

LM19

2.4V 電源電圧動作、10μA、TO-92 パッケージ、アナログ温度センサ

概要

LM19 は、- 55 ~ + 130 の温度範囲で動作する高精度のアナログ出力型 CMOS IC 温度センサです。電源の動作範囲は + 2.4V ~ + 5.5V です。LM19 の伝達関数はリニアな部分が圧倒的ですが、それでも予測可能なわずかな放物線曲率が存在します。放物線伝達関数に対する LM19 の規格精度は、+ 30 の室温で ± 2.5 です。温度誤差は直線的に増大し、温度範囲の両極限で最大 ± 3.8 に達します。温度範囲は電源電圧によって影響します。2.7V ~ 5.5V の電源電圧では、温度範囲の両極限は + 130 と - 55 です。電源電圧を 2.4V に下げると、保証動作温度範囲は - 30 ~ + 130 です。

LM19 の待機時消費電流は 10μA (最大) のため静止空気中で自己発熱が非常に少なく、0.02 未満に抑えられています。LM19 自体特別なシャットダウン機能は持っていませんが、LM19 の低消費電力により、ロジック・ゲートを LM19 の電源に使用すればシャットダウンができます。

アプリケーション

携帯電話 / PHS
コンピュータ
電源モジュール

バッテリーパック / 充電器

FAX / プリンタ

水晶発振器モジュール / デジタル TCXO

HVAC

ディスク・ドライブ

液晶ディスプレイ

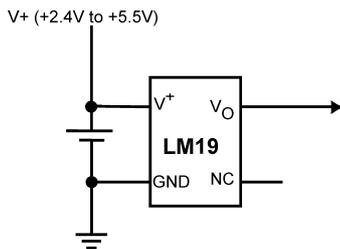
特長

定格は - 55 ~ + 130 の全範囲にわたって規定
TO-92 パッケージで提供
曲率誤差が予測可能
リモート・アプリケーションに最適

主な仕様

精度 @ 30	± 2.5 (最大)
精度 @ + 130 ~ - 55	± 3.5, ± 3.8 (最大)
動作規定温度範囲	+ 2.4V ~ + 5.5V
待機時消費電流	10 μA (最大)
非線形性	± 0.4 % (代表値)
出力インピーダンス	160 (最大)
ロード・レギュレーション 0 μA < I _L < + 16 μA	- 2.5 mV (最大)

代表的なアプリケーション



$$V_O = (-3.88 \times 10^{-6} \times T^2) + (-1.15 \times 10^{-2} \times T) + 1.8639$$

$$T = -1481.96 + \sqrt{2.1962 \times 10^6 + \frac{(1.8639 - V_O)}{3.88 \times 10^{-6}}}$$

T は温度、V_O は LM19 の測定結果出力電圧です。

Output Voltage vs Temperature

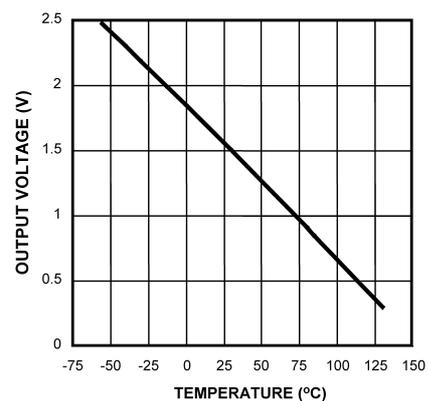
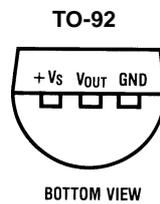


FIGURE 1. Full-Range Celsius (Centigrade) Temperature Sensor (- 55 ~ + 130)
Operating from a Single Li-Ion Battery Cell

代表的なアプリケーション (つぎ)

Temperature (T)	Typical V_O
+ 130	+ 303 mV
+ 100	+ 675 mV
+ 80	+ 919 mV
+ 30	+ 1515 mV
+ 25	+ 1574 mV
0	+ 1863.9 mV
- 30	+ 2205 mV
- 40	+ 2318 mV
- 55	+ 2485 mV

ピン配置図



See NS Package Number Z03A

製品情報

Order Number	Temperature Accuracy	Temperature Range	NS Package Number	Device Marking	Transport Media
LM19CIZ	± 3.8	- 55 to + 130	Z03A	LM19CIZ	Bulk

