

リニアフェーズ 8次ローパス・フィルタ

特長

- SO-8パッケージに収納された8次リニアフェーズ・フィルタ
- レイズド・コサイン振幅応答
- $2 \times f_{\text{CUTOFF}}$ 時の減衰: -43dB
- 広帯域ノイズ: $140\mu\text{VRMS}$
- 単一 $5\text{V} \sim \pm 5\text{V}$ 電源動作
- $\pm 5\text{V}$ 電源で 200kHz までクロック調整可能
- 単一 5V 電源で 120kHz までクロック調整可能

アプリケーション

- デジタル通信フィルタ
- リニアフェーズのアンチエイリアシング・フィルタ
- 平滑フィルタ

概要

LTC[®]1069-7は、モノリシックのクロック調整可能リニアフェーズ8次ローパス・フィルタです。フィルタの振幅応答は、 $\alpha = 1$ のレイズド・コサイン・フィルタに近似しています。カットオフ周波数での利得は -3dB で、カットオフ周波数の2倍の周波数での減衰は 43dB です。LTC1069-7のカットオフ周波数は、外部クロックによって設定され、クロック周波数 $\div 25$ と等しくなります。内部サンプリング周波数とカットオフ周波数の比

率は50:1です。つまり、入力信号は1クロック・サイクル当たり2回サンプルされ、エイリアシングの危険性を低減しています。LTC1069-7は、 5V 単一電源から $\pm 5\text{V}$ 両電源まで動作可能です。

LTC1069-7の利得と位相応答は、パルス整形とチャネル帯域幅制限を実行しなければならないデジタル通信システムで使用することができます。LTC1069-7は、リニアフェーズと従来のベッセル・フィルタより鋭いロール・オフ特性を備えたアナログ・フィルタを必要とするどんなシステムにでも使用することができます。

LTC1069-7は広いダイナミック・レンジをもっています。 $\pm 5\text{V}$ 電源で入力範囲が $0.1\text{VRMS} \sim 2\text{VRMS}$ の場合、信号対(ノイズ+THD)比は $\geq 60\text{dB}$ です。LTC1069-7の広帯域ノイズは $140\mu\text{VRMS}$ です。他のLTC1069-Xフィルタと異なり、LTC1069-7の標準パスバンド利得は、 -1V/V と等しくなります。

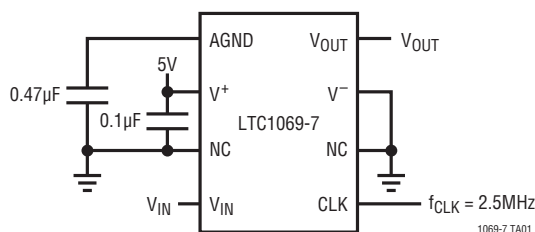
LTC1069-7はSO-8パッケージで供給されます。

より低い電源/速度仕様をもつ他のフィルタ応答を実現することもできます。詳細については、弊社または弊社代理店にお問い合わせください。

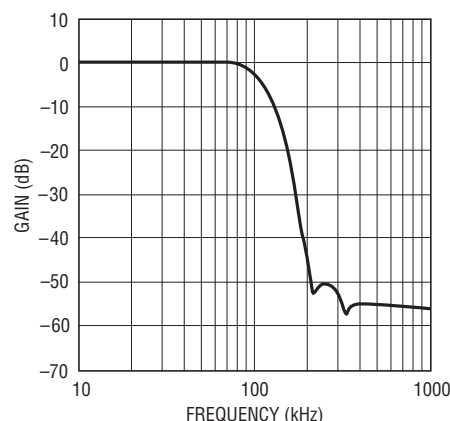
 LT、LTCおよびLTMTはリニアテクノロジー社の登録商標です。

標準的応用例

5V単一電源、リニアフェーズ100kHzローパス・フィルタ



周波数応答

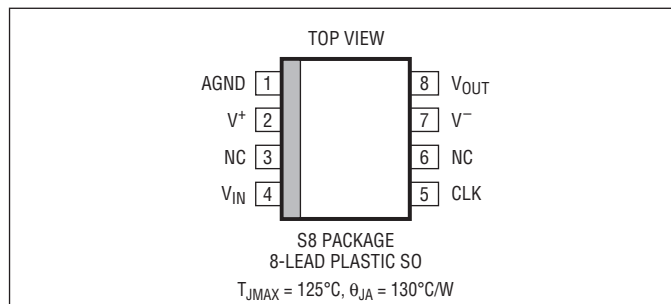


LTC1069-7

絶対最大定格

全電源電圧($V^+ \sim V^-$).....	12V
消費電力.....	400mW
動作温度範囲	
LTC1069-7C.....	0°C~70°C
LTC1069-7I.....	-40°C~85°C
保存温度.....	-65°C~150°C
リード温度(半田付け、10秒).....	300°C

