

## 10ビット、500ksps ADC MSOP、 自動シャットダウン機能付き

### 特長

- 8ピンMSOPおよびSOパッケージで供給
- 500kspsで10ビット分解能
- 単一電源：5Vまたは3V
- 最高速動作時にも低消費電力：
  - 5Vで標準25mW
  - 2.7Vで標準2.2mW
- 自動シャットダウンにより低サンプル・レートでの消費電力を直線的に低減
- 8ビットのLTC1196/LTC1198を10ビットにアップグレード
- SPIおよびMICROWIRE™互換シリアルI/O
- 低コスト

### アプリケーション

- 高速データ収集
- ポータブルまたは小型計装装置
- 低消費電力またはバッテリー駆動計装システム

### 概要

LTC®1197/LTC1197L/LTC1199/LTC1199Lは、最大サンプリング速度が500kHzの10ビットA/Dコンバータです。これらのデバイスには、2.7V(L)バージョンと5Vバージョンがあり、8ピンMSOPおよびSOパッケージで供給されます。消費電力は最大動作速度時に、わずか標準2.2mW/2.7V(25mW/5V)です。自動パワー・ダウン機能により、サンプリング速度が遅くなると、消費電流は直線的に低下します。これらの10ビット・スイッチド・キャパシタ逐次比較型ADCには、サンプル・ホールドが内蔵されています。LTC1197/LTC1197Lは、調整可能なリファレンス・ピン付きで差動アナログ入力を備えています。LTC1199/LTC1199Lはソフトウェアで選択可能な2チャンネルMUXを備えています。

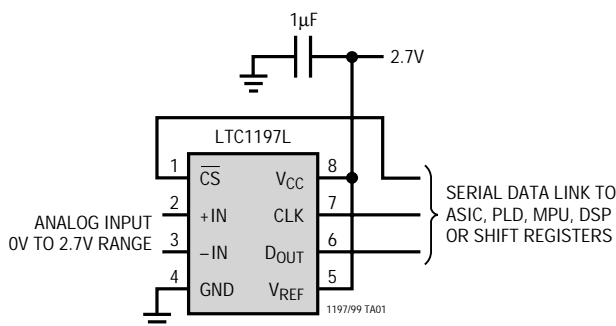
これらのADCは、3線式シリアルI/O、MSOPおよびSO-8パッケージ、2.7V動作、およびきわめて高いサンプル・レート対電力比などの特徴を備えているため、小型、低消費電力の高速システムに最適です。

これらの回路は計測アプリケーションや外部リファレンスを接続して使用することができます。また、高インピーダンスのアナログ入力および1V以下のフルスケールの縮小スパンで動作可能なため(LTC1197/LTC1197L)多くのアプリケーションで信号ソースに直接接続でき、利得段は必要ありません。

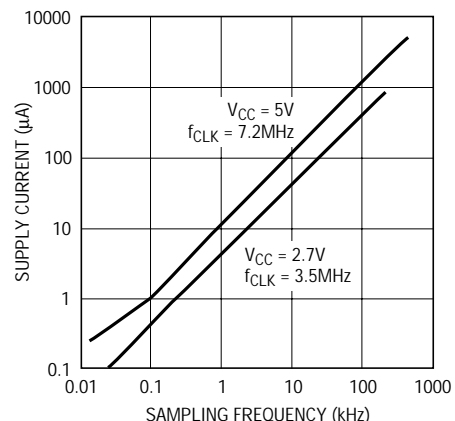
△、LTC、LTIはリニアテクノロジー社の登録商標です。  
MICROWIREはナショナル・セミコンダクター社の商標です。

### 標準的応用例

単一2.7V電源、250ksps、10ビット・サンプリングADC



電源電流とサンプリング周波数



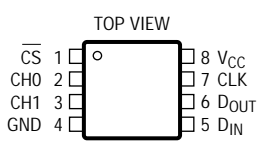
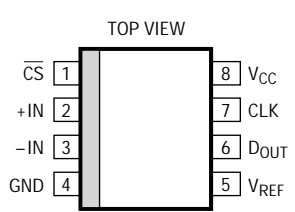
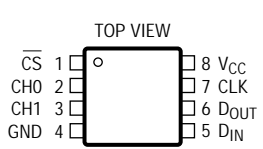
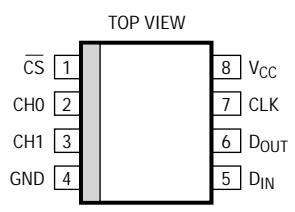
1197/99 G03

### 絶対最大定格 (Note 1、2)

電源電圧 (V <sub>CC</sub> ) .....	12V
電圧	
アナログ入力 .....	GND - 0.3V ~ V <sub>CC</sub> + 0.3V
デジタル入力 .....	GND - 0.3V ~ 12V
デジタル出力 .....	GND - 0.3V ~ V <sub>CC</sub> + 0.3V
消費電力 .....	500mW
保存温度範囲 .....	- 65 ~ 150

動作温度範囲	
LTC1197C/LTC1197LC	
LTC1199C/LTC1199LC .....	0 ~ 70
LTC1197I/LTC1197LI	
LTC1199I/LTC1199LI .....	- 45 ~ 85
リード温度 (半田付け、10秒) .....	300

### パッケージ/発注情報

 <p>MS8 PACKAGE 8-LEAD PLASTIC MSOP T<sub>JMAX</sub> = 150°C, θ<sub>JA</sub> = 210°C/W</p>	ORDER PART NUMBER	 <p>S8 PACKAGE 8-LEAD PLASTIC SO T<sub>JMAX</sub> = 150°C, θ<sub>JA</sub> = 175°C/W</p>	ORDER PART NUMBER
	LTC1197LCMS8		LTC1197CS8 LTC1197IS8 LTC1197LCS8 LTC1197LIS8
	MS8 PART MARKING		S8 PART MARKING
	LTBL		1197 1197L 1197I 1197LI
 <p>MS8 PACKAGE 8-LEAD PLASTIC MSOP T<sub>JMAX</sub> = 150°C, θ<sub>JA</sub> = 210°C/W</p>	ORDER PART NUMBER	 <p>S8 PACKAGE 8-LEAD PLASTIC SO T<sub>JMAX</sub> = 150°C, θ<sub>JA</sub> = 175°C/W</p>	ORDER PART NUMBER
	LTC1199LCMS8		LTC1199CS8 LTC1199IS8 LTC1199LCS8 LTC1199LIS8
	MS8 PART MARKING		S8 PART MARKING
	LTCM		1199 1199L 1199I 1199LI

ミリタリ・グレードに関してはお問い合わせください。

6

### 推奨動作条件

SYMBOL	PARAMETER	CONDITIONS	LTC1197			LTC1199			UNITS
			MIN	TYP	MAX	MIN	TYP	MAX	
V <sub>CC</sub>	Supply Voltage		4		9	4		6	V
<b>V<sub>CC</sub> = 5V Operation</b>									
f <sub>CLK</sub>	Clock Frequency		●	0.05	7.2	0.05		7.2	MHz
t <sub>CYC</sub>	Total Cycle Time			14			16		CLK
t <sub>SAMPL</sub>	Analog Input Sampling Time			1.5			1.5		CLK
t <sub>hCS</sub>	Hold Time CS Low After Last CLK↑			13			13		ns

# LTC1197/LTC1197L LTC1199/LTC1199L

## 推奨動作条件

SYMBOL	PARAMETER	CONDITIONS	LTC1197			LTC1199			UNITS
			MIN	TYP	MAX	MIN	TYP	MAX	
<b>V<sub>CC</sub> = 5V Operation</b>									
t <sub>suCS</sub>	Setup Time $\overline{CS}$ ↓ Before First CLK ↑ (See Figures 1, 2)		26			26			ns
t <sub>hDI</sub>	Hold Time D <sub>IN</sub> After CLK ↑	LTC1199				26			ns
t <sub>suDI</sub>	Setup Time D <sub>IN</sub> Stable Before CLK ↑	LTC1199				26			ns
t <sub>WHCLK</sub>	CLK High Time	f <sub>CLK</sub> = f <sub>CLK(MAX)</sub>	40%			40%			1/f <sub>CLK</sub>
t <sub>WLCLK</sub>	CLK Low Time	f <sub>CLK</sub> = f <sub>CLK(MAX)</sub>	40%			40%			1/f <sub>CLK</sub>
t <sub>WHCS</sub>	$\overline{CS}$ High Time Between Data Transfer Cycles		32			32			ns
t <sub>WLCS</sub>	$\overline{CS}$ Low Time During Data Transfer		13			15			CLK

SYMBOL	PARAMETER	CONDITIONS	LTC1197L			LTC1199L			UNITS
			MIN	TYP	MAX	MIN	TYP	MAX	
V <sub>CC</sub>	Supply Voltage		2.7		4	2.7		4	V
<b>V<sub>CC</sub> = 2.7V Operation</b>									
f <sub>CLK</sub>	Clock Frequency	●	0.01		3.5	0.01		3.5	MHz
t <sub>CYC</sub>	Total Cycle Time		14			16			CLK
t <sub>SMPL</sub>	Analog Input Sampling Time		1.5			1.5			CLK
t <sub>hCS</sub>	Hold Time $\overline{CS}$ Low After Last CLK ↑		40			40			ns
t <sub>suCS</sub>	Setup Time $\overline{CS}$ ↓ Before First CLK ↑ (See Figures 1, 2)		78			78			ns
t <sub>hDI</sub>	Hold Time D <sub>IN</sub> After CLK ↑	LTC1199L				78			ns
t <sub>suDI</sub>	Setup Time D <sub>IN</sub> Stable Before CLK ↑	LTC1199L				78			ns
t <sub>WHCLK</sub>	CLK High Time	f <sub>CLK</sub> = f <sub>CLK(MAX)</sub>	40%			40%			1/f <sub>CLK</sub>
t <sub>WLCLK</sub>	CLK Low Time	f <sub>CLK</sub> = f <sub>CLK(MAX)</sub>	40%			40%			1/f <sub>CLK</sub>
t <sub>WHCS</sub>	$\overline{CS}$ High Time Between Data Transfer Cycles		96			96			ns
t <sub>WLCS</sub>	$\overline{CS}$ Low Time During Data Transfer		13			15			CLK

## コンバータおよびマルチプレクサの特性

注記がない限り、推奨動作条件で定義されるとおり、V<sub>CC</sub> = 5V、V<sub>REF</sub> = 5V、f<sub>CLK</sub> = f<sub>CLK(MAX)</sub>

PARAMETER	CONDITIONS	LTC1197			LTC1199			UNITS
		MIN	TYP	MAX	MIN	TYP	MAX	
Offset Error		●		±2		±2	LSB	
Linearity Error	(Note 3)	●		±1		±1	LSB	
Gain Error		●		±4		±4	LSB	
No Missing Codes Resolution		●	10			10	Bits	
Analog Input Range				-0.05V to V <sub>CC</sub> + 0.05V			V	
Reference Input Range	LTC1197, V <sub>CC</sub> ≤ 6V LTC1197, V <sub>CC</sub> > 6V		0.2	V <sub>CC</sub> + 0.05V			V	
			0.2	6			V	
Analog Input Leakage Current	(Note 4)	●		±1		±1	μA	

## コンバータおよびマルチプレクサの特性

注記がない限り、推奨動作条件で定義されるとおり、 $V_{CC} = 2.7V$ 、 $V_{REF} = 2.5V$ (LTC1197L)、 $f_{CLK} = f_{CLK(MAX)}$

PARAMETER	CONDITIONS		LTC1197L			LTC1199L			UNITS
			MIN	TYP	MAX	MIN	TYP	MAX	
Offset Error		●			±2			±2	LSB
Linearity Error	(Note 3)	●			±1			±1	LSB
Gain Error		●			±4			±4	LSB
No Missing Codes Resolution		●	10			10			Bits
Analog Input Range			-0.05V to $V_{CC} + 0.05V$						V
Reference Input Range	LTC1197L		0.2		$V_{CC} + 0.05V$				V
Analog Input Leakage Current	(Note 4)	●			±1			±1	μA

## ダイナミック精度

注記がない限り、推奨動作条件で定義されるとおり、 $V_{CC} = 5V$ 、 $V_{REF} = 5V$ 、 $f_{CLK} = f_{CLK(MAX)}$

SYMBOL	PARAMETER	CONDITIONS	LTC1197			LTC1199			UNITS
			MIN	TYP	MAX	MIN	TYP	MAX	
S/(N + D)	Signal-to-Noise Plus Distortion Ratio	100kHz Input Signal		60			60		dB
THD	Total Harmonic Distortion First 5 Harmonics	100kHz Input Signal		-64			-64		dB
	Peak Harmonic or Spurious Noise	100kHz Input Signal		-68			-68		dB
IMD	Intermodulation Distortion	$f_{IN1} = 97.046kHz$ , $f_{IN2} = 102.905kHz$ 2nd Order Terms 3rd Order Terms		-65			-65		dB
				-70			-70		dB

6

注記がない限り、推奨動作条件で定義されるとおり、 $V_{CC} = 2.7V$ 、 $V_{REF} = 2.5V$ 、 $f_{CLK} = f_{CLK(MAX)}$

SYMBOL	PARAMETER	CONDITIONS	LTC1197L			LTC1199L			UNITS
			MIN	TYP	MAX	MIN	TYP	MAX	
S/(N + D)	Signal-to-Noise Plus Distortion Ratio	50kHz Input Signal		58			58		dB
THD	Total Harmonic Distortion First 5 Harmonics	50kHz Input Signal		-60			-60		dB
	Peak Harmonic or Spurious Noise	50kHz Input Signal		-63			-63		dB
IMD	Intermodulation Distortion	$f_{IN1} = 48.5kHz$ , $f_{IN2} = 51.5kHz$ 2nd Order Terms 3rd Order Terms		-60			-60		dB
				-65			-65		dB

