

この製品の和文データシートに原文との差分がスペックに関して発生しましたので、お知らせ致します。

この正誤表は、2015年7月29日現在、アナログ・デバイセズ株式会社で確認した訂正内容を記したものです。なお、英語のデータシートが最新となっております。

正誤表作成年月日：2015年7月29日

製品名：AD737

対象となるデータシートのリビジョン(Rev)：Rev.H

訂正箇所：

P.1

<特長にマイナス出力となる記述を追加>

旧) バッファ付き汎用電圧出力バージョン (AD736) も提供

追記) AD737 出力は負電圧となります。正電圧出力の AD736 出力も提供

<概要の右側にて Cerdip パッケージが削除>

旧) AD737 は、PDIP, SOIC_N, CERDIP の 3 種類の低価格 8 ピン・パッケージ

訂正) AD737 は、PDIP, SOIC_N の 2 種類の低価格 8 ピン・パッケージ

<製品のハイライトにて、消費電力の記述を変更>

旧) AD737 は 0.72mW の低消費電力であるため、バッテリー駆動のアプリケーションに適しています

訂正) 125μW のスタンバイ消費電流であるため、バッテリー駆動のアプリケーションに適しています

P.2

<スペック表 1 の CERDIP に関する項目の削除、および B グレードに関する規定全て削除>

旧) 例：ACCURACY / Over Temperature / AQ and BQ

削除) AQ and BQ 項目に相当するスペック

P.8

<代表的な性能特性において、図 8、図 9、図 13、図 20 の説明文に「負の DC 電圧」を追加>

特長

次の値を計算:

- 真の rms 値
- 平均整流値
- 絶対値

次の機能を提供:

- 200 mV フル・スケールの入力範囲(入力減衰器により大きな値を入力)
- 3½デジット CMOS ADC への直接インターフェース
- 高入力インピーダンス: $10^{12} \Omega$
- 低入力バイアス電流: 25 pA 最大
- 高精度出力値: $\pm 0.2 \text{ mV} \pm 0.3\%$
- 最大 5 までの信号クレスト・ファクタでの RMS 変換
- 広い電源範囲: $\pm 2.5 \text{ V} \sim \pm 16.5 \text{ V}$
- 低消費電力: 160 μA の最大電源電流
- 規定精度に対して外部トリム不要

バッファ付き汎用電圧出力バージョン(AD736)も提供

概要

AD737¹は低消費電力の高精度モノリシック RMS/DC コンバータです。レーザー・トリムを行って、正弦波入力での変換最大誤差 $\pm 0.2 \text{ mV} \pm 0.3\%$ を実現しています。さらに、可変デューティ・サイクル・パルスやトライアック(位相)制御正弦波などの広範囲な入力波形の測定で高精度を維持します。このコンバータは低価格かつ小型サイズであるため、多くのアプリケーションで非 rms 精度の整流器の性能をアップグレードするのに適しています。AD737は、これらの回路より高い精度を同等かそれ以下の価格で提供します。

AD737は、AC 入力電圧と DC 入力電圧の rms 値を計算することができます。外付けコンデンサを 1 個接続することにより AC 結合で動作することもできます。このモードでは、AD737は温度または電源電圧の変化があっても 100 μV rms 以下の入力信号レベルを測定することができます。クレスト・ファクタが 1~3 の入力波形に対しても高精度を維持します。さらに、クレスト・ファクタが 5 と高い場合でも、200 mV のフル・スケール入力レベルで測定することができます(誤差増は僅か 2.5%)。

AD737には出力バッファ・アンプがないため出力で発生する DC オフセット誤差が極めて小さいので、高入力インピーダンス ADC と組み合わせて動作させるのに最適です。

電源電流 160 μA の AD737は、ポータブル・マルチメータやその他のバッテリー駆動のアプリケーションでの使用に最適化されています。このコンバータは、スタンバイ電源電流を 30 μA 以下に削減するパワーダウン機能も提供しています。

¹ 米国特許 No. 5,495,245 により保護されています。

機能ブロック図

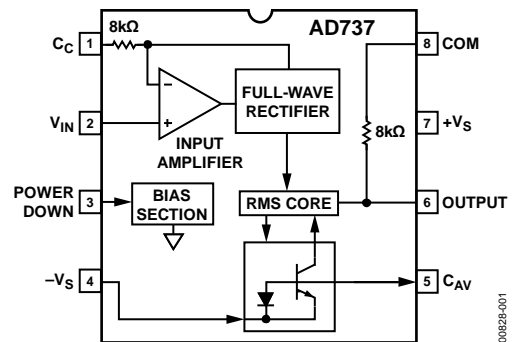


図 1.

AD737には2本の信号入力ピンがあります。高インピーダンス($10^{12} \Omega$) FET 入力は、高抵抗入力の減衰器に直接インターフェースすることができ、低インピーダンス(8 k Ω)入力の方には、0.9 V までの rms 電圧を入力することができます。最小電源電圧 $\pm 2.5 \text{ V}$ で動作することができます。2本の入力はシングルエンドまたは差動として使用することができます。

AD737は1%の測定誤差帯域幅を実現し、20 mV rms~200 mV rms の入力振幅に対して 10 kHz を超え、消費電力は僅か 0.72 mW です。

AD737には4種類の性能グレードがあります。AD737J グレードと AD737K グレードは $0^\circ\text{C} \sim 70^\circ\text{C}$ の商用温度範囲で仕様が規定されています。AD737JR-5は、 $\pm 2.5 \text{ V DC}$ の電源電圧でテストされています。AD737A グレードと AD737B グレードは $-40^\circ\text{C} \sim +85^\circ\text{C}$ の工業用温度範囲で仕様が規定されています。AD737は、PDIP、SOIC_N、CERDIP の3種類の低価格 8ピン・パッケージを採用しています。

製品のハイライト

1. 種々の入力信号の平均整流値、絶対値、または真の rms 値を計算することができます。
2. AD737に外付け部品を1個(平均コンデンサ)追加するだけで、真の rms 測定を行うことができます。
3. AD737は 0.72 mW の低消費電力であるため、バッテリー駆動のアプリケーションに適しています。

目次

特長	1
機能ブロック図.....	1
概要	1
製品のハイライト.....	1
改訂履歴	2
仕様	3
絶対最大定格.....	6
熱抵抗	6
ESD の注意	6
ピン配置およびピン機能説明.....	7
代表的な性能特性.....	8
動作原理	12

改訂履歴

10/08—Rev. G to Rev. H

Added Selectable Average or RMS Conversion Section and Figure 27	14
Updated Outline Dimensions	20
Changes to Ordering Guide.....	22

12/06—Rev. F to Rev. G

Changes to Specifications	3
Reorganized Typical Performance Characteristics	8
Changes to Figure 21	11
Reorganized Theory of Operation Section	12
Reorganized Applications Section	14
Added Scaling Input and Output Voltages Section.....	14
Deleted Application Circuits Heading.....	16
Changes to Figure 28	16
Added AD737 Evaluation Board Section.....	18
Updated Outline Dimensions	20
Changes to Ordering Guide.....	21

1/05—Rev. E to Rev. F

Updated Format	Universal
Added Functional Block Diagram.....	1
Changes to General Description Section.....	1
Changes to Pin Configurations and Function Descriptions Section	6
Changes to Typical Performance Characteristics Section	7
Changes to Table 4.....	11

AC 測定のタイプ	12
DC 誤差、出力リップル、平均誤差.....	12
AC 測定精度とクレスト・ファクタ	13
セットリング・タイムの計算.....	13
アプリケーション情報.....	14
RMS 測定— C_{AV} 最適値の選択	14
平均応答接続を使用するセットリング・タイムの高速化	14
実用的なコンデンサ値の選択.....	14
入力電圧と出力電圧のスケーリング	14
AD737 評価ボード	18
外形寸法.....	20
オーダー・ガイド.....	22

Change to Figure 24	12
Change to Figure 27	15
Changes to Ordering Guide	18

6/03—Rev. D to Rev. E

Added AD737JR-5	Universal
Changes to Features.....	1
Changes to General Description	1
Changes to Specifications.....	2
Changes to Absolute Maximum Ratings.....	4
Changes to Ordering Guide	4
Added TPCs 16 through 19	6
Changes to Figures 1 and 2.....	8
Changes to Figure 8.....	11
Updated Outline Dimensions.....	12

12/02—Rev. C to Rev. D

Changes to Functional Block Diagram	1
Changes to Pin Configuration.....	4
Figure 1 Replaced.....	8
Changes to Figure 2.....	8
Figure 5 Replaced.....	10
Changes to Application Circuits Figures 4, 6–8	10
Outline Dimensions Updated.....	12

12/99—Rev. B to Rev. C

仕様

特に指定がない限り、 $T_A = 25^\circ\text{C}$ 、 $\pm V_S = \pm 5\text{ V}$ (注記を除く)、 $C_{AV} = 33\ \mu\text{F}$ 、 $C_C = 10\ \mu\text{F}$ 、 $f = 1\ \text{kHz}$ (ピン2に正弦波を入力)。太字で示す仕様は、最終電気テストですべての製品ユニットについてテストされます。これらのテスト結果を使って、出荷品質レベルが計算されます。

表 1.