ピン配置



発注情報

鉛フリー仕様	テープアンドリール	製品マーキング	パッケージ	温度範囲
LTC1069-7CS8#PBF	LTC1069-7CS8#TRPBF	10697	8-Lead Plastic SO	0°C to 70°C
LTC1069-7IS8#PBF	LTC1069-7IS8#TRPBF	10697I	8-Lead Plastic SO	-40°C to 85°C

さらに広い動作温度範囲で規定されるデバイスについては、弊社または弊社代理店にお問い合わせください。

非標準の鉛ベース仕様の製品の詳細については、弊社または弊社代理店にお問い合わせください。

鉛フリー仕様の製品マーキングの詳細については、<http://www.linear-tech.co.jp/leadfree/> をご覧ください。

テープアンドリールの仕様の詳細については、<http://www.linear-tech.co.jp/tapeandree/> をご覧ください。

電気的特性

●は全動作温度範囲の規格値を意味する。 f_{CUTOFF} はフィルタのカットオフ周波数であり、 $f_{CLK}/25$ と等しくなる。注記がない限り、 f_{CLK} 信号レベルはTTLまたはCMOS (最大クロック立ち上がりまたは立ち下り時間 $\leq 1\mu s$)、 $R_L = 10k$ 、 $T_A = 25^\circ C$ 。AC利得はすべてパスバンド利得を基準にして測定される。

SYMBOL	CONDITIONS	MIN	TYP	MAX	UNITS
Passband Gain ($f_{IN} \leq 0.2f_{CUTOFF}$)	$V_S = \pm 5V$, $f_{CLK} = 2.5MHz$ $f_{TEST} = 1kHz$, $V_{IN} = 1V_{RMS}$	●	-0.10	± 0.75 ± 0.90	dB dB
	$V_S = 4.75V$, $f_{CLK} = 500kHz$ $f_{TEST} = 1kHz$, $V_{IN} = 0.5V_{RMS}$	●	-0.10	± 0.75 ± 0.90	dB dB
Gain at $0.25f_{CUTOFF}$	$V_S = \pm 5V$, $f_{CLK} = 2.5MHz$ $f_{TEST} = 25kHz$, $V_{IN} = 1V_{RMS}$	●	-0.55	-0.30 -0.1	dB dB
	$V_S = 4.75V$, $f_{CLK} = 500kHz$ $f_{TEST} = 5kHz$, $V_{IN} = 0.5V_{RMS}$	●	-0.30	-0.05 0.15	dB dB
Gain at $0.50f_{CUTOFF}$	$V_S = \pm 5V$, $f_{CLK} = 2.5MHz$ $f_{TEST} = 50kHz$, $V_{IN} = 1V_{RMS}$	●	-1.40	-1.0 -0.35	dB dB
	$V_S = 4.75V$, $f_{CLK} = 500kHz$ $f_{TEST} = 10kHz$, $V_{IN} = 0.5V_{RMS}$	●	-0.60	-0.30 0	dB dB
Gain at $0.75f_{CUTOFF}$	$V_S = \pm 5V$, $f_{CLK} = 2.5MHz$ $f_{TEST} = 75kHz$, $V_{IN} = 1V_{RMS}$	●	-2.1	-1.65 -0.80	dB dB
	$V_S = 4.75V$, $f_{CLK} = 500kHz$ $f_{TEST} = 15kHz$, $V_{IN} = 0.5V_{RMS}$	●	-1.15	-0.75 -0.25	dB dB
Gain at f_{CUTOFF}	$V_S = \pm 5V$, $f_{CLK} = 2.5MHz$ $f_{TEST} = 100kHz$, $V_{IN} = 1V_{RMS}$	●	-4.0	-3.5 -2.7	dB dB
	$V_S = 4.75V$, $f_{CLK} = 500kHz$ $f_{TEST} = 20kHz$, $V_{IN} = 0.5V_{RMS}$	●	-3.3	-2.9 -2.4	dB dB

10697Ia

電气的特性

●は全動作温度範囲の規格値を意味する。 f_{CUTOFF} はフィルタのカットオフ周波数であり、 $f_{\text{CLK}}/25$ と等しくなる。注記がない限り、 f_{CLK} 信号レベルはTTLまたはCMOS (最大クロック立上りまたは立下り時間 $\leq 1\mu\text{s}$)、 $R_L = 10\text{k}$ 、 $T_A = 25^\circ\text{C}$ 。AC利得はすべてパスバンド利得を基準にして測定される。