# LTC1197/LTC1197L

# LTC1199/LTC1199L

## デジタルおよびDC電気的特性

注記がない限り、 $V_{CC} = 5V$ 、 $V_{REF} = 5V$

SYMBOL	PARAMETER	CONDITIONS	LTC1197			LTC1199			UNITS
			MIN	TYP	MAX	MIN	TYP	MAX	
$V_{IH}$	High Level Input Voltage	$V_{CC} = 5.25V$	●	2.4			2.4		V
$V_{IL}$	Low Level Input Voltage	$V_{CC} = 4.75V$	●		0.8		0.8		V
$I_{IH}$	High Level Input Current	$V_{IN} = V_{CC}$	●		2.5		2.5		$\mu A$
$I_{IL}$	Low Level Input Current	$V_{IN} = 0V$	●		-2.5		-2.5		$\mu A$
$V_{OH}$	High Level Output Voltage	$V_{CC} = 4.75V, I_O = 10\mu A$ $V_{CC} = 4.75V, I_O = 360\mu A$	●	4.5	4.74		4.5	4.74	V
$V_{OL}$	Low Level Output Voltage	$V_{CC} = 4.75V, I_O = 1.6mA$	●		0.4		0.4		V
$I_{OZ}$	Hi-Z Output Leakage	$\overline{CS} = High$	●		$\pm 3$		$\pm 3$		$\mu A$
$I_{SOURCE}$	Output Source Current	$V_{OUT} = 0V$			-25		-25		mA
$I_{SINK}$	Output Sink Current	$V_{OUT} = V_{CC}$			45		45		mA
$I_{REF}$	Reference Current (LTC1197)	$\overline{CS} = V_{CC}$ $f_{SMPL} = f_{SMPL(MAX)}$	●	0.001	3				$\mu A$
			●	0.5	1				mA
$I_{CC}$	Supply Current	$\overline{CS} = V_{CC}$ $f_{SMPL} = f_{SMPL(MAX)}$	●	0.001	3		0.001	3	$\mu A$
			●	4.5	8		5	8.5	mA
$P_D$	Power Dissipation	$f_{SMPL} = f_{SMPL(MAX)}$			22.5		25		mW

注記がない限り、 $V_{CC} = 2.7V$ 、 $V_{REF} = 2.5V$

SYMBOL	PARAMETER	CONDITIONS	LTC1197L			LTC1199L			UNITS
			MIN	TYP	MAX	MIN	TYP	MAX	
$V_{IH}$	High Level Input Voltage	$V_{CC} = 3.6V$	●	1.9			1.9		V
$V_{IL}$	Low Level Input Voltage	$V_{CC} = 2.7V$	●		0.45		0.45		V
$I_{IH}$	High Level Input Current	$V_{IN} = V_{CC}$	●		2.5		2.5		$\mu A$
$I_{IL}$	Low Level Input Current	$V_{IN} = 0V$	●		-2.5		-2.5		$\mu A$
$V_{OH}$	High Level Output Voltage	$V_{CC} = 2.7V, I_O = 10\mu A$ $V_{CC} = 2.7V, I_O = 360\mu A$	●	2.3	2.60		2.3	2.60	V
			●	2.1	2.45		2.1	2.45	V
$V_{OL}$	Low Level Output Voltage	$V_{CC} = 2.7V, I_O = 400\mu A$	●		0.3		0.3		V
$I_{OZ}$	Hi-Z Output Leakage	$\overline{CS} = High$	●		$\pm 3$		$\pm 3$		$\mu A$
$I_{SOURCE}$	Output Source Current	$V_{OUT} = 0V$			-6.5		-6.5		mA
$I_{SINK}$	Output Sink Current	$V_{OUT} = V_{CC}$			11		11		mA
$I_{REF}$	Reference Current (LTC1197L)	$\overline{CS} = V_{CC}$ $f_{SMPL} = f_{SMPL(MAX)}$	●	0.001	3.0				$\mu A$
			●	0.250	0.5				mA
$I_{CC}$	Supply Current	$\overline{CS} = V_{CC}$ $f_{SMPL} = f_{SMPL(MAX)}$	●	0.001	3		0.001	3	$\mu A$
			●	0.8	2		0.8	2	mA
$P_D$	Power Dissipation	$f_{SMPL} = f_{SMPL(MAX)}$			2.2		2.2		mW

## AC特性

注記がない限り、推奨動作条件で定義されるとおり、 $V_{CC} = 5V$ 、 $V_{REF} = 5V$ 、 $f_{CLK} = f_{CLK(MAX)}$

SYMBOL	PARAMETER	CONDITIONS	LTC1197			LTC1199			UNITS
			MIN	TYP	MAX	MIN	TYP	MAX	
$t_{CONV}$	Conversion Time (See Figures 1, 2)		●		1.4		1.4	$\mu s$	
$f_{SMPL(MAX)}$	Maximum Sampling Frequency		●	500		450		kHz	
$t_{dDO}$	Delay Time, $CLK \uparrow$ to $D_{OUT}$ Data Valid	$C_{LOAD} = 20pF$	●	68	78 100	68	78 100	ns ns	
$t_{dis}$	Delay Time, $\overline{CS} \uparrow$ to $D_{OUT}$ Hi-Z		●	75	150	75	150	ns	
$t_{en}$	Delay Time, $CLK \downarrow$ to $D_{OUT}$ Enabled	$C_{LOAD} = 20pF$	●	40	68	40	68	ns	
$t_{hDO}$	Time Output Data Remains Valid After $CLK \uparrow$	$C_{LOAD} = 20pF$	●	25	55	25	55	ns	
$t_r$	$D_{OUT}$ Rise Time	$C_{LOAD} = 20pF$	●	10	20	10	20	ns	
$t_f$	$D_{OUT}$ Fall Time	$C_{LOAD} = 20pF$	●	10	20	10	20	ns	
$C_{IN}$	Input Capacitance	Analog Input On Channel Analog Input Off Channel Digital Input		20 5 5		20 5 5		pF pF pF	

注記がない限り、推奨動作条件で定義されるとおり、 $V_{CC} = 2.7V$ 、 $V_{REF} = 2.5V$ 、 $f_{CLK} = f_{CLK(MAX)}$

SYMBOL	PARAMETER	CONDITIONS	LTC1197L			LTC1199L			UNITS
			MIN	TYP	MAX	MIN	TYP	MAX	
$t_{CONV}$	Conversion Time (See Figures 1, 2)		●		2.9		2.9	$\mu s$	
$f_{SMPL(MAX)}$	Maximum Sampling Frequency		●	250		210		kHz	
$t_{dDO}$	Delay Time, $CLK \uparrow$ to $D_{OUT}$ Data Valid	$C_{LOAD} = 20pF$	●	130	180 250	130	180 250	ns ns	
$t_{dis}$	Delay Time, $\overline{CS} \uparrow$ to $D_{OUT}$ Hi-Z		●	120	250	120	250	ns	
$t_{en}$	Delay Time, $CLK \downarrow$ to $D_{OUT}$ Enabled	$C_{LOAD} = 20pF$	●	100	200	100	200	ns	
$t_{hDO}$	Time Output Data Remains Valid After $CLK \uparrow$	$C_{LOAD} = 20pF$	●	45	120	45	120	ns	
$t_r$	$D_{OUT}$ Rise Time	$C_{LOAD} = 20pF$	●	15	40	15	40	ns	
$t_f$	$D_{OUT}$ Fall Time	$C_{LOAD} = 20pF$	●	15	40	15	40	ns	
$C_{IN}$	Input Capacitance	Analog Input On Channel Analog Input Off Channel Digital Input		20 5 5		20 5 5		pF pF pF	