Parameter	Conditions	AD737A, AD737J			AD737B, AD737K			AD737J-5			Unit
		Min	Typ	Max	Min	Typ	Max	Min	Typ	Max	
ACCURACY											
Total Error	$E_{IN} = 0$ to 200 mV rms $\pm V_S = \pm 2.5\text{ V}$ $\pm V_S = \pm 2.5\text{ V}$, input to Pin 1 $E_{IN} = 200\text{ mV}$ to 1 V rms		0.2/0.3	0.4/0.5		0.2/0.2	0.2/0.3		0.2/0.3	0.4/0.5	$\pm\text{mV}/\pm\text{POR}^1$ $\pm\text{mV}/\pm\text{POR}^1$ $\pm\text{mV}/\pm\text{POR}^1$
Over Temperature			-1.2	± 2.0		-1.2	± 2.0				POR
AQ and BQ	$E_{IN} = 200\text{ mV rms}$			0.5/0.7			0.3/0.5				$\pm\text{POR}/^\circ\text{C}$
JN, JR, KN, KR	$E_{IN} = 200\text{ mV rms}$, $\pm V_S = \pm 2.5\text{ V}$		0.007			0.007			0.02		$\pm\text{POR}/^\circ\text{C}$
AN and AR	$E_{IN} = 200\text{ mV rms}$, $\pm V_S = \pm 2.5\text{ V}$		0.014			0.014					$\pm\text{POR}/^\circ\text{C}$
Vs. Supply Voltage											
	$E_{IN} = 200\text{ mV rms}$, $\pm V_S = \pm 2.5\text{ V}$ to $\pm 5\text{ V}$	0	-0.18	-0.3	0	-0.18	-0.3	0	-0.18	-0.3	%/V
	$E_{IN} = 200\text{ mV rms}$, $\pm V_S = \pm 5\text{ V}$ to $\pm 16.5\text{ V}$	0	0.06	0.1	0	0.06	0.1	0	0.06	0.1	%/V
DC Reversal Error	DC coupled, $V_{IN} = 600\text{ mV dc}$ $V_{IN} = 200\text{ mV dc}$, $\pm V_S = \pm 2.5\text{ V}$		1.3	2.5		1.3	2.5				POR POR
Nonlinearity ²	$E_{IN} = 0\text{ mV}$ to 200 mV rms, @ 100 mV rms	0	0.25	0.35	0	0.25	0.35				POR
Input to Pin 1 ³	AC coupled, $E_{IN} = 100\text{ mV rms}$, after correction, $\pm V_S = \pm 2.5\text{ V}$								0.02	0.1	POR
Total Error, External Trim	$E_{IN} = 0\text{ mV}$ to 200 mV rms		0.1/0.2			0.1/0.2			0.1/0.2		$\pm\text{mV}/\pm\text{POR}$
ADDITIONAL CREST FACTOR ERROR ⁴											
For Crest Factors from 1 to 3	$C_{AV} = C_F = 100\ \mu\text{F}$		0.7			0.7					%
	$C_{AV} = 22\ \mu\text{F}$, $C_F = 100\ \mu\text{F}$, $\pm V_S = \pm 2.5\text{ V}$, input to Pin 1								1.7		%
For Crest Factors from 3 to 5	$C_{AV} = C_F = 100\ \mu\text{F}$		2.5			2.5					%
INPUT CHARACTERIST ICS											
High-Z Input (Pin 2) Signal Range											
Continuous RMS Level	$\pm V_S = +2.5\text{ V}$									200	mV rms
	$\pm V_S = +2.8\text{ V}/-3.2\text{ V}$			200		200					mV rms
	$\pm V_S = \pm 5\text{ V}$ to $\pm 16.5\text{ V}$			1		1					V rms

Parameter	Conditions	AD737A, AD737J			AD737B, AD737K			AD737J-5			Unit	
		Min	Typ	Max	Min	Typ	Max	Min	Typ	Max		
Peak Transient Input	$\pm V_S = +2.5$ V input to Pin 1							± 0.6			V	
	$\pm V_S = +2.8$ V/ -3.2 V	± 0.9				± 0.9					V	
	$\pm V_S = \pm 5$ V		± 2.7			± 2.7					V	
	$\pm V_S = \pm 16.5$ V	± 4.0				± 4.0					V	
Input Resistance			1012			1012		1012			Ω	
Input Bias Current	$\pm V_S = \pm 5$ V		1	25		1	25		1	25	pA	
Low-Z Input (Pin 1) Signal Range	Continuous RMS Level	$\pm V_S = +2.5$ V								300	mV rms	
			$\pm V_S = +2.8$ V/ -3.2 V			300		300				mV rms
			$\pm V_S = \pm 5$ V to ± 16.5 V			1		1				V rms
Peak Transient Input	$\pm V_S = +2.5$ V							± 1.7			V	
	$\pm V_S = +2.8$ V/ -3.2 V		± 1.7			± 1.7					V	
	$\pm V_S = \pm 5$ V		± 3.8			± 3.8					V	
	$\pm V_S = \pm 16.5$ V		± 11			± 11					V	
Input Resistance		6.4	8	9.6	6.4	8	9.6	6.4	8	9.6	k Ω	
Maximum Continuous Nondestructive Input	All supply voltages			± 12			± 12			± 12	V p-p	
Input Offset Voltage ⁵	AC coupled			± 3		± 3			± 3		mV	
Over the Rated Operating Temperature Range			8	30		8	30		8	30	μ V/ $^{\circ}$ C	
Vs. Supply	$V_S = \pm 2.5$ V to ± 5 V		80			80			80		μ V/V	
	$V_S = \pm 5$ V to ± 16.5 V		50	150		50	150				μ V/V	
OUTPUT CHARACTERISTICS	No load											
Output Voltage Swing	$\pm V_S = +2.8$ V/ -3.2 V	-1.6	-1.7		-1.6	-1.7					V	
	$\pm V_S = \pm 5$ V	-3.3	-3.4		-3.3	-3.4					V	
	$\pm V_S = \pm 16.5$ V	-4	-5		-4	-5					V	
	$\pm V_S = \pm 2.5$ V, input to Pin 1							-1.1	-0.9		V	
Output Resistance	DC	6.4	8	9.6	6.4	8	9.6	6.4	8	9.6	k Ω	
FREQUENCY RESPONSE												
High-Z Input (Pin 2) 1% Additional Error	$V_{IN} = 1$ mV rms		1			1			1		kHz	
	$V_{IN} = 10$ mV rms		6			6			6		kHz	
	$V_{IN} = 100$ mV rms		37			37			37		kHz	
	$V_{IN} = 200$ mV rms		33			33			33		kHz	

Parameter	Conditions	AD737A, AD737J			AD737B, AD737K			AD737J-5			Unit
		Min	Typ	Max	Min	Typ	Max	Min	Typ	Max	
3 dB Bandwidth	V _{IN} = 1 mV rms		5			5			5		kHz
	V _{IN} = 10 mV rms		55			55			55		kHz
	V _{IN} = 100 mV rms		170			170			170		kHz
	V _{IN} = 200 mV rms		190			190			190		kHz
Low-Z Input (Pin 1) 1% Additional Error	V _{IN} = 1 mV rms		1			1			1		kHz
	V _{IN} = 10 mV rms		6			6			6		kHz
	V _{IN} = 40 mV rms								25		kHz
	V _{IN} = 100 mV rms		90			90			90		kHz
	V _{IN} = 200 mV rms		90			90			90		kHz
3 dB Bandwidth	V _{IN} = 1 mV rms		5			5			5		kHz
	V _{IN} = 10 mV rms		55			55			55		kHz
	V _{IN} = 100 mV rms		350			350			350		kHz
	V _{IN} = 200 mV rms		460			460			460		kHz
POWER-DOWN MODE											
Disable Voltage			0			0					V
Input Current, PD Enabled	V _{PD} = V _S		11			11					μA
POWER SUPPLY											
Operating Voltage Range		+2.8/ -3.2	±5	±16.5	+2.8/ -3.2	±5	±16.5	±2.5	±5	±16.5	V
Current	No input		120	160		120	160		120	160	μA
	Rated input		170	210		170	210		170	210	μA
	Powered down		25	40		25	40		25	40	μA

¹ POR は測定値の%値。

² 非直線性は、0 V と 200 mV rms の値を通る直線からの最大偏差 (%誤差)として定義されます。

³ 次式を使った4次誤差補正の後。

$$y = -0.31009x^4 - 0.21692x^3 - 0.06939x^2 + 0.99756x + 11.1 \times 10^{-6}$$

ここで、y は補正された結果、x は 0.01 V ~ 0.3 V のデバイス出力。

⁴ クレスト・ファクタ誤差は、200 mV rms 信号を基準としたときの特定のクレスト・ファクタから発生する誤差の増加として規定されます。クレスト・ファクタは V_{PEAK}/V rms として定義されます。

⁵ DC オフセットは AC 分解能を制限しません。

絶対最大定格

表 2.

Parameter	Rating
Supply Voltage	± 16.5 V
Internal Power Dissipation	200 mW
Input Voltage	$\pm V_S$
Output Short-Circuit Duration	Indefinite
Differential Input Voltage	$+V_S$ and $-V_S$
Storage Temperature Range	
CERDIP (Q-8)	-65°C to $+150^{\circ}\text{C}$
PDIP (N-8) and SOIC_N (R-8)	-65°C to $+125^{\circ}\text{C}$
Lead Temperature, Soldering (60 sec)	300°C
ESD Rating	500 V

上記の絶対最大定格を超えるストレスを加えるとデバイスに恒久的な損傷を与えることがあります。この規定はストレス定格の規定のみを目的とするものであり、この仕様の動作のセクションに記載する規定値以上でのデバイス動作を定めたものではありません。デバイスを長時間絶対最大定格状態に置くとデバイスの信頼性に影響を与えます。

熱抵抗

θ_{JA} はワーストケース条件で規定。すなわち表面実装パッケージの場合、デバイスを回路ボードにハンダ付けした状態で規定。

表 3.熱抵抗

Package Type	θ_{JA}	Unit
8-Lead CERDIP (Q-8)	110	$^{\circ}\text{C}/\text{W}$
8-Lead PDIP (N-8)	165	$^{\circ}\text{C}/\text{W}$
8-Lead SOIC_N (R-8)	155	$^{\circ}\text{C}/\text{W}$

ESD の注意



ESD（静電放電）の影響を受けやすいデバイスです。電荷を帯びたデバイスや回路ボードは、検知されないまま放電することがあります。本製品は当社独自の特許技術である ESD 保護回路を内蔵してはいますが、デバイスが高エネルギーの静電放電を被った場合、損傷を生じる可能性があります。したがって、性能劣化や機能低下を防止するため、ESD に対する適切な予防措置を講じることをお勧めします。

ピン配置およびピン機能説明

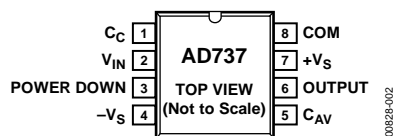


図 2. SOIC_N のピン配置(R-8)

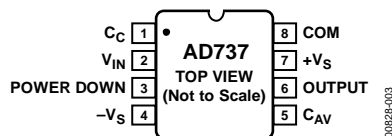


図 3. CERDIP のピン配置(Q-8)