SYMBOL	CONDITIONS	MIN	TYP	MAX	UNITS
Gain at $1.5f_{\text{CUTOFF}}$	$V_S = \pm 5\text{V}$, $f_{\text{CLK}} = 2.5\text{MHz}$ $f_{\text{TEST}} = 150\text{kHz}$, $V_{\text{IN}} = 1V_{\text{RMS}}$	-19	-16.5	-14	dB
	$V_S = 4.75\text{V}$, $f_{\text{CLK}} = 500\text{kHz}$ $f_{\text{TEST}} = 30\text{kHz}$, $V_{\text{IN}} = 0.5V_{\text{RMS}}$	-20	-18.1	-17	dB
Gain at $2.0f_{\text{CUTOFF}}$	$V_S = \pm 5\text{V}$, $f_{\text{CLK}} = 2.5\text{MHz}$ $f_{\text{TEST}} = 200\text{kHz}$, $V_{\text{IN}} = 1V_{\text{RMS}}$	-55	-43	-38	dB
	$V_S = 4.75\text{V}$, $f_{\text{CLK}} = 500\text{kHz}$ $f_{\text{TEST}} = 40\text{kHz}$, $V_{\text{IN}} = 0.5V_{\text{RMS}}$	-48	-41	-39	dB
Gain at $5.0f_{\text{CUTOFF}}$	$V_S = 4.75\text{V}$, $f_{\text{CLK}} = 500\text{kHz}$ $f_{\text{TEST}} = 100\text{kHz}$, $V_{\text{IN}} = 0.5V_{\text{RMS}}$	-70	-59	-55	dB
Gain at f_{CUTOFF} (160kHz)	$V_S = \pm 5\text{V}$, $f_{\text{CLK}} = 4\text{MHz}$ $f_{\text{TEST}} = 160\text{kHz}$, $V_{\text{IN}} = 1V_{\text{RMS}}$		-2.1		dB
Phase at $0.5f_{\text{CUTOFF}}$	$V_S = \pm 5\text{V}$, $f_{\text{CLK}} = 2.5\text{MHz}$ $f_{\text{TEST}} = 50\text{kHz}$	-35	-30.5	-25	Deg
Phase at f_{CUTOFF}	$V_S = \pm 5\text{V}$, $f_{\text{CLK}} = 2.5\text{MHz}$ $f_{\text{TEST}} = 100\text{kHz}$	-240	-235	-230	Deg
Passband Phase Deviation from Linear Phase (Note 1)	$V_S = \pm 5\text{V}$, $f_{\text{CLK}} = 500\text{kHz}$		-3.0		Deg
Output DC Offset (Input at GND)	$V_S = \pm 5\text{V}$, $f_{\text{CLK}} = 500\text{kHz}$		50		mV
	$V_S = 4.75\text{V}$, $f_{\text{CLK}} = 400\text{kHz}$		25	125	mV
Output Voltage Swing	$V_S = \pm 5\text{V}$, $I_{\text{SOURCE}}/I_{\text{SINK}} \leq 1\text{mA}$, $R_L = 10\text{k}$	● ± 3.5	± 4.0		V
	$V_S = 4.75\text{V}$, $I_{\text{SOURCE}}/I_{\text{SINK}} \leq 1\text{mA}$, $R_L = 10\text{k}$	● 2.6	3.6		$V_{\text{P-P}}$
Power Supply Current	$V_S = \pm 5\text{V}$, $f_{\text{CLK}} = 500\text{kHz}$	●	18	26	mA
	$V_S = 4.75\text{V}$, $f_{\text{CLK}} = 400\text{kHz}$	●		29	mA
		●	13	15	mA
		●		16.5	mA

Note 1: 絶対最大定格に記載された値を超えるストレスはデバイスに永続的損傷を与える可能性がある。長期にわたって絶対最大定格条件に曝すと、デバイスの信頼性と寿命に悪影響を与える可能性がある。

Note 2: 位相偏移 = $1/2(0\text{Hz}$ での位相 $-f_{\text{CUTOFF}}$ での位相) $-(0\text{Hz}$ での位相 $-0.5f_{\text{CUTOFF}}$ での位相)

$0\text{Hz} = 180^\circ$ での位相(設計により保証)

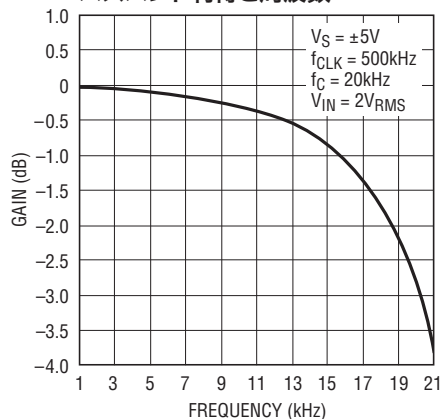
例: LTC1069-7は、 $0.5f_{\text{CUTOFF}}$ での位相 = -30.5° および f_{CUTOFF} での位相 = -235° をもっている。