は全動作温度範囲の規格値を意味する。

Note 1: 絶対最大定格はそれを超えるとデバイスの寿命に影響を及ぼす値。

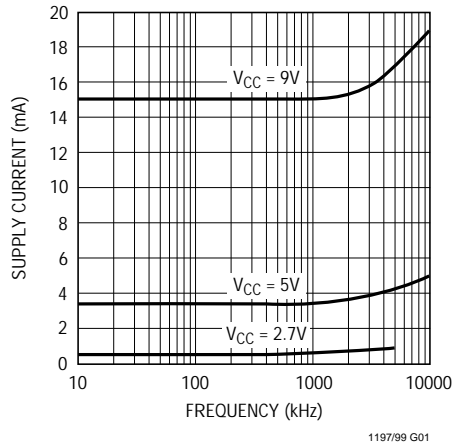
Note 2: 電圧値はすべてGNDを基準にする。

Note 3: 積分非直線性は伝達曲線の実際のエンドポイントを通過する直線からのコードの偏差として定義される。偏差は量子化幅の中心から測定される。

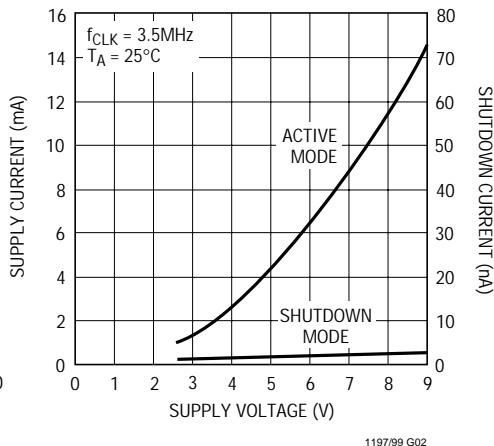
Note 4: チャンル・リーク電流はチャンネル選択後に測定される。

標準的性能特性

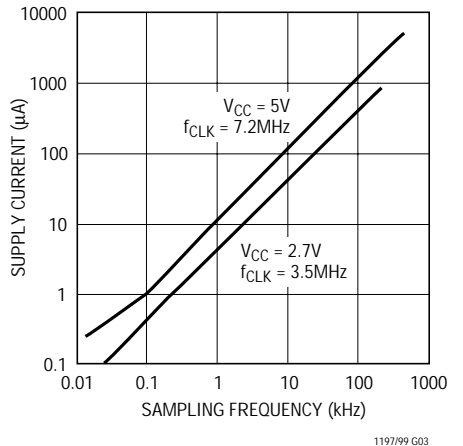
電源電流とクロック・レート\*



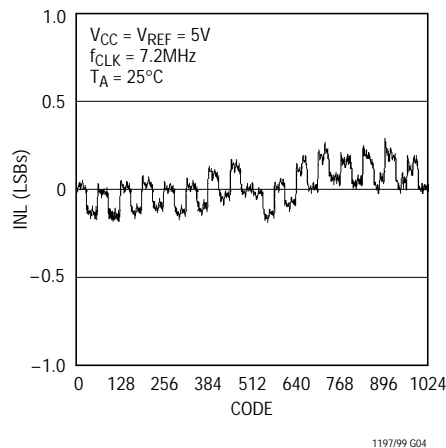
電源電流と電源電圧



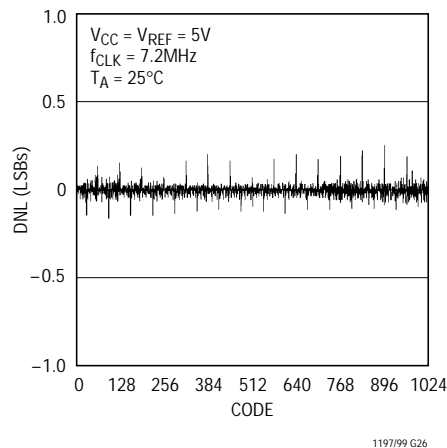
電源電流とサンプリング  
周波数



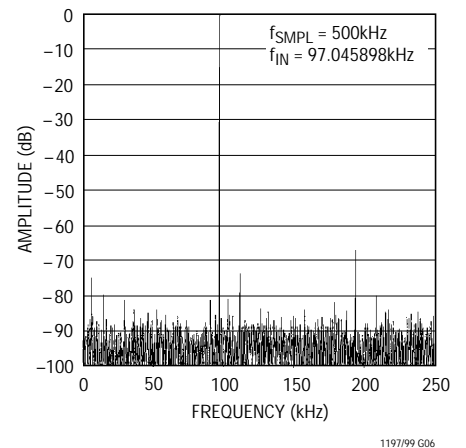
INLプロット



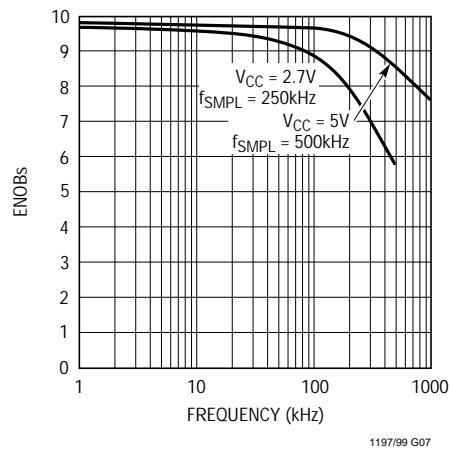
DNLプロット



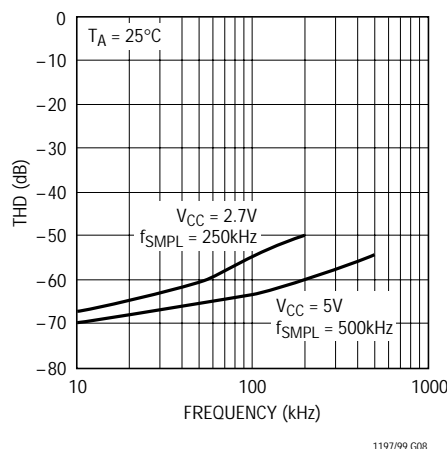
LTC1197 4096ポイントFFT



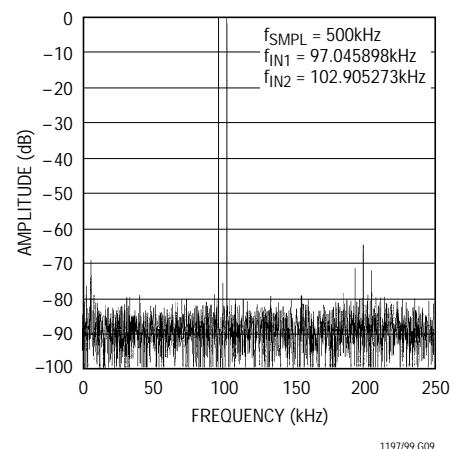
ENOBと周波数



THDと周波数



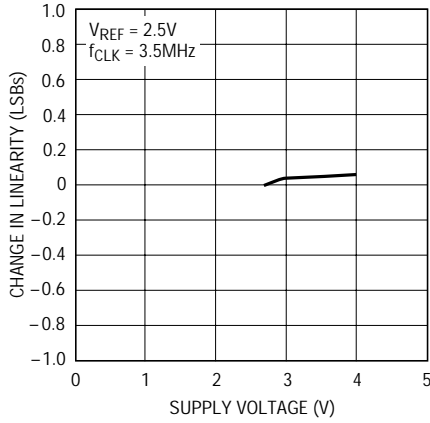
混変調歪みプロット



\*デバイスは連続してサンプリングし、シャットダウン時に最短時間しか費やさない。

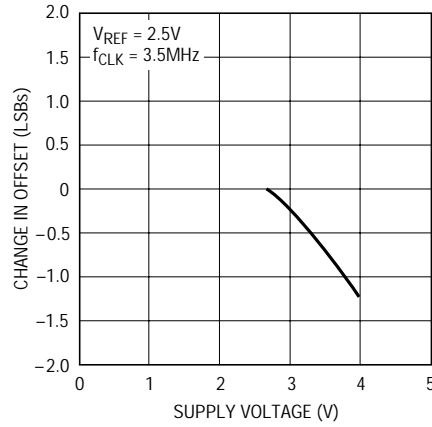
標準的性能特性

LTC1197L直線性の変化と電源電圧



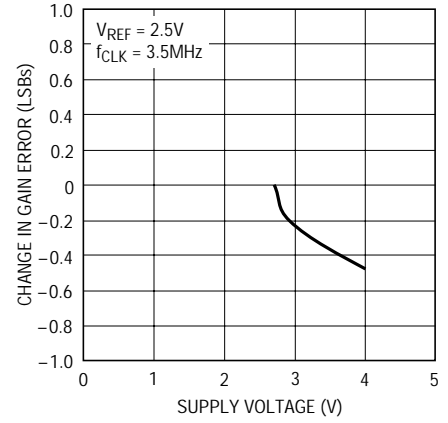
1197/99 G10

LTC1197Lオフセットの変化と電源電圧



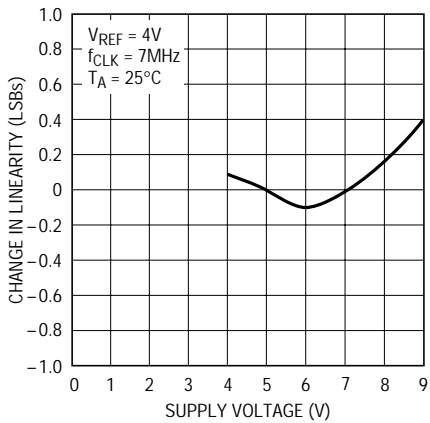
1197/99 G11

LTC1197L利得誤差の変化と電源電圧



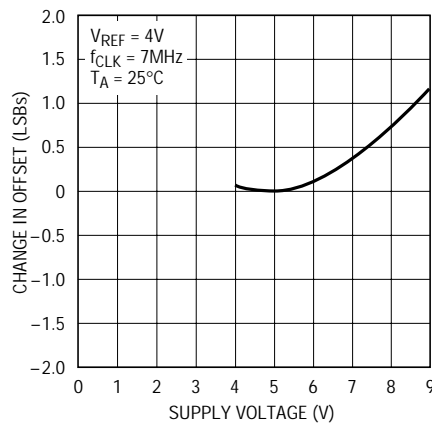
1197/99 G12

LTC1197直線性の変化と電源電圧



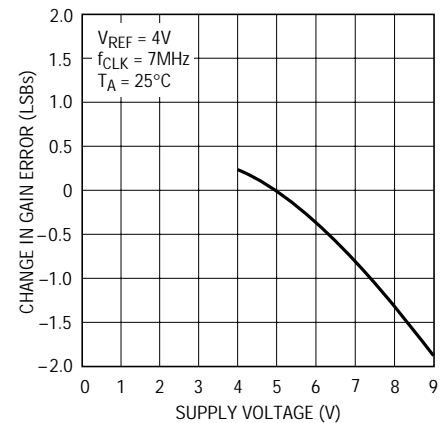
1197/99 G13

LTC1197オフセットの変化と電源電圧



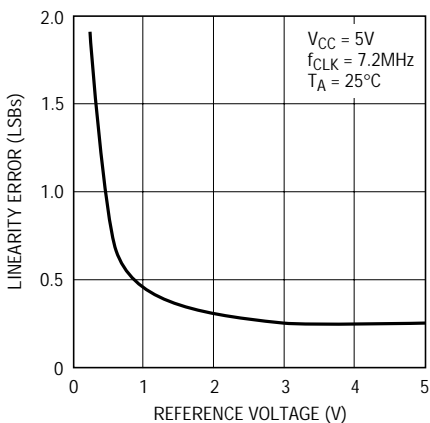
1197/99 G14

LTC1197利得誤差の変化と電源電圧



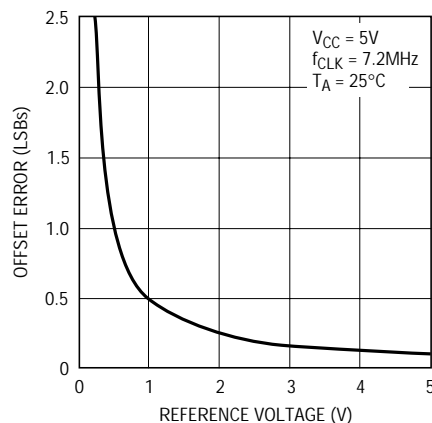
1197/99 G15

LTC1197直線性誤差とリファレンス電圧



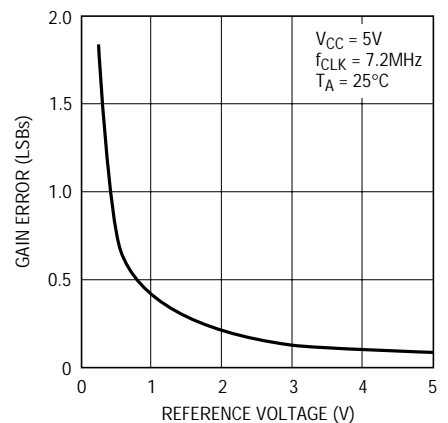
1197/99 F16

LTC1197オフセット誤差とリファレンス電圧



1197/99 G17

LTC1197利得誤差とリファレンス電圧

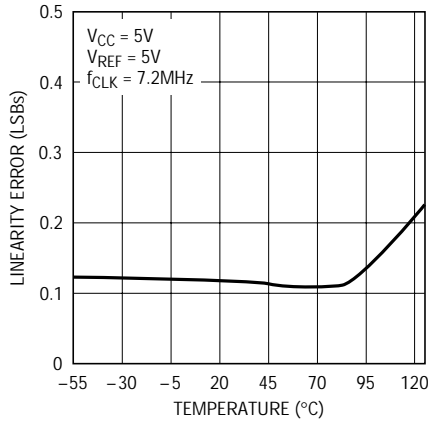


1197/99 F18



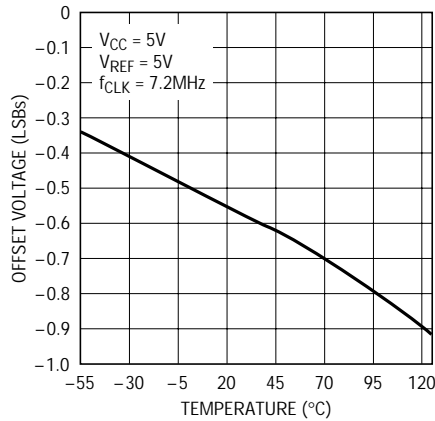
標準的性能特性

直線性と温度



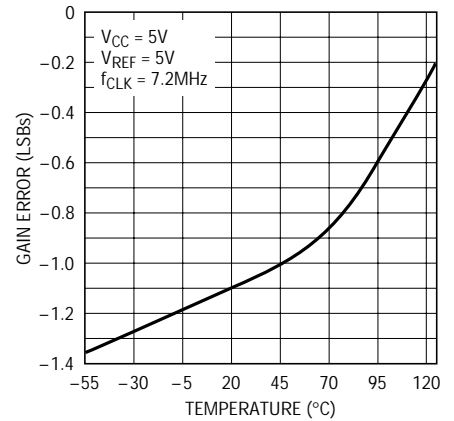
1197/99 G19

オフセットと温度



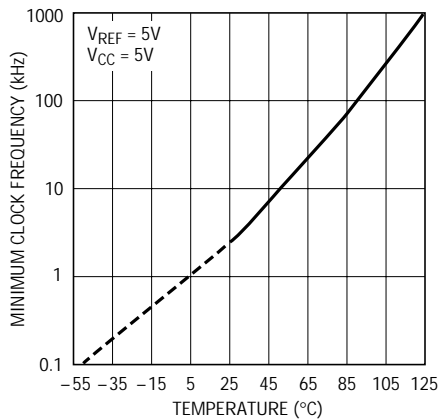
1197/99 G20

利得誤差と温度



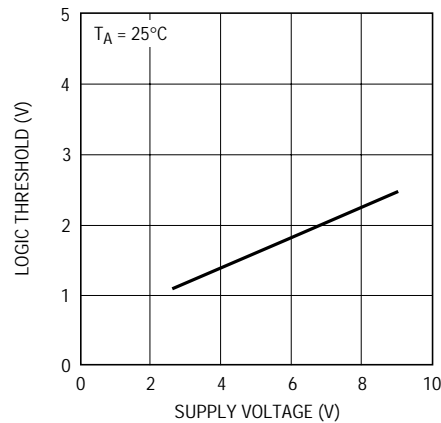
1197/99 G21

0.1LSB誤差\*に対する最小  
クロック周波数と温度



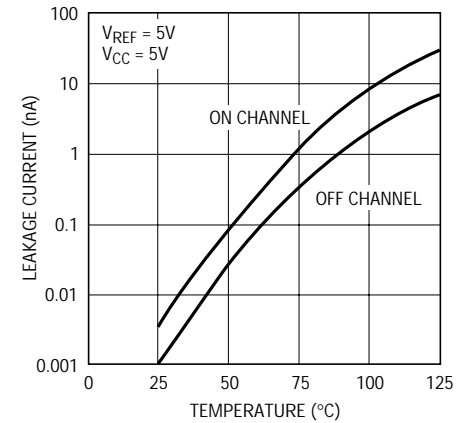
1197/99 G22

デジタル入カスレッシュホールドと  
電源電圧



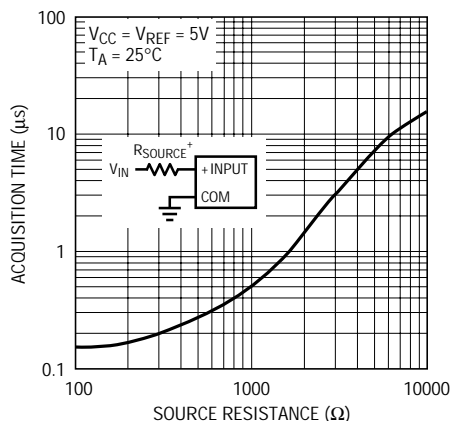
1197/99 G23

入力チャネル・リーク電流と  
温度



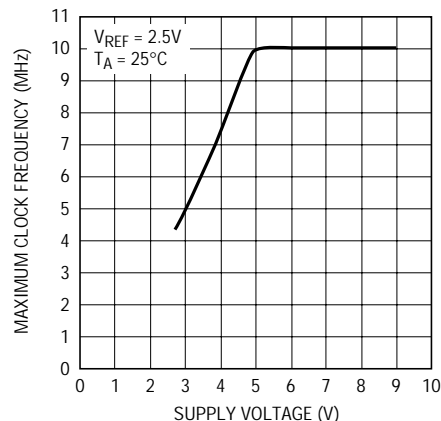
1197/99 G24

アキュイジション時間と  
ソース抵抗



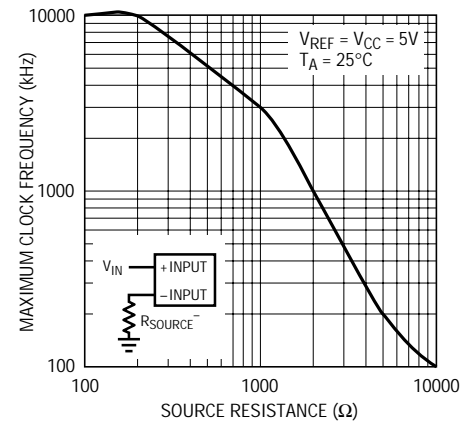
1197/99 G25

最大クロック周波数と  
電源電圧



1197/99 G26

最大クロック周波数†と  
ソース抵抗



1197/99 G27

\*CLK周波数が2MHzから低下すると、最小CLK周波数(誤差 ≤ 0.1LSB)は、その2MHz値からのコード遷移で0.1LSBのシフトが最初に検出される周波数を表す。

†最大CLK周波数は、その3.5MHz値からのコード遷移で誤差に0.1LSBシフトが最初に検出される周波数を表す。

## ピン機能

$\overline{CS}$  (ピン1): チップ・セレクト入力。この入力にロジック“L”が与えられると、LTC1197/LTC1197L/LTC1199/LTC1199Lがイネーブルされます。 $\overline{CS}$ が“H”になると、電源シャットダウンがアクティブになります。

+IN、CH0 (ピン2): アナログ入力。この入力にはGNDに対するノイズがあってはなりません。

-IN、CH1 (ピン3): アナログ入力。この入力にはGNDに対するノイズがあってはなりません。

GND (ピン4): アナログ・グランド。GNDはアナログ・グランド・プレーンに直接接続しなければなりません。

$V_{REF}$  (ピン5): LTC1197/LTC1197Lのリファレンス入力。このリファレンス入力でA/Dコンバータのスパンを決定します。GNDに対するノイズがあってはなりません。