絶対最大定格 (Note 1)

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ください。

電源電圧	+ 6.5V ~ - 0.2V
出力電圧	(V ⁺ + 0.6 V) ~ - 0.6 V
出力電流	10 mA
各端子の入力電流 (Note 2)	5 mA
保存温度範囲	- 65 ~ + 150
最大接合部温度 (T _{JMAX})	+ 150
ESD 耐性 (Note 3)	
人体モデル	2500 V
マシン・モデル	250 V

リード温度

TO-92 パッケージ
ハンダ付け (3 秒)

+ 240

動作定格 (Note 1)

温度範囲

2.4 V V⁺ 2.7 V
2.7 V V⁺ 5.5 V

T_{MIN} T_A T_{MAX}

- 30 T_A + 130
- 55 T_A + 130

定格電源電圧範囲 (V⁺)

+ 2.4 V ~ + 5.5 V

熱抵抗 (T_{JA})(Note 4)

TO-92

150 /W

電気的特性

特記のない限り、以下の仕様は V⁺ = + 2.7V_{DC} に対して適用されます。太文字表記のリミット値は T_A = T_J = T_{MIN} ~ T_{MAX} にかたって適用され、その他のすべてのリミット値は T_A = T_J = 25 °C に対して適用されます。

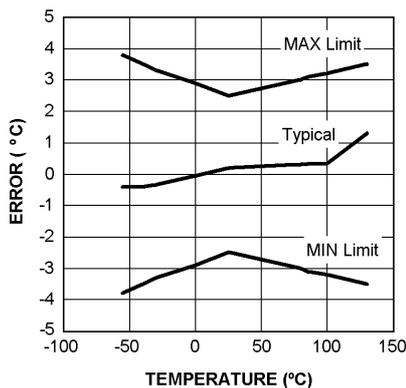
Parameter	Conditions	Typical (Note 5)	LM19C	Units (Limit)
			Limits (Note 6)	
Temperature to Voltage Error V _O = (- 3.88 × 10 ⁻⁶ × T ²) + (- 1.15 × 10 ⁻² × T) + 1.8639V (Note 7)	T _A = + 25 to + 30		± 2.5	(max)
	T _A = + 130		± 3.5	(max)
	T _A = + 125		± 3.5	(max)
	T _A = + 100		± 3.2	(max)
	T _A = + 85		± 3.1	(max)
	T _A = + 80		± 3.0	(max)
	T _A = 0		± 2.9	(max)
	T _A = - 30		± 3.3	(min)
	T _A = - 40		± 3.5	(max)
	T _A = - 55		± 3.8	(max)
Output Voltage at 0		+ 1.8639		V
Variance from Curve		± 1.0		
Non-Linearity (Note 8)	- 20 T _A + 80	± 0.4		%
Sensor Gain (Temperature Sensitivity or Average Slope) to equation: V _O = - 11.77 mV/°C × T + 1.860V	- 30 T _A + 100	- 11.77	- 11.0 - 12.6	mV/°C (min) mV/°C (max)
Output Impedance	0 μA I _L + 16 μA (Note 10, 11)		160	(max)
Load Regulation(Note 9)	0 μA I _L + 16 μA (Note 10, 11)		- 2.5	mV (max)
Line Regulation	+ 2.4 V V ⁺ + 5.0V		+ 3.7	mV/V (max)
	+ 5.0 V V ⁺ + 5.5 V		+ 8.9	mV (max)
Quiescent Current	+ 2.4 V V ⁺ + 5.0V	4.5	7	μA (max)
	+ 5.0 V V ⁺ + 5.5V	4.5	9	μA (max)
	+ 2.4 V V ⁺ + 5.0V	4.5	10	μA (max)
Change of Quiescent Current	+ 2.4 V V ⁺ + 5.5V	+ 0.7		μA
Temperature Coefficient of Quiescent Current		- 11		nA/°C
Shutdown Current	V ⁺ + 0.8 V	0.02		μA

電気的特性 (つづき)