直線位相からのパスバンド位相偏移

$$= 1/2[180^\circ - (-235^\circ)] - [(180^\circ - (-30.5^\circ))] = -3^\circ$$

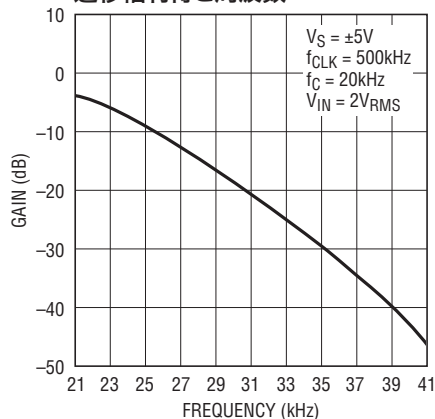
標準的性能特性

パスバンド利得と周波数



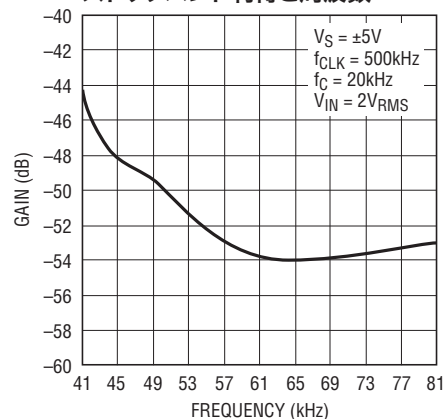
1069-7 G01

遷移帯利得と周波数



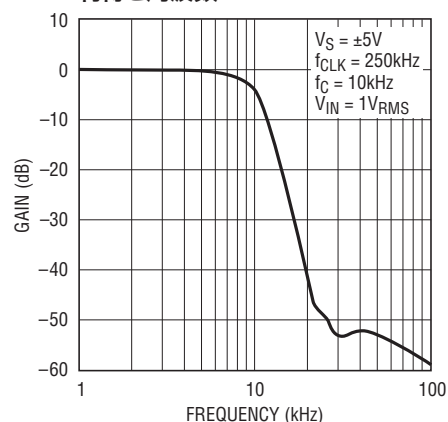
1069-7 G02

ストップバンド利得と周波数



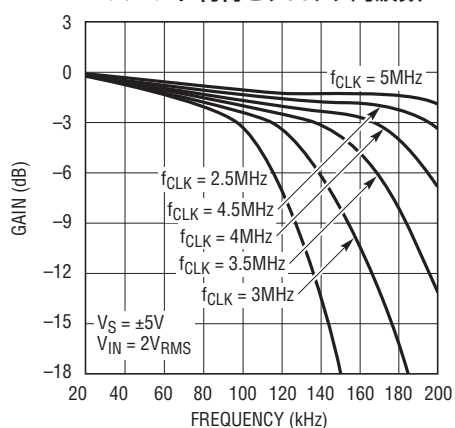
1069-7 G03

利得と周波数



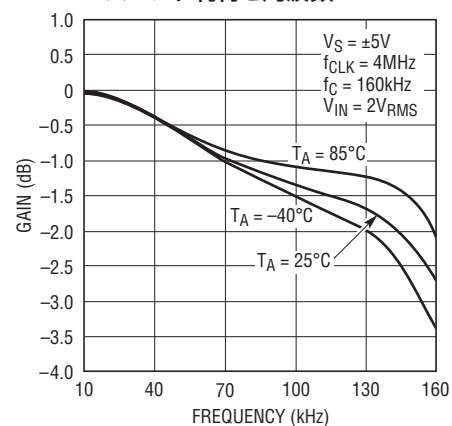
1069-7 G04

パスバンド利得とクロック周波数



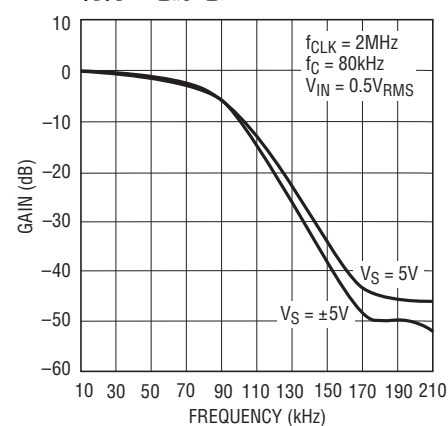
1069-7 G05

パスバンド利得と周波数



