

デュアルI²C電源モニタおよびマーージニング・コントローラ

特長

- リファレンスを内蔵し、全未調整誤差が±0.5%未満の14ビットΔΣ A/Dコンバータ
- 1倍電圧バッファ付きデュアル8ビットIDAC
- リニア電圧サーボがIDAC出力をランプアップまたはランプダウンすることによって電源電圧を調整
- I²Cバス・インタフェース(SMBus互換)
- ユーザ設定可能な広範囲のフォルト・モニタ
- 温度センサを内蔵
- 4mm×5mmの24ピンQFNパッケージで供給

アプリケーション

- デュアル電源電圧サーボ
- 電源電圧および電流のモニタ
- プログラム可能な電源
- プログラム可能なリファレンス

概要

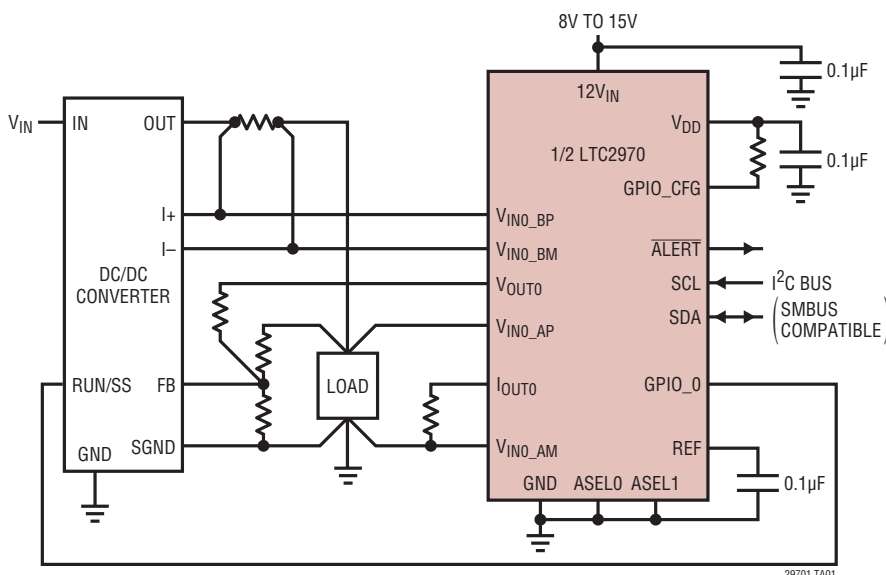
LTC[®]2970は、SMBus互換のI²Cバス・インタフェースを備えたデュアル電源モニタおよびマーージニング・コントローラです。低ドリフトのリファレンスと14ビットΔΣA/Dコンバータを内蔵しているため、電源電圧、負荷電流、または内部のダイ温度を正確に測定できます。設定可能な過電圧フォルト状態と低電圧フォルト状態については、フォルト管理によってALERTをアサートすることができます。電圧バッファ内蔵の2つの8ビットIDACにより、DC/DCコンバータ出力電圧を高精度にプログラムできます。また、ADCを使用して電源を目的の電圧に自動的にサーボ制御するようIDACを設定できます。LTC2970-1には、複数の電源を制御方式でオン/オフできるトラッキング機能が追加されています。

バスのアドレスは、ASEL0ピンとASEL1ピンを結線することにより、可能な9種類の組み合わせのいずれかに設定されます。LTC2970/LTC2970-1は、24ピンの4mm×5mm QFNパッケージに収容されています。

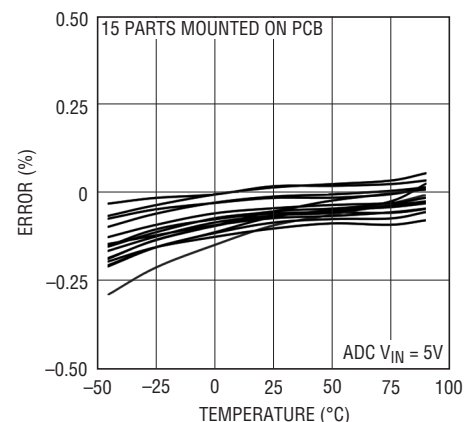
LT、LT、LTC、LTM、Linear TechnologyおよびLinearのロゴはリニアテクノロジー社の登録商標です。その他すべての商標の所有権は、それぞれの所有者に帰属します。

標準的応用例

デュアル電源のモニタおよびコントローラ
(2チャンネルの片方だけ示されている)



ADCの全未調整誤差と温度



29701 TA01b

29701fd

LTC2970/LTC2970-1

絶対最大定格

(Note 1, 2)

電源電圧:

V_{DD} $-0.3V \sim 6V$

$12V_{IN}$ $-0.3V \sim 15V$

デジタル入力電圧/出力電圧:

ASELO、ASEL1 $-0.3V \sim (V_{DD} + 0.3V)$

SDA、SCL、GPIO_CFG、

ALERT、GPIO_0、GPIO_1 $-0.3V \sim 6V$

アナログ電圧:

V_{INO_AP} 、 V_{INO_AM} 、 V_{INO_BP} 、

V_{INO_BM} 、 V_{IN1_AP} 、 V_{IN1_AM} 、

V_{IN1_BP} 、 V_{IN1_BM} 、 V_{OUT0} 、 V_{OUT1} $-0.3V \sim 6V$

I_{OUT0}、I_{OUT1}、REF $-0.3V \sim (V_{DD} + 0.3V)$

RGND $-0.3V \sim 0.3V$

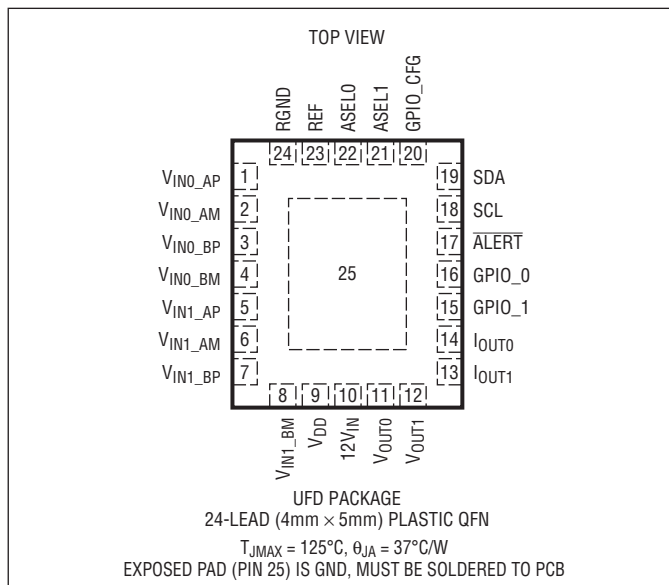
動作温度範囲:

LTC2970C $0^{\circ}C \sim 70^{\circ}C$

LTC2970I $-40^{\circ}C \sim 85^{\circ}C$

保存温度範囲 $-65^{\circ}C \sim 125^{\circ}C$

ピン配置



発注情報

無鉛仕上げ	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
LTC2970CUFD#PBF	LTC2970CUFD#TRPBF	2970	24-Lead (4mm × 5mm) Plastic QFN	0°C to 70°C
LTC2970CUFD-1#PBF	LTC2970CUFD-1#TRPBF	29701	24-Lead (4mm × 5mm) Plastic QFN	0°C to 70°C
LTC2970IUFD#PBF	LTC2970IUFD#TRPBF	2970	24-Lead (4mm × 5mm) Plastic QFN	-40°C to 85°C
LTC2970IUFD-1#PBF	LTC2970IUFD-1#TRPBF	29701	24-Lead (4mm × 5mm) Plastic QFN	-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。*温度グレードは出荷時のコンテナのラベルで識別されます。非標準の鉛仕上げ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。

無鉛仕上げ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。それ以外は $T_A = 25^\circ\text{C}$ での値。注記がない限り、 $V_{12VIN} = 12\text{V}$ 、 V_{DD} ピンとREFピンはフロート、 $C_{VDD} = 100\text{nF}$ および $C_{REF} = 100\text{nF}$ 。

SYMBOL	PARAMETER	CONDITIONS	MIN	TYP	MAX	UNITS	
電源の特性							
I_{V12}	12V _{IN} Supply Current	$V_{12VIN} = 12\text{V}$, V_{DD} Floating	●	4.24	7.5	mA	
I_{DD}	V_{DD} Supply Current	$V_{DD} = 5\text{V}$, $V_{12VIN} = V_{DD}$	●	3.7	5	mA	
V_{LKO}	V_{DD} Undervoltage Lockout	V_{DD} Ramping-Down, $V_{12VIN} = V_{DD}$	●	3.7	4.14	4.4	V
	V_{DD} Undervoltage Lockout Hysteresis			118		mV	
V_{DD}	Supply Input Operating Range		●	4.5	5.75	V	
	Regulator Output Voltage	$8\text{V} \leq V_{12VIN} \leq 15\text{V}$, $-1\text{mA} \leq I_{VDD} \leq 0$	●	4.75	4.95	5.25	V
	Regulator Output Voltage Temperature Coefficient			10		ppm/ $^\circ\text{C}$	
	Regulator Output Voltage Load Regulation	$-1\text{mA} \leq I_{VDD} \leq 0$			160	ppm/mA	
	Regulator Line Regulation	$8\text{V} \leq V_{12VIN} \leq 15\text{V}$, $I_{VDD} = 0\text{mA}$			80	ppm/V	
	Regulator Output Short-Circuit Current	$V_{12VIN} = 12\text{V}$, $V_{DD} = 0\text{V}$	●	-5	-34	-63	mA
V_{12VIN}	12V _{IN} Supply Operating Range		●	8	15	V	

電圧リファレンスの特性

V_{REF}	Reference Output Voltage			1.229		V
	Reference Voltage Temperature Coefficient			2		ppm/ $^\circ\text{C}$
	Reference Overdrive Voltage Input Range		●	1	1.5	V

ADCの特性

N_{ADC}	Resolution	$N_{ADC} = 8.192\text{V}/16384$		500		$\mu\text{V}/\text{LSB}$	
TUE_{ADC}	Total Unadjusted Error	$V_{IN} = 3\text{V}$, $V_{IN} = V_{INL_XP} - V_{INL_XM}$ (Note 3)	●		± 0.5	%	
INL_{ADC}	Integral Nonlinearity	(Note 4)	●	-4.5	2	4.5	LSB
DNL_{ADC}	Differential Nonlinearity	(Note 7)	●		± 0.5	LSB	
V_{IN_ADC}	Input Voltage Range		●	0	6	V	
V_{OS_ADC}	Offset Error		●	-1000	-316	1000	μV
	Offset Error Drift			0.19		$\mu\text{V}/^\circ\text{C}$	
$GAIN_{ADC}$	Gain Error	Full-Scale $V_{IN} = 6\text{V}$	●		± 0.4	%	
	Gain Error Drift			3		ppm/ $^\circ\text{C}$	
T_{CONV_ADC}	Conversion Time			33.3		ms	
C_{IN_ADC}	Input Sampling Capacitance			3		pF	
F_{IN_ADC}	Input Sampling Frequency			61.4		kHz	
I_{LEAK_ADC}	Input Leakage Current	$0\text{V} < V_{IN} < 6\text{V}$	●		± 0.1	μA	