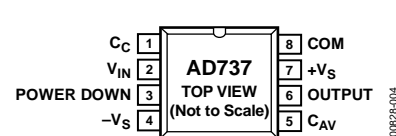


図 4. PDIP のピン配置(N-8)

表 4. ピン機能の説明

ピン番号	記号	説明
1	C_C	間接 DC 結合用の結合コンデンサ。
2	V_{IN}	RMS 入力。
3	POWER DOWN	AD737 をディスエーブルします。ロー・レベル: イネーブル。ハイ・レベル: パワーダウン。
4	$-V_S$	負の電源。
5	C_{AV}	平均コンデンサ。
6	OUTPUT	出力。
7	$+V_S$	正の電源。
8	COM	コモン。

代表的な性能特性

特に指定がない限り、 $T_A = 25^\circ\text{C}$ 、 $\pm V_S = \pm 5\text{ V}$ (ただし AD737J-5 の場合は $\pm V_S = \pm 2.5\text{ V}$)、 $C_{AV} = 33\ \mu\text{F}$ 、 $C_C = 10\ \mu\text{F}$ 、 $f = 1\ \text{kHz}$ (ピン 2 に正弦波を入力)。

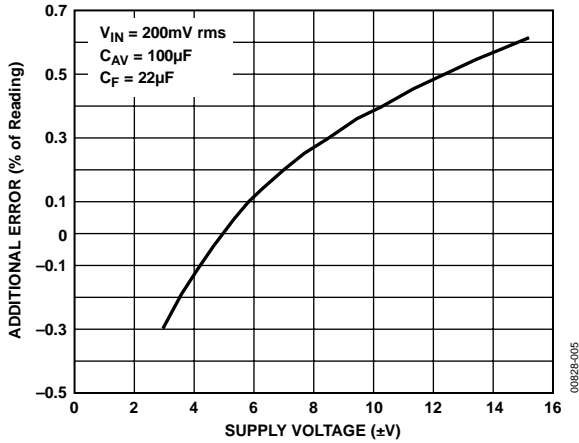


図 5. 誤差増対電源電圧

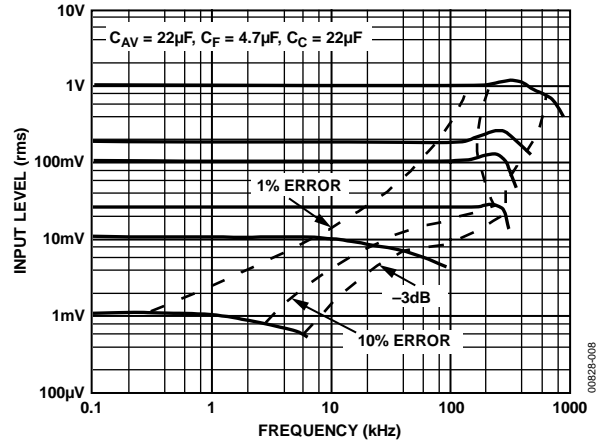


図 8. 周波数応答、ピン 1 駆動

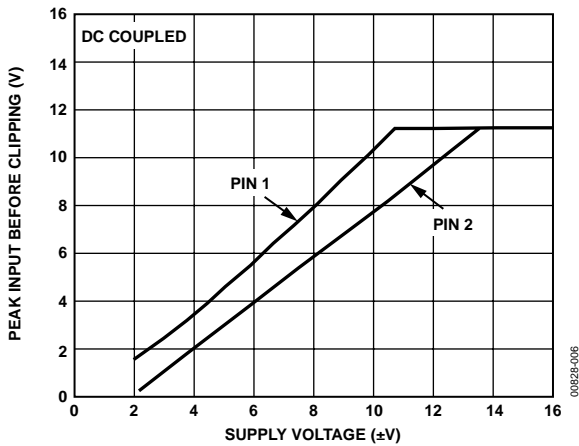


図 6. 最大入力レベル対電源電圧

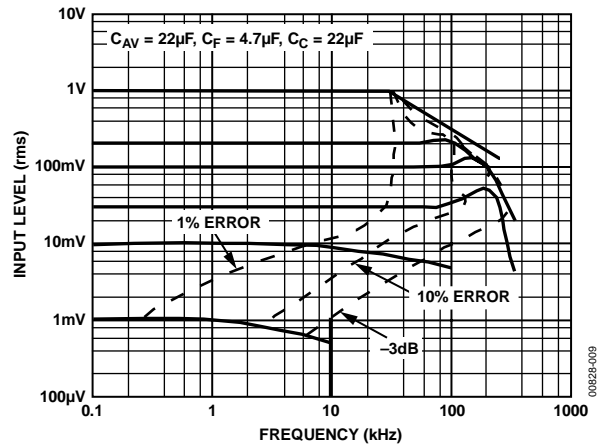


図 9. 周波数応答、ピン 2 駆動

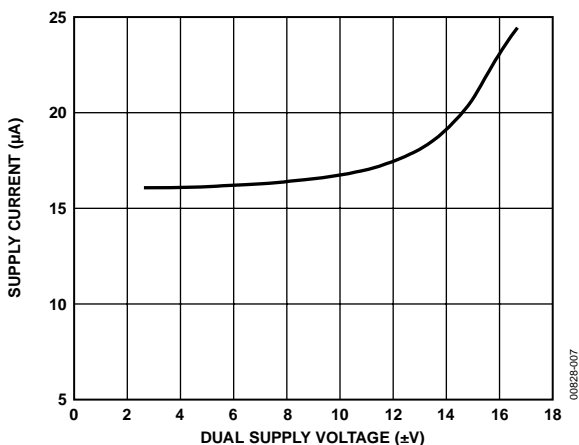


図 7. 電源電流(パワーダウン・モード)対電源電圧(両電源)