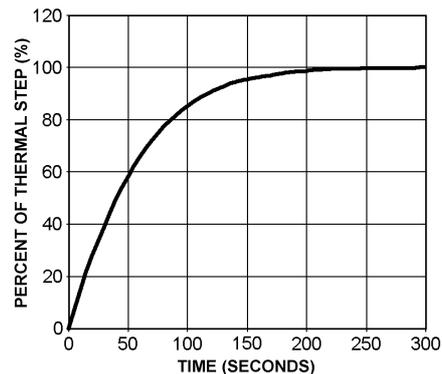
- Note 1:** 「絶対最大定格」とは、IC に破壊が発生する可能性があるリミット値をいいます。「動作定格」とはデバイスが機能する条件を示しますが、特定の性能リミット値を示すものではありません。保証された仕様、および試験条件については「電気的特性」を参照してください。保証された仕様は「電気的特性」に記載されている試験条件においてのみ適用されます。デバイスが記載の試験条件下で動作しない場合、いくつかの性能特性が低下することがあります。
- Note 2:** いずれかの端子で入力電圧 (V_I) が電源電圧を超えた場合 ($V_I < \text{GND}$ または $V_I > V^+$)、その端子の入力電流を 5mA 以下に制限しなければなりません。
- Note 3:** 人体モデルの場合、100pF のコンデンサから直列抵抗 1.5k Ω を通して各端子に放電させます。マシン・モデルの場合は、200pF のコンデンサから直接各端子に放電させます。
- Note 4:** 接合部から周囲環境への熱抵抗 (θ_{JA}) は、ヒート・シンクなし、無風状態の場合の規格値です。
- Note 5:** 代表値 (Typical) は、 $T_J = T_A = +25$ で得られる最も標準的な数値です。
- Note 6:** リミット値はナショナル・セミコンダクター社の平均出荷品質レベル AOQL に基づき保証されます。
- Note 7:** 精度は、規格の電圧、電流、温度 (単位表現) 条件における測定結果と計算結果の出力電圧との間の誤差として定義されています。
- Note 8:** 非線形性は、規格の温度範囲における、計算結果の出力電圧 vs. 温度曲線の理想直線からの偏差として定義されています。
- Note 9:** レギュレーションは、低デューティ・サイクルを用いたパルステストにより、一定の接合部温度で測定したものです。温度上昇の影響による出力電圧変動は、内部消費電力と熱抵抗の積で計算されます。
- Note 10:** 負電流は LM19 に流入する電流であり、正電流は LM19 から流出する電流です。この規定に従うと、LM19 の供給可能なシンク電流は約 -1 μ A であり、同ソース電流は約 +16 μ A です。
- Note 11:** ロード・レギュレーションまたは出力インピーダンスの規格値は +2.4V ~ +5.5V の電源範囲に対して適用されます。
- Note 12:** ライン・レギュレーションは最大電源入力電圧における出力電圧を最低電源入力電圧における出力電圧から引いて計算されます。

代表的な性能特性

Temperature Error vs. Temperature



Thermal Response in Still Air



1.0 LM19 の伝達関数

LM19 の伝達関数は、表現を変えて様々な精度で表せます。25 $^{\circ}$ C 付近で良好な精度が求められる単純な線形の伝達関数は次式で表されます。

$$V_O = -11.69 \text{ mV/}^{\circ}\text{C} \times T + 1.8663 \text{ V}$$

-55 $^{\circ}$ C ~ +130 $^{\circ}$ C の全動作温度範囲にわたっては、次式の放物線伝達関数を使用すると、最良の精度を得られます。

$$V_O = (-3.88 \times 10^{-6} \times T^2) + (-1.15 \times 10^{-2} \times T) + 1.8639$$

これを T について解くと、次式が得られます。

$$T = -1481.96 + \sqrt{2.1962 \times 10^6 + \frac{(1.8639 - V_O)}{3.88 \times 10^{-6}}}$$

限られた温度範囲では、その範囲について最良の結果が求められる勾配とオフセットを計算すると、線形伝達関数を利用できます。線形伝達関数は、LM19 の放物線伝達関数から計算できます。線形伝達関数の勾配は、次式を使用して計算できます。

$$m = -7.76 \times 10^{-6} \times T - 0.0115$$

T は対象となる温度範囲の中間点であり、m の単位は V/ $^{\circ}$ C です。例えば、 $T_{\min} = -30$ ~ $T_{\max} = +100$ の温度範囲については、

$$T = 35$$

$$m = -11.77 \text{ mV/}^{\circ}\text{C}$$

です。

線形伝達関数のオフセットは、次式を使用して計算できます。

$$b = (V_{OP}(T_{\max}) + V_{OP}(T) + m \times (T_{\max} + T))/2$$

- $V_{OP}(T_{\max})$ は、 V_O を表す放物線伝達関数を使用して計算した T_{\max} の出力電圧です。
- $V_{OP}(T)$ は、 V_O を表す放物線伝達関数を使用して計算した T の出力電圧です。