IDAC出力電流特性

N_{IOUT}	Resolution (Guaranteed Monotonic)			8		Bits	
INL_{IOUT}	Integral Nonlinearity	$V_{IOUTn} < V_{DD} - 1.5\text{V}$	●		± 1	LSB	
DNL_{IOUT}	Differential Nonlinearity	$V_{IOUTn} < V_{DD} - 1.5\text{V}$	●		± 1	LSB	
I_{FS_IOUT}	Full-Scale Output Current	$V_{IOUTn} < V_{DD} - 1.5\text{V}$, DAC Code = 'hff'	●	-236	-255	-276	μA
I_{DRIFT_IOUT}	Output Current Drift	DAC Code = 'hff'		32		ppm/ $^\circ\text{C}$	
I_{OS_IOUT}	Offset Current	DAC Code = 'h00'	●		± 0.1	μA	

29701fd

LTC2970/LTC2970-1

電気的特性

●は全動作温度範囲の規格値を意味する。それ以外は $T_A = 25^\circ\text{C}$ での値。注記がない限り、 $V_{12VIN} = 12\text{V}$ 、 V_{DD} ピンとREFピンはフロート、 $C_{VDD} = 100\text{nF}$ および $C_{REF} = 100\text{nF}$ 。

SYMBOL	PARAMETER	CONDITIONS	MIN	TYP	MAX	UNITS	
電圧バッファ付きIDACの出力特性							
$\text{INL}_{V_{OUT}}$	Integral Nonlinearity	$R_{I_{OUTn}} = 10\text{k}\Omega$, No Load on V_{OUTn} (Note 5)	●		± 1	LSB	
$\text{DNL}_{V_{OUT}}$	Differential Nonlinearity	$R_{I_{OUTn}} = 10\text{k}\Omega$, No Load on V_{OUTn} (Note 5)	●		± 1	LSB	
$V_{OS-V_{OUT}}$	Offset Voltage	$V_{OS} = V_{OUTn} - V_{I_{OUTn}}$, No Load on V_{OUTn}	●	1.6	± 10	mV	
	Output Voltage Drift	No Load on V_{OUTn}		0.17		$\mu\text{V}/^\circ\text{C}$	
V_{OUT}	Load Regulation	$0.1\text{V} < V_{OUTn} < V_{DD} - 1.5\text{V}$, $I_{V_{OUTn}}$ Source = 1mA		-57		ppm/mA	
		$0.1\text{V} < V_{OUTn} < V_{DD} - 1.5\text{V}$, $I_{V_{OUTn}}$ Sink = 1mA		100		ppm/mA	
	Leakage Current	V_{OUTn} High-Z, $0\text{V} \leq V_{OUTn} \leq V_{DD}$	●	1	± 100	nA	
	Short-Circuit Current Low	V_{OUTn} Shorted to GND	●		-50	mA	
	Short-Circuit Current High	V_{OUTn} Shorted to V_{DD}	●		50	mA	
ソフト接続コンパレータの特性 (CMP0, CMP1)							
V_{OS}	Offset Voltage			± 3		mV	
温度センサの特性							
TMP	Gain			0.25		$^\circ\text{C}/\text{LSB}$	
12VIN分圧器の特性							
$\text{GAIN}_{12V_{IN}}$	Gain		●	0.329	0.333	0.335	V/V
デジタル入力SCL、SDA、GPIO_CFG、GPIO_0、GPIO_1							
V_{IH}	Input High Threshold Voltage	SDA, SCL	●		2.1	V	
		GPIO_CFG, GPIO_0, GPIO_1	●		1.6	V	
V_{IL}	Input Low Threshold Voltage	SDA, SCL	●	1.5		V	
		GPIO_CFG, GPIO_0, GPIO_1	●	1.0		V	
V_{HYST}	Input Hysteresis			0.08		V	
I_{LEAK}	Input Leakage Current	$0\text{V} \leq V_{IN} \leq 6\text{V}$	●		± 1	μA	
C_{IN}	Input Capacitance			10		pF	
スリーステート入力ASEL[1:0]							
V_{IH_ASEL}	Input High Threshold Voltage		●		$V_{DD} - 0.5$	V	
V_{IL_ASEL}	Input Low Threshold Voltage		●	0.5		V	
$I_{IN,HL}$	High, Low Input Current	$\text{ASEL}[1:0] = 0$, V_{DD}	●		± 20	μA	
$I_{IN,Z}$	High Z Input Current		●	± 2		μA	
オープン・ドレイン出力SDA、GPIO_CFG、GPIO_0、GPIO_1、ALERT							
V_{OL}	Output Low Voltage	$I_{SINK} = 3\text{mA}$	●		0.4	V	
I_{OH}	Input Leakage Current	$0\text{V} \leq V_{IN} \leq 6\text{V}$	●		± 1	μA	

29701fd

電气的特性

●は全動作温度範囲の規格値を意味する。それ以外は $T_A=25^{\circ}\text{C}$ での値。

SYMBOL	PARAMETER	CONDITIONS	MIN	TYP	MAX	UNITS
I²Cインタフェースのタイミング特性						
f _{SCL}	Serial Clock Frequency	(Note 6)	●	10	400	kHz
t _{LOW}	Serial Clock Low Period	(Note 6)	●	1.3		μs
t _{HIGH}	Serial Clock High Period	(Note 6)	●	0.6		μs
t _{BUF}	Bus Free Time Between Stop and Start	(Note 6)	●	1.3		μs
t _{HD,STA}	Start Condition Hold Time	(Note 6)	●	600		ns
t _{SU,STA}	Start Condition Setup Time	(Note 6)	●	600		ns
t _{SU,STO}	Stop Condition Setup Time	(Note 6)	●	600		ns
t _{HD,DAT}	Data Hold Time (LTC2970 Receiving Data) Data Hold Time (LTC2970 Transmitting Data)	(Note 6)	●	0 300	900	ns ns
t _{SU,DAT}	Data Setup Time (LTC2970 Receiving Data)	(Note 6)	●	100		ns
t _{SP}	Pulse Width of Spike Suppressed	(Note 6)	●	98		ns
t _{SETUP_GPIO}	GPIO_0 and GPIO_1 Setup Time	I ² C読み出しのSCLの26番目の立上りの前のGPIO_0とGPIO_1の入力セットアップ時間。これらの入力、I ² C読み出しの結果で返されるためには、この時間までに有効で安定していなければならない。(Note 6)	●	2.5		μs
t _{HOLD_GPIO}	GPIO_0 and GPIO_1 Hold Time	I ² C読み出しのSCLの26番目の立上りの後のGPIO_0とGPIO_1の入力ホールド時間。これらの入力、I ² C読み出しの結果で返されるためには、この時間が経過するまでホールドされていなければならない。(Note 6)	●	2.5		μs
t _{OUT_GPIO}	GPIO_0 and GPIO_1 Output Time	I ² C書き込みのSCLの35番目の立上りの後のGPIO_0とGPIO_1の出力遅延。これらの出力はこの時間までに高インピーダンスになるか、または“L”にドライブし始める。(Note 6)	●		2.5	μs

内部タイマ

t _{TIMEOUT_SMB}	Stuck BUS Timer	この長さの時間が経過する前に現在のコマンドが完了しないと、LTC2970はI ² Cバスを解放して、そのコマンドを終了する。		24	32	39	ms
t _{SETUP_ADC}	ADC Channel Setup Time	新しいADCチャネルの選択後、LTC2970はこの長さの時間だけ待って、ADC変換が始まる前にアナログ入力がセトリングできるようにする。			304		μs
t _{TIMEOUT_SYNC}	Tracking SYNC Failure Timer	LTC2970-1のみ: この長さの時間が経過する前にトラッキングコマンドが受け取られないと、LTC2970-1は一時停止状態のSYNC()コマンドを中止する。			255		ms
t _{HOLD_TRACK}	Tracking IDAC Disconnect Delay	LTC2970-1のみ: トラッキング・アルゴリズムがCPIO_CFGを“L”にアサートした後、LTC2970-1は、IDACを電源帰還ノードから切断するのをこの長さの時間だけ遅らせる。トラッキング電源がオンしている間使われる。			32		ms

29701fd

LTC2970/LTC2970-1

電気的特性

●は全動作温度範囲の規格値を意味する。それ以外は $T_A=25^{\circ}\text{C}$ での値。

SYMBOL	PARAMETER	CONDITIONS	MIN	TYP	MAX	UNITS
$t_{\text{SETUP_TRACK}}$	Tracking IDAC Disconnect Delay	LTC2970-1のみ: トラッキング・アルゴリズムがCPIO_CFGを“H”にアサートした後、LTC2970-1は、Ch n _a_delay_track[9:0]をデクリメントし始める前にこの長さの時間だけ待つ。トラッキング電源がオフしている間使われる。		32		ms
$t_{\text{DEC_TRACK}}$	Tracking IDAC Decrement Rate	LTC2970-1のみ: LTC2970-1はこのレートでCh n _a_delay_track[9:0]を変える。		88		$\mu\text{s}/\text{LSB}$

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の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: デバイスのピンに流れ込む電流は全て正。デバイスのピンから流れ出す電流は全て負。注記がない限り、全ての電圧はグラウンドを基準にしている。

Note 3: TUE (%)は次のように定義されている。

$$\% \text{ Gain Error} + \frac{(\text{INL} \cdot 500 \mu\text{V}/\text{LSB} + V_{\text{OS}})}{V_{\text{IN}}} \cdot 100$$

Note 4: 積分非直線性(INL)は、実際の伝達曲線のエンドポイント(0Vと6V)を通る直線からのコードの偏差として定義されている。偏差は量子化幅の中心から測定される。

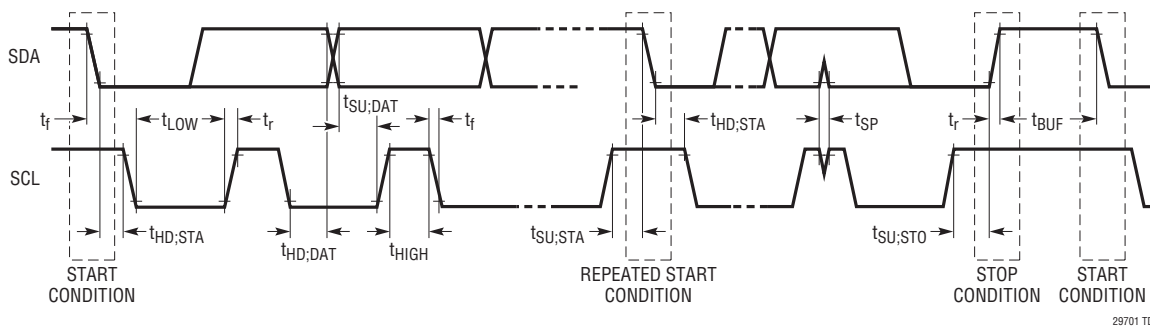
Note 5: 非直線性は、最大オフセットの規定値に等しいかそれより大きな最初のコードからコード255(フルスケール)まで定義されている。