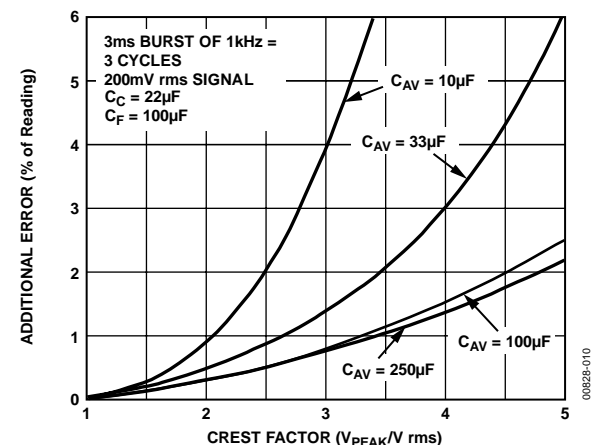


図 10. 誤差増対クレスト・ファクタ

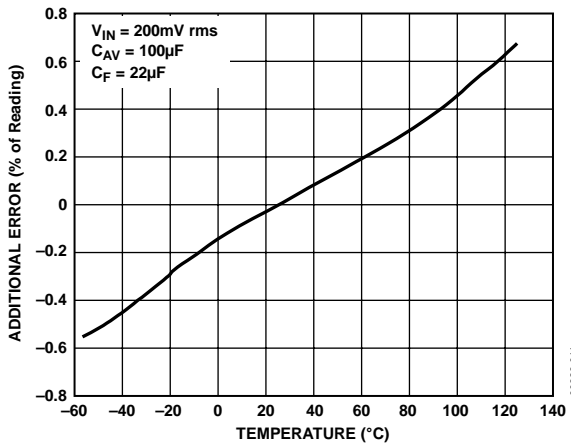


図 11. 誤差増の温度特性

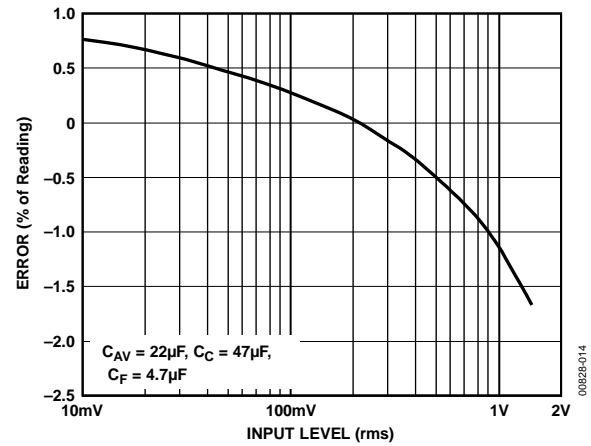


図 14. 誤差対 RMS 入力レベル
図 30 の回路使用

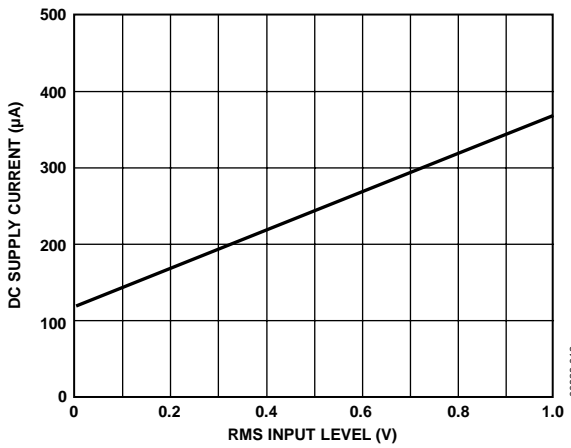


図 12. DC 電源電流対 RMS 入力レベル

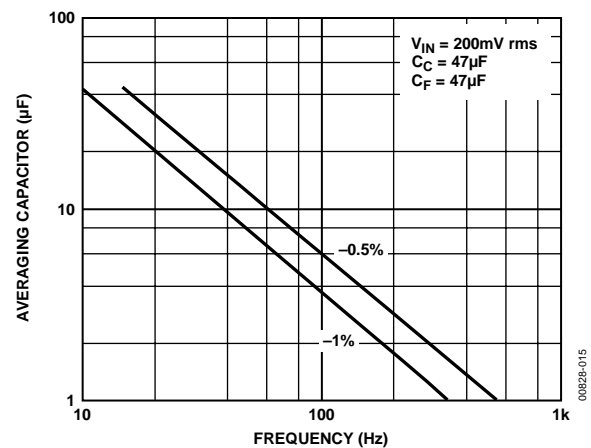


図 15. 平均コンデンサ値対
規定の平均誤差に対する周波数

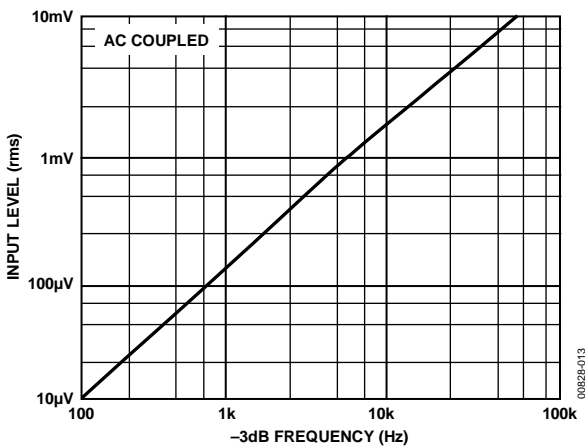


図 13. RMS 入力レベル対-3 dB 周波数

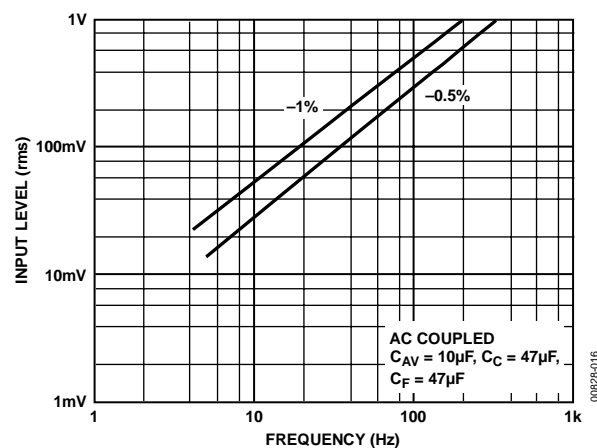


図 16. RMS 入力レベル対規定の平均誤差に対する周波数

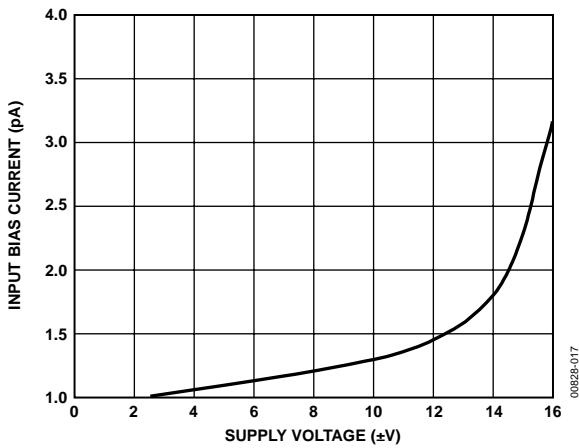


図 17.入力バイアス電流対電源電圧

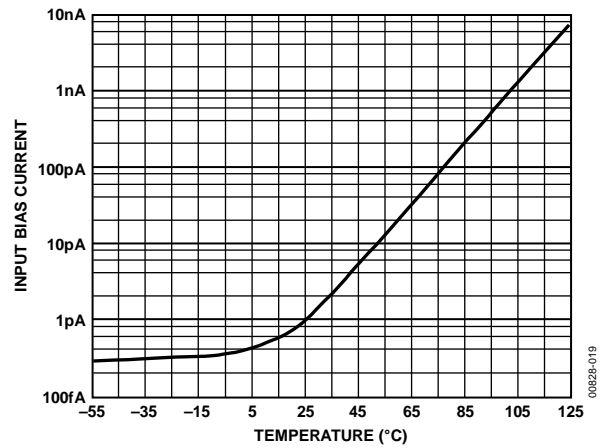


図 19.入力バイアス電流の温度特性

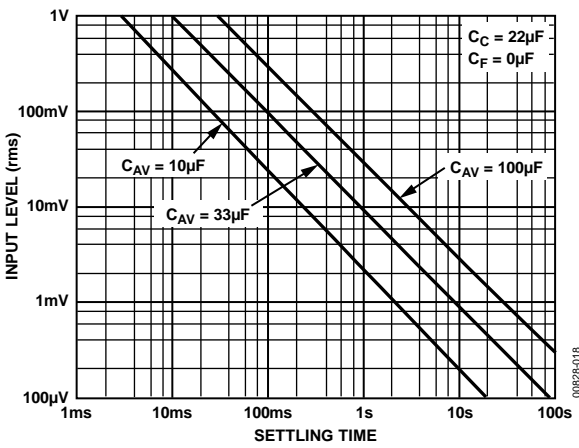


図 18.RMS 入力レベル対 C_{AV} の 3 つの値に対するセトリング・タイム

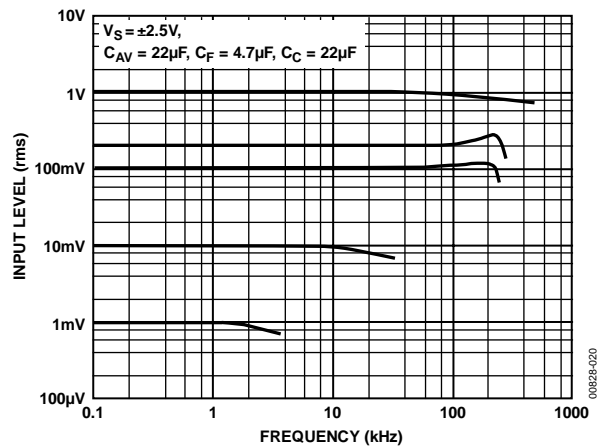


図 20.周波数応答、ピン 1 駆動

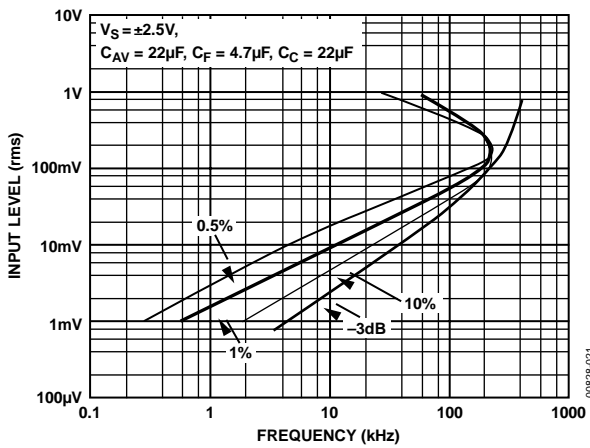


図 21. 誤差等高線、ピン 1 駆動

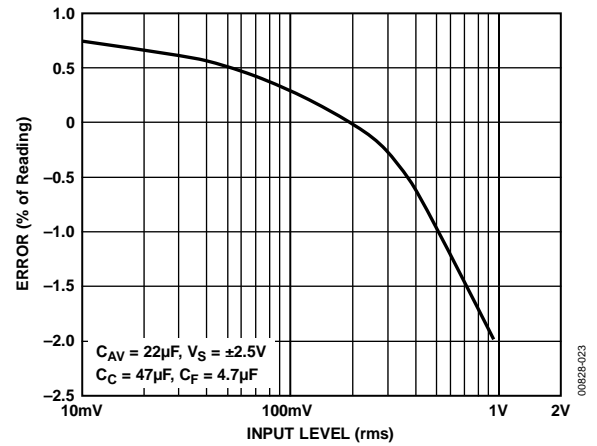


図 23. 誤差対 RMS 入力レベル、ピン 1 駆動

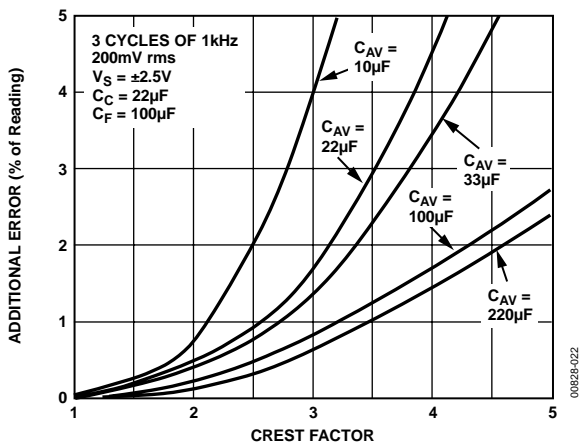


図 22. 誤差増対 C_{AV} の種々の値に対するクレスト・ファクタ

動作原理

図 24 に示すように、AD737 は、入力アンプ、全波整流器、rms コア、バイアス・セクションの 4 つの機能セクションから構成されています。FET 入力アンプにより、ピン 2 では高インピーダンスのバッファ付き入力、ピン 1 では低インピーダンスの広いダイナミック・レンジ入力が、それぞれ可能になっています。低い入力バイアス電流で高いインピーダンス入力を持つため、高インピーダンス入力の減衰器への接続に最適です。入力信号は、入力アンプに対して DC 結合または AC 結合することができます。AD737 では、他の rms コンバータと異なり、入力の直接 AC 結合または間接 AC 結合が可能です。直接 AC 結合は入力信号とピン 2 (またはピン 1) との間に直列コンデンサを接続することにより、間接 AC 結合はピン 1 とグラウンド(ピン 2 の駆動時)との間に直列コンデンサを接続することにより、それぞれ実現することができます。