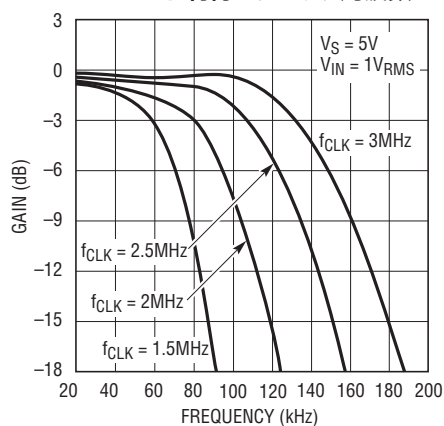
1069-7 G06

利得と電源電圧



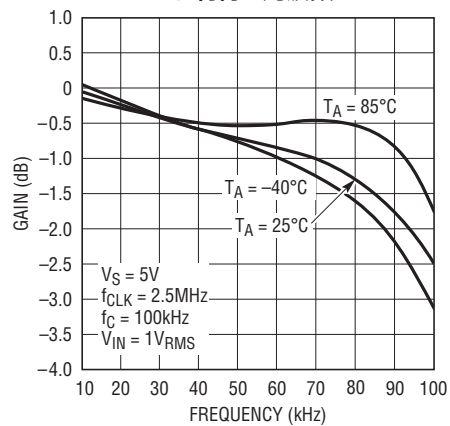
1069-7 G07

パスバンド利得とクロック周波数



1069-7 G08

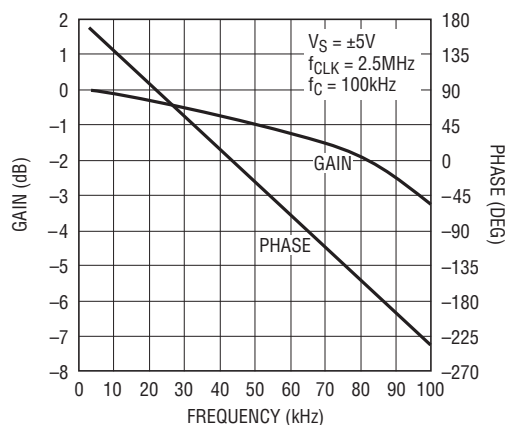
パスバンド利得と周波数



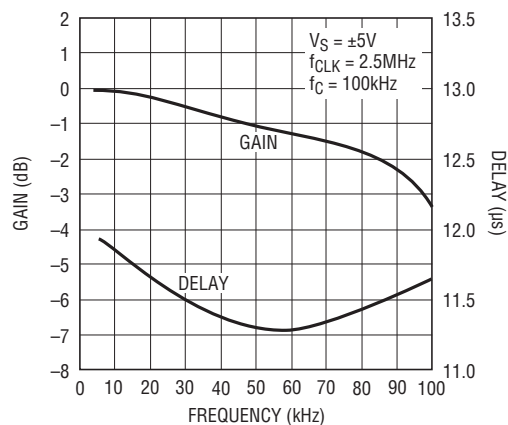
1069-7 G09

10697fa

標準的性能特性

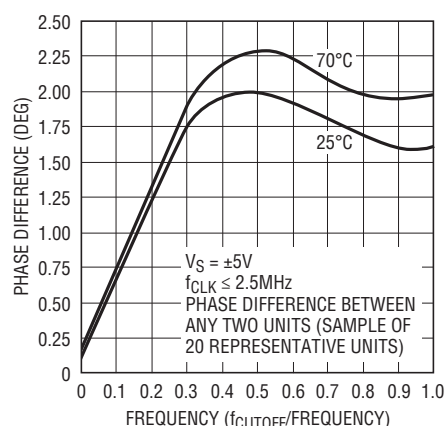
パスバンド利得
および位相と周波数

1069-7 G10

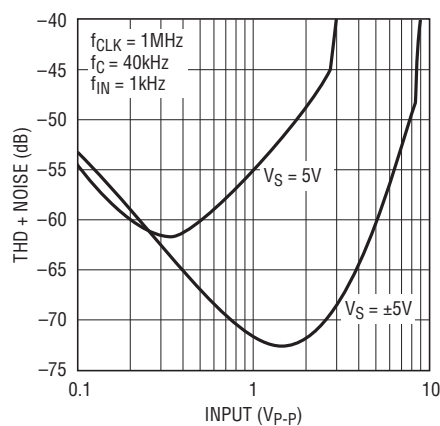
パスバンド利得
および遅延と周波数

1069-7 G12

位相マッチングと周波数

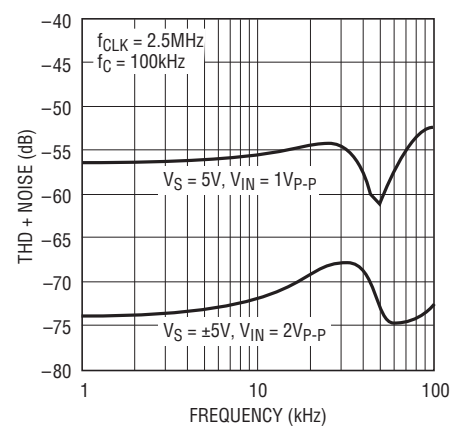


1069-7 G11

THD+ノイズと入力(V_{P-P})