Note 6: SCLおよびSDAの最大容量負荷(C_B)は400pFである。データとクロックの立ち上がり時間(t_r)および立下り時間(t_f)は、 $(20 + 0.1 \cdot C_B)(\text{ns}) < t_r < 300\text{ns}$ および $(20 + 0.1 \cdot C_B)(\text{ns}) < t_f < 300\text{ns}$ である。 $C_B = 1$ 本のバスラインの容量(pF)。SCLとSDAの外部プルアップ電圧(V_{I0})は $3\text{V} < V_{I0} < 5.5\text{V}$ である。

Note 7: この規定値は設計によって保証されている。

タイミング図

I²Cバスの仕様

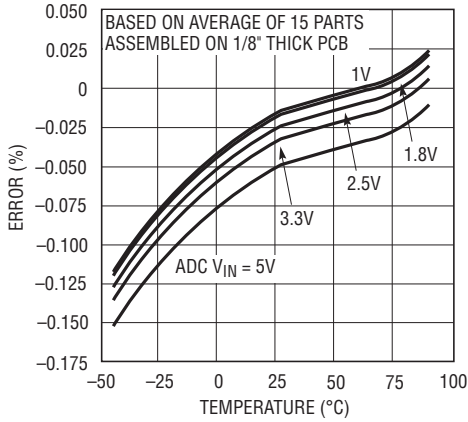


29701 TD

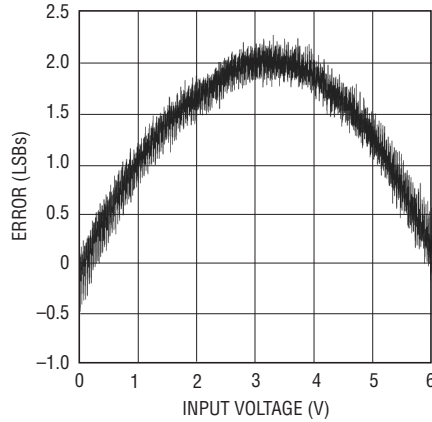
29701fd

標準的性能特性

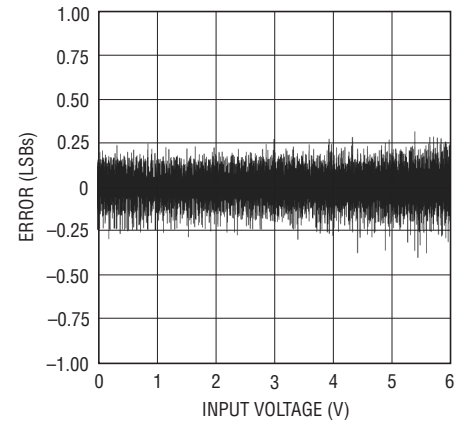
ADCの全未調整誤差と温度



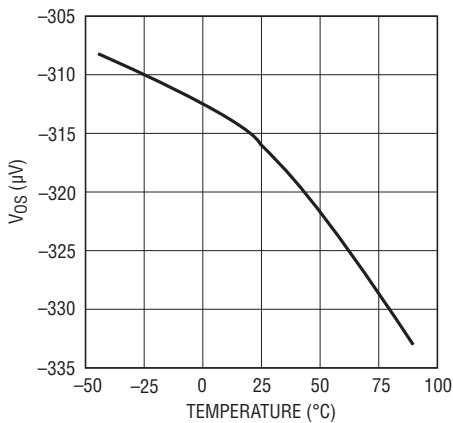
ADCのINL



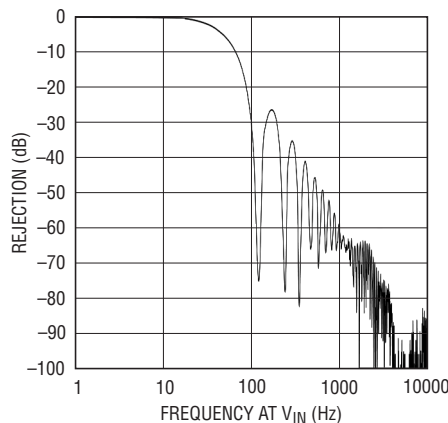
ADCのDNL



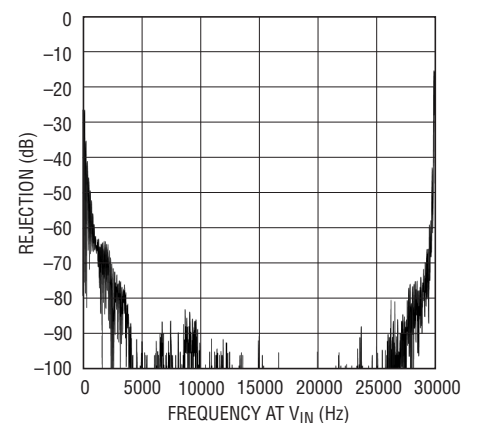
ADCのゼロ・コード中心
オフセット電圧と温度



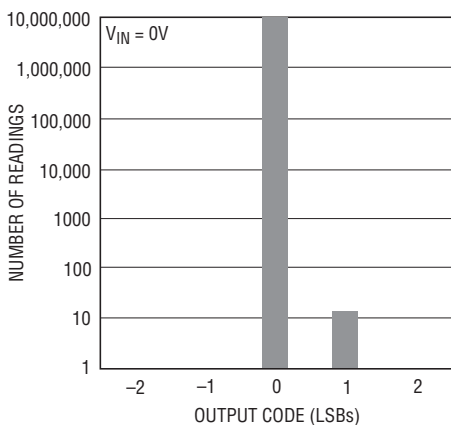
ADCの除去とV_INの周波数



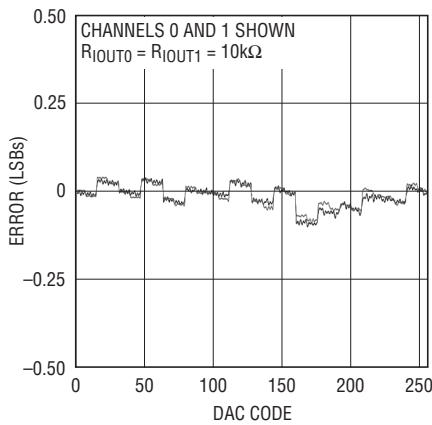
ADCの除去とV_INの周波数



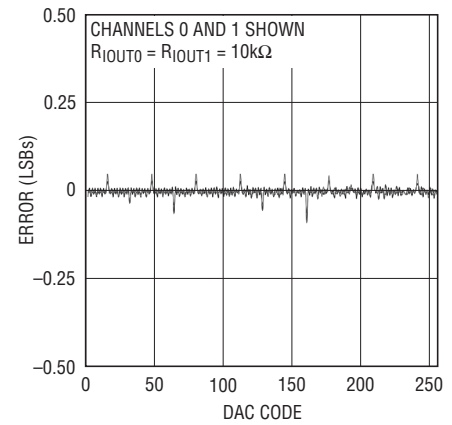
ADCのノイズのヒストグラム



電圧バッファ付き IDAC の INL



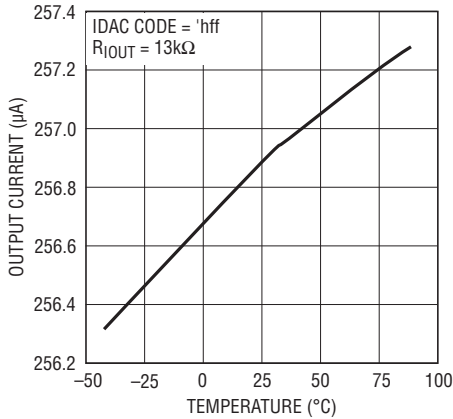
電圧バッファ付き IDAC の DNL



LTC2970/LTC2970-1

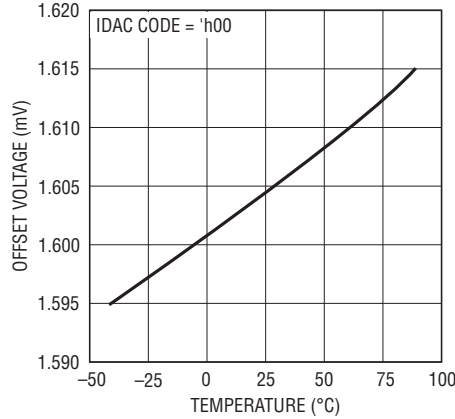
標準的性能特性

IDACの出力電流と温度



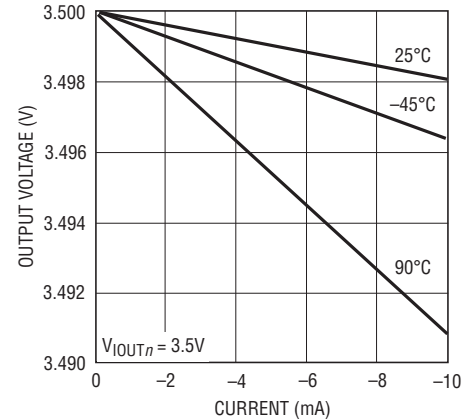
29701 G10

V_{OUTn}のオフセット電圧と温度



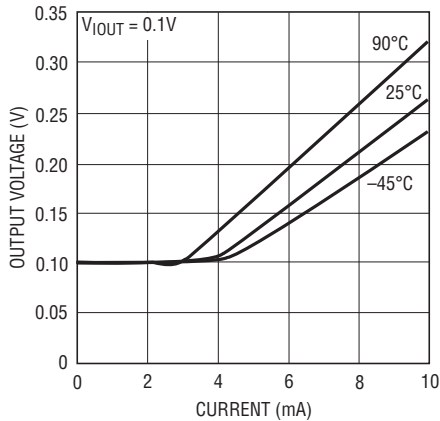
29701 G11

電圧バッファ付きIDACの負荷レギュレーションのソース電流



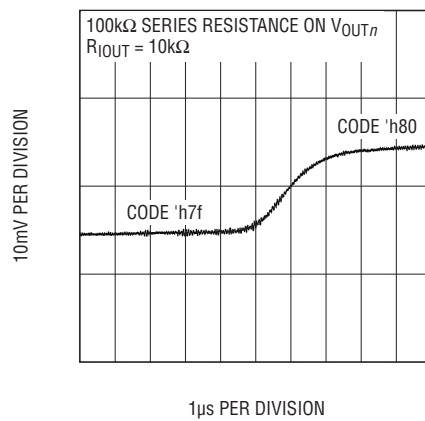
29701 G12

電圧バッファ付きIDACの負荷レギュレーションのシンク電流



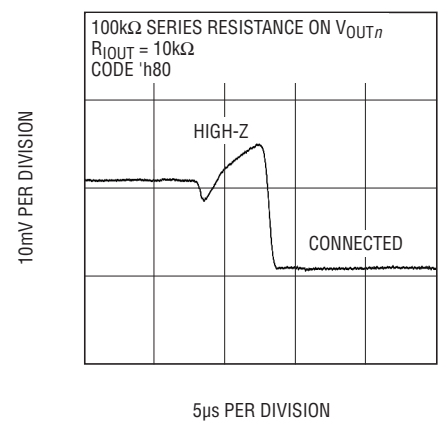
29701 G13

DACのコードの1LSBの変化に対する電圧バッファ付きIDACの過渡応答



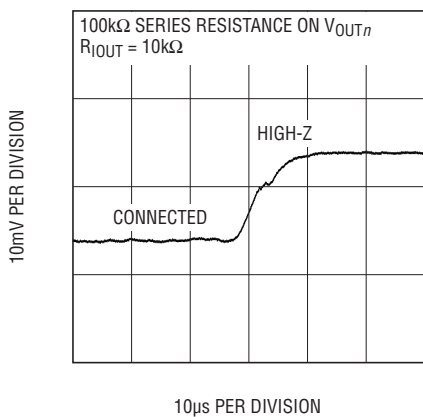
29701 G14

電圧バッファ付きIDACのソフト接続過渡応答



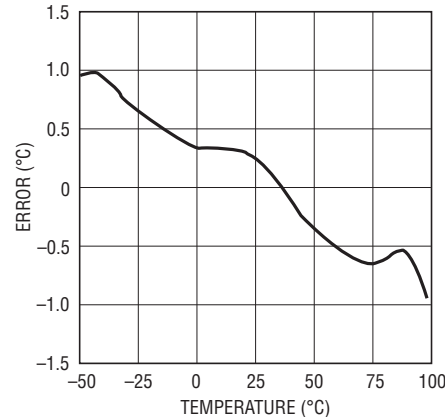
29701 G15

オン状態から高インピーダンスへの遷移時の電圧バッファ付きIDAC過渡応答



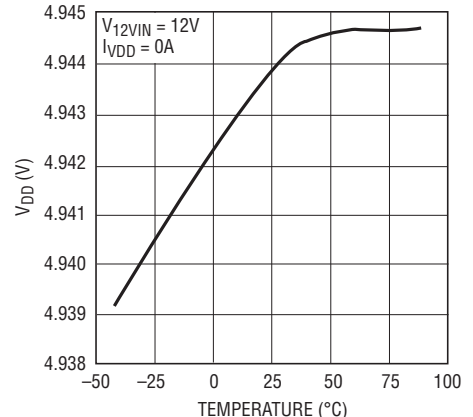
29701 G16

温度センサの誤差と温度



29701 G17

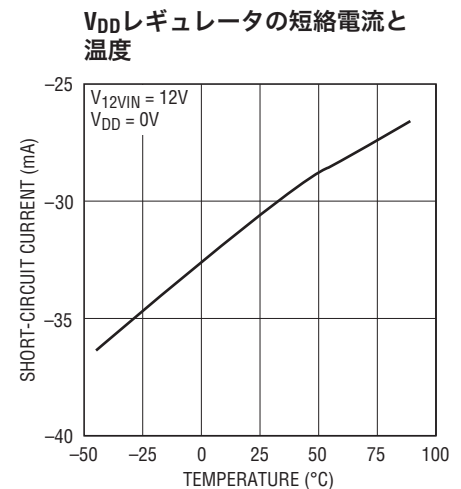
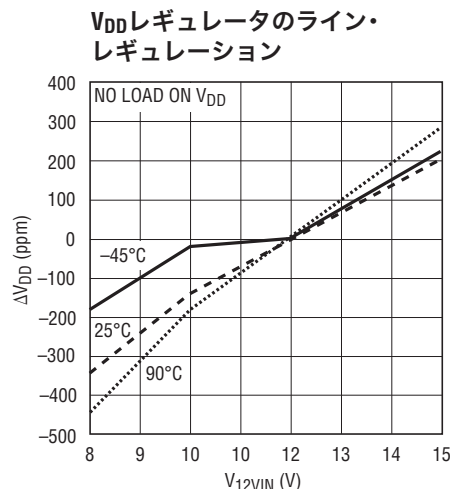
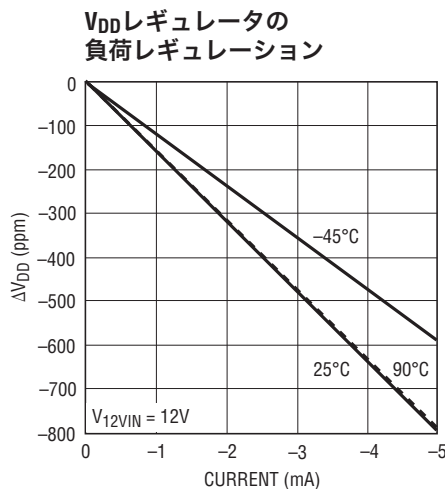
V_{DD}レギュレータの出力電圧と温度



29701 G18

29701fd

標準的性能特性



ピン機能

V_{INO_AP}(ピン1): 正のCH0_A ADCマルチプレクサ入力。差動の7:1マルチプレクサの出力はADCの入力に接続されています。CH0_AはIDAC0をサーボ制御するように構成設定することができます。

V_{INO_AM}(ピン2): 負のCH0_A ADCマルチプレクサ入力。差動の7:1マルチプレクサの出力はADCの入力に接続されています。CH0_AはIDAC0をサーボ制御するように構成設定することができます。

V_{INO_BP}(ピン3): 正のCH0_B ADCマルチプレクサ入力。差動の7:1マルチプレクサの出力はADCの入力に接続されています。CH0_Bは電圧モニタ入力のみです。