この手順を使用して計算した、よく使われる多くの温度範囲の理想直線伝達関数を Figure 2 に示します。Figure 2 に示すように、線形伝達関数によってもたらされる誤差は、温度範囲を広げると大きくなります。

1.0 LM19 の伝達関数 (つづき)

Temperature Range		Linear Equation $V_O =$	Maximum Deviation of Linear Equation from Parabolic Equation ()
T_{min} ()	T_{max} ()		
- 55	+ 130	- 11.79 mV/ $\times T + 1.8528 V$	± 1.41
- 40	+ 110	- 11.77 mV/ $\times T + 1.8577 V$	± 0.93
- 30	+ 100	- 11.77 mV/ $\times T + 1.8605 V$	± 0.70
- 40	+ 85	- 11.67 mV/ $\times T + 1.8583 V$	± 0.65
- 10	+ 65	- 11.71 mV/ $\times T + 1.8641 V$	± 0.23
+ 35	+ 45	- 11.81 mV/ $\times T + 1.8701 V$	± 0.004
+ 20	+ 30	- 11.69 mV/ $\times T + 1.8663 V$	± 0.004

FIGURE 2. First Order Equations Optimized For Different Temperature Ranges.

2.0 実装

LM19 は他の温度センサ IC と同じように容易に使用できます。デバイス表面に接着やセメント付けが可能で、LM19 自身の温度は表面温度の約 + 0.02 以内です。

この LM19 の性能は周囲温度が表面温度とほぼ同じ時に適用され、周囲温度とデバイスの表面温度の温度差が大きい場合は、LM19 のダイの実際の温度は、デバイスの表面温度と周囲温度の中間値になります。

熱伝導率を最適化するために、LM19 のダイの裏面を直接 GND 端子に取り付けています。LM19 の他のリードに接続されているランドやトレースの温度は、測定対象となる温度にも影響します。

別の方法として、LM19 をシールド・メタル・チューブの内部に実装し、バスに浸したり、タンクの細い穴にねじ込むこともできます。LM19 およびその配線と回路は、一般の IC と同様にリークや腐食を防止するために、プリント基板のコーティング、ワニス、HUMISEAL などのエポキシ塗布や浸漬がよく使用されます。

接合部 - 周囲温度間熱抵抗は、デバイスの消費電力による接合部温度の上昇を計算するのに使われるパラメータです。LM19 に関して、ダイの温度上昇を計算するのに使われる等式は以下に示す通りです。

$$T_J = T_A + \theta_{JA} [(V^+ I_Q) + (V^+ - V_O) I_L]$$

I_Q は待機時消費電流、 I_L は出力負荷電流です。LM19 の接合部温度が実際に測定される温度なので、LM19 自身がドライブするのに必要な負荷電流は最小限に抑えるように注意してください。

Figure 3 に示される表は負荷のない場合の LM19 のダイの温度上昇と異なった条件下での熱抵抗をまとめたものです。

	TO-92 no heat sink		TO-92 small heat fin	
	θ_{JA} (/W)	$T_J - T_A$ ()	θ_{JA} (/W)	$T_J - T_A$ ()
Still air	150	TBD	TBD	TBD
Moving air	TBD	TBD	TBD	TBD

FIGURE 3. Temperature Rise of LM19 Due to Self-Heating and Thermal Resistance (θ_{JA})

3.0 容量性負荷

LM19 は容量性負荷のドライブ能力が非常に優れています。Figure 4 に示すように特別な処理をしなくても、LM19 は容量性負荷をドライブできます。LM19 は、最大値 300pF 以下の出力インピーダンスを持っています。特にノイズの多い環境下では、ノイズの介入を最小限に抑えるために何らかのフィルタリングを施す必要があります。Figure 5 に示すように 0.1 μ F のコンデンサを V^+ と GND 端子との間に用い、電源電圧のバイパスを行なうことを推奨します。ノイズの多い環境では、Figure 5 に示すように、出力からグラウンドに、直列抵抗と併せてコンデンサを追加する必要がある場合があります。1 μ F の出力コンデンサと 160 Ω の最大出力インピーダンスおよび 200 Ω の直列抵抗とで、442Hz のローパス・フィルタが構成されます。この場合、LM19 の熱時定数は RC で構成される時定数よりはるかに遅いので、LM19 の応答時間にはまったく影響しません。