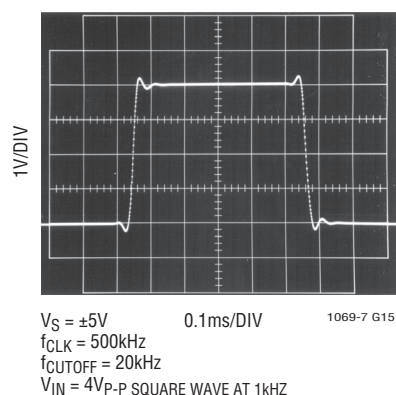
1609-7 G13

THD+ノイズと周波数



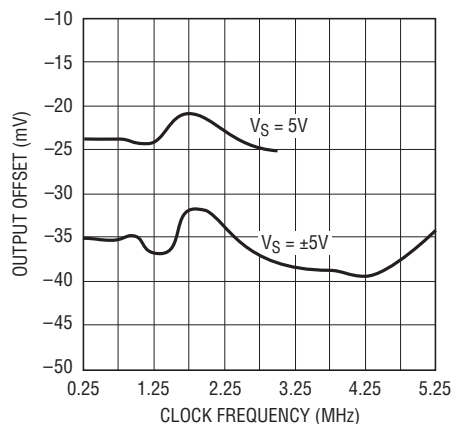
1069-7 G14

過渡応答



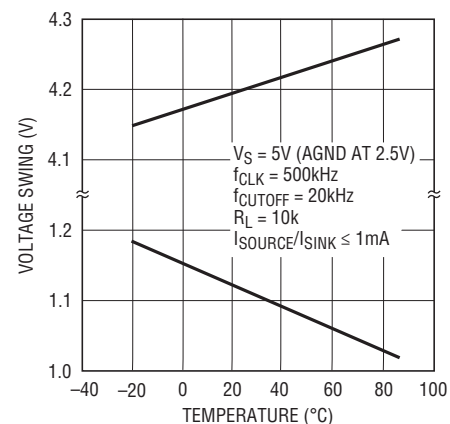
1069-7 G15

出力オフセットとクロック周波数



1069-7 G16

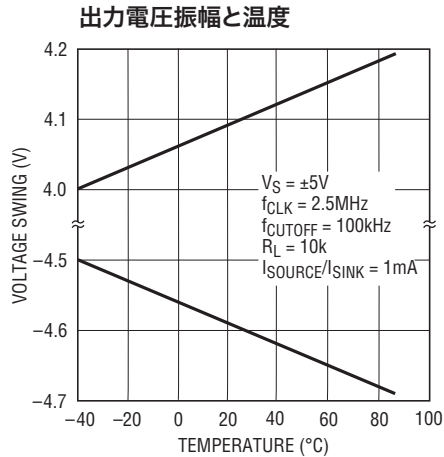
出力電圧振幅と温度



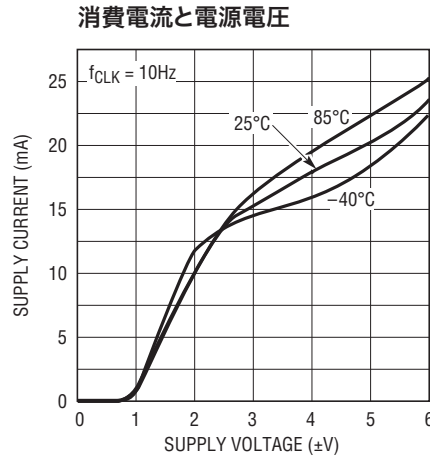
1069-7 G17

106971a

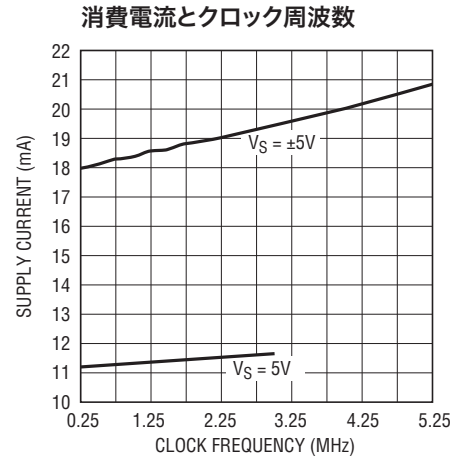
標準的性能特性



1069-7 G18



1069-7 G19



1069-7 G20

ピン機能

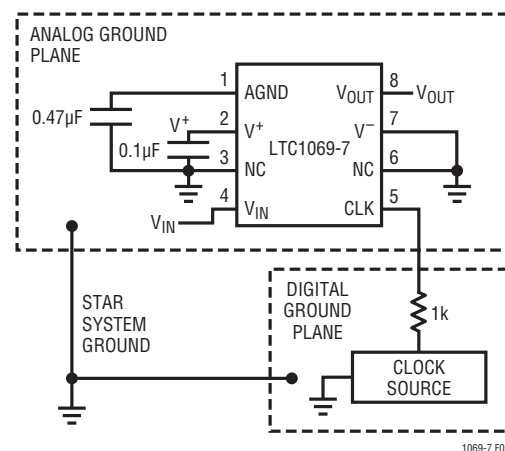
AGND (ピン1): アナログ・グランド。アナログ信号グランドの品質が、フィルタ性能に影響を及ぼすことがあります。単一電源と両電源動作のどちらも、アナログ・グランド・プレーンでパッケージの周囲を囲んでください。アナログ・グランド・プレーンは、どのデジタル・グランドに対しても一点接続でなければなりません。両電源動作では、ピン1をアナログ・グランド・プレーンに接続してください。

単一電源動作では、ピン1を0.47μF以上のコンデンサでアナログ・グランド・プレーンにバイパスしなければなりません。内部抵抗分割器はピン1を全電源電圧の1/2にバイアスします。他のICをバイアスする場合は、ピン1をバッファしなければなりません。図1に単一電源動作の接続を示します。