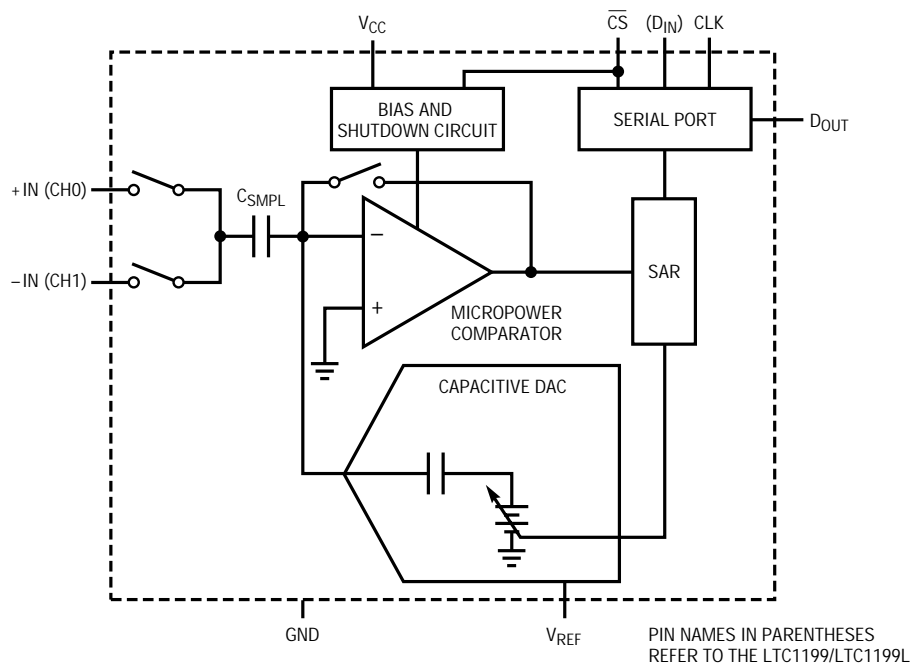
$D_{IN}$  (ピン5): LTC1199/LTC1199Lのデジタル・データ入力。A/D構成ワードがこの入力にシフト・インされます。

$D_{OUT}$  (ピン6): デジタル・データ出力。この出力からA/D変換結果がシフト・アウトされます。

CLK (ピン7): シフト・クロック。このクロックはシリアル・データ転送を同期します。

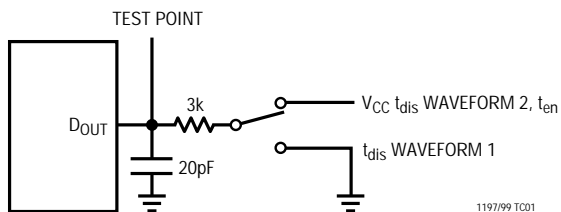
$V_{CC}$  (ピン8): 正電源。この電源は直接アナログ・グランド・プレーンにバイパスして、ノイズやリップルが乗らないようにしてください。LTC1199/LTC1199Lの場合、 $V_{REF}$ は内部でこのピンに接続されています。

## ブロック図

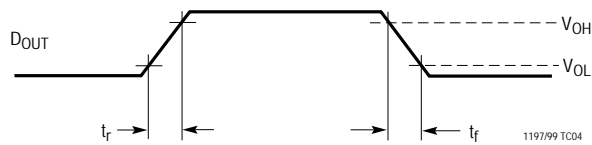


テスト回路

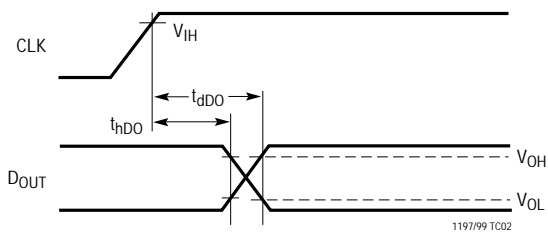
$t_{dDO}$ 、 $t_r$ 、 $t_f$ 、 $t_{dis}$  および  $t_{en}$  の負荷回路



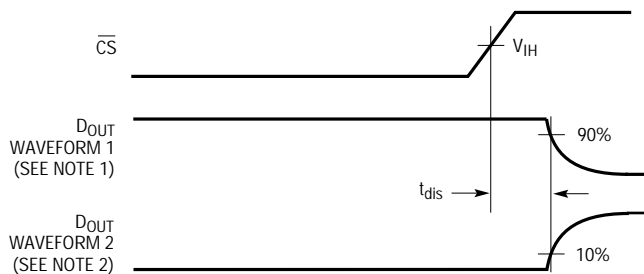
$D_{OUT}$  の立上りおよび立下り時間  $t_r$ 、 $t_f$  の電圧波形



$D_{OUT}$  遅延時間、 $t_{dDO}$  の電圧波形



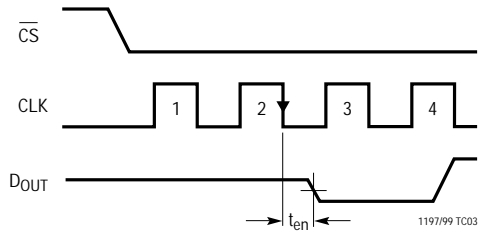
$t_{dis}$  の電圧波形



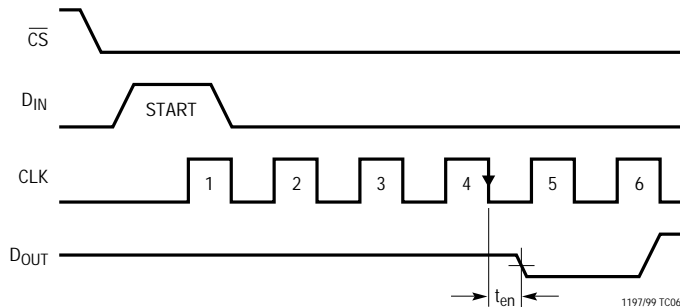
NOTE 1: WAVEFORM 1 IS FOR AN OUTPUT WITH INTERNAL CONDITIONS SUCH THAT THE OUTPUT IS HIGH UNLESS DISABLED BY THE OUTPUT CONTROL  
NOTE 2: WAVEFORM 2 IS FOR AN OUTPUT WITH INTERNAL CONDITIONS SUCH THAT THE OUTPUT IS LOW UNLESS DISABLED BY THE OUTPUT CONTROL

1197/99 TC05

LTC1197/LTC1197L  $t_{en}$  の電圧波形



LTC1199/LTC1199L  $t_{en}$  の電圧波形



## アプリケーション情報

### 概要

LTC1197/LTC1197L/LTC1199/LTC1199Lは、10ビットのスイッチト・キャパシタA/Dコンバータです。これらのサンプリングADCは、500kHzのサンプリング速度まで標準5mA(2.7Vでは250kHzのサンプリング速度まで800 $\mu$ A)の電流を消費します。サンプリング速度が遅くなると、消費電流は直線的に低下します(標準的性能特性の消費電流とサンプリング速度を参照)。ADCは変換を行っていないときには自動的にパワーダウンし、リーク電流しか流しません。これらのデバイスは8ピンMSOPおよびSOパッケージに封止されています。LTC1197L/LTC1199Lは2.7V~4Vの単一電源で動作します。LTC1197は4V~9V、LTC1199は4V~6Vの単一電源で動作します。

これらのADCは10ビットのスイッチト・キャパシタADC、サンプル・ホールド、シリアル・ポートを内蔵しています(ブロック図を参照)。LTC1197/LTC1197LとLTC1199/LTC1199Lは基本設計は同じですが、異なる点があります。LTC1197/LTC1197Lは差動入力と外部リファレンス入力ピンを備えています。これらはDC同相電圧でフロートしている信号を測定でき、200mVまでの縮小スパンで動作可能です。スパンを縮小すれば、200 $\mu$ Vの分解能を達成できます。LTC1199/LTC1199Lは電源( $V_{CC}$ )ピンにリファレンスが接続された2チャンネル入力マルチプレクサを備えています。これらのデバイスは、グランドを基準にした各チャンネルの入力電圧または2チャンネル間の電圧差を変換することができます。

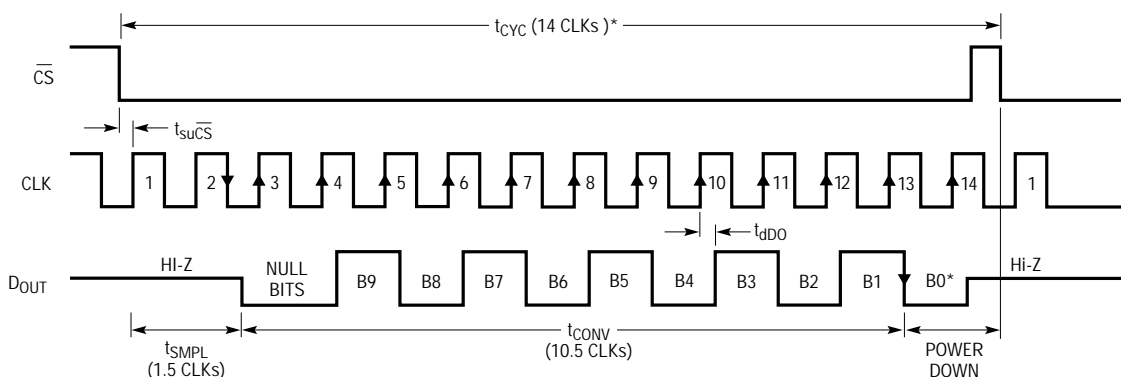
### シリアル・インタフェース

LTC1199/LTC1199Lは、同期式、半二重、4線シリアル・インタフェースを介して、マイクロプロセッサや他の外部回路と通信を行い、LTC1197/LTC1197Lは3線式インタフェースを使用します(図1および図2の動作シーケンスを参照)。これらのインタフェースはSPIおよびMICROWIREプロトコルとコンパチブルであり、付加ロジックは必要ありません(マイクロプロセッサ・インタフェース：モトローラSPIを参照)。

### データ転送

CLKは送信および受信の両システムにおいて、各ビットを立上りCLKエッジで送信および捕捉して、データ転送を同期化します。LTC1199/LTC1199Lは最初に入力データを受信し、次にA/D変換結果を送り返します(半二重)。半二重動作のため、 $D_{IN}$ と $D_{OUT}$ を連結して、 $\overline{CS}$ 、CLK、DATA( $D_{IN}/D_{OUT}$ )の3本の線だけで伝送することが可能です。

データ転送は立下りのチップ・セレクト( $\overline{CS}$ )信号によって開始されます。 $\overline{CS}$ が“L”に立ち下がった後、LTC1199/LTC1199Lは $D_{IN}$ 入力ですtart・ビットをさがします。スタート・ビットを受信した後、3ビットの入力ワードが $D_{IN}$ 入力にシフトされ、LTC1199/LTC1199Lを構成して変換を開始します。2ヌル・ビット後に、変換の結果がMSBファースト・フォーマットで $D_{OUT}$ ラインに出力されません。データ交換の終わりに $\overline{CS}$ を“H”にしなければなりません。これによってLTC1199/LTC1199Lをリセットし、次のデータ交換に備えます。CLKが動作している場合は、変換後に $\overline{CS}$ を“H”にしても電源電流が減少します。



\*AFTER COMPLETING THE DATA TRANSFER, IF FURTHER CLOCKS ARE APPLIED WITH  $\overline{CS}$  LOW, THE ADC WILL OUTPUT ZEROS INDEFINITELY

1197/99 F01

図1. LTC1197/LTC1197L動作シーケンス

## アプリケーション情報

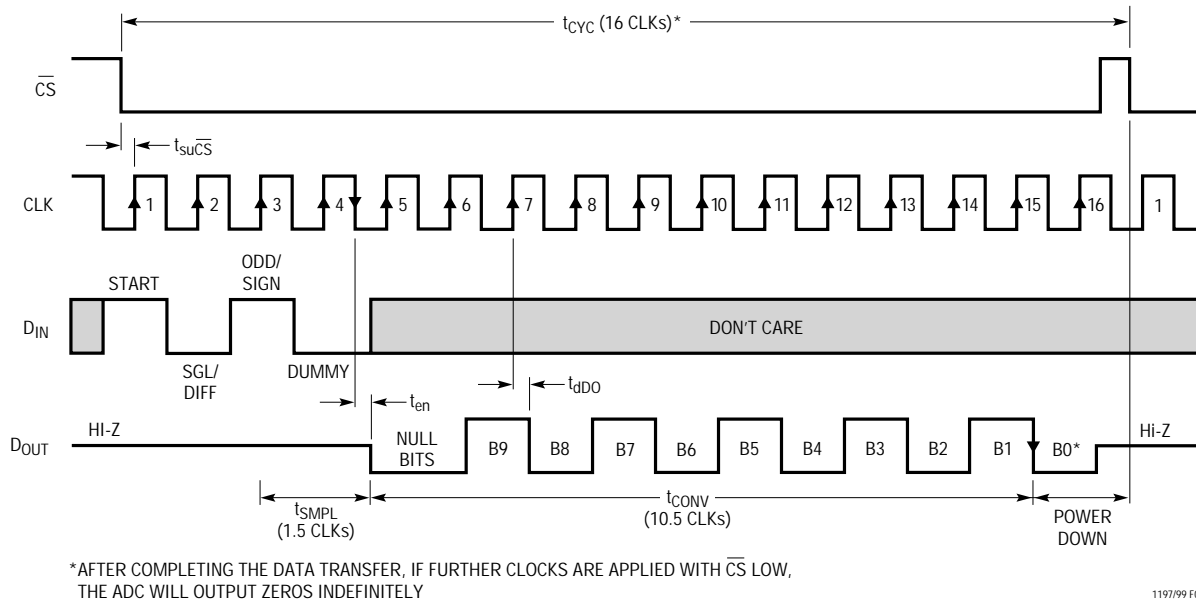
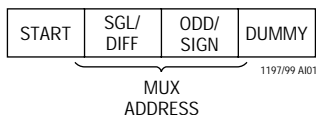


図2. LTC1199/LTC1199L動作シーケンス

LTC1197/LTC1197Lは入力ワードの構成を必要とせず、 $D_{IN}$ ピンはありません。LTC1197/LTC1197L動作シーケンスに示すとおり、 $\overline{CS}$ の立下りでデータ転送が開始されます。 $\overline{CS}$ が立ち下がった後の2番目のCLKパルスで $D_{OUT}$ がイネーブルされます。2つのヌル・ビットが出力された後、 $D_{OUT}$ ラインにMSBファースト・フォーマットでA/D変換結果が出力されます。CLKが継続的に動作している場合は、 $\overline{CS}$ を“H”にすると、LTC1197/LTC1197Lがリセットされ次のデータ交換に備えます。

### 入力データ・ワード(LTC1199/LTC1199Lのみ)

$\overline{CS}$ が“L”になりスタート・ビットが認識された後、クロックの立上りエッジでLTC1199の4ビット・データ・ワードが $D_{IN}$ 入力にクロック・インされます。したがって、 $D_{IN}$ ピンにそれ以上の入力があっても次の $\overline{CS}$ サイクルまで無視されます。入力データ・ワードは、次のとおり定義されています。