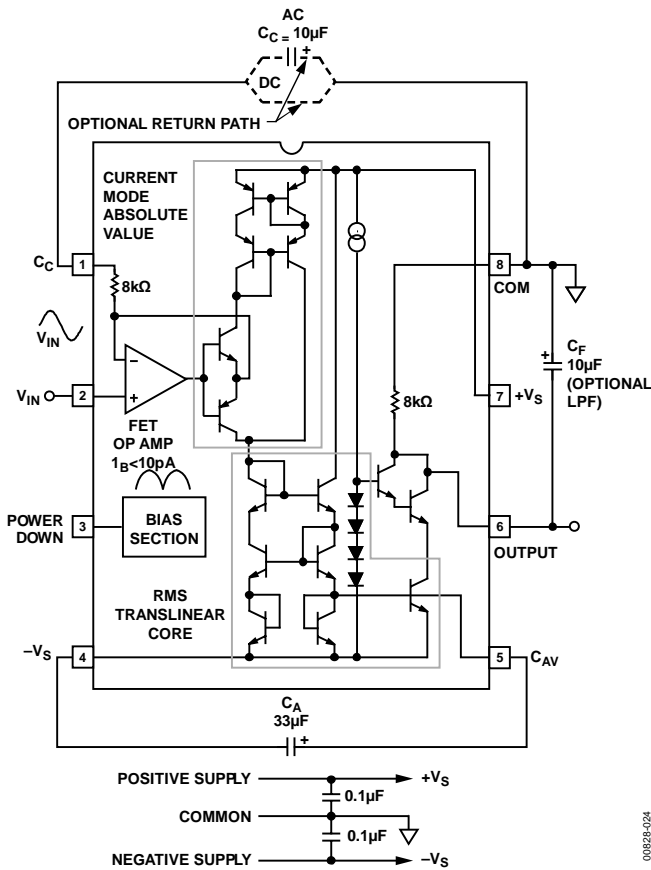


図 24. AD737 の真の RMS 回路(テスト回路)

入力アンプの出力は、全波高精度整流器を駆動し、全波高精度整流器は rms コアを駆動します。外付け平均コンデンサ C_{AV} を使って、二乗、平均、平方根の基本的な rms 演算を行うのはコアです。

C_{AV} が無いときは、整流された入力信号は処理なしでコアを通過します。これは、平均処理の接続の場合と同じです(図 26 参照)。平均応答モードでは、平均処理はピン 6 とピン 8 との間に接続された $8\text{ k}\Omega$ の内部スケール・ファクタ抵抗と外付け平均コンデンサ C_F で構成される RC ポスト・フィルタにより実行されます。

rms 回路では、この追加フィルタ・ステージが平均コンデンサで除去されなかった出力リップルを削減します。

最後に、バイアス・サブセクションがパワーダウン機能を可能にします。この機能により、AD737 のアイドル電流が $160\text{ }\mu\text{A}$ から $30\text{ }\mu\text{A}$ に削減されます。この機能は、ピン 3 とピン 7 (+ V_S) を接続することにより選択されます。

AC 測定タイプ

AD737 は、平均応答コンバータまたは真の RMS/DC コンバータとして動作することにより AC 信号を測定することができます。平均応答コンバータは名前の通りに、入力信号の全波整流とローパス・フィルタリングにより(これが平均の近似値になります)、AC (または AC および DC) 電圧または電流の平均絶対値を計算します。得られた出力(DC 平均レベル)は、ゲインの増減によりスケールされます。このスケール・ファクタが、DC 平均の測定値を測定波形の等価な rms 値へ変換します。たとえば、正弦波電圧の平均絶対値は V_{PEAK} の 0.636 倍であり、対応する rms 値は V_{PEAK} の 0.707 倍になります。したがって、正弦波電圧の場合、所要スケール・ファクタは $1.11 (0.707 \div 0.636)$ になります。

平均値の測定とは対照的に、真の rms 測定は多くの波形に対して共通に使用できるため、すべてのタイプの電圧(または電流)波形の振幅を相互にまたは DC に対して比較することができます。RMS は、AC 電圧の電力または発熱値を直接測定したもので、DC 電圧の電力に該当します。1 V rms の AC 信号は、1 V DC 信号と同じ熱量を抵抗で発生します。

数学的には、次のように電圧の rms 値が定義されます(簡略式を使用):

$$V_{rms} = \sqrt{\text{Avg}(V^2)}$$

これには、信号の二乗処理、平均処理、平方根処理が含まれます。真の rms コンバータはインテリジェントな整流器であり、測定する波形タイプによらず正確な rms 測定値を提供します。ただし、平均応答コンバータは入力信号が予めキャリブレーションした波形から異なると非常に大きな誤差を発生することがあります。誤差の大きさは測定する波形タイプに依存します。一例として、正弦波電圧の rms 値を測定するようにキャリブレーションされた平均応答コンバータを、対称な方形波電圧または DC 電圧の測定に使用すると、このコンバータは真の rms 値より 11% も大きい計算誤差(測定値)を発生します(表 5 参照)。

AD737 の伝達関数は次式で表されます。

$$V_{OUT} = \sqrt{\text{Avg}(V_{IN}^2)}$$

DC 誤差、出力リップル、平均誤差

図 25 に、正弦波電圧を入力した AD737 の出力波形(typ)を示します。実際のデバイスでは、 $V_{OUT} = V_{IN}$ の理論出力は実現できないため、出力には DC 誤差成分と AC 誤差成分が含まれます。

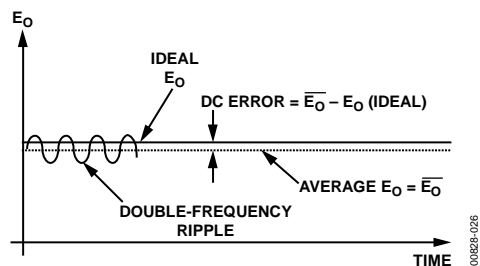


図 25.正弦波入力電圧に対する出力波形

図のように、DC誤差は出力信号の平均(外付けフィルタで出力の全リップルを除去済み)と理論DC出力との間の差です。したがって、DC誤差成分は使用する平均コンデンサ値によってのみ決定されます。ポスト・フィルタリング(非常に大きなポストフィルタリング・コンデンサ C_F を使用しても)では、出力電圧を理論値に一致させることはできません。AC誤差成分(出力リップル)は、十分大きな C_F を使って容易に除去することができます。

多くの場合、 C_{AV} コンデンサと C_F コンデンサの値を選択する際には、DC誤差成分とAC誤差成分の合成振幅を考慮する必要があります。測定の最大不確定性を表すこの合成誤差は平均誤差と呼ばれ、出力リップルとDC誤差の和のピーク値に一致します。入力周波数が高くなると、両誤差成分は急速に減少します。入力周波数が2倍になると、DC誤差とリップルはそれぞれ元の値の1/4と1/2に減少するため、急速に無視できる値になります。

AC 測定精度とクレスト・ファクタ

入力波形のクレスト・ファクタは、AC測定の精度を求めるとき良く見落とされます。クレスト・ファクタは、ピーク信号振幅のrms振幅に対する比として定義されます(クレスト・ファクタ= V_{PEAK}/V_{rms})。正弦波や三角波のような多くの一般的な波形は、比較的小さいクレスト・ファクタ(≥ 2)を持っています。デューティ・サイクルの小さいパルス列やSCR波形のようなその他の波形は、大きなクレスト・ファクタを持っています。これらのタイプの波形では、各パルス間の長い区間の平均をとるために大きな平均時定数が必要となります。図10に、誤差増対種々の C_{AV} 値に対するAD737のクレスト・ファクタを示します。

セトリング・タイムの計算

図18を使うと、入力レベルの振幅が小さくなったときにAD737が整定するために要する時間を近似することができます。rmsコンバータが整定するために要する正味の時間は、グラフから求めた2つのポイントの時間差(初期時間から最終セトリング・タイムを差し引いた値)になります。一例として、平均コンデンサ=33 μ F、初期rms入力レベル=100 mV、最終(減少)入力レベル=1 mVの場合を考えます。図18から、初期セトリング・タイム(100 mVの直線と33 μ Fの直線の交点)は約80 msが得られます。新しい、すなわち最終入力レベル1 mVに対応するセトリング・タイムは約8 secと求められます。したがって、回路が新しい値に整定するために要する正味の時間は、8 sec - 80 ms = 7.92 secとなります。

コンデンサ/ダイオードの組み合わせに本来備わっている滑らかな減衰特性のため、これが最終値に対するセトリング・タイムになることに注意してください(最終値の1%、0.1%などに対するセトリング・タイムではなく)。また、このグラフはワーストケース・セトリング・タイムも提供します。これは、入力レベルが大きくなるとAD737が早急に整定するためです。

表 5.一般的な波形の測定時に平均応答回路から発生する誤差

Type of Waveform 1 V Peak Amplitude	Crest Factor (V_{PEAK}/V_{rms})	True RMS Value (V)	Reading of an Average Responding Circuit Calibrated to an RMS Sine Wave Value (V)	Error (%)
Undistorted Sine Wave	1.414	0.707	0.707	0
Symmetrical Square Wave	1.00	1.00	1.11	11.0
Undistorted Triangle Wave	1.73	0.577	0.555	-3.8
Gaussian Noise (98% of Peaks <1 V)	3	0.333	0.295	-11.4
Rectangular	2	0.5	0.278	-44
Pulse Train	10	0.1	0.011	-89
SCR Waveforms				
50% Duty Cycle	2	0.495	0.354	-28
25% Duty Cycle	4.7	0.212	0.150	-30

アプリケーション情報

RMS 測定— C_{AV} 最適値の選択

外付け平均コンデンサ C_{AV} は、rms 計算時に整流された入力信号を保持するため、その値は rms 測定の精度に直接影響を与えます。特に低周波数では影響が大きくなります。さらに、平均コンデンサは rms コア内でダイオードの両端に接続されるため、平均時定数 (τ_{AV}) は入力信号の減少とともに指数的に増加します。入力信号が減少すると非理想的な平均処理のために誤差は減少しますが、セトリング・タイムは増加して、rms 計算した、小さくなった DC 値に近づきます。このため、入力値を小さくすると、回路の動作が改善されますが(平均処理時間の増加)、測定と測定との待ち時間が長くなります。 C_{AV} を選択する際には、計算精度とセトリング・タイムとの間のトレードオフが必要です。

平均応答接続を使用するセトリング・タイムの高速化

図26に示す平均応答接続では平均コンデンサを使用しないため、入力信号レベルによってセトリング・タイムが変化しません。このセトリング・タイムは、 C_F の RC 時定数と内部 8 k Ω 出力スケール抵抗によってのみ決定されます。

