャットダウン機能と同様です。

なお OCL モードでは、シャットダウン遷移は高速かつミュート・モードより消費電力が少ないため、LM4911 を OCL モードで動作させている場合、ミュート機能を使う必要はありません。

またミュート機能を、シャットダウン中またはシャットダウン遷移時にイネーブルにすることはできません。動作条件として適切ではなく、ポップ / クリック・ノイズを増大させてしまう場合があるからです。

外付け部品の選択

パワーアンプ IC を使用する場合に、デバイスの性能を引き出し充分なシステム性能を得るためには、アプリケーションに応じて適切な外付け部品の選択が重要になります。LM4911 は外付け部品に対して広い許容度を有しますが、システム全体の性能を最大限に引き出すためには充分検討したうえで部品定数を決定すべきです。

LM4911 はユニティ・ゲインで安定しているため、設計の柔軟性が高くなっています。LM4911 は低ゲイン設定で使用したほうが $\text{THD} + \text{N}$ を小さくでき、かつ S/N 比を高くできます。ただし低ゲインで使用する場合、所望の出力パワーを得るためには入力振幅が大きくなる必要はありません。オーディオ・コーデックなど、 1V_{rms} を超える出力を持つデバイスも提供されるようになっていきます。なおゲイン設定抵抗には大きな抵抗値を用いてはいけません。 R_i と R_f は $1\text{M}\Omega$ 以下にしてください。ゲイン設定の詳細は「オーディオ・パワーアンプの設計」の項を参照してください。

ゲインとともにもう一つの重要な設計項目がアンプの閉ループ帯域幅です。帯域幅は主に、Figure 2、3 に示す外付け部品によって決まります。入力コンデンサ C_i は低周波数応答を決める一次のハイパス・フィルタを構成します。この容量は、必要な周波数応答および電源オン時間から決定します。

入力コンデンサの値の選定

可聴周波数範囲の最も低い周波数を増幅するには、大きな容量を持つ入力カップリング・コンデンサ、 C_i が必要です。大容量コンデンサは高価であり、携帯機器の空間効率を損なう場合があります。しかし、携帯機器に使用されるようなヘッドフォンは多くの場合、 60Hz より低い信号を再生する能力はほとんどありません。このように周波数応答に限界があるヘッドフォンを使用する場合、大きな容量の入力コンデンサを使用してもシステム性能に改善はほとんど見込めません。

システム・コストとサイズに加えて、電源オン時は、コンデンサ C_i のサイズに影響されます。より大きな入力カップリング・コンデンサはバイアス DC 電圧になるためにより多くのチャージを必要とします。このチャージ電流はフィードバックを経由して出力から供給されます。よって低周波応答に応じたコンデンサの大きさを最小にすると、ポップ・ノイズの発生を最小に抑えられます。入力コンデンサ C_i は小容量 ($0.1\mu\text{F}$ から $0.39\mu\text{F}$) を推奨します。

オーディオ・パワーアンプの設計

25mW/32 オーディオ・アンプ

設計条件：

出力電力	25mWrms
負荷インピーダンス	32
入力レベル	1Vrms
入力インピーダンス	20k

設計者はまず規定の出力電力を得られる必要な電源電圧を決めなければなりません。「代表的な性能特性」の出力電力と供給電圧のグラフから推測すれば、供給電圧を簡単に推測できます。

アプリケーション情報 (つづき)

3V は多くのアプリケーションで使われる標準的な電源電圧なので、ここで述べる例でも電源電圧を 3V としています。電源のヘッドルームを増やすと、LM4911 は無歪みで 25mW 以上の電力を供給できます。この時、設計者は「消費電力」の項で示されている負荷インピーダンス条件に合うように電源電圧を選択しなければなりません。

電力消費の等式がひとたび考慮されると、必要なゲインは式 2 から求められます。

$$A_V \geq \sqrt{(P_O R_L)} / (V_{IN}) = V_{O_{rms}} / V_{I_{rms}} \quad (4)$$

式 4 から、最小ゲインは $A_V = 0.89$ であるため、 $A_V = 1$ とします。所望の入力インピーダンスは、20k で、 $A_V = 1$ のとき、 R_f と R_i の比は 1:1 となります。以上から $R_i = 20k$ 、 $R_f = 20k$ と選択します。設計の最終過程では、-3dB 周波数の上限 / 下限ペアとして規定される要求帯域を検討します。低域カットオフ周波数を要求帯域下限の 1/5 の周波数以下とし、また高域カットオフ