### スタート・ビット

$\overline{CS}$ が“L”になった後、 $D_{IN}$ 入力にクロックに同期した最初のロジック“1”がスタート・ビットです。スタート・

ビットによってデータ転送が開始され、このロジック“1”の前のすべての先行ゼロが無視されます。スタート・ビット受信後、入力ワードの残りのビットがクロック・インされます。したがって、 $D_{IN}$ ピンにそれ以上の入力があっても次の $\overline{CS}$ サイクルまで無視されます。

### マルチプレクサ(MUX)アドレス

スタート・ビットに続く入力ワードのビットは、要求される変換にMUX構成を割り当てます。あるチャネル選択について、コンバータは下表の選択された行の“+”および“-”符号で示される2チャネル間の電圧を測定します。シングルエンド・モードでは、すべての入力チャネルはGNDを基準にして測定されます。“+”入力だけにサンプル・ホールドがあります。“-”入力に印加された信号は、変換中には要求された精度以上で変化してはなりません。

### マルチプレクサ・チャンネル選択

MUX ADDRESS		CHANNEL #		
SGL/DIFF	ODD/SIGN	0	1	GND
1	0	+	-	
1	1		+	-
0	0	+	-	
0	1	-	+	

1197/99 A102

## アプリケーション情報

### ダミー・ビット

ダミー・ビットはADCのアクイジション時間を延長するブレースホルダです。このビットは“H”または“L”のいずれかで、ADCの変換には影響を与えません。

### D<sub>IN</sub>とD<sub>OUT</sub>を連結した場合の動作

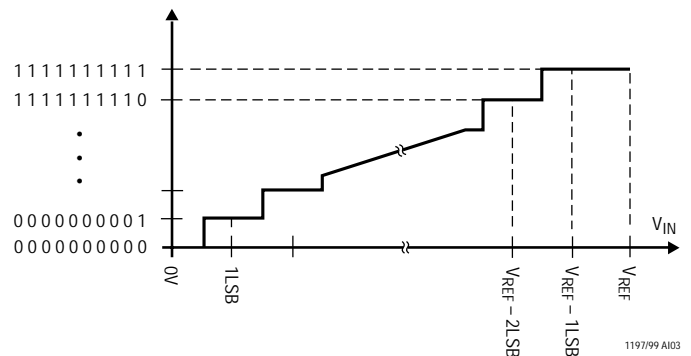
LTC1199/LTC1199LはD<sub>IN</sub>とD<sub>OUT</sub>を連結して動作させることができます。これによって、マイクロプロセッサ(MPU)との通信に必要なラインが1本節約されます。データは1本の線で双方向に伝送されます。このデータ・ラインに接続されたプロセッサのピンは、入力または出力として構成できなければなりません。LTC1199/LTC1199Lはデータ・ラインを制御し、スタート・ビットを受信した後の4番目の立下りCLKエッジでそれを“L”にドライブします(図3参照)。したがって、衝突を回避するために、プロセッサのポート・ラインをこれが起こる前に入力に切り替える必要があります。

標準的応用例のセクションに、D<sub>IN</sub>とD<sub>OUT</sub>を連結したLTC1199/LTC1199LをIntel 8051 MPUにインタフェースする方法を示します。

### ユニポーラ伝達曲線

LTC1197/LTC1197L/LTC1199/LTC1199Lは、ユニポーラ専用で固定されています。この変換タイプの入力スパンとコード割当てを、5Vリファレンスについて以下の図に示します。

### ユニポーラ伝達曲線



### ユニポーラ出力コード

OUTPUT CODE	INPUT VOLTAGE	INPUT VOLTAGE (V <sub>REF</sub> = 5.000V)
1111111111	V <sub>REF</sub> - 1LSB	4.99512V
1111111110	V <sub>REF</sub> - 2LSB	4.99023V
⋮	⋮	⋮
0000000001	1LSB	4.88mV
0000000000	0V	0V

1197/99 AI04

### マイクロパワー性能の達成

標準動作電流は5V/5mA(LTC1197/LTC1199)、2.7V/0.8mA(LTC1197L/LTC1199L)で、これらのADCは変換と変換の間で自動シャットダウンを利用することによって、真のマイクロパワー性能を達成できます。連続して変換を行うシステムでは、LTC1197/LTC1197L/

6

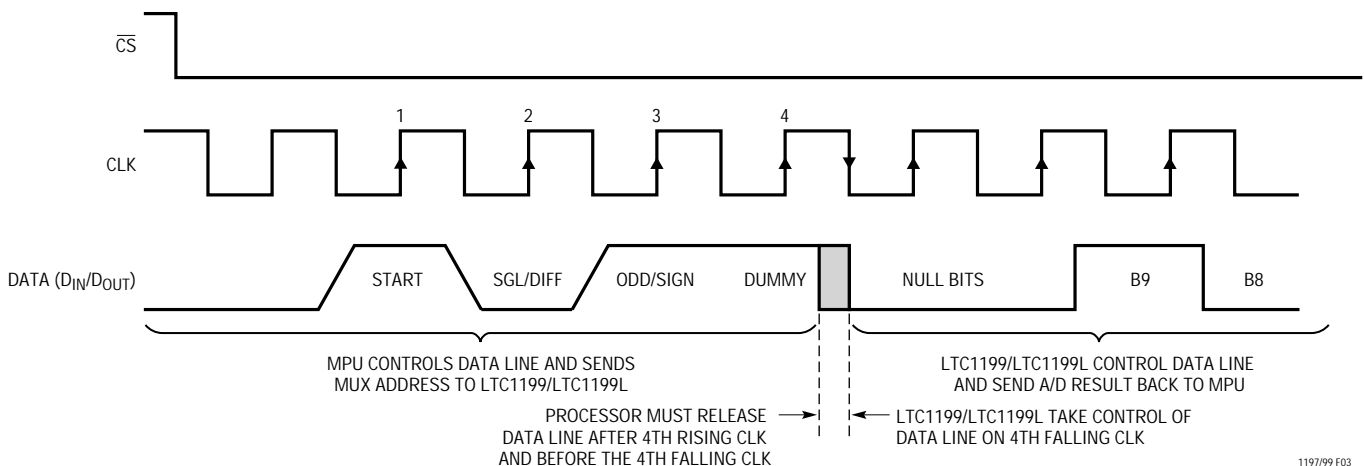


図3. D<sub>IN</sub>とD<sub>OUT</sub>を連結した場合のLTC1199/LTC1199Lの動作

## アプリケーション情報

LTC1199/LTC1199Lは通常の動作電力を絶えず消費しません。マイクロパワー動作を達成するには、いくつかの事項を検討する必要があります。

### シャットダウン

図1および図2にLTC1197/LTC1197L/LTC1199/LTC1199Lの動作シーケンスを示します。コンバータは $\overline{CS}$ ピンが“L”のときに電力を消費し、このピンが“H”になると自身をパワーダウンします。 $\overline{CS}$ ピンを“L”のときにグラウンドまでプルダウンしなかったり、“H”のときに $V_{CC}$ までプルアップしなかった場合、コンバータの入力バッファが電流を消費します。この電流は数十マイクロアンペアになることがあります。消費電流を最小にするには、 $\overline{CS}$ ピンを“L”のときにはグラウンドまでプルダウンし、“H”のときには $V_{CC}$ までプルアップするようにしてください。

$\overline{CS}$ ピンが“H”(=電源電圧)のとき、コンバータはシャットダウン・モードになりリーク電流しか流れません。このとき、 $D_{IN}$ およびCLK入力のステータスが消費電流に影響を与えることはありません。 $\overline{CS}$  = “H”のときは、MPUで利用する場合を除いて、 $D_{IN}$ とCLKを停止させる必要はありません。

### $\overline{CS}$ “L”時間の短縮

変換と変換の間の時間が長いシステムでは、 $\overline{CS}$  “L”時間を最小にすると消費電力が最も低くなります。 $\overline{CS}$ を“L”にし、可能な限り素早くデータを転送してから“H”に戻すと、消費電流が最も低くなります。これによって、デバイスが電力を消費する時間が最小になります。デバイスはクロック・レートが高いときにより多くの電力を消費しますが、デバイスがオンになる時間が短くなるため、実際上の電力は減少します。

### $D_{OUT}$ の負荷特性

デジタル出力の容量性負荷によって消費電力が増大することがあります。 $D_{OUT}$ ピンに100pFのコンデンサを接続すると、クロック周波数7.2MHzで電源電流に200 $\mu$ Aの電流が加算されます。この余分な200 $\mu$ Aの電流は、負荷容量の充・放電に使われます。ロジック回路によって高い周波数でドライブされるデジタル・ラインについても同じことがいえます。 $C \cdot V \cdot f$ 電流を計算し、問題を生じる電流を最小限に抑えてください。

### 電源電圧の低減

電源電圧が低い用途に、LTCはLTC1197L/LTC1199Lを提供しています。これらピン・コンパチブルのデバイスは、2.7V電源で性能が規定されています。

### 5V以外の電源での動作

LTC1197は4V ~ 9Vの電源で動作し、LTC1199は4V ~ 6Vの電源で動作します。LTC1197L/LTC1199Lは2.7V ~ 4Vの電源で動作します。これらのデバイスを5V以外の電源で動作させるには、いくつかの事項を考慮する必要があります。

### バイパス

より高い電源電圧では、 $V_{CC}$ および $V_{REF}$ のバイパス・コンデンサを5V電源の場合に必要な値よりも増やす必要があります。9V電源の場合には、10 $\mu$ Fタンタル・コンデンサと0.1 $\mu$ Fセラミック・コンデンサを並列に接続することを推奨しています。

### 入力ロジック・レベル

$\overline{CS}$ 、CLK、および $D_{IN}$ の入力ロジック・レベルは、5V電源でTTLスレッシュホールド・レベルに適合するようになっています。電源電圧が変化すると、入力ロジック・レベルも変化します。このADCが正確にサンプリングおよび変換を行うには、デジタル入力動作電源電圧に対してロジック“L”および“H”レベルにならなければなりません(デジタル入力ロジック・スレッシュホールドと電源電圧の標準曲線を参照)。マイクロパワー消費電力を実現したい場合は、デジタル入力が $V_{CC}$ とグラウンド間をレール・ツー・レールで振幅しなければなりません(「マイクロパワー性能の達成」のセクションを参照)。

### クロック周波数

LTC1197/LTC1199を5V電源で動作させる場合の最大推奨クロック周波数は7.2MHzで、LTC1197L/LTC1199Lを2.7V電源で動作させる場合の最大推奨クロック周波数は3.5MHzです。電源電圧が変化すると、デバイスの最大クロック周波数も変化します(最大クロック速度と電源電圧の標準曲線を参照)。最大クロック周波数を使用した場合は、デバイスが正しく変換しているか確認する必要があります。



## アプリケーション情報

### 電源の混在

5V電源で動作しているマイクロプロセッサを、3Vまたは9V電源で動作しているADCと交信させることができます。これを行うための条件は、MPUからのCS、CLK、およびD<sub>IN</sub>の出力が、ADCの対応入力をトリップでき、またADCからの出力がMPUの対応入力をトリップできなければなりません(デジタル入力のロジック・スレッシュホールドと電源電圧の標準曲線を参照)。9V電源で動作しているLTC1197では、D<sub>OUT</sub>の出力は0Vと9Vの間になります。9V出力は5V電源で動作しているMPUに損傷を与える可能性があります。この問題を解決する方法は、D<sub>OUT</sub>に抵抗分割器を付加し(図4)、中点をMPU入力に接続することです。完全なシャットダウンを行うには、ADCのCS入力をV<sub>CC</sub>電圧にドライブしなければなりません。これには、図4に示すようにCS信号にレベル・シフト回路を追加する必要があります。

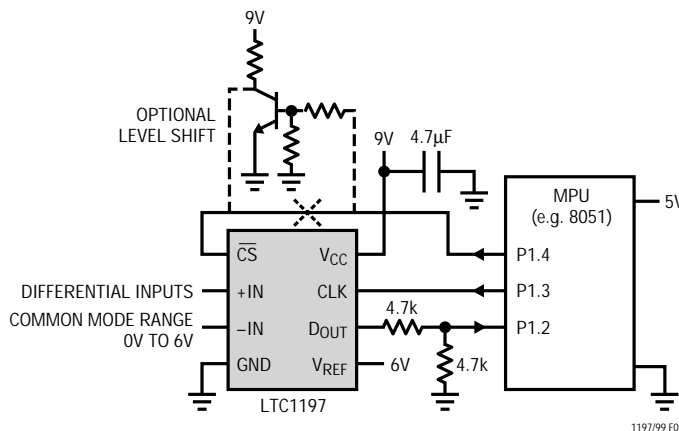


図4. 9V電源で動作するLTC1197の5Vシステムへのインタフェース

### ボード・レイアウトの検討

#### グラウンドとバイパス

LTC1197/LTC1197L/LTC1199/LTC1199Lは、アナログ・グラウンド・プレーンおよび一点接地法を用いて使用しなければなりません。GNDピンは直接グラウンド・プレーンに接続してください。V<sub>CC</sub>ピンは1µFのタンタル・コンデンサをできる限りリードを短くして、グラウンドにバイパスしてください。すべてのアナログ入力は一点接地を直接基準にしなければなりません。デジタル入力と出力は、リファレンスおよびアナログ回路からシールドするか、またはそれから離して配線してください。

### サンプル・ホールド

LTC1197/LTC1197L/LTC1199/LTC1199Lは、信号を収集するためのサンプル・ホールド(S/H)機能を内蔵しています。LTC1197/LTC1197LのS/Hは、t<sub>SAMPL</sub>期間中に“-”入力を基準にして“+”入力からの入力信号を収集します(図1参照)。しかし、LTC1199/LTC1199LのS/Hは、t<sub>SAMPL</sub>期間中に“-”入力を基準にして“+”入力からの信号を収集する(図5参照)だけでなく、グラウンドを基準にして“+”入力からの入力信号を収集することもできます。