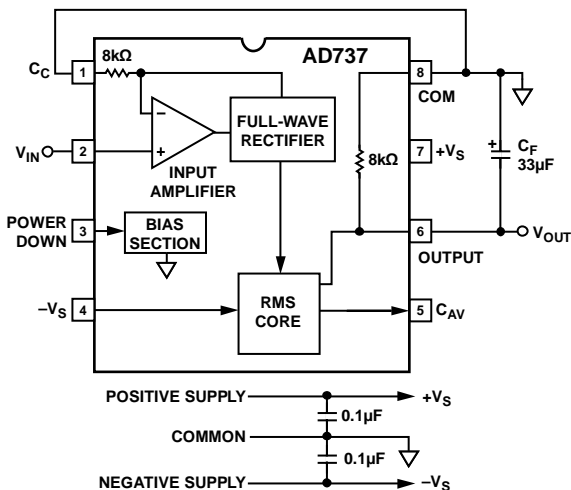


図 26.AD737 の平均応答回路

選択可能な平均または RMS 変換

アプリケーションによっては、RMS/DC 変換と平均/DC 変換との間で選択できることが望ましい場合があります。 C_{AV} を二乗平均コアから切り離すと、AD737 全波整流器は非常に精密な絶対値回路になります。CMOS スイッチのゲートをロジック・レベルで制御して、平均値または rms 値を選択します。

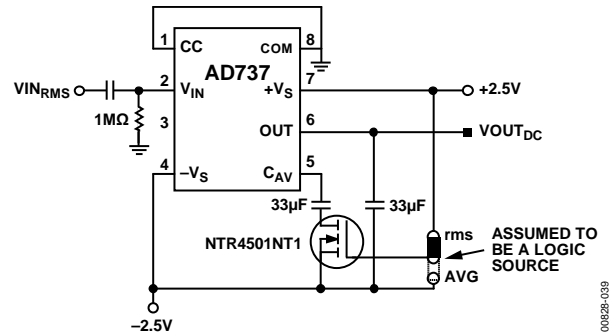


図 27.CMOS スイッチを使って RMS モードまたは平均応答モードを選択

実用的なコンデンサ値の選択

表 6 に、幾つかの一般的なアプリケーションに対する C_{AV} と C_F の実用的な値を示します。

入力結合コンデンサ C_C と 8 k Ω の内部入力スケール抵抗の組み合わせによって、-3 dB 低周波ロールオフが決定されます。この周波数 F_L は次の値になります。

$$F_L = \frac{1}{2\pi \times 8000 \times C_C \text{ (in Farads)}} \quad (1)$$

F_L では、振幅誤差が測定値の約 -30% (-3 dB) になることに注意してください。この誤差を測定値の 0.5% まで小さくするためには、 F_L の値が測定する最小周波数の 1/10 になるように、 C_C の値を設定してください。

さらに、入力電圧に 100 mV を超える DC オフセットがある場合は、ピン 2 にコンデンサ C_C の他に AC 結合回路が必要です。

入力電圧と出力電圧のスケール

AD737 は極めて柔軟なデバイスです。最小の外付け回路の使用で、単電源または両電源での使用が可能で、さらに入力電圧と出力電圧は独立にスケールできるため不整合 I/O デバイスにも対応することができます。このセクションでは、このような幾つかのアプリケーションについて説明します。

入力範囲の拡張またはスケール

低電圧アプリケーションの場合、デバイスへ入力する最大ピーク電圧は、8 k Ω の内部入力抵抗の両端にピン 1 から入力電圧を加えるだけで拡張することができます。AD737 入力回路は疑似差動として機能するため、ピン 2 (非反転) では高インピーダンス FET 入力に、ピン 1 (反転) では低インピーダンス入力に、それぞれなります(図 26 参照)。8 k Ω の内部抵抗は電圧/電流コンバータとして機能し、入力アンプの帰還ループの加算ノードに接続されています。帰還ループは加算ノード電圧をピン 2 の電圧に追従させるように動作するため、最大ピーク入力電圧は内部回路のヘッドルームがなくなるまで増加して、対称な両電源の約 2 倍まで可能です。

バッテリー動作

バッテリー動作でのすべてのレベルシフトは、図28に示す3½デジット・コンバータから提供されます。あるいは、外付けオペアンプを使うと柔軟性が増えて、非ゼロのコモン・モード電圧への対応、出力スケーリング、ゼロ・オフセットが可能になります。外付けオペアンプを使用すると、出力極性は正向きになります。

図29に、単電源アプリケーションでのオペアンプの使用を示します。合成入力抵抗値($R1 + R2 + 8\text{ k}\Omega$)は、 $R5$ の帰還抵抗値に一致していることに注意してください。この例では、出力DC電圧の振幅とAC入力 rms は、一致しています。 $R3$ と $R4$ は、出力を0Vにオフセットする電流を提供しています。

出力電圧のスケーリング

出力電圧を入力 rms 電圧にスケーリングすることができます。たとえば、AD737を平均応答回路(全波整流器)を使う既存アプリケーションに追加する場合を考えます。電源は12Vで、入力電圧は10V ac、所要出力は6V dcとします。

便利のために、図29と同じ合成入力抵抗を使います。rms入力電流は次のように計算されます。

$$I_{INMAG} = \frac{10\text{ V}}{69.8\text{ k}\Omega + 2.5\text{ k}\Omega + 8\text{ k}\Omega} = 125\text{ }\mu\text{A} = I_{OUTMAG} \quad (2)$$

次に、式2の I_{OUTMAG} 値を使って、6V出力に必要な帰還抵抗を次式から計算します。

$$R_{FB} = \frac{6\text{ V}}{125\text{ }\mu\text{A}} = 48.1\text{ k}\Omega \quad (3)$$

最寄りの標準1%抵抗47.5 k Ω を使います。

電源が12Vであるため、 $R7/R8$ 抵抗分圧器でのコモン・モード電圧は6Vになり、合成抵抗値($R3 + R4$)は帰還抵抗47.5 k Ω に等しくなります。

$R2$ を使って伝達関数(ゲイン)を計算し、 $R4$ により、入力電圧なしのときの出力電圧をゼロに設定します。

次のようにキャリブレーションを行います:

1. AC入力なしで、0Vになるように $R4$ を調整します。
2. 既知の入力を入力に接続します。
3. $R2$ トリマを調節して、入力と出力を一致させます。

単電源アプリケーション用に選択するオペアンプは、レールtoレール・タイプである必要があります。たとえば、図29のようにAD8541とします。高電圧の場合は、OP196のような高電圧部品を使うことができます。0Vへキャリブレーションする際、オペアンプに対するグラウンドより高い規定の電圧を考慮する必要があります。必要に応じて、 $R4$ を少し高く調整します。

表 6.AD737 コンデンサの選択

Application	RMS Input Level	Low Frequency Cutoff (-3 dB)	Maximum Crest Factor	C_{AV} (μF)	C_F (μF)	Settling Time ¹ to 1%
General-Purpose RMS Computation	0 V to 1 V	20 Hz	5	150	10	360 ms
		200 Hz	5	15	1	36 ms
	0 mV to 200 mV	20 Hz	5	33	10	360 ms
General-Purpose Average Responding	0 V to 1 V	200 Hz	5	3.3	1	36 ms
		20 Hz		None	33	1.2 sec
		200 Hz		None	3.3	120 ms
SCR Waveform Measurement	0 mV to 200 mV	20 Hz		None	33	1.2 sec
		200 Hz	5	100	33	1.2 sec
		50 Hz	5	100	33	1.2 sec
Audio Applications	0 mV to 100 mV	60 Hz	5	82	27	1.0 sec
		50 Hz	5	50	33	1.2 sec
		60 Hz	5	47	27	1.0 sec
Speech	0 mV to 200 mV	300 Hz	3	1.5	0.5	18 ms
Music	0 mV to 100 mV	20 Hz	10	100	68	2.4 sec

¹セトリング・タイムは、入力信号がゼロから増加するときの rms 入力レベルに対して規定されています。振幅が減少する入力信号に対して、セトリング・タイムは大きくなります。