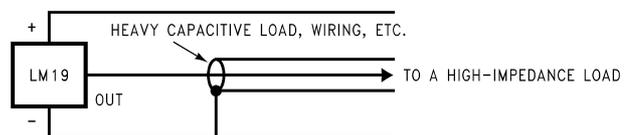
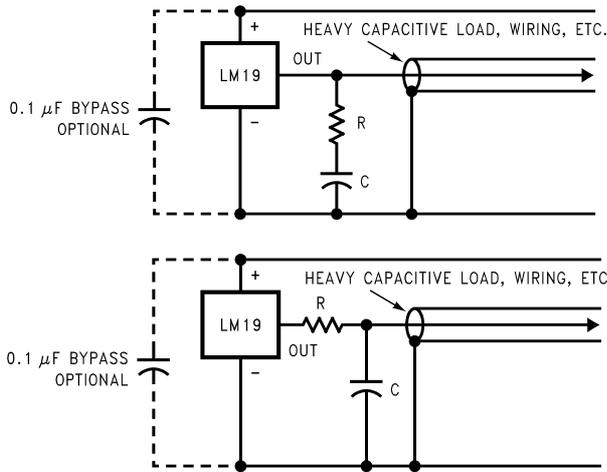


FIGURE 4. LM19 No Decoupling Required for Capacitive Loads Less than 300 pF.

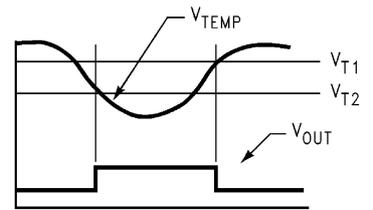
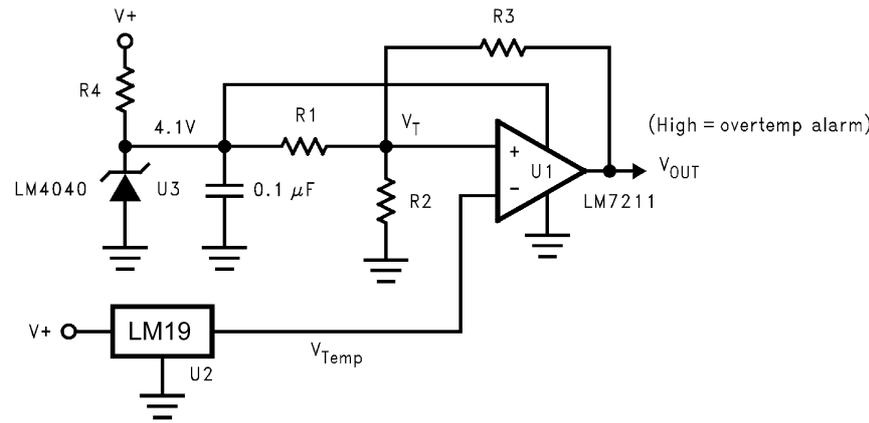
3.0 容量性負荷 (つぎ)



R ()	C (μF)
200	1
470	0.1
680	0.01
1 k	0.001

FIGURE 5. LM19 with Filter for Noisy Environment and Capacitive Loading greater than 300 pF. Either placement of resistor as shown above is just as effective.