V_{INO_BM}(ピン4): 負のCH0_B ADCマルチプレクサ入力。差動の7:1マルチプレクサの出力はADCの入力に接続されています。CH0_Bは電圧モニタ入力のみです。

V_{IN1_AP}(ピン5): 正のCH1_A ADCマルチプレクサ入力。差動の7:1マルチプレクサの出力はADCの入力に接続されています。CH1_AはIDAC1をサーボ制御するように構成設定することができます。

V_{IN1_AM}(ピン6): 負のCH1_A ADCマルチプレクサ入力。差動の7:1マルチプレクサの出力はADCの入力に接続されています。CH1_AはIDAC1をサーボ制御するように構成設定することができます。

V_{IN1_BP}(ピン7): 正のCH1_B ADCマルチプレクサ入力。差動の7:1マルチプレクサの出力はADCの入力に接続されています。CH1_Bは電圧モニタ入力のみです。

V_{IN1_BM}(ピン8): 負のCH1_B ADCマルチプレクサ入力。差動の7:1マルチプレクサの出力はADCの入力に接続されています。CH1_Bは電圧モニタ入力のみです。

V_{DD}(ピン9): V_{DD}電源、電圧モニタの入力、および内部5Vレギュレータの出力。電源入力範囲は4.5V~5.75Vです。V_{DD}ピンの電圧は内部マルチプレクサを介してADCに接続することができます。V_{DD}ピンは100nFのコンデンサ(C_{VDD})でデバイスのグラウンドにバイパスします。5V入力電圧電源を利用できなければ、V_{DD}ピンをフロートさせ、12V_{IN}ピンからLTC2970に給電します。

12V_{IN}(ピン10): 12V電源および電圧モニタ入力。内部レギュレータが12V_{IN}から5Vを発生します。12V_{IN}の入力範囲は8V~15Vです。このピンは100nFのコンデンサでバイパスします。このレギュレータの出力はV_{DD}ピンに接続されています。12V_{IN}ピンの電圧も、3:1の減衰器および内部マルチプレクサを介して、ADCによってモニタすることができます。12V電源入力を利用できなければ、12V_{IN}をV_{DD}に接続し、4.5V~5.75Vで動作させます。

V_{OUT0}(ピン11): CH0電圧出力。IDAC0の出力電圧をバッファしたものです。

29701fd

ピン機能

V_{OUT1} (ピン12): CH1電圧出力。IDAC1の出力電圧をバッファしたものです。

I_{OUT1} (ピン13): IDAC1の電流出力。このピンとチャンネル1のポイントオブロード・グラウンドの間に抵抗を接続します。IDACは0~255 μ Aをソースします。

I_{OUT0} (ピン14): IDAC0の電流出力。このピンとチャンネル0のポイントオブロード・グラウンドの間に抵抗を接続します。IDACは0~255 μ Aをソースします。

GPIO_1 (ピン15): 汎用入力またはオープン・ドレインのデジタル出力。GPIO_1は、IDACフォールトまたはフォールトの出力、デジタル入力、またはオープン・ドレインのデジタル出力として構成設定することができます。

GPIO_0 (ピン16): 汎用入力またはオープン・ドレインのデジタル出力。GPIO_0は、電圧モニタのパワーグッドまたはパワーグッド・バー出力、デジタル入力、またはプログラム可能なオープン・ドレイン出力として構成設定することができます。パワーグッドは全ての瞬時OVフォールトとUVフォールトのNORです。IDACフォールトは含まれていません。

ALERT (ピン17): オープン・ドレインのデジタル出力。SMBALERT信号をこのピンに接続します。IDAC0またはIDAC1がレールアウトすると(オプション)、またはモニタされる電圧の1つがそのUVとOVのスレッシュホールドから外れると(これもオプション)、 $\overline{\text{ALERT}}$ が“L”にアサートされます。

SCL (ピン18): シリアル・バス・クロック入力。

SDA (ピン19): シリアル・バス・データの入力および出力。

GPIO_CFG (ピン20): GPIOの構成設定デジタル入力およびオープン・ドレイン出力。GPIO_CFGを“H”に引き上げると、パワーオン・リセット後、GPIO_0とGPIO_1のオープン・ドレイン出力が自動的に“L”にアサートします。GPIO_CFGが“L”に引き下げられていると、パワーアップ後GPIO_0とGPIO_1は“L”にアサートしません。

ASEL1 (ピン21): スレーブ・アドレス選択ビット1。アドレス・ロケーションを選択するため、このピンをV_{DD}ピン、グラウンドに接続するか、またはフロートさせます(表2を参照)。