V⁺、V⁻ (ピン2,7): 電源。V⁺ (ピン2) および V⁻ (ピン7) は0.1μFのコンデンサで、適切なアナログ・グランドにバイパスしなければなりません。フィルタの電源は他のデジタル電源や高電圧アナログ電源から分離する必要があります。低ノイズのリニア電源を推奨します。スイッチング電源を使用すると、フィルタのSN比が低下します。以前のモノリシック・フィルタとは異なり、どのような順序でも電源を印加できます。つまり、正電源を負電源より前に、あるいはその逆に印加することができます。図2は両電源動作の接続を示します。

NC (ピン3,6): NC。ピン3と6はデバイスのどの内部回路ポイントにも接続されていないので、グランドに接続してください。

V_{IN} (ピン4): フィルタ入力ピン。フィルタ入力ピンは内部で、2つのオペアンプの反転入力に各オペアンプ用の36k抵抗を介して接続されています。この並列の組合せによって、入力インピーダンスは18kになります。



1069-7 F01

図1. 単一電源動作の接続

ピン機能

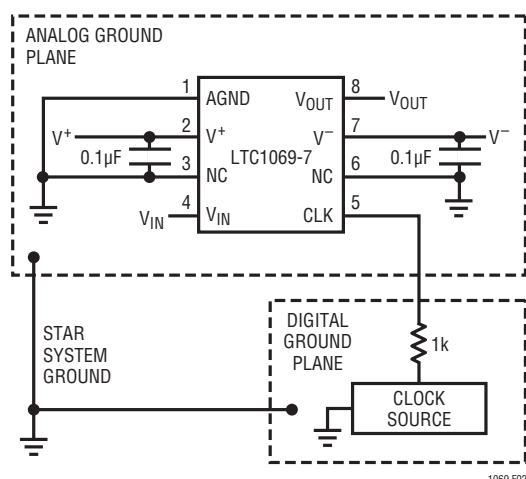


図2. 両電源動作の接続

CLK (ピン5): クロック入力。デバイスのクロック・ソースとしては、出力が方形波でデューティ・サイクルが50% (±10%) のTTLまたはCMOSクロック・ソースが適当です。クロック・ソースの電源をフィルタの電源と同じにする必要はありません。フィルタのアナログ・グラウンドは、必ずクロックのグラウンドに一点接続してください。表1に、両電源や単一電源動作でのクロック“L”および“H”レベルのスレッシュホールド値を示します。“H”レ

ベルのオン時間が0.42μs以上 ($V_S = \pm 5V$) であれば、パルス・ジェネレータをクロック・ソースとして使用できます。クロックの立上りおよび立下り時間が長すぎると、内部にクロック・ジッタが発生するため、クロック・ソースに100kHz以下の正弦波は推奨できません。最大クロック立上りまたは立下り時間は1μsです。クロック信号は入力や出力アナログ信号経路への結合を防止するために、ICパッケージの右側から配線する必要があります。クロック・ソースとクロック入力（ピン5）の間に1kの抵抗を接続すると、クロックの立上りおよび立下り時間が長くなり、静電結合がさらに低減されます（図1）。