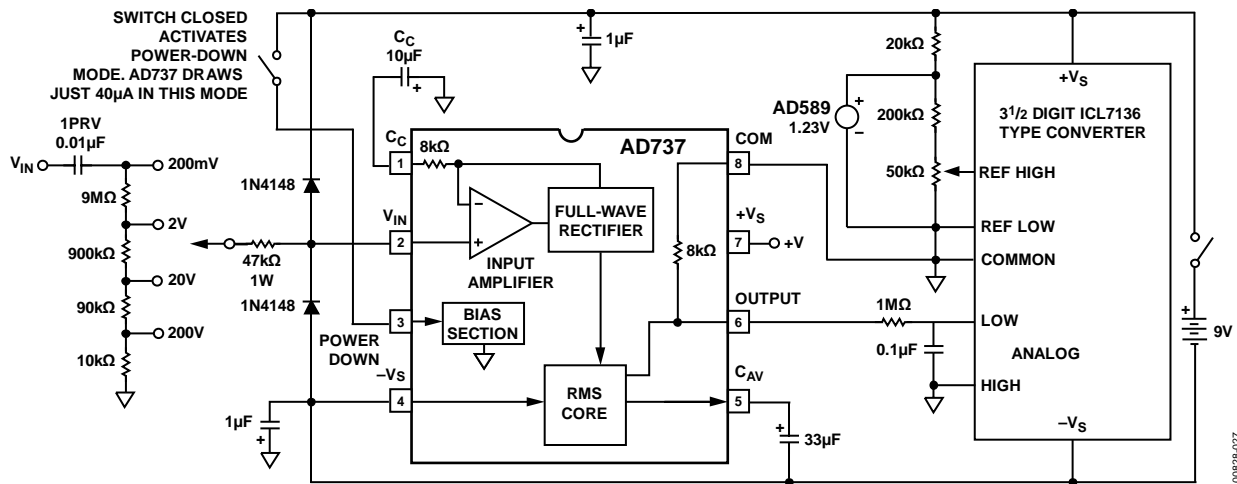


図 28.3 1/2 デジット DVM 回路

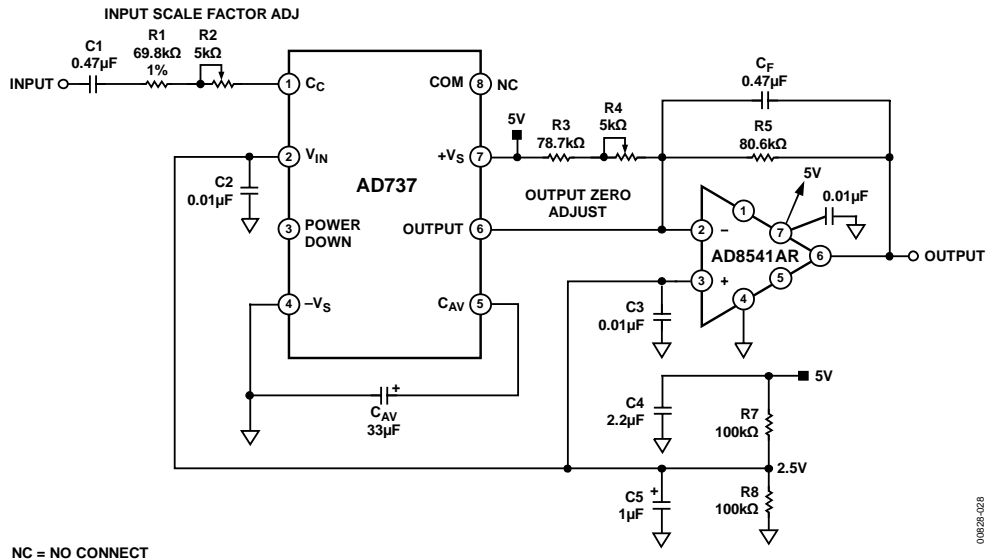


図 29. 200 mV の最大 RMS フル・スケール入力用のバッテリー駆動動作

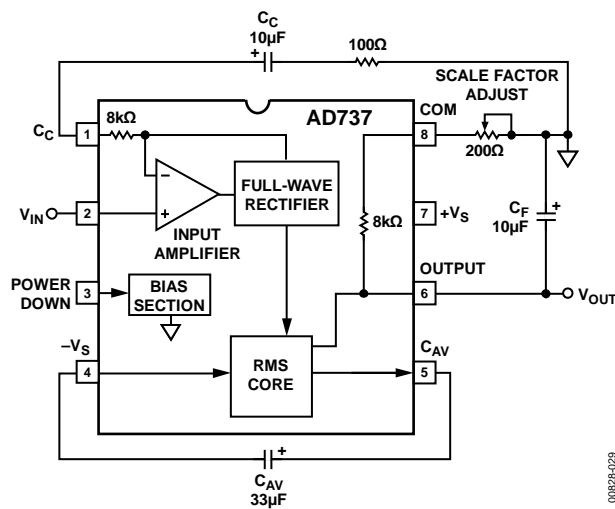
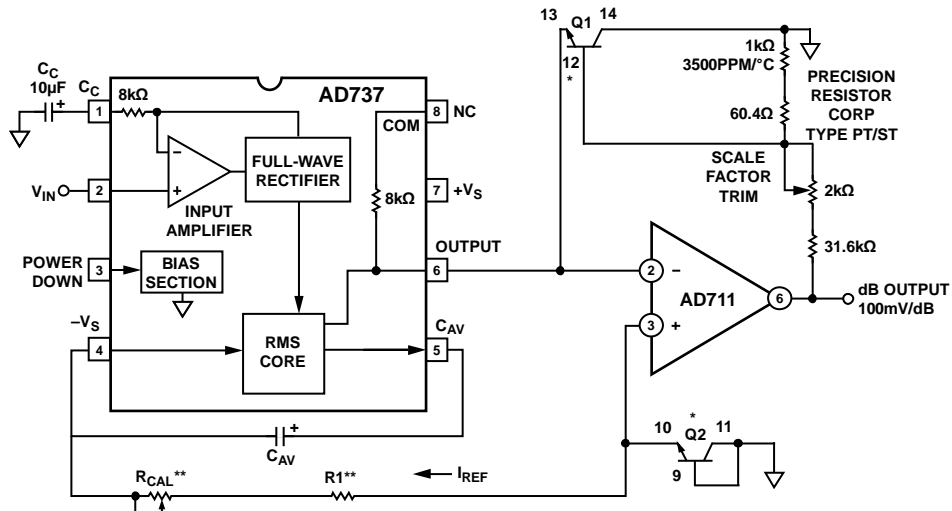


図 30. 外付けのスケール・ファクタ調節



NC = NO CONNECT
 *Q1, Q2 PART OF RCA CA3046 OR SIMILAR NPN TRANSISTOR ARRAY.
 ** $R1 + R_{CAL} IN \Omega = 10,000 \times \frac{4.3V}{\text{dB INPUT LEVEL IN V}}$

0002E-030

図 31. dB 出力接続

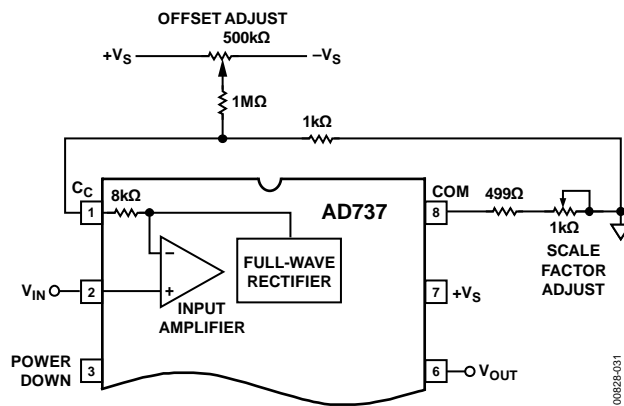


図 32. DC 結合オフセット電圧とスケール・ファクタの調節

0002E-031

AD737 評価ボード

評価ボード AD737-EVALZ は、実験または RMS/DC コンバータに習熟するために使用することができます。図 33 にボードの写真、図 35～図 38 には、信号プレーンと電源プレーンの銅パターンを、それぞれ示します。ボードは多目的アプリケーション向けにデザインされているため、AD736にも使用することができます。ボードには実装されていませんが、8 ピンの表面実装パッケージを使用できるオプションのソケットが Enplas 社から提供されています。

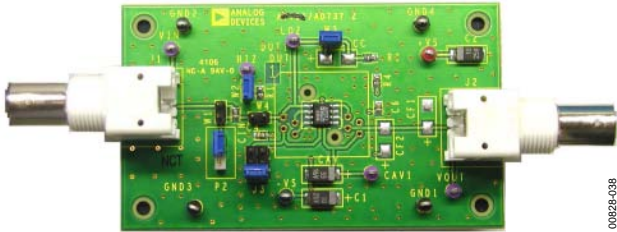


図 33.AD737 評価ボード

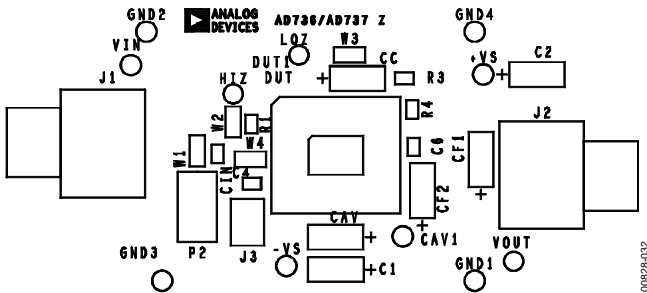


図 34.AD737 評価ボード一部品面のシルクスクリーン

アプリケーション情報のセクションで説明したように、AD737 はさまざまな方法で接続することができます。出荷時、ボードは両電源用に設定されており、高インピーダンス入力接続され、パワーダウン機能がディスエーブルされています。入力を低インピーダンス入力(ピン 1)に接続するため、およびいずれかの入力へ DC 接続するためのジャンパーが用意されています。移動可能なジャンパーを含む回路図を図 39 に示します。黒のジャンパー位置はデフォルト接続で、点線のジャンパーはオプションの接続を表します。ボードは出荷時にテストされ、測定を行うためには電源接続と高精度メータだけがが必要です。表 7 に、AD737 評価ボードの部品表を示します。