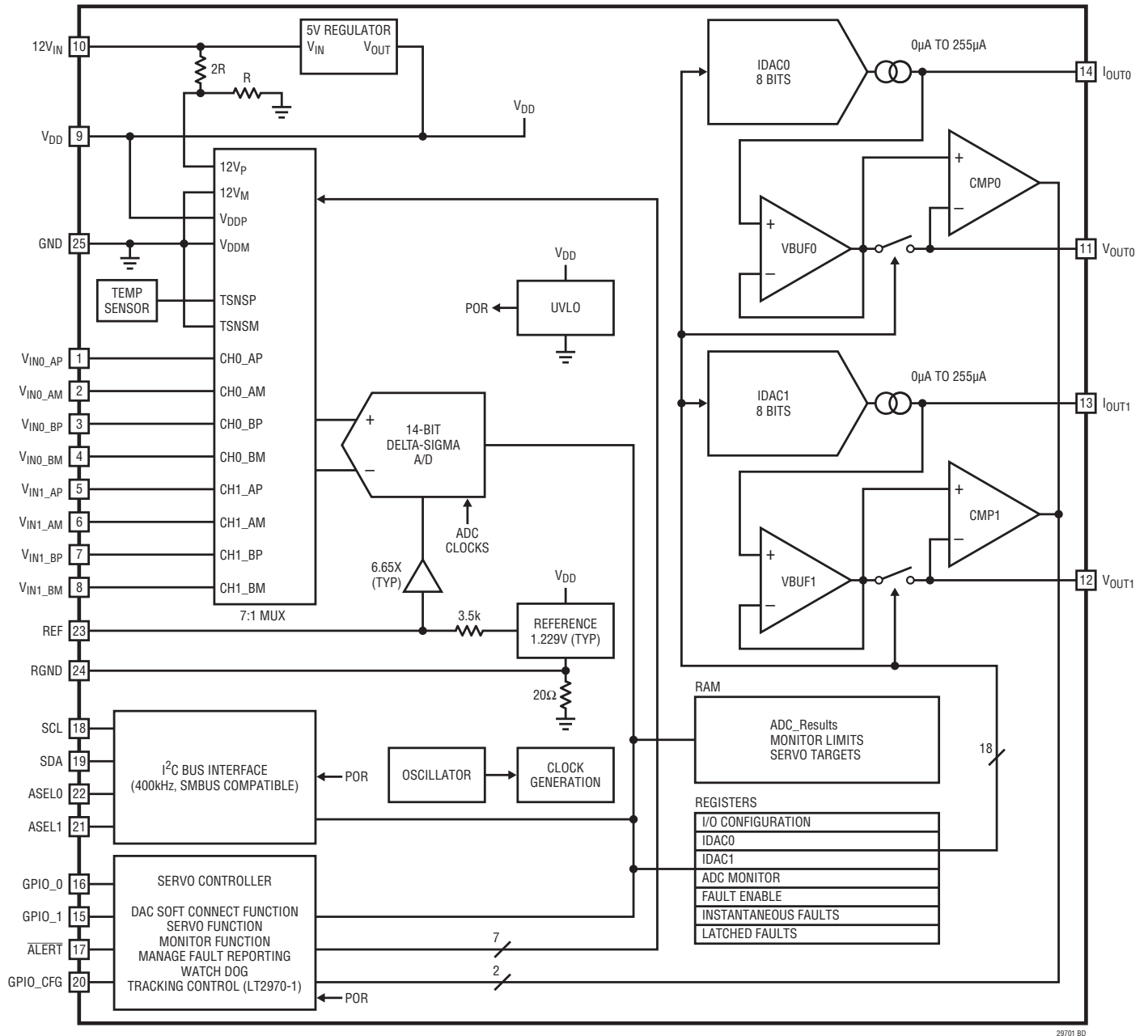
ASEL0 (ピン22): スレーブ・アドレス選択ビット0。アドレス・ロケーションを選択するため、このピンをV_{DD}ピン、グラウンドに接続するか、またはフロートさせます(表2を参照)。

REF (ピン23): 内部リファレンス出力またはADCリファレンス・オーバードライブ入力。このピンの電圧がデルタ・シグマADCのフルスケール入力電圧を決めます(標準で $V_{\text{FULLSCALE}} = 6.65 \cdot V_{\text{REF}}$)。3.5kの内部抵抗がリファレンスの出力をこのピンからデカップリングします。このピンは100nFのコンデンサ(C_{REF})でRGNDにバイパスします。

RGND (ピン24): リファレンスのグラウンド。デバイスのグラウンドに接続します。

GND (ピン25): デバイスのグラウンド。グラウンドに半田付ける必要があります。

ブロック図



29701 BD

LTC2970/LTC2970-1

目次 (「動作」のセクション)

1. LTC2970の動作の概要.....	13
2. I ² Cシリアル・デジタル・インタフェース.....	14
3. レジスタ・コマンド・セット	15
4. 詳細なI ² Cコマンド・レジスタの説明.....	16
5. 電源帰還ノードへのLTC2970のソフト接続.....	20
6. 電源トリム・ピンへのLTC2970のハード接続	20
7. 前に接続されたIDACのプログラミング	21
8. 電源トリム・ピンからのLTC2970の切断	21
9. 電源トラッキングの概要(LTC2970-1のみ)	21
10. 電源のパワーオンのトラッキング(LTC2970-1のみ)	21
11. 電源のパワーオフのトラッキング(LTC2970-1のみ)	22
12. 連続電源電圧サーボ制御.....	23
13. ワンタイム電源電圧サーボ制御.....	24
14. フォールト時のリピートを使ったワンタイム電源電圧サーボ制御.....	24
15. ADCによる入力チャンネルと内部温度センサのモニタの構成設定.....	24
16. 瞬時フォールトの発生とモニタ	25
17. ラッチされるフォールトの発生とモニタ	26
18. 汎用入力/出力ピン	27
19. 開発支援機能.....	27

動作

1. LTC2970の動作の概要

LTC2970は2つの電源を制御し、モニタするように設計されています。LTC2970は優れた精度により広い動作条件にわたって各電源の出力電圧を精密にサーボ制御することができ、精度を上げ、電力要件を緩和し、部品コストを下げます。マーギニングも同様にたやすく高精度で行うことができます。モニタ機能により、初期故障について、それが起きる前にシステムのホストに知らせて、信頼性を高めることができます。7チャンネルのADCを使って、電流、温度、および5V電源またはオプションの12V電源をモニタすることもできます。

LTC2970の独自アーキテクチャと制御アルゴリズムは、電源管理のために特に調製されています。ソフト接続機能により、LTC2970は電源の初期値を乱すことなく電源の制御を開始することができます。電源ノイズを平均化して除去し、LTC2970が高速過渡を無視できるように、デルタ-シグマADCアーキテクチャが特に選択されました。離散時間DACとは異なり、LTC2970の連続時間の電圧バッファ付きIDACはノイズに敏感なアプリケーションに理想的です。サーボ・アルゴリズムは、電源過渡を最小に抑えるため、IDACのステップ・サイズを1回の反復動作ごとに1LSBに制限します。IDAC出力のポイントオブロード・グラウンド・リファレンスは、グラウンド・バウンスが生じる電源システムでこのようなグラウンド・リファレンスでなければ生じるであろう誤差を最小に抑えます。2つの抵抗値を選択することにより、ユーザーは適切な分解能を選択し、それを超えては電源をドライブできない重要なハードウェア範囲制限を与えることができます。サーボ・オン・フォールトのオプションにより、LTC2970は、出力電圧がユーザーがプログラム可能なウィンドウから外れたとき、IDACをステップさせるだけで出力電圧の乱れをさらに減らすことができます。LTC2970は高インピーダンス状態でパワーアップし、既定の電源動作に干渉しません。同様に、LTC2970をパワーダウンすると高インピーダンス状態に戻ります。

LTC2970との全ての通信が業界標準のI²Cバスによって行われます。LTC2970のI²Cインタフェースは全てのSMBusのセットアップ時間、ホールド時間、およびタイムアウトの要件も満たします。 $\overline{\text{ALERT}}$ ピンを使って、14の構成設定可能なフォールト・リミットの1つまたはいくつかに達したことを知らせることができます。各フォールトは個別にマスクすることができます。I²Cインタフェースは、ワードの読出し、ワードの書込み、およびSMBusのアラート応答アドレス・プロトコルをサポートします。2つの汎用IOピンを使って、追加のフォールト情報またはユーザーが定義したシステム制御を提供することができます。LTC2970のパワーダウンはI²Cの動作に干渉しません。

LTC2970-1は、いくつかの外部部品の追加により、電源のトラッキングとシーケンシングを可能にします。特殊なグローバル・アドレスと同期コマンドにより、複数のLTC2970-1が複数の電源対のトラッキングとシーケンシングを制御することができます。

LTC2970は以下の動作を行うことができます。

- I²CバスまたはSMBusバスを介して、全てのプログラミング・コマンドを受け取り、状態を報告する。
- 帰還ノードのレギュレーション電圧を最も精確に近似するIDACコードを使って、各電圧バッファ付きIDACを対応する電源の帰還ノードに外部抵抗を介して接続することを命令する(ソフト接続)。
- ユーザーが選択したIDACコードを使って、各電圧バッファ付きIDAC出力を対応する電源の帰還ノードに外部抵抗を介して接続することを命令する(ハード接続)。
- 前に接続されたIDACのコードを変更する。
- 各電圧バッファ付きIDACの出力を電源の帰還ノードから切断する。
- **LTC2970-1のみ**: 2個の電源のパワーアップやパワーダウンをトラッキングする。複数のLTC2970-1を同時に、または順にトラッキングするように構成設定することができる。

動作

- 一方または両方の電源を、プログラムされた電圧に連続的にサーボ制御することができる。
- プログラムされた電圧への一方または両方の電源のワントタイム・サーボを行ない、サーボ・コードを制御IDACに保持する。
- 一方または両方の電源をプログラムされた電圧に一度だけサーボ制御し、過電圧/低電圧モニタがフォールトを検出するまでコードを制御IDACに保持する。フォールト検出のポイントで、制御ビットを使って、LTC2970が最初の目標電圧に再度サーボ制御できるようにすることができる。
- ADCによってモニタされる7つの可能なADCチャンネルの組合せのどれかを選択する。
- ユーザーがプログラム可能な過電圧および低電圧のリミットと固定IDACリミットに基づいて瞬時フォールトを発生する。OR接続した電圧リミット・フォールトおよびIDACフォールトの状態は、それぞれGPIO_0とGPIO_1を介して出力することができる。
- FAULT_ENレジスタを使って瞬時フォールトをイネーブルし、関連したラッチされるフォールトを設定する。OR接続されたラッチされるフォールトの状態はALERTを使って報告することができる。
- GPIO_0ピンとGPIO_1ピンを入力または出力として機能するように構成設定する。

2. I²Cシリアル・デジタル・インタフェース

LTC2970は、2線式I²Cシリアル・バス・インタフェースを使ってホスト(マスタ)と通信します。バス信号相互のタイミング関係をタイミング図に示します。

2本のバスラインSDAとSCLはバスが使用されていないとき“H”にする必要があります。これらのラインには外付けのプルアップ抵抗または電流源が必要です。

LTC2970のI²CインタフェースはSMBus互換です。SMBusの全てのセットアップ時間、ホールド時間およびタイムアウトの要件を満たします。

LTC2970は受信のみの(スレーブ)デバイスです。LTC2970は、SMBALERTプロトコルを通し、ALERTを“L”にアサートすることにより、通信したいことをホストに知らせることができます。LTC2970は表1にまとめてある3つのI²Cプロトコルをサポートします。

スレーブ・アドレス

LTC2970は9つの7ビット・アドレスの1つに応答することができます。2つのスレーブ・アドレス選択ピン(ASEL1とASEL0)はユーザーによってプログラムされ、表2に示されているようにスレーブ・アドレスを決めます。

LTC2970はARAアドレスとグローバル・アドレスもサポートしており、表3に示されているように、複数のLTC2970を同じデータで同時にプログラムすることが可能です。

表1. サポートされているI²Cコマンド・タイプ

データ・ワードの読出し:

S:ADR:W:A:CMD:A:Sr:ADR:R:A:DATA:A:DATA:NACK:P

データ・ワードの書込み:

S:ADR:W:A:CMD:A:DATA:A:DATA:A:P

アラート応答

S:ARA:R:A:ADR:NACK:P:

動作

表2. LTC2970のアドレス表

ADDRESS[7:0] (R/W = 0)	ADDRESS[7:1]	ASEL1	ASEL0
8'hB8	7'h5C	L	L
8'hBA	7'h5D	L	F
8'hBC	7'h5E	L	H
8'hBE	7'h5F	F	L
8'hD6	7'h6B	F	F
8'hD8	7'h6C	F	H
8'hDA	7'h6D	H	L
8'hDC	7'h6E	H	F
8'hDE	7'h6F	H	H