4.0 アプリケーション回路例



$$V_{T1} = \frac{(4.1)R2}{R1 + R2 \parallel R3}$$

$$V_{T2} = \frac{(4.1)R2}{R2 + R1 \parallel R3}$$

FIGURE 6. Centigrade Thermostat

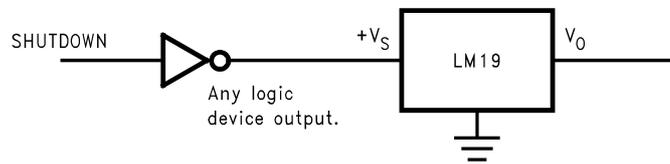
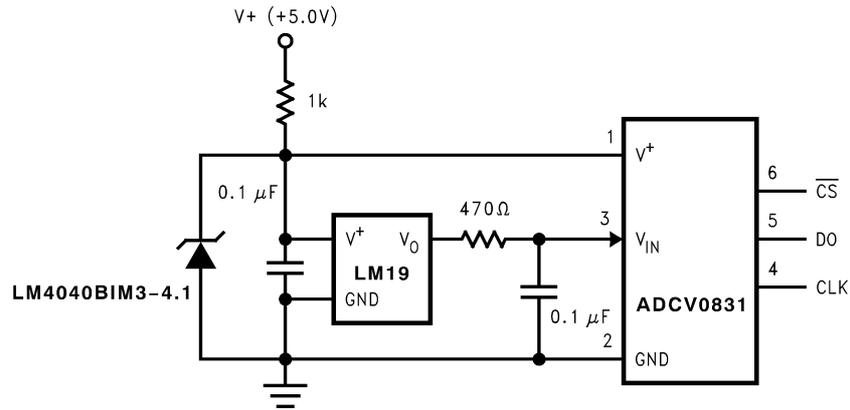


FIGURE 7. Conserving Power Dissipation with Shutdown

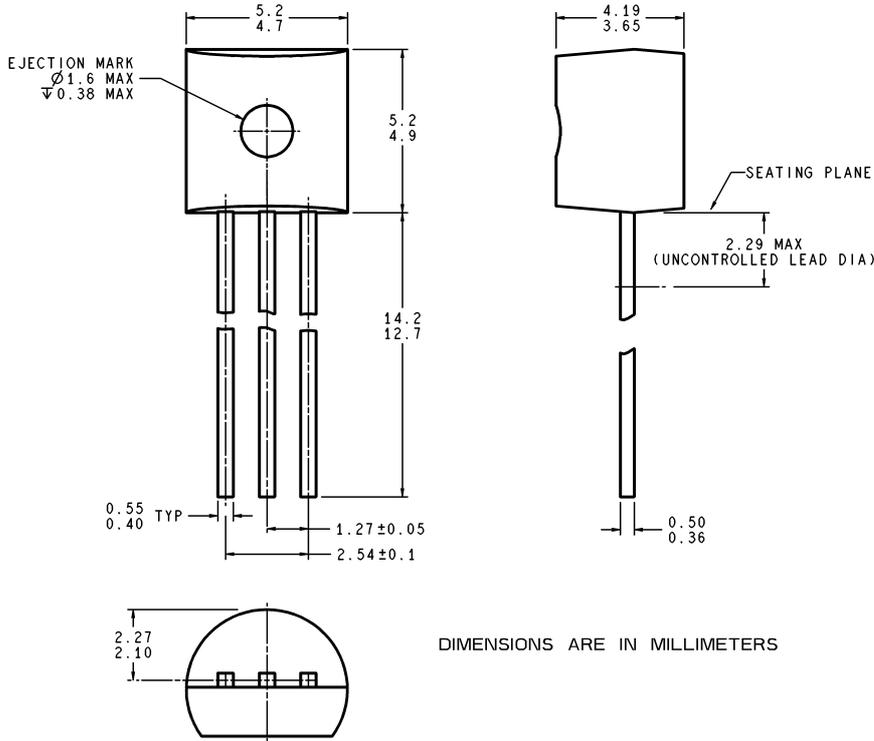
4.0 アプリケーション回路例 (つぎ)



ASICに見受けられる大部分のCMOS A/Dコンバータは、サンプリング・データ・コンバータの入力構造を備えていますが、この構造は、LM19や多くのオペアンプなどのアナログ出力デバイスには適していない場合があります。この理由は、A/Dコンバータの入力サンプリング・コンデンサを瞬時に充電させる必要があるためです。ただしコンデンサを追加することで簡単に解決できます。すべてのA/Dコンバータの入力段が同じわけではなく、この充電要件は変わりますので、異なる値のコンデンサが必要になります。上図のA/Dコンバータはあくまでも例として示したものです。温度のデジタル出力が必要な場合は、LM74などのデバイスのデータシートを参照してください。

FIGURE 8. Suggested Connection to a Sampling Analog to Digital Converter Input Stage

外形寸法図 単位は millimeters



Z03A (Rev G)

3-Lead TO-92 Plastic Package (Z)
Order Number LM19CIZ
NS Package Number Z03A

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方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ください。

www.national.com/JPN/



0120-666-116