### シングルエンド入力

LTC1199/LTC1199Lのサンプル・ホールドにより、高速で変化する信号を変換することができます。図5に示すように、入力電圧はt<sub>SAMPL</sub>期間にサンプリングされません。サンプリング間隔は、ODD/SGNビットがシフト・インされると開始され、ダミー・ビットを受信した後の立下りCLKエッジまで続きます。この立下りエッジで、S/Hはホールド・モードに入り、変換が始まります。

### 差動入力

差動入力では、ADCは単一電圧の変換ではなく、2つの電圧間の差を変換します。この場合、選択された“+”入力の電圧をサンプリングおよびホールドするので、シングルエンド・モードの場合と同様に高速で変化させることができます。ただし、選択された“-”入力の電圧は一定の状態を維持し、変換期間を通じてノイズとリップルがないようにしなければなりません。そうしないと、正確に差動入力動作を行うことはできません。変換期間は10.5CLKサイクルです。したがって、この期間に“-”入力の電圧が変化すると、変換誤差が発生することがあります。“-”入力に正弦波電圧が加えられた場合、この誤差は次のようになります。

$$V_{\text{ERROR (MAX)}} = V_{\text{PEAK}} \cdot 2 \cdot \sin\left(\frac{\pi}{2} \cdot f_{\text{CLK}} \cdot t_{\text{SAMPL}}\right) \cdot 10.5 / f_{\text{CLK}}$$

ここで、f(“-”)は“-”入力電圧の周波数、V<sub>PEAK</sub>は最大振幅、f<sub>CLK</sub>はCLKの周波数です。ほとんどの場合、V<sub>ERROR</sub>は大きくありません。コンバータがCLK = 7.2MHzで動作しているときに、“-”入力に60Hz信号を印加して、誤差が1/4LSB(1.22mV)になるには、信号のピーク値が2.22Vでなければなりません。



アプリケーション情報

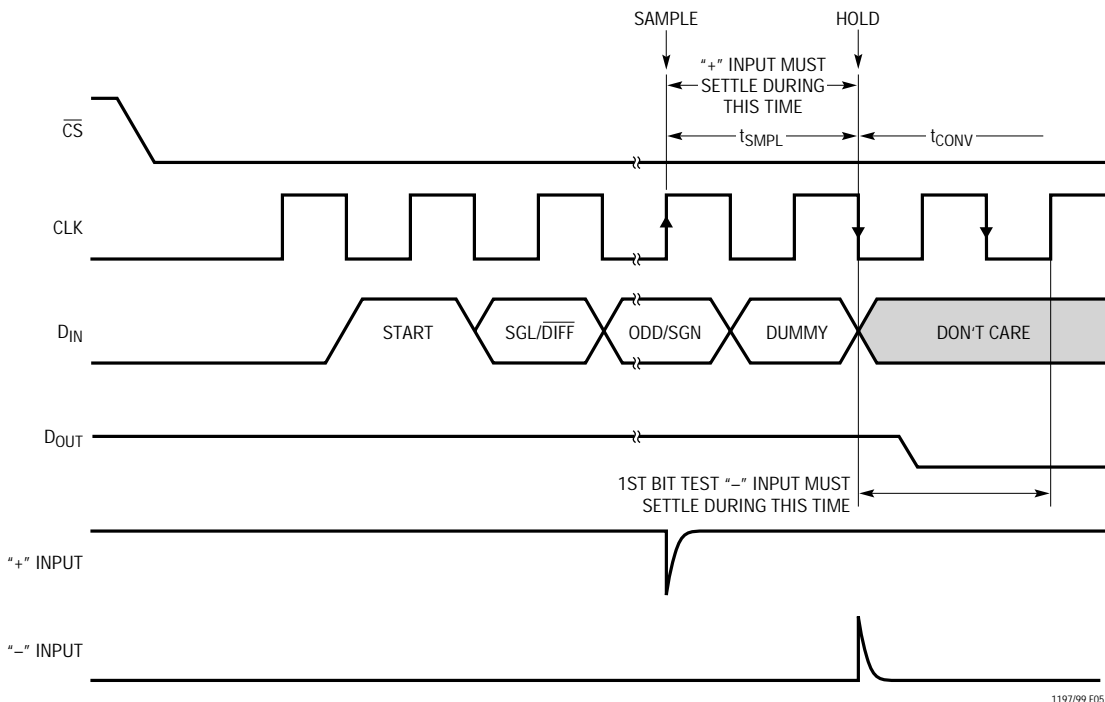


図5. LTC1199/LTC1199Lの + および - 入力のセトリング・ウィンドウ

アナログ入力

電荷再分布A/D変換技術を使用しているため、LTC1197/LTC1197L/LTC1199/LTC1199Lのアナログ入力には、容量性スイッチング入力電流スパイクが発生します。ソース抵抗が200 Ω未満か、あるいは高速オペアンプ (LT<sup>®</sup>1224、LT1191、LT1226、LT1215など) を使用している場合、これらの電流スパイクは迅速にセトリングし、問題を起こしません。大きなソース抵抗を使用したり、低速セトリングのオペアンプで入力をドライブする場合は、電流スパイクによって引き起こされる過渡信号が変換の開始前に完全にセトリングするよう注意しなければなりません。

“+”入力セトリング

LTC1197/LTC1197Lの入力コンデンサは、 $\overline{CS}$ の立下りエッジで“+”入力で切り替えられ、サンプリング時間は2番目の立下りCLKエッジまで続きます (図1参照)。しかし、ODD/SGNがADCにクロック・インされた後、LTC1199/LTC1199Lの入力コンデンサは“+”入力で切り替えられ、4番目の立下りCLKエッジまでそのままです (図5参照)。サンプリング時間は変換開始前の1.5CLKサイクルです。“+”入力の電圧はADCが正確な変換を行うには、 $t_{SMPL}$ 期

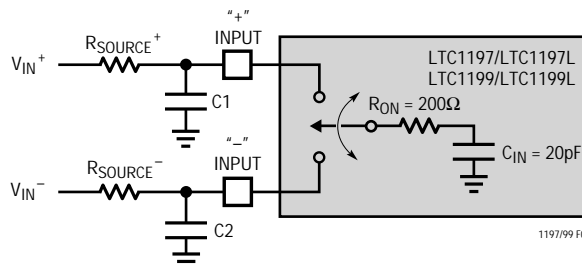


図6. アナログ等価回路

間に完全にセトリングしなければなりません。 $R_{SOURCE}^+$ と $C1$ を最小にすると、入力セトリング時間が改善されます (図6参照)。大きな“+”入力ソース抵抗を使用しなければならない場合は、低いCLK周波数を使用すればサンプリング時間を長くすることができます。

“-”入力セトリング

$t_{SMPL}$ の終わりに、入力コンデンサが“-”入力で切り替わって変換が開始されます (図1および図5参照)。変換中、“+”入力電圧はサンプル・ホールドによって効率的に「ホールド」され、変換結果には影響を与えません。し

## アプリケーション情報

しかし、変換期間の最初のCLKサイクルの間、“+”入力電圧にノイズがなく、完全にセトリングすることが重要です。 $R_{SOURCE}$  および  $C_2$  を最小にすれば、セトリング時間が改善されます(図6参照)。大きな“-”入力ソース抵抗を使用しなければならない場合は、低いCLK周波数を使用すれば、セトリングの許容時間を延長できます。

### 入力オペアンプ

オペアンプでアナログ入力をドライブするときは、オペアンプが許容時間内にセトリングすることが重要です(図5参照)。また、上記で説明したように、低速オペアンプに対応するために、“+”および“-”入力のサンプリング時間を延長することができます。LT1224、LT1191、LT1226、LT1215などの高速オペアンプは、7.2MHzの最大クロック・レートにおいて200nsの最小セトリング・ウィンドウでも十分にセトリングさせることができます。

### ソース抵抗

図6に示すように、LTC1197/LTC1197L/LTC1199/LTC1199Lのアナログ入力は、20pFのコンデンサ( $C_{IN}$ )が500Ωの抵抗( $R_{ON}$ )と直列に接続されているように見えます。 $C_{IN}$ は各変換サイクル中に、“+”および“-”入力の間で一度だけ切り替えられます。外部ソース抵抗およびコンデンサが大きいと、入力のセトリングは減速されます。アナログ入力が許容時間内に完全にセトリングできるよう、全体のRC時定数を十分短くすることが重要です。

### RC入力フィルタリング

図7に示すように、RCネットワークによって入力をフィルタリングすることができます。 $C_F$ の容量が大きければ、たとえば、1μFの場合、容量性入力スイッチング電流は平均化されて直流電流になります。フィルタには抵抗間の

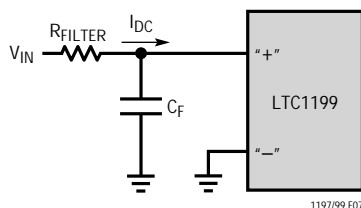


図7. RC入力フィルタリング

直流電圧降下を回避するために、小さな抵抗と大きなコンデンサを選択しなければなりません。直流電流の量はおよそ  $I_{DC} = 20pF(V_{IN}/t_{CYC})$  で、ほぼ  $V_{IN}$  に比例します。2μsの最小サイクル時間で動作する場合、入力電流は  $V_{IN} = 5V$  で50μAになります。この場合、10Ωのフィルタ抵抗で0.1LSBのフルスケール誤差が発生します。もし大きなフィルタ抵抗を使用しなければならない場合は、サイクル時間を長くすれば誤差を低減できます。

### 入力リーク電流

ソース抵抗が大きくなりすぎると、入力リーク電流によっても誤差が発生します。たとえば、1kΩのソース抵抗を流れる1μA(85℃で)のスペックにおける最大入力リークでは、1mVつまり0.2LSBの電圧降下が発生します。リークが急速に低下するため、この誤差は低温度では非常に小さくなります(「入力チャンネル・リーク電流と温度」の標準特性曲線を参照)。

### リファレンス入力

LTC1197/LTC1197Lのリファレンス入力の電圧でA/Dコンバータの電圧スパンが決まります。リファレンス入力の過渡容量性スイッチング電流は、これらADCで使用されるスイッチ・キャパシタ変換技術によるものです(図8参照)。(CLKサイクルごとの)変換の各ビット・テスト時に、ADCによってリファレンス・ピンに容量性電流スパイクが発生します。これらの電流スパイクは、瞬時に減衰するため問題は起こりません。

### 縮小基準電圧での動作

LTC1199の最小リファレンス電圧は4Vで、LTC1199Lの最小リファレンス電圧は  $V_{CC}$  電源とリファレンス電圧が内部で連結されているため2.7Vです。しかし、LTC1197/LTC1197Lは1V以下のリファレンス電圧でも動作可能です。

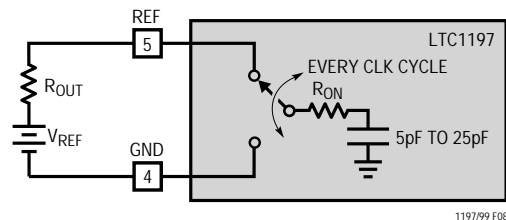


図8. リファレンス入力等価回路

## アプリケーション情報

LTC1197/LTC1197Lの有効分解能は、コンバータの入力スパンを低減すれば増大できます。LTC1197/LTC1197Lは、広範なリファレンス電圧範囲にわたって良好な直線性を示します(「直線性およびフルスケール誤差とリファレンス電圧」の標準特性曲線を参照)。ただし、コンバータの縮小LSBステップ・サイズおよびその結果要求される高精度特性のため、低い $V_{REF}$ の値で動作させる場合には注意が必要です。低い $V_{REF}$ 値で動作させる場合は、以下の事項について考慮する必要があります。

1. オフセット
2. ノイズ
3. 変換速度(CLK周波数)

### 縮小 $V_{REF}$ によるオフセット

ADCが縮小リファレンス電圧で動作しているときには、LTC1197/LTC1197Lのオフセットの出力コードに対する効果はより大きくなります。LSBのサイズが縮小されるため、オフセット(通常は固定電圧)はLSBの中で大きな部分を占めるようになります。「LTC1197のオフセット誤差とリファレンス電圧」の標準特性曲線は、 $V_{OS}$ の標準値に対するLSBのオフセットとリファレンス電圧の関係を示しています。たとえば、5Vのリファレンス電圧では0.2LSBである1mVの $V_{OS}$ は、1Vのリファレンス電圧では1LSB、0.2Vのリファレンス電圧では5LSBになります。このオフセットが許容できなければ、受信側システムによってデジタル的に訂正するか、またはLTC1197/LTC1197Lの“-”入力をオフセットして訂正することができます。

### 縮小 $V_{REF}$ によるノイズ

LTC1197/LTC1197Lの全入力換算ノイズは、グランド・プレーンの使用、十分なバイパス、適切なレイアウト手法によって、リファレンス入力のノイズを抑えることにより、ピーク間で約200 $\mu$ Vまで低減することができます。このノイズは、5Vのリファレンス入力では問題になりませんが、LSBのサイズが縮小されるとLSBでより大きな部分を占めます。

5Vのリファレンス電圧による動作では、200 $\mu$ Vのノイズはピーク間で0.04LSBにすぎません。この場合、

LTC1197/LTC1197Lのノイズは出力コードに事実上まったく不確定さを与えません。縮小リファレンス電圧では、ノイズはLSBに対して大きな部分を占め、出力コードに不要なジッタが発生することがあります。たとえば、1Vのリファレンスでは、この同じ200 $\mu$ Vノイズがピーク間で0.2LSBになります。これにより、安定した出力コードを達成できる入力電圧範囲が縮小されます。リファレンスがさらに200mVに低減されると、200 $\mu$ Vノイズは1LSBとなり、安定した出力コードを達成するのは困難になります。この場合は、読み込み値を平均化しなければならないこともあります。

このノイズ・データは非常にノイズの少ないテスト治具でとったものです。システム構成によって誘導されるノイズ( $V_{CC}$ 、 $V_{REF}$ 、 $V_{IN}$ のノイズまたはリップル)はすべて内部ノイズに追加されます。使用するリファレンス電圧が低くなるほど、ノイズのないシステム構成にすることが重要になります。

### 縮小 $V_{REF}$ による変換速度

縮小リファレンス電圧では、LSBのステップ・サイズが縮小され、LTC1197/LTC1197Lの内部コンパレータ・オーバドライブも縮小されます。そのため、小さい値の $V_{REF}$ を使用したときは、場合によっては最大CLK周波数を低くしなければなりません。