L: $V_{ASEL1} < V_{IL_ASEL}$ F: ASEL1 Floating H: $V_{ASEL1} > V_{IH_ASEL}$

表3. LTC2970の特殊アドレス

	ADDRESS[7:0] (R/W = 0)	ADDRESS[7:1]	機能
ARA	8'h18	7'h0C	これは全SMBusデバイスの標準アラート応答アドレス。このアドレスはASEL1ピンとASEL0ピンの値に依存しない。
Global	8'hB6	7'h5B	これはグローバル・アドレスで、全LTC2970がそれに応答する。このアドレスはASEL1ピンとASEL0ピンの値に依存しない。

3. レジスタ・コマンド・セット

コマンド機能	説明	R/W	データ長	コマンド・バイトの値
FAULT()	全チャンネルの瞬時フォールト状態	読出しのみ	16 Bits	'h00
FAULT_EN()	全てのラッチされるフォールトとサーボ・オン・フォールトのイネーブル	読出し/書込み	16 Bits	'h08
FAULT_LA_INDEX()	ラッチされるフォールトへのインデックス	読出しのみ	16 Bits	'h10
FAULT_LA()	全チャンネルのラッチされるフォールトの状態	読出しのみ	16 Bits	'h11
IO()	IO制御および状態レジスタ	読出し/書込み	16 Bits	'h17
ADC_MON()	モニタするADCチャンネルの選択のための制御レジスタ	読出し/書込み	16 Bits	'h18
*SYNC()	複数のデバイス間のトラッキングの同期のための制御レジスタ	読出し/書込み	16 Bits	'h1F
VDD_ADC()	V _{DDIN} ADCの変換結果レジスタ	読出しのみ	16 Bits	'h28
VDD_OV()	V _{DDIN} の過電圧モニタ制御レジスタ	読出し/書込み	16 Bits	'h29
VDD_UV()	V _{DDIN} の低電圧モニタ制御レジスタ	読出し/書込み	16 Bits	'h2A
V12_ADC()	12V _{IN} ADCの変換結果レジスタ	読出しのみ	16 Bits	'h38
V12_OV()	12V _{IN} の過電圧モニタ制御レジスタ	読出し/書込み	16 Bits	'h39
V12_UV()	12V _{IN} の低電圧モニタ制御レジスタ	読出し/書込み	16 Bits	'h3A
CH0_A_ADC()	CH0_A ADCの変換結果レジスタ	読出しのみ	16 Bits	'h40
CH0_A_OV()	CH0_Aの過電圧モニタ制御レジスタ	読出し/書込み	16 Bits	'h41
CH0_A_UV()	CH0_Aの低電圧モニタ制御レジスタ	読出し/書込み	16 Bits	'h42
CH0_A_SERVO()	CH0_Aの電圧サーボ制御レジスタ	読出し/書込み	16 Bits	'h43
CH0_A_IDAC()	CH0_A IDAC制御レジスタ	読出し/書込み	16 Bits	'h44
*CH0_A_IDAC_TRACK()	CH0_A IDACのトラッキング最終値レジスタ	読出し/書込み	16 Bits	'h45
*CH0_A_DELAY_TRACK()	CH0_A IDACのトラッキング遅延レジスタ	読出し/書込み	16 Bits	'h46
CH0_B_ADC()	CH0_B ADCの変換結果レジスタ	読出しのみ	16 Bits	'h48
CH0_B_OV()	CH0_Bの過電圧モニタ制御レジスタ	読出し/書込み	16 Bits	'h49
CH0_B_UV()	CH0_Bの低電圧モニタ制御レジスタ	読出し/書込み	16 Bits	'h4A
CH1_A_ADC()	CH1_B ADCの変換結果レジスタ	読出しのみ	16 Bits	'h50
CH1_A_OV()	CH1_Aの過電圧モニタ制御レジスタ	読出し/書込み	16 Bits	'h51
CH1_A_UV()	CH1_Aの低電圧モニタ制御レジスタ	読出し/書込み	16 Bits	'h52

29701fd

動作

3. レジスタ・コマンド・セット (続き)

コマンド機能	説明	R/W	データ長	コマンド・バイトの値
CH1_A_SERVO()	CH1_Aの電圧サーボ制御レジスタ	読出し/書込み	16 Bits	'h53
CH1_A_IDAC()	CH1_A IDAC制御レジスタ	読出し/書込み	16 Bits	'h54
*CH1_A_IDAC_TRACK()	CH1_A IDACのトラッキング制御レジスタ	読出し/書込み	16 Bits	'h55
*CH1_A_DELAY_TRACK()	CH1_A IDACのトラッキング遅延レジスタ	読出し/書込み	16 Bits	'h56
CH1_B_ADC()	CH1_B ADCの変換結果レジスタ	読出しのみ	16 Bits	'h58
CH1_B_OV()	CH1_Bの過電圧モニタ制御レジスタ	読出し/書込み	16 Bits	'h59
CH1_B_UV()	CH1_Bの低電圧モニタ制御レジスタ	読出し/書込み	16 Bits	'h5A
TEMP_ADC()	温度ADCの変換結果レジスタ	読出し/書込み	16 Bits	'h68
RESERVED()	他の全てのコマンドは将来の拡張のための予備であり、書き込んだり読み出したりしてはならない。	読出し/書込み	16 Bits	'hXX

*LTC2970-1のみ。LTC2970はこれらのコマンドに対してアクノリッジしない。

4. 詳細なI²Cコマンド・レジスタの説明

FAULT: 瞬時フォールト・レジスタ - 読出し

BIT(s)	SYMBOL	動作
b[0]	Fault_ch0_a_ov	0 = 関連したチャンネルに瞬時フォールトなし。 1 = 関連したチャンネルに瞬時フォールトあり。 報告されたフォールトは瞬時フォールトであり、ラッチされない。ラッチされるフォールトと組み合わせて使われると、過渡的性質のフォールトを表示することができる。
b[1]	Fault_ch0_a_uv	
b[2]	Fault_ch0_a_idac	
b[3]	Fault_ch0_b_ov	
b[4]	Fault_ch0_b_uv	
b[5]	Fault_ch1_a_ov	
b[6]	Fault_ch1_a_uv	
b[7]	Fault_ch1_a_idac	
b[8]	Fault_ch1_b_ov	
b[9]	Fault_ch1_b_uv	
b[10]	Fault_vdd_ov	
b[11]	Fault_vdd_uv	
b[12]	Fault_v12_ov	
b[13]	Fault_v12_uv	
b[15:14]	予備	常に0を返す

FAULT_EN: フォールト・イネーブル・レジスタ - 読取り/書込み

BIT(s)	SYMBOL	動作
b[0]	Fault_en_ch0_a_ov	0 = FAULT_LAレジスタの関連ビットは常に0になる。(デフォルト) 1 = FAULTレジスタで報告される瞬時フォールトは、FAULT_LAレジスタの関連ビットをセットする。
b[1]	Fault_en_ch0_a_uv	
b[2]	Fault_en_ch0_a_idac	
b[3]	Fault_en_ch0_b_ov	
b[4]	Fault_en_ch0_b_uv	
b[5]	Fault_en_ch1_a_ov	
b[6]	Fault_en_ch1_a_uv	
b[7]	Fault_en_ch1_a_idac	
b[8]	Fault_en_ch1_b_ov	
b[9]	Fault_en_ch1_b_uv	
b[10]	Fault_en_vdd_ov	
b[11]	Fault_en_vdd_uv	
b[12]	Fault_en_v12_ov	
b[13]	Fault_en_v12_uv	
b[14]	Fault_en_ch0_a_servo	0 = 瞬時OVまたは瞬時UVのフォールトにตอบสนองしてCH0_Aをサーボ制御し直してはならない。 1 = 瞬時OVまたは瞬時UVのフォールトにตอบสนองしてCH0_Aをワンタイム・サーボを繰り返す。Ch0_a_idac_servo_repeatを“L”に設定し、Adc_mon_ch0_aを“H”に設定して、CH0_Aがサーボ動作をイネーブルされていないなければならない。
b[15]	Fault_en_ch1_a_servo	0 = 瞬時OVまたは瞬時UVのフォールトにตอบสนองしてCH1_Aをサーボ制御し直してはならない。 1 = 瞬時OVまたは瞬時UVのフォールトにตอบสนองしてCH1_Aのワンタイム・サーボを繰り返す。Ch1_a_idac_servo_repeatを“L”に設定し、Adc_mon_ch1_aを“H”に設定して、CH1_Aがサーボ動作をイネーブルされていないなければならない。

29701fd

動作

4. 詳細なI²Cコマンド・レジスタの説明(続き)

FAULT_INDEX: ラッチされるフォルト・インデックス・レジスタ - 読出し

BIT(s)	SYMBOL	動作
b[0]	Fault_la_index	0 = FAULT_LAで表示される全てのフォルトがクリアされている。 1 = FAULT_LAで表示されるフォルトの1つまたは複数がセットされている。 このレジスタは、ラッチされたフォルトをリセットすることなく、全てのラッチされたフォルトの要約を1回の読出しで見ることが可能にする。
b[15:1]	予備	常に0を返す

FAULT_LA: ラッチされるフォルト・レジスタ - 読出し

BIT(s)	SYMBOL	動作
b[0]	Fault_la_ch0_a_ov	0 = 関連したチャンネルにはフォルトなし。
b[1]	Fault_la_ch0_a_uv	
b[2]	Fault_la_ch0_a_idac	1 = 関連したチャンネルにはフォルトがあり、イネーブルされている。
b[3]	Fault_la_ch0_b_ov	
b[4]	Fault_la_ch0_b_uv	フォルトがイネーブルされた状態で関連したチャンネルに瞬時フォルトが生じると、ラッチされるフォルトがセットされ、保持される。FAULT_ENの関連したチャンネルのイネーブルビットをクリアすると、その関連するラッチされるフォルト・ビットが直ちにクリアされる。
b[5]	Fault_la_ch1_a_ov	
b[6]	Fault_la_ch1_a_uv	全てのラッチされたチャンネル・フォルトは、このレジスタが読み出されるとクリアされる。それらは、瞬時フォルト状態とfault_enが変化していなければ、再度セットされることがある。
b[7]	Fault_la_ch1_a_idac	
b[8]	Fault_la_ch1_b_ov	
b[9]	Fault_la_ch1_b_uv	
b[10]	Fault_la_vdd_ov	
b[11]	Fault_la_vdd_uv	
b[12]	Fault_la_v12_ov	
b[13]	Fault_la_v12_uv	
b[15:14]	予備	常に0を返す