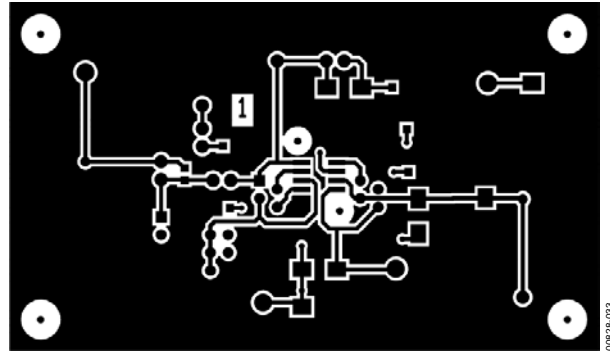


図 35.AD737 評価ボード一部品面の銅パターン

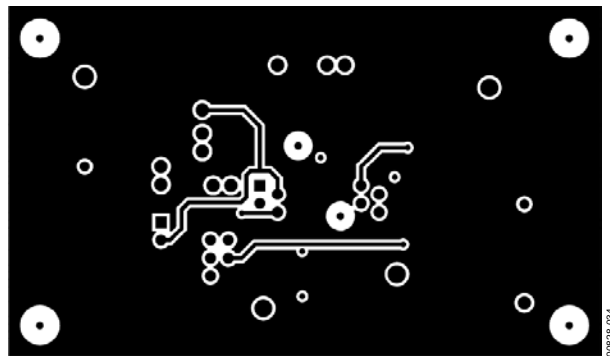


図 36.AD737 評価ボード一層目の銅パターン

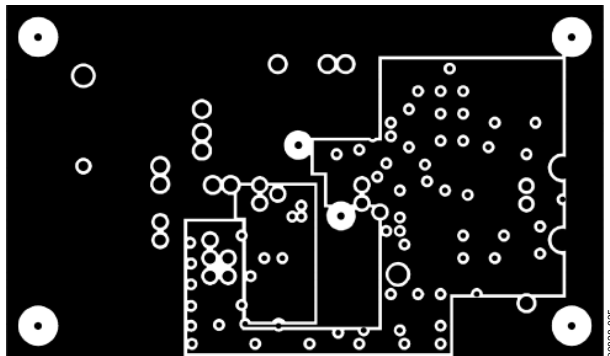


図 37.AD737 評価ボード一内部電源プレーン

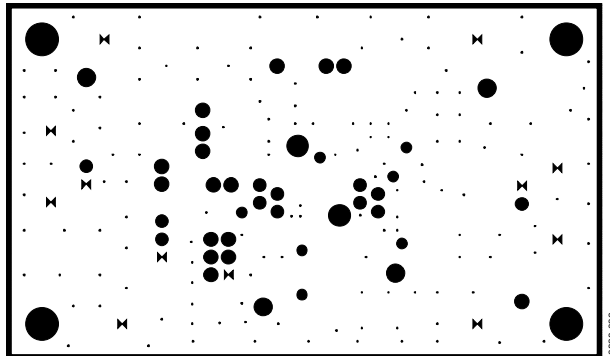


図 38.AD737 評価ボード一内部グラウンド・プレーン

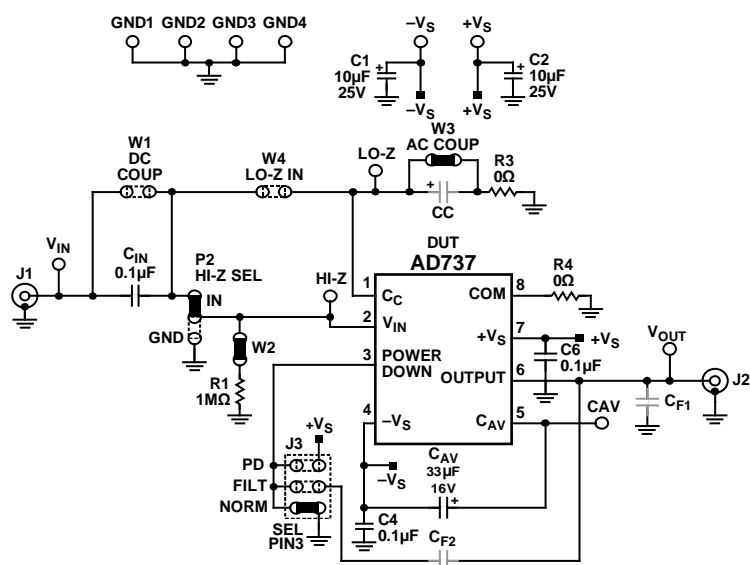
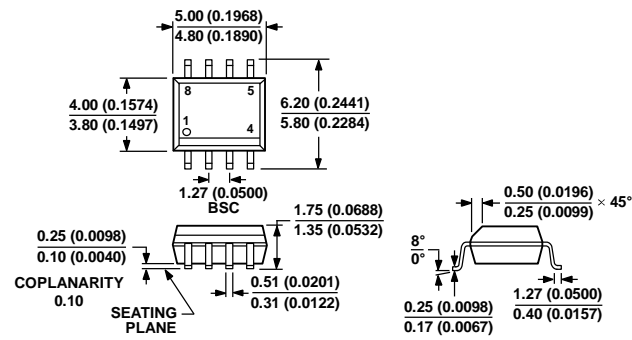


図 39. AD737 評価ボードの回路図

表 7. AD737 評価ボードの部品表

Qty	Name	Description	Reference Designator	Manufacturer	Mfg. Part Number
1	Test loop	Red	+V _S	Components Corp.	TP-104-01-02
1	Test loop	Green	-V _S	Components Corp.	TP-104-01-05
2	Capacitor	Tantalum 10 µF, 25 V	C1, C2	Nichicon	F931E106MCC
3	Capacitor	0.1 µF, 16 V, 0603, X7R	C4, C6, C _{IN}	KEMET	C0603C104K4RACTU
1	Capacitor	Tantalum 33 µF, 16V, 20%, 6032	CAV	Nichicon	F931C336MCC
5	Test loop	Purple	C _{AV} , HI-Z, LO-Z, V _{IN} , V _{OUT}	Components Corp.	TP-104-01-07
1	Integrated circuit	RMS-to-DC converter	DUT	Analog Devices, Inc.	AD737JRZ
4	Test loop	Black	GND1, GND2, GND3, GND4	Components Corp.	TP-104-01-00
2	Connector	BNC, right angle	J1, J2	AMP	227161-1
1	Header	6 pins, 2 × 3	J3	3M	929836-09-03
1	Header	3 pins	P2	Molex	22-10-2031
1	Resistor	1 MΩ, 1/10 W, 1%, 0603	R1	Panasonic	ERJ3EKF1004V
2	Resistor	0 Ω, 5%, 0603	R3, R4	Panasonic	ERJ3GEY0R00V
4	Header	2 Pins, 0.1" center	W1, W2, W3, W4	Molex	22-10-2021

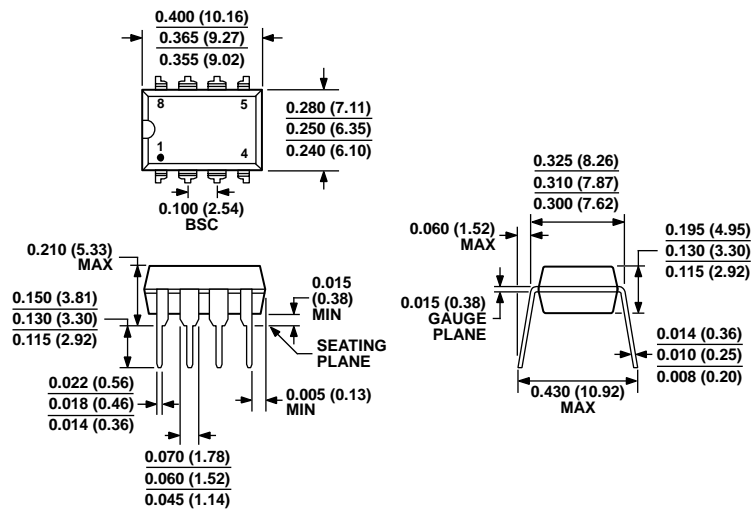
外形寸法



COMPLIANT TO JEDEC STANDARDS MS-012-A A
 CONTROLLING DIMENSIONS ARE IN MILLIMETERS; INCH DIMENSIONS
 (IN PARENTHESES) ARE ROUNDED-OFF MILLIMETER EQUIVALENTS FOR
 REFERENCE ONLY AND ARE NOT APPROPRIATE FOR USE IN DESIGN.

012407-A

図 40.8 ピン標準スモール・アウトライン・パッケージ[SOIC_N]
 ナロウ・ボディ
 (R-8)
 寸法: mm (インチ)



COMPLIANT TO JEDEC STANDARDS MS-001

CONTROLLING DIMENSIONS ARE IN INCHES; MILLIMETER DIMENSIONS (IN PARENTHESES) ARE ROUNDED-OFF INCH EQUIVALENTS FOR REFERENCE ONLY AND ARE NOT APPROPRIATE FOR USE IN DESIGN. CORNER LEADS MAY BE CONFIGURED AS WHOLE OR HALF LEADS.

図 42.8 ピン・プラスチック・デュアルインライン・パッケージ[PDIP]
(N-8)
寸法:インチ(mm)

07UG06-A

オーダー・ガイド

Model	Temperature Range	Package Description	Package Option
AD737AN	-40°C to +85°C	8-Lead Plastic Dual In-Line Package [PDIP]	N-8
AD737ANZ ¹	-40°C to +85°C	8-Lead Plastic Dual In-Line Package [PDIP]	N-8
AD737AQ	-40°C to +85°C	8-Lead Ceramic Dual In-Line Package [CERDIP]	Q-8
AD737AR	-40°C to +85°C	8-Lead Standard Small Outline Package [SOIC_N]	R-8
AD737ARZ ¹	-40°C to +85°C	8-Lead Standard Small Outline Package [SOIC_N]	R-8
AD737BQ	-40°C to +85°C	8-Lead Ceramic Dual In-Line Package [CERDIP]	Q-8
AD737JN	0°C to 70°C	8-Lead Plastic Dual In-Line Package [PDIP]	N-8
AD737JNZ ¹	0°C to 70°C	8-Lead Plastic Dual In-Line Package [PDIP]	N-8
AD737JR	0°C to 70°C	8-Lead Standard Small Outline Package [SOIC_N]	R-8
AD737JR-REEL	0°C to 70°C	8-Lead Standard Small Outline Package [SOIC_N]	R-8
AD737JR-REEL7	0°C to 70°C	8-Lead Standard Small Outline Package [SOIC_N]	R-8
AD737JR-5	0°C to 70°C	8-Lead Standard Small Outline Package [SOIC_N]	R-8
AD737JR-5-REEL	0°C to 70°C	8-Lead Standard Small Outline Package [SOIC_N]	R-8
AD737JR-5-REEL7	0°C to 70°C	8-Lead Standard Small Outline Package [SOIC_N]	R-8
AD737JRZ ¹	0°C to 70°C	8-Lead Standard Small Outline Package [SOIC_N]	R-8
AD737JRZ-R7 ¹	0°C to 70°C	8-Lead Standard Small Outline Package [SOIC_N]	R-8
AD737JRZ-RL ¹	0°C to 70°C	8-Lead Standard Small Outline Package [SOIC_N]	R-8
AD737JRZ-5 ¹	0°C to 70°C	8-Lead Standard Small Outline Package [SOIC_N]	R-8
AD737JRZ-5-R7 ¹	0°C to 70°C	8-Lead Standard Small Outline Package [SOIC_N]	R-8
AD737JRZ-5-RL ¹	0°C to 70°C	8-Lead Standard Small Outline Package [SOIC_N]	R-8
AD737KN	0°C to 70°C	8-Lead Plastic Dual In-Line Package [PDIP]	N-8
AD737KNZ ¹	0°C to 70°C	8-Lead Plastic Dual In-Line Package [PDIP]	N-8
AD737KR	0°C to 70°C	8-Lead Standard Small Outline Package [SOIC_N]	R-8
AD737KR-REEL	0°C to 70°C	8-Lead Standard Small Outline Package [SOIC_N]	R-8
AD737KR-REEL7	0°C to 70°C	8-Lead Standard Small Outline Package [SOIC_N]	R-8
AD737KRZ ¹	0°C to 70°C	8-Lead Standard Small Outline Package [SOIC_N]	R-8
AD737KRZ-RL ¹	0°C to 70°C	8-Lead Standard Small Outline Package [SOIC_N]	R-8
AD737KRZ-R7 ¹	0°C to 70°C	8-Lead Standard Small Outline Package [SOIC_N]	R-8
AD737-EVALZ ¹		Evaluation Board	

¹ Z = RoHS 準拠製品。