表1. クロック・ソースの“H”および“L”のスレッシュホールド

POWER SUPPLY	HIGH LEVEL	LOW LEVEL
Dual Supply = $\pm 5V$	1.5V	0.5V
Single Supply = 10V	6.5V	5.5V
Single Supply = 5V	1.5V	0.5V

V_{OUT} (ピン8): フィルタ出力。ピン8はフィルタの出力であり、23mAの電流をソースまたは16mAの電流をシンクすることができます。出力バッファなしで同軸ケーブルまたは20k以下の負荷をドライブすると、フィルタの全高調波歪みが劣化します。

アプリケーション情報

温度動作

LTC1069-7の電源電流は正の温度係数を持っています。内部オペアンプのGBW積はほぼ一定で、デバイスの速度は高温でも低下しません。

クロック・フィードスルー

クロック・フィードスルーは、クロック周波数とその高調波のRMS値と定義されており、これらはフィルタの出力（ピン8）に現れます。クロック・フィードスルーは、AGNDピンに短絡された入力（ピン4）でテストされ、PCボードのレイアウトおよび電源電圧値に依存します。適切なレイアウト・テクニックを使用したときの、クロック・フィードスルーの値を表2に記載しています。

表2. クロック・フィードスルー

V_S	CLOCK FEEDTHROUGH
5V	400μV _{RMS}
±5V	850μV _{RMS}

入力されるクロックの立上りおよび立下りエッジでの寄生スイッチング過渡は、クロック・フィードスルー仕様には含まれていません。スイッチング過渡は、印加されたクロックよりはるかに高い周波数成分を含んでいます。これらの振幅は、接地方法や電源バイパスはもとより、スコープのプロブ方法にも大きく左右されます。クロック・フィードスルーは、LTC1069-7の出力（ピン8）に1個のRCローパス・フィルタを追加することによって低減できます。

アプリケーション情報

広帯域ノイズ

フィルタの広帯域ノイズは、デバイスのノイズ・スペクトル密度のRMS値の和であり、動作SN比を決定します。広帯域ノイズ周波数成分の大部分は、フィルタのパスバンド内にあり、ポスト・フィルタを追加することによって低減することはできません。全広帯域ノイズはクロック周波数にはほとんど関係なく、電源電圧に多少関係します(表3を参照)。クロック・フィードスルー仕様は、広帯域ノイズには含まれていません。

表3. 広帯域ノイズ

V_S	CLOCK FEEDTHROUGH
4.75V	125 μ V _{RMS}
± 5 V	140 μ V _{RMS}

エイリアシング

エイリアシングはサンプリングされるデータ・システムに固有の現象であり、入力周波数がサンプリング周波数に近いと生じます。LTC1069-7の内部サンプリング周波数は、 f_{CUTOFF} 周波数の50倍です。たとえば、48kHz、100mV_{RMS}信号がデューティ・サイクル50%の25kHzクロックで動作しているLTC1069-7の入力に印加されると、2kHz、741 μ V_{RMS}エイリアス信号がフィルタ出力に現れます。表4に詳細を示します。

表4. エイリアシング

INPUT FREQUENCY $V_{IN} = 1V_{RMS}$	OUTPUT LEVEL Relative to Input	OUTPUT FREQUENCY Aliased Frequency
$f_{CLK}/f_C = 25:1$, $f_{CUTOFF} = 1kHz$		
40kHz (or 60kHz)	-59.9dB	10kHz
47kHz (or 53kHz)	-54.2dB	3kHz
48kHz (or 52kHz)	-42.6dB	2kHz
48.5kHz (or 51.5kHz)	-18.3dB	1.5kHz
49kHz (or 52kHz)	-2.9dB	1.0kHz
49.5kHz (or 50.5kHz)	-0.65dB	0.5kHz

速度制限

オペアンプのスルーレートによる制限を避けるために、信号振幅を表5に示す規定レベル以下にしなければなりません。

表5. 最大 V_{IN} と V_S およびクロック

V_S	MAXIMUM CLOCK	MAXIMUM V_{IN}
5V	$\geq 2.5MHz$	340mV _{RMS} ($f_{IN} \geq 200kHz$)
± 5 V	$\geq 4.5MHz$	1.2V _{RMS} ($f_{IN} \geq 400kHz$)

パッケージ

S8パッケージ
8ピン・プラスチック・スモール・アウトライン(細型0.150インチ)
 (LTC DWG # 05-08-1610)