### 入力分割器

リファレンス入力クロックが動作しているビット時間以内にセトリングする限り、LTC1197/LTC1197Lのリファレンス入力に入力分割器を使用できます。リファレンス入力に大きな値の抵抗分割器を使用したときは、“-”入力を等価抵抗にマッチングさせなければなりません。

### 分割器によるリファレンス入力のバイパス

リファレンス入力を分割器でバイパスすることも可能です。ただし、リファレンス入力のDC電圧が意図するリファレンス電圧より低くなりすぎないように注意してください。

## アプリケーション情報

### SN比

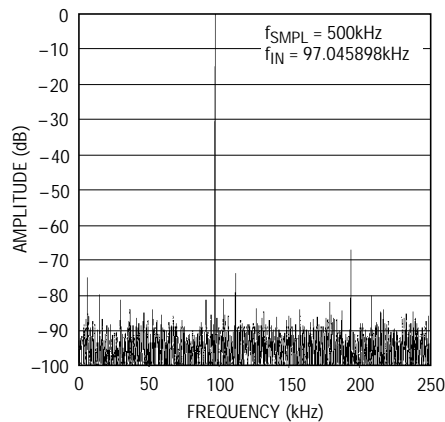
SN比(SNR)は、A/D出力における基本入力周波数のRMS振幅と他のすべての周波数成分のRMS振幅との比率です。これには歪みとノイズ積が含まれるため、SN + 歪み[S(N + D)]とも呼ばれています。出力はDCからサンプリング周波数の1/2の周波数帯域に限定されます。図9にDCから500kHzのサンプリング速度の1/2である250kHzまでのスペクトル成分を示します。

### 有効ビット数

有効ビット数(ENOB)はADCの分解能の尺度であり、次式のとおりS(N + D)に直接関係します。

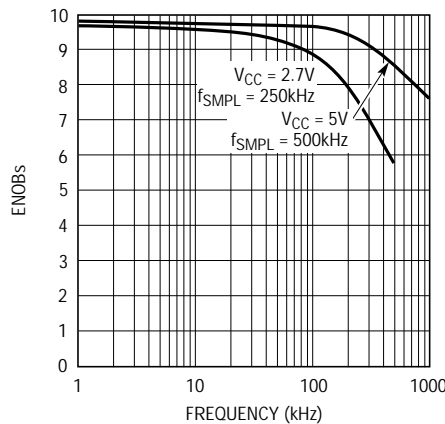
$$\text{ENOB} = [S(N + D) - 1.76]/6.02$$

ここで、S(N + D)はdBで表されます。最大サンプリング速度500kHzにおいて、LTC1197は200kHzに対して9.5 ENOB以上を維持します。200kHz以上のサンプリング速度では、図10に示すとおり、第2高調波歪みが増加するため、ENOBは徐々に低下します。ノイズ・フロアは約100dBに維持されます。



1197/99 G06

図9. 500kHzレートでのADCサンプリングに対する卓越した性能を示す97kHz入力のクリーンなFFT



1197/99 G07

図10. LTC1197では200kHz、LTC1197Lでは50kHzの最大入力周波数まで維持されるダイナミック精度

## 標準的応用例

### マイクロプロセッサ・インタフェース

LTC1197/LTC1197L/LTC1199/LTC1199Lは、ほとんどのポピュラーなマイクロプロセッサ(MPU)同期シリアル・フォーマットに直接(外部ハードウェアなしで)インタフェースすることができます(表1参照)。専用のシリアル・ポートのないMPUを使用する場合、MPUの3~4つのパラレル・ポート・ラインをプログラミングして、シリアル・リンクを形成することができます。ここでは、シリアル・インタフェース例を1つと、シリアル・インタフェースを形成するためのパラレル・ポートのプログラミング例を1つ紹介します。

モトローラSPK(MC68HC05C4、MC68HC11)

専用シリアル・ポート付きMPUの例としてMC68HC05C4を選びました。このMPUは、MSBファーストおよび8ビット単位でデータを転送します。2つの8ビット転送で、A/Dの結果がMPUに読み込まれます。最初の8ビット転送でD<sub>IN</sub>ワードがLTC1199に転送され、2つのADCのMSB(B9とB8)がMPUにクロック・インされます。2回目の8ビット転送でADCの次の8ビットのB7~B0がMPUにクロック・インされます。

最初にMPUが受け取ったバイトと03Hexの論理積をとることにより、6つのMBSがクリアされます。D<sub>IN</sub>ワードのスタート・ビットの位置を使用して、A/D結果を2つのメモリ・ロケーションで右詰めする方法に注目してください。

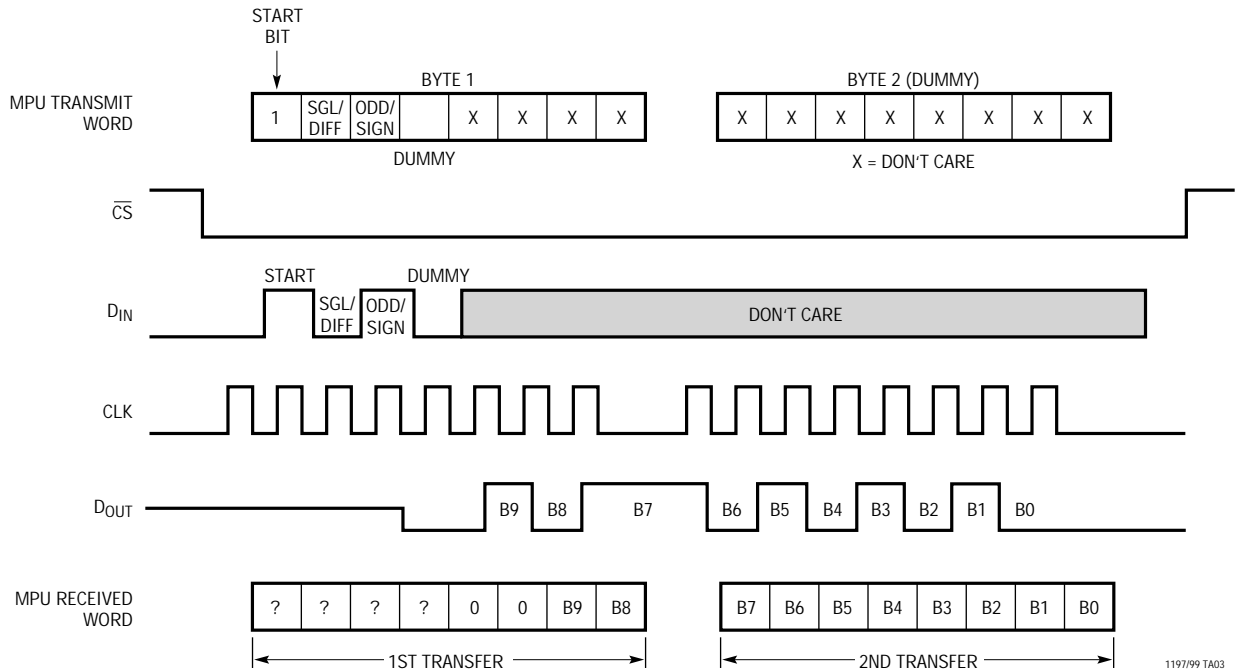
表1. LTC1197/LTC1197L/LTC1199/LTC1199Lとコンパチブルのハードウェア・シリアル・インタフェースを備えたマイクロプロセッサ

PART NUMBER	TYPE OF INTERFACE
<b>Motorola</b>	
MC6805S2,S3	SPI
MC68HC11	SPI
MC68HC05	SPI
<b>RCA</b>	
CDP68HC05	SPI
<b>Hitachi</b>	
HD6301	SCI Synchronous
HD6303	SCI Synchronous
HD6305	SCI Synchronous
HD63701	SCI Synchronous
HD63705	SCI Synchronous
HD64180	CSI/O
<b>National Semiconductor</b>	
COP400 Family	MICROWIRE™
COP800 Family	MICROWIRE/PLUS™
NSC8050U	MICROWIRE/PLUS
HPC16000 Family	MICROWIRE/PLUS
<b>Texas Instruments</b>	
TMS7000 Family	Serial Port
TMS320 Family	Serial Port
<b>Microchip Technology</b>	
PIC16C60 Family	SPI, SCI Synchronous
PIC16C70 Family	SPI, SCI Synchronous

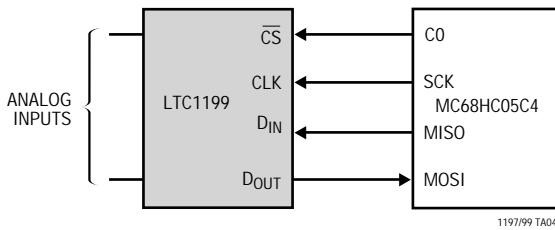
MICROWIRE、MICROWIRE/PLUSは、ナショナル・セミコンダクター社の商標です。

標準的応用例

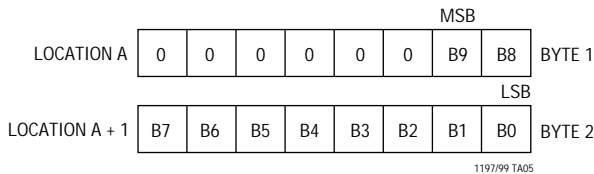
LTC1199とMC68HC05C4間のデータ交換



モトローラMC68HC05C4への  
ハードウェアおよびソフトウェア・インタフェース



MC68HC05C4にストアされるLTC1199からのDOUT



LABEL	MNEMONIC	COMMENTS
START	BCLRn	Bit 0 Port C goes low ( $\overline{CS}$ goes low)
	LDA	Load LTC1199 $D_{IN}$ word into ACC
	STA	Load LTC1199 $D_{IN}$ word into SPI from ACC
		Transfer begins
	TST	Test status of SPIF
	BPL	Loop to previous instruction if not done with transfer
	LDA	Load contents of SPI data register into ACC ( $D_{OUT}$ MSBs)
	STA	Start next SPI cycle
	AND	Clear 6 MSBs of the first $D_{OUT}$ word
	STA	Store in memory location A (MSBs)
	TST	Test status of SPIF
	BPL	Loop to previous instruction if not done with transfer
	BSETn	Set B0 of Port C ( $\overline{CS}$ goes high)
	LDA	Load contents of SPI data register into ACC. ( $D_{OUT}$ LSBs)
	STA	Store in memory location A + 1 (LSBs)

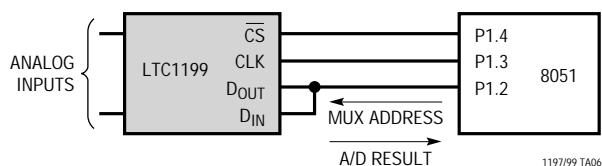


## 標準的応用例

インテル8051ファミリのパラレル・ポートへのインタフェース

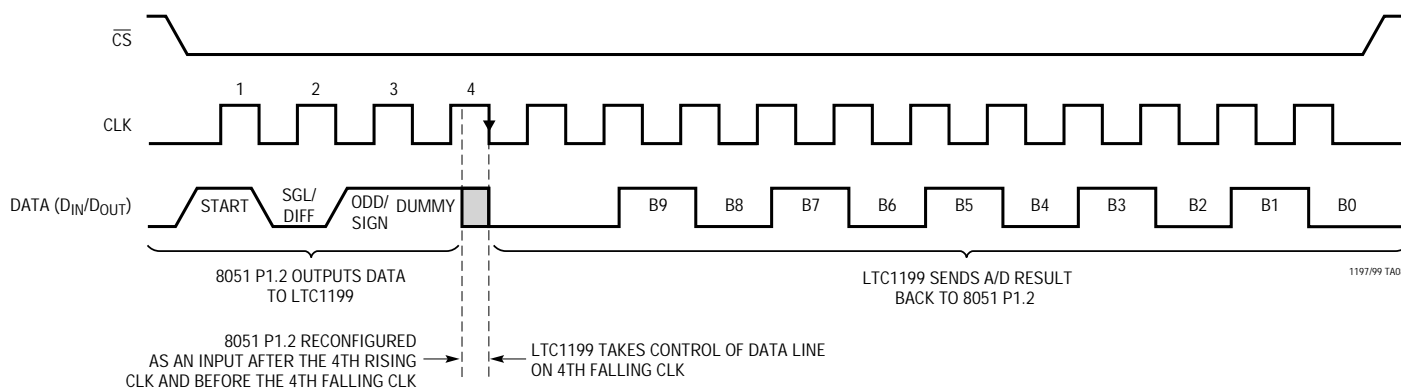
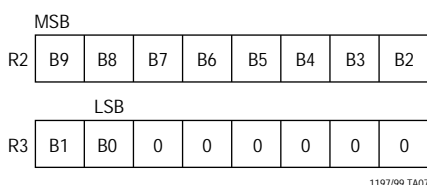
LTC1199とパラレル・ポート・マイクロプロセッサのインタフェース例として、インテル8051を選びました。通常、 $\overline{CS}$ 、CLK、および $D_{IN}$ 信号は3本のポート・ラインで生成され、 $D_{OUT}$ 信号は第4のポート・ラインで読み込まれます。これはまったく問題なく動作します。しかし、ここではLTC1199の「シリアル・インタフェース」のセクションで述べたとおり $D_{IN}$ と $D_{OUT}$ ラインを連結したインタフェースについて解説します。これによってラインを1本少なくすることができます。

8051はまず、P1.2に接続されたラインを通してスタート・ビットとMUXアドレスをLTC1199に送信します。次にP1.2が入力として再構成され、「1」を書き込むことにより、8051が同じデータ・ラインを通して8ビットのA/D結果をリードバックします。