IO: 入力/出力データおよび汎用制御レジスタ - 別途注記されない限り読出し/書込み

BIT(s)	SYMBOL	動作
b[1:0]	lo_cfg_0[1:0]	GPIO_0ピンとIO(lo_gpio_0)の機能を構成設定するのにlo_cfg_0[1:0]が使われる。 00: lo_gpio_0 = GPIO_0 = Power_good。瞬時過電圧フォルトまたは低電圧フォルトがないと、Power_goodは“H”にアサートする。 01: lo_gpio_0 = GPIO_0 = Power_good_bar。Power_good_barはPower_goodのコンプリメント。 10: GPIO_0は汎用のオープン・ドレイン出力で、lo_gpio_0 (デフォルト)に書き込まれた値をそのまま反映する。 11: GPIO_0は汎用デジタル入力で、lo_gpio_0 = GPIO_0
b[3:2]	lo_cfg_1[1:0]	GPIO_1ピンとIO(lo_gpio_1)の機能を構成設定するのにlo_cfg_1[1:0]が使われる。 00: lo_gpio_1 = GPIO_1 = Idac_fault。どちらかのIDAC値がフォルトだとIdac_faultがアサートする (Chn_idac[7:0] = 8'h00または8'hff) 01: lo_gpio_1 = GPIO_1 = Idac_fault_bar。Idac_fault_barはIdac_faultのコンプリメント。 10 = GPIO_1は汎用のオープン・ドレイン出力で、lo_gpio_1 (デフォルト)に書き込まれた値をそのまま反映する。 11 = GPIO_1は汎用デジタル入力で、lo_gpio_1 = GPIO_1
b[4]	lo_gpio_0	lo_cfg_0を参照。 パワーオン・リセットの間GPIO_CFGピンが“H”に引き上げられると、lo_gpio_0がクリアされ、GPIO_0オープン・ドレイン出力が“L”にアサートする。
b[5]	lo_gpio_1	lo_cfg_1を参照。 パワーオン・リセットの間GPIO_CFGピンが“H”に引き上げられると、lo_gpio_1がクリアされ、GPIO_1オープン・ドレイン出力が“L”にアサートする。
b[6]	lo_alertb	ALERTピンの値をそのまま反映する。読出しのみ。
b[7]	lo_alertb_enb	1 = ALERTピンはアサートすることがない(デフォルト) 0 = ALERTピンは1または複数のFAULT_LAビットがセットされると“L”にアサートする。
b[8]	lo_i2c_adc_wen	1 = ADCがADC結果レジスタに書き込むのを禁止し、ユーザーがI ² Cシリアル・インタフェースを介してレジスタを更新することを可能にする特殊テスト・モード。 0 = 通常動作(デフォルト)。
b[9]	lo_gpio_cfg	読出しのみ。GPIO_CFGデジタル入力およびオープン・ドレイン出力。このビットを読み出すとGPIO_CFGピンの電圧の現在の状態を返す。
b[10]	lo_track_start	このビットに1を書き込むと、イネーブルされた全チャンネルのトラッキングを開始する。トラッキングが一時停止していると1を返す(LTC2970-1)。LTC2970では予備であり、常に0を返す。
b[15:11]	予備	常に0を返す

動作

4. 詳細なI²Cコマンド・レジスタの説明(続き)

ADC_MON: ADCモニタ・マルチプレクサ制御レジスタ - 読取り/書込み

BIT(s)	SYMBOL	動作
b[0]	Adc_mon_vdd	0 = ADCは関連したチャンネルの変換を行わない。(デフォルト) 1 = ADCは関連したチャンネルの変換を連続して行う。
b[1]	Adc_mon_v12	
b[2]	Adc_mon_ch0_a	
b[3]	Adc_mon_ch0_b	
b[4]	Adc_mon_ch1_a	
b[5]	Adc_mon_ch1_b	
b[6]	Adc_mon_temp	
b[15:7]	予備	常に0を返す

SYNC: トラッキング同期制御レジスタ - 読取り/書込み LTC2970-1のみ

BIT(s)	SYMBOL	動作
b[0]	Sync_track	書込み 0 = 同期しない。 1 = トラッキングをイネーブルされた全レジスタを同じ開始点に同期させる。 読出し 0 = LTC2970-1はトラッキングのために同期させられない(デフォルト)。 1 = LTC2970-1はトラッキングのために同期させられる。 グローバル・アドレスの使用により、複数のLTC2970-1の同期状態を1回の読出しで確認することができる。全LTC2970-1が同期させられる場合だけ1を返すことができる。次いで、同じグローバル・アドレスを使ってIO_track_startコマンドを出して、複数のICの間で同期トラッキングを開始することができる。
b[15:1]	予備	常に0を返す

VDD_ADC, V12_ADC, CHO_A_ADC, CHO_B_ADC, CH1_A_ADC, CH1_B_ADC, およびTEMP_ADC: ADC変換結果レジスタ - 注記がない限り、読出しのみ

BIT(s)	SYMBOL	動作
b[14:0]	Vdd_adc[14:0] V12_adc[14:0] Ch0_a_adc[14:0] Ch0_b_adc[14:0] Ch1_a_adc[14:0] Ch1_b_adc[14:0] Temp_adc[14:0]	ADC変換からの測定データ。 'h4000は負のフルスケール入力電圧に相当する。 'h0000は0Vに相当する。 'h3fffはフルスケール入力電圧に相当する。 2の補数フォーマット、b[14] = 符号。 lo_i2c_adc_wen = 1のとき読出し/書込み。 デフォルト値は未定義。
b[15]	Vdd_adc_new V12_adc_new Ch0_a_adc_new Ch0_b_adc_new Ch1_a_adc_new Ch1_b_adc_new Temp_adc_new	1 = データが最後に読み出されて以来、ADCが関連した結果レジスタを更新した。 0 = 以前読み出されたデータ。(デフォルト)

VDD_OV, V12_OV, CHO_A_OV, CHO_B_OV, CH1_A_OV, CH1_B_OV: 過電圧リミット・レジスタ - 読取り/書込み

BIT(s)	SYMBOL	動作
b[14:0]	Vdd_ov[14:0] V12_ov[14:0] Ch0_a_ov[14:0] Ch0_b_ov[14:0] Ch1_a_ov[14:0] Ch1_b_ov[14:0]	ADCの過電圧スレッシュホールド・リミット。 そのチャンネルのADCの結果がこのリミットより大きいと、関連した瞬時過電圧フォールトがアサートされる。 コード 'h3fff' がそのチャンネルのOVスレッシュホールド検出機能をディスエーブルする。 2の補数フォーマット、b[14] = 符号。 デフォルト値は未定義。
b[15]	予備	常に0を返す

VDD_UV, V12_UV, CHO_A_UV, CHO_B_UV, CH1_A_UV, CH1_B_UV: 低電圧リミット・レジスタ - 読取り/書込み

BIT(s)	SYMBOL	動作
b[14:0]	Vdd_uv[14:0] V12_uv[14:0] Ch0_a_uv[14:0] Ch0_b_uv[14:0] Ch1_a_uv[14:0] Ch1_b_uv[14:0]	ADCの低電圧スレッシュホールド・リミット。 そのチャンネルのADCの結果がこのリミットより大きいと、関連した瞬時低電圧フォールトがアサートされる。 コード 'h4000' がそのチャンネルのUVスレッシュホールド検出機能をディスエーブルする。 2の補数フォーマット、b[14] = 符号。 デフォルト値は未定義。
b[15]	予備	常に0を返す

動作

4. 詳細なI²Cコマンド・レジスタの説明(続き)

CHO_A_SERVO, CH1_A_SERVO: 電圧サーボ制御レジスタ - 読取り/書き込み

BIT(s)	SYMBOL	動作
b[14:0]	Ch0_a_servo[14:0] Ch1_a_servo[14:0]	サーボ動作の間 Ch n _a_idac[7:0]出力電流がステップ状に増加し、Ch n _a_adc[14:0]のコードをCh n _a_servo[14:0]に保存されている目標コードに強制的に等しくする。 2の補数フォーマット、b[14] = 符号デフォルト値は未定義。
b[15]	Ch0_a_servo_en Ch1_a_servo_en	0 = Ch n _a servoはディスエーブル(デフォルト)。 1 = Ch n _a servoはイネーブル。

CHO_A_IDAC, CH1_A_IDAC: IDAC制御/データ・レジスタ - 読取り/書き込み

BIT(s)	SYMBOL	動作
b[7:0]	Ch0_a_idac[7:0] Ch1_a_idac[7:0]	Ch n _a IDACデータ値。
b[8]	Ch0_a_idac_en Ch1_a_idac_en	0 = V _{OUTn} 出力はトライステート。 1 = V _{OUTn} 出力はイネーブル。 V _{OUTn} をイネーブルする2つの方法がある。 1) Ch n _a_idac_conが“L”でCh n _a_idac_enが“H”に設定されると、LTC2970はソフト接続を行う。ソフト接続の間、内部アルゴリズムがIDAC n ピンの電圧をサーボ制御してV _{OUTn} ピンの電圧に釣り合わせるまで、V _{OUTn} 電圧バッファ出力はV _{OUTn} ピンに接続されない。分解能は1 Ch n _a_idac LSBである。 2) Ch n _a_idac_conが“H”でCh n _a_idac_enがイネーブルされると、LTC2970はハード接続を行う。V _{OUTn} 電圧バッファはV _{OUTn} ピンに直ちに接続される。
b[9]	Ch0_a_idac_con Ch1_a_idac_con	0 = V _{OUTn} はイネーブルされていない、またはイネーブルされているが、CH n 電圧バッファの出力にまだ接続されていない。(デフォルト) 1 = V _{OUTn} はイネーブルされており、CH n 電圧バッファの出力に接続されている。 詳細については、Ch n _a_idac_enを参照。

b[10]	Ch0_a_idac_pol Ch1_a_idac_pol	0 = V _{OUTn} の増加が(VIN n _AP-VIN n _AM)を減少させるときこの設定を使う。 外部帰還ネットワークを使うDC/DCコンバータに一般的な反転構成設定。 1 = V _{OUTn} の増加が(VIN n _AP-VIN n _AM)を増加させるときこの設定を使う。 トリム・ピンを使うDC/DCコンバータに一般的な非反転構成設定。
b[11]	Ch0_a_idac_servo_repeat Ch1_a_idac_servo_repeat	0 = サーボ動作の間、測定結果が安定し、目標コードに釣り合うまで、Ch n _aをサーボ制御する。 1 = サーボ動作の間、Ch n _aを目標コードに連続的にサーボ制御する。
b[15:12]	予備	常に0を返す

CHO_A_IDAC_TRACKおよびCH1_A_IDAC_TRACK: IDACトラッキング・データおよび制御レジスタ - 読取り/書き込み
LTC2970-1のみ

BIT(s)	SYMBOL	動作
b[7:0]	Ch0_a_idac_track[7:0] Ch1_a_idac_track[7:0]	Ch n _a_idac[7:0]の目標値。トラッキングの間、Ch n _a_idac[7:0]は、それがこの値に等しくなるまで、1だけインクリメント/デクリメントされる。
b[8]	Ch0_a_idac_track_en Ch1_a_idac_track_en	0 = Ch n _a_idac[7:0]のトラッキングを禁止。 1 = Ch n _a_idac[7:0]のトラッキングをイネーブル。
b[15:9]	予備	常に0を返す

CHO_A_DELAY_TRACKおよびCH1_A_DELAY_TRACK: IDACトラッキング遅延レジスタ - 読取り/書き込み
LTC2970-1のみ

BIT(s)	SYMBOL	動作
b[9:0]	Ch0_a_delay_track[9:0] Ch1_a_delay_track[9:0]	トラッキング・イベントを同期またはオフセットさせるのに使う遅延
b[15:10]	予備	常に0を返す