周波数を要求帯域上限の 5 倍の周波数以上に設定すると、要求帯域内でのゲイン変動は 0.17dB となり、要求特性である $\pm 0.25dB$ を満足します。

$$f_L = 100Hz / 5 = 20Hz$$

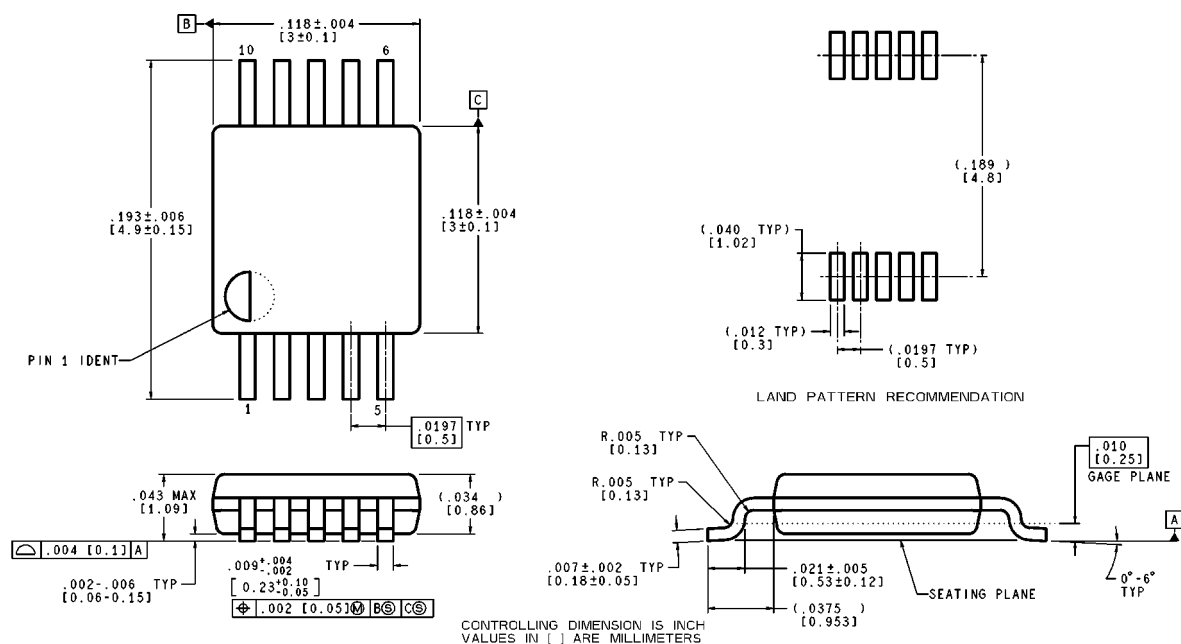
$$f_H = 20kHz * 5 = 100kHz$$

「外付け部品の選択」の項で述べたように、 R_i と C_i はハイパス・フィルタを構成します。

$$C_i = 1 / (2 * 20k * 20Hz) = 0.397 \mu F; 0.39 \mu F \text{ を使用。}$$

高周波のポールの、望みの高周波のポール f_H と差動ゲイン A_V の積で決まります。 $A_V = 1$ 、 $f_H = 100kHz$ のとき、GBWP = 100kHz となり、これは LM4911 の 10MHz の GBWP より先はるかに小さくなります。この数字は、デザイナーがもっと高いゲインのアンプをデザインする必要があるとしても、帯域幅の制限にぶつからずに、LM4911 を使えることを示しています。

外形寸法図 特記のない限り inches (millimeters)



MUB10A (Rev A)

MSOP
Order Number LM4911MM
NS Package Number MUB10A

生命維持装置への使用について

弊社の製品はナショナル セミコンダクター社の書面による許可なくしては、生命維持用の装置またはシステム内の重要な部品として使用することはできません。

1. 生命維持用の装置またはシステムとは (a) 体内に外科的に使用されることを意図されたもの、または (b) 生命を維持あるいは支持するものをいい、ラベルにより表示される使用法に従って適切に使用された場合に、これの不具合が使用者に身体的障害を与えると予想されるものをいいます。
2. 重要な部品とは、生命維持にかかわる装置またはシステム内のすべての部品をいい、これの不具合が生命維持用の装置またはシステムの不具合の原因となりそれらの安全性や機能に影響を及ぼすことが予想されるものをいいます。

ナショナル セミコンダクター ジャパン株式会社

本社 / 〒 135-0042 東京都江東区木場 2-17-16

TEL.(03)5639-7300

技術資料 (日本語 / 英語) はホームページより入手可能です。

その他のお問い合わせはフリーダイヤルをご利用下さい。

<http://www.national.com/JPN/>

0120-666-116