LABEL	MNEMONIC	OPERAND	COMMENTS
LOOP 1	MOV	A, #FFH	$D_{IN}$ word for LTC1199
	SETB	P1.4	Make sure CS is high
	CLR	P1.4	CS goes low
	MOV	R4, #04	Load counter
	RLC	A	Rotate $D_{IN}$ bit into Carry
	CLR	P1.3	CLK goes low
	MOV	P1.2, C	Output $D_{IN}$ bit into Carry
	SETB	P1.3	CLK goes high
	DJNZ	R4, LOOP 1	Next bit
	MOV	P1, #04	Bit 2 becomes an input
LOOP	CLR	P1.3	CLK goes low
	MOV	R4, #0AH	Load counter
	MOV	C, P1.2	Read data bit into Carry
	RLC	A	Rotate data bit into ACC
	SETB	P1.3	CLK goes high
	CLR	P1.3	CLK goes low
	DJNZ	R4, LOOP	Next bit
	MOV	R2, A	Store MSBs in R2
	MOV	C, P1.2	Read data bit into Carry
	SETB	P1.3	CLK goes high
	CLR	P1.3	CLK goes low
	CLR	A	Clear ACC
	RLC	A	Rotate data bit from Carry to ACC
	MOV	C, P1.2	Read data bit into Carry
	RRC	A	Rotate right into ACC
	RRC	A	Rotate right into ACC
	MOV	R3, A	Store LSBs in R3
SETB	P1.4	CS goes high	

### 8051 RAMにストアされるLTC1199からの $D_{OUT}$



## 標準的応用例

### LTC1197の「クイック・ルック」回路

ユーザは、以下の単純な回路(図11)を使ってLTC1197の機能とタイミングを簡単に調べることができます。 $V_{REF}$ は $V_{CC}$ に接続されています。 $V_{IN}$ は+IN入力に印加され、-IN入力はグランドに接続されます。 $\overline{CS}$ は74HC161によって1/16クロック・レートでドライブされ、 $D_{OUT}$ からデータが出力されます。 $D_{OUT}$ ピンからの

出力データは、 $\overline{CS}$ の立下りエッジでトリガするように設定されたオシロスコープで見ることができます(図12)。LSBがクロック・アウトされた後、LTC1197は $\overline{CS}$ が“H”になるまでゼロをクロック・アウトします。また、 $D_{OUT}$ に抵抗分割器がある場合、ハイ・インピーダンス・モードのときには、出力は $V_{CC}$ とグランドの間になります。

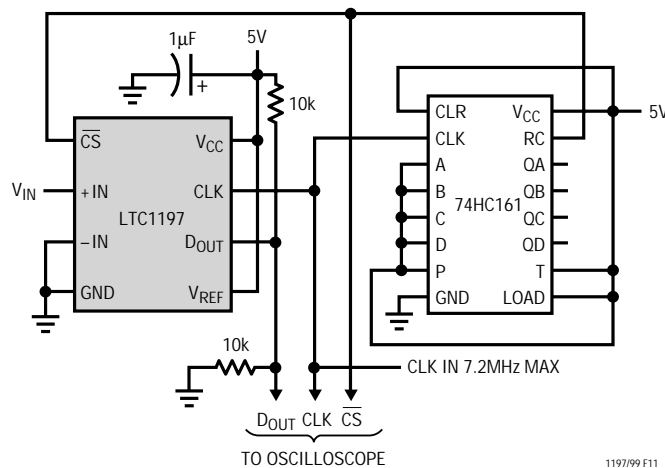


図11. LTC1197の「クイック・ルック」回路

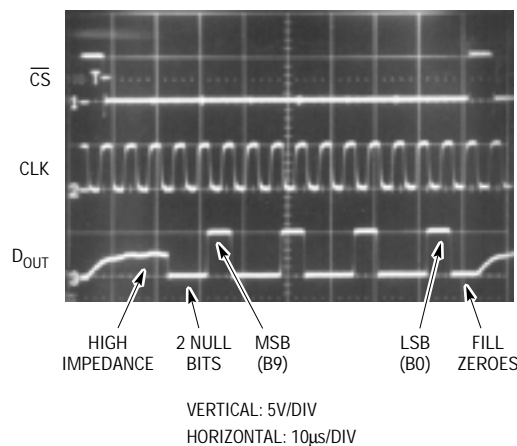


図12. A/D出力の1001001001(249<sub>HEX</sub>)を示すLTC1197「クイック・ルック」回路のオシロスコープ波形



## 標準的応用例

### 抵抗式タッチスクリーン・インタフェース

図13はLTC1199を4線抵抗式タッチ・スクリーン・アプリケーションに使用した場合を示します。トランジスタ・ペアQ1-Q3、Q2-Q4は、X軸とY軸に5Vとグランドを印加します。LTC1199は2チャンネル・マルチプレクサを使用して、各軸で生成された電圧をデジタル化し、シリアル・インタフェースを通して、変換結果をシステムのプロセッサに

送ります。RC組合せ回路R1C1、R2C2、R3C3がローパス・フィルタを形成し、プロセッサ・クロック、スイッチング電源、バス信号などのノイズ源からのノイズを低減します。74HC14インバータを使用して、変換シーケンス中のスクリーン・コンタクトを検出して、スタートをトリガします。単一チャンネルのLTC1197を使用すれば、5線抵抗式タッチスクリーンに簡単に対応できます。

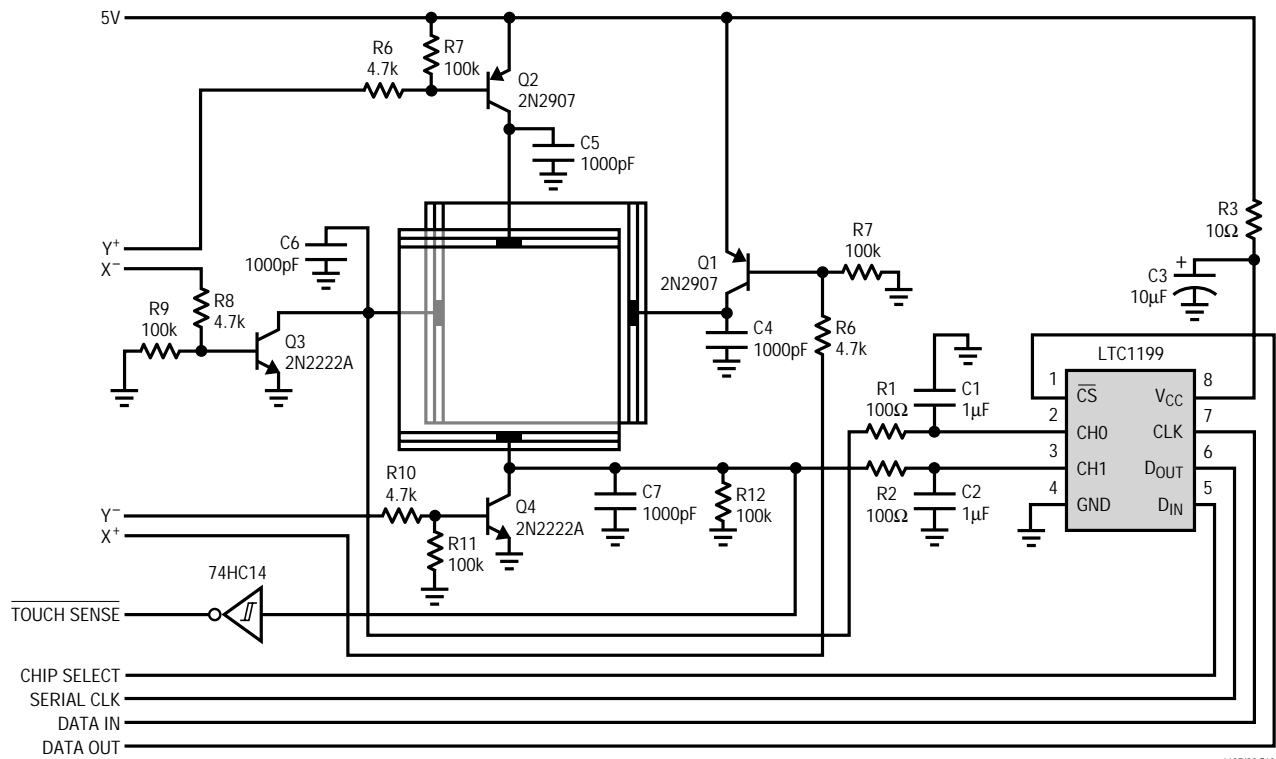


図13. LTC1199による抵抗式タッチスクリーンのXおよびY軸電圧のデジタル化。ADCの自動シャットダウン機能によるポータブル・タッチスクリーン装置のバッテリー寿命の延長

## 標準的応用例

### バッテリー電流モニタ

LTC1197L/LTC1199Lは3Vシステムに最適です。図14にモニタするバッテリーから3V/45 $\mu$ Aしか消費しない2.7V~4V、サンプリング・レート1Hzのバッテリー電流モニタを示します。消費電流を抑えるため、マイクロプロセッサはLTC1152のSHDNピンを使用して、測定前にオペアンプをターンオンし、測定後にターンオフします。バッテリー電流は0.005  $\Omega$  抵抗で検知され、LTC1152によって増

幅されます。LTC1197Lはアンプの出力をデジタル化し、それをシリアル・フォーマットでマイクロプロセッサに送ります。各サンプル後、LTC1197Lは自動的にパワーダウンします。LT1004はADCにフルスケールのリファレンスを供給します。この回路の45 $\mu$ Aの消費電流は、大部分がリファレンスとオペアンプによるものです。この回路はバッテリー付近に配置することができ、データはマイクロプロセッサにシリアルに送られます。

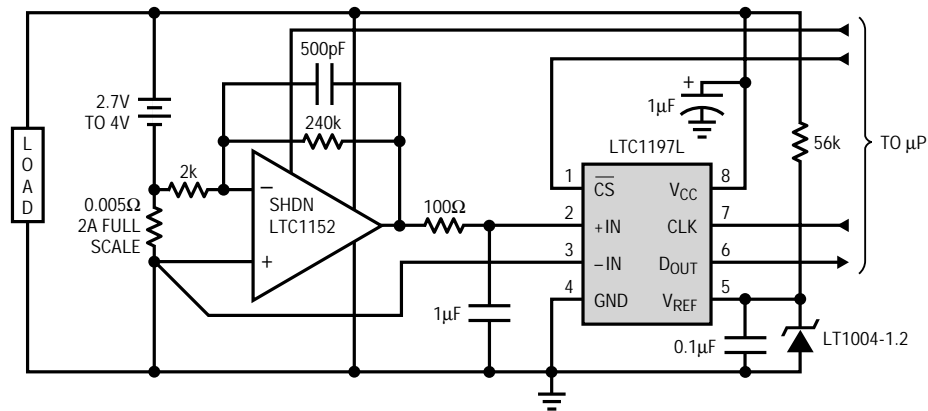


図14. 3Vバッテリーからの消費電流がわずか45 $\mu$ Aの0A~2Aバッテリー電流モニタ

# LTC1197/LTC1197L

# LTC1199/LTC1199L

## 関連製品

PART NUMBER	SAMPLE RATE	POWER DISSIPATION	DESCRIPTION
<b>8-Bit, Pin Compatible Serial Output ADCs</b>			
LTC1096/LTC1096L	33kHz/15kHz	0.5mW*	1-Channel, Unipolar Operation with Reference Input, 5V/3V
LTC1098/LTC1098L	33kHz/15kHz	0.6mW*	2-Channel, Unipolar Operation, 5V/3V
LTC1196	1MHz/383kHz	20mW	1-Channel, Unipolar Operation with Reference Input, 5V/3V
LTC1198	750kHz/287kHz	20mW*	2-Channel, Unipolar Operation, 5V/3V
<b>10-Bit Serial I/O ADCs</b>			
LTC1090	25kHz	5mW	8-Channel, Bipolar or Unipolar Operation, 5V
LTC1091	30kHz	7.5mW	2-Channel, Unipolar Operation, 5V
LTC1092	35kHz	5mW	2-Channel, Unipolar Operation with Reference Input, 5V
LTC1093	25kHz	5mW	6-Channel, Bipolar or Unipolar Operation, 5V
LTC1094	25kHz	5mW	8-Channel, Bipolar or Unipolar Operation, 5V
LTC1283	15kHz	0.5mW	8-Channel, Bipolar or Unipolar Operation, 3V
<b>12-Bit Serial I/O ADCs</b>			
LTC1285/LTC1288	7.5kHz/6.6kHz	0.4mW/0.6mW*	1-Channel with Reference (LTC1285), 2-Channel (LTC1288), 3V
LTC1286/LTC1298	12.5kHz/11.1kHz	1.3mW/1.7mW*	1-Channel with Reference (LTC1286), 2-Channel (LTC1298), 5V
LTC1287	30kHz	3mW	1-Channel, Unipolar Operation, 3V
LTC1289	33kHz	3mW	8-Channel, Bipolar or Unipolar Operation, 3V
LTC1290	50kHz	30mW	8-Channel, Bipolar or Unipolar Operation, 5V
LTC1291	54kHz	30mW	2-Channel, Unipolar Operation, 5V
LTC1292	60kHz	30mW	1-Channel, Unipolar Operation, 5V
LTC1293	46kHz	30mW	6-Channel, Bipolar or Unipolar Operation, 5V
LTC1294	46kHz	30mW	8-Channel, Bipolar or Unipolar Operation, 5V
LTC1296	46kHz	30mW	8-Channel, Bipolar or Unipolar Operation, 5V
LTC1297	50kHz	30mW	1-Channel, Unipolar Operation, 5V
LTC1400	400kHz	75mW**	1-Channel, Bipolar or Unipolar Operation, Internal Reference, 5V
LTC1594/LTC1594L	20kHz/12.5kHz	1.6mW/0.5mW*	4-Channel, Unipolar Operation, 5V/3V
LTC1598/LTC1598L	20kHz/12.5kHz	1.6mW/0.5mW*	8-Channel, Unipolar Operation, 5V/3V
PART NUMBER	DESCRIPTION	COMMENTS	
<b>Low Power References</b>			
LT1004	Micropower Voltage Reference	0.3% Max, 20ppm/°C Typ, 10µA Max	
LT1019	Precision Bandgap Reference	0.05% Max, 5ppm/°C Max	
LT1236	Precision Low Noise Reference	0.05% Max, 5ppm/°C Max, SO Package	
LT1460-2.5	Micropower Precision Series Reference	0.075% Max, 10ppm/°C Max, 130µA Max, SO Package	
LT1634	Micropower Precision Reference	0.05% Max, 25ppm/°C Max, 7µA Max, MSOP Package	

\*これらのデバイスはサンプリング・レートが $f_{SAMPL(MAX)}$ から低化すると、消費電力を直線的に低化させる自動シャットダウン機能を備えています。

\*\*ナップとスリープのシャットダウン・モードがあります。