動作

5. 電源帰還ノードへのLTC2970のソフト接続

ソフト接続機能により、LTC2970は、電源の出力電圧への攪乱を最小に抑えて、電源の帰還ノードに接続することができます。これは、 I_{OUTn} のバッファされた電圧を V_{OUTn} の電圧と比較し、コンパレータの出力($COMPn$)が変化するまで $Chn_a_idac[7:0]$ をインクリメントまたはデクリメントすることにより達成されます。コンパレータが遷移するときの $Chn_a_idac[7:0]$ の値がソフト接続の適切な値です。瞬時IDACフォールト($Fault_chn_a_idac$)を発生することなく、IDACがこのソフト接続の値に達するときだけ、電圧バッファの出力は V_{OUTn} に接続されます。

ソフト接続のプロシージャ:

$Chn_a_idac_pol$ の適切な極性を決めます。 V_{OUTn} をインクリメントすると差動電圧($V_{INn_AP}-V_{INn_AM}$)が増加する場合、 $Chn_a_idac_pol = 1$ を選択します。適切にプログラムされているとき、 $Chn_a_idac[7:0]$ の値を下げると制御された電源の出力は常に減少します。

そのチャンネルのIDACが接続のために現在イネーブルされていないことを確認します。つまり、 $Chn_a_idac_en$ ビットは0でなければなりません。

$Chn_a_idac_pol$ 、 $Chn_a_idac_con = 0$ 、 $Chn_a_idac_en = 1$ 、および $Chn_a_idac[7:0] = 0x80$ で、 $CHn_A_IDAC()$ を更新します。 $Chn_a_idac[7:0]$ にプログラムされた値は無視され、 $Chn_a_idac[7:0]$ は最初 $8'h80$ に設定されます。

これで、LTC2970はソフト接続コンパレータの出力をモニタしながら $Chn_a_idac[7:0]$ をランプさせます。ソフト接続コンパレータがトリップすると、LTC2970は V_{BUFn} の出力を V_{OUTn} に接続し、 $Chn_a_idac_con$ を“H”に設定します。IDACの値が $h00$ または hFF に達する前にソフト接続コンパレータがトリップしない場合、ソフト接続は失敗し、IDACフォールトが表示され($Fault_chn_a_idac$)、 $Chn_a_idac_con$ は“L”に留まります。

ソフト接続の規則:

両方のチャンネルがソフト接続を要求する場合、チャンネル0が優先されます。

LTC2970がそのチャンネルの前に出されたソフト接続を進めている途中だと、または前に出されたソフト接続が失敗してIDACフォールトになっていると($Fault_chn_a_idac = 1$)、ソフト接続の要求は無視され、ユーザーが $Chn_a_idac_pol$ または $Chn_a_idac[7:0]$ を変えることはできません。

$Chn_a_idac_en$ ビットは最初0に設定されていなければならないことに注意してください。

LTC2970-1のみ:GPIO_CFGが“H”であり、GPIO_0またはGPIO_1が“H”であると、ソフト接続要求は無視され、ユーザーは $Chn_a_idac_pol$ または $Chn_a_idac[7:0]$ を変えることはできません。

LTC2970-1のみ:一時停止中のトラッキング動作があるとき、ソフト接続要求は無視され、ユーザーは $Chn_a_idac_pol$ ビットを変えることはできません。

6. 電源トリム・ピンへのLTC2970のハード接続

ハード接続機能により、LTC2970は、ソフト接続アルゴリズムを迂回し、 $Chn_a_idac[7:0]$ にプログラムされた値を使って、電源の帰還ノードに直接接続することができます。この機能は、計算された、または測定された受け入れ可能な電圧で、IDACのバッファされた電圧 V_{BUFn} を V_{OUTn} に接続するシステムでは有用です。

ハード接続のプロシージャ:

$Chn_a_idac_pol$ の適切な極性を決めます。 V_{OUTn} をインクリメントすると($V_{INn_AP}-V_{INn_AP}$)が増加する場合、 $Chn_a_idac_pol = 1$ を選択します。適切にプログラムされているとき、IDACの値を下げると制御された電源の出力は常に減少します。

$Chn_a_idac[7:0]$ の値を決めます。 $h00$ または hff の値は許されていますが、それらはIDACのフォールト・ビットをトリップします($Fault_chn_a_idac = 1$)。

IDACが既に接続されていると、他の条件が満たされていない場合、 $Chn_a_idac[7:0]$ と $Chn_a_idac_pol$ の値がIDACにプログラムされます。詳細については、「前に接続されたIDACのプログラミング」を参照してください。

$Chn_a_idac_pol$ 、 $Chn_a_idac_con = 1$ 、 $Chn_a_idac_en = 1$ 、および $Chn_a_idac[7:0]$ で、 $CHn_A_IDAC()$ を更新します。

ハード接続の規則:

LTC2970がそのチャンネルの前に出されたソフト接続を進めている途中だと、または前に出されたソフト接続が失敗してIDACフォールトになっていると($Fault_chn_a_idac = 1$)、ハード接続の要求は無視され、ユーザーが $Chn_a_idac_pol$ 、 $Chn_a_idac_con$ または $Chn_a_idac[7:0]$ を変えることはできません。

動作

新しいハード接続は、Chn_a_idac_enの前の値 = 0であることを必要とすることに注意してください。

LTC2970-1のみ: GPIO_CFGが“H”であり、GPIO_0またはGPIO_1が“H”であると、ハード接続要求は無視され、ユーザーはChn_a_idac_pol、Chn_a_idac_conまたはChn_a_idac[7:0]を変えることはできません。

LTC2970-1のみ: 一時停止中のトラッキング動作があると、ハード接続要求は無視され、ユーザーはChn_a_idac_pol、Chn_a_idac_conまたはChn_a_idac[7:0]を変えることはできません。

7. 前に接続されたIDACのプログラミング

LTC2970のIDACは、関連したチャンネルのサーボ動作がイネーブルされていないなければ、それらのIDACがソフト接続またはハード接続で接続された後プログラムすることができます。

プロシージャ:

Chn_a_idac[7:0]の値を決めます。'h00または'hffの値は許されていますが、IDACのフォールト・ビットをトリップします (Fault_chn_a_idac = 1)。

IDACが既に接続されており、Chn_a_idac_conが“H”であることを確認します。

プログラムされようとしているチャンネルではサーボ・モードがイネーブルされていないことを確認します。Chn_a_servo_enは“L”でなければなりません。この要件は、前に要求されたサーボ動作にユーザーが干渉するのを防ぎます。

Chn_a_idac_pol、Chn_a_idac_con = 1、Chn_a_idac_en = 1、およびChn_a_idac[7:0]で、CHN_A_IDAC()レジスタを更新します。

注記: ユーザーがIDAC制御レジスタに書き込むときChn_a_idac_polビットの現在の値を変更するのをLTC2970は防がないので、この値を保存するよう注意します。

規則:

Chn_a_idac_conのゼロへの設定は、Chn_a_idac_enも“L”に設定されない限り、DACを切断しません。

ハード接続の全規則が適用されます。

8. 電源トリム・ピンからのLTC2970の切断

VOUT_nは単にChn_a_idac_enビットをクリアすることにより高インピーダンス状態にすることができます。その結果生じる電源電圧への攪乱を最小に抑えるため、Chn_a_idac_enビットをクリアするときIDACコードはその現在の値から変更しません。これは、そのチャンネルの関連したservo_enビットが“H”であれば問題ではありません。

切断プロシージャ:

Chn_a_idac_enを“L”に設定してCHN_IDAC()を更新します。

LTC2970はバッファされたIOUT_nをVOUT_nから直ちに切断します。

切断規則:

Chn_a_idac_enが“H”の状態でもChn_a_idac_conをクリアしてもIDACを切断しません。Chn_a_idac_enを“L”に設定するときだけChn_a_idac_conをクリアします。

LTC2970-1のみ: 帰還ノードの接続がトラッキングに構成設定されている場合、Chn_a_idac_enを変更してはいけません。GPIO_CFGが“H”でGPIO_0またはGPIO_1が“H”のとき、トラッキングがイネーブルされます。

9. 電源トラッキングの概要 (LTC2970-1のみ)

LTC2970-1のトラッキング機能により、I²Cインタフェースは2個以上の電源の制御されたパワーアップまたはパワーダウンを開始することができます (LTC2970-1の標準的応用回路を図2に示します)。LTC2970のグループ・アドレスとSYNC()コマンドを使って、アドレスの異なる複数のLTC2970-1を同時にプログラムすることができます。GPIO_CFGが“H”に引き上げられ、GPIO_0またはGPIO_1が“H”のとき、トラッキングがイネーブルされます。

10. 電源のパワーオンのトラッキング (LTC2970-1のみ)

LTC2970-1のトラッキング機能により、I²Cは2個以上の電源の制御されたパワーアップを開始することができます。

プロシージャ: このプロシージャでは、2個以上の電源のパワーアップをトラッキングするのに必要な全ステップを説明します。I²Cの相互応答を必要とするステップは、必要なI²Cコマンド機能が行頭に示されています。

GPIO_CFGを“H”に引き上げて、LTC2970-1をパワーアップします。

動作

これにより、オープン・ドレイン出力のGPIO_1とGPIO_0が自動的に電源の実行/ソフトスタート・ピンをグラウンドに引き下げます。

CHn_A_IDAC():GPIO_CFG = 1のとき電源をオフに強制する値でChn_a_idac[7:0]をハード接続します。Chn_a_idac_polが適切な値であることを確認します。

CHn_A_IDAC_TRACK():Chn_a_idac_track_en = 1を設定し、V_{OUTn}が、それに対応する電源の帰還ノード電圧がレギュレーション状態のときの電圧を最も良く近似するようにするコードに、Chn_a_idac_track[7:0]の目標値を設定します。

CHn_A_DELAY_TRACK():IDACnのインクリメントを遅らせる値を、トラッキング・イベントの始点を基準にして設定します。これは、電源パワーアップのトラッキングを同時に行うか、それとも順に行うかを制御します。

IO():io_gpio_n = 1にプログラミングすることにより、実行/ソフトスタート・ピンをリリースします。これにより、Chn_a_idac[7:0]によって電源出力が低く保たれるので、電源出力が変動するのを許すことなく電源をイネーブルします。電源が動作し始めるのに十分な時間が経過するまで待つてからトラッキングを開始します。

SYNC():複数のLTC2970-1がトラッキングのために同期するのを可能にするオプションのコマンド。Sync_track = 1を書き込むと、LTC2970-1はtrack_start = 1を受け取るまで待たずにその現在のADCの変換を終了することができます。LTC2970-1はt_{TIMEOUT_SYNC}の後この待機コマンドをタイムアウトします。グローバル・アドレスを使ってSync_track = 1を読み出すと、トラッキング動作を進める前に、全てのLTC2970-1が確実に同期します。

IO():Io_track_start = 1を設定し、実行/ソフトスタート・ピンをイネーブルされた状態に保ちます。複数のLTC2970-1の電源のパワーアップを同時にトラッキングするには、グローバルI²Cアドレスを使います。

LTC2970-1の応答:トラッキングをイネーブルされた各チャンネルでは、LTC2970-1はt_{DEC_TRACK}のレートでChn_A_delay_trackカウンタをデクリメントします。あるチャンネルのトラッキング・カウンタがゼロに達すると直ちに、LTC2970-1は、Chn_a_idac_track[7:0]の最終値に達するまで、Chn_a_idac[7:0]の値を1カウントづつステップさせ始めます。最終値に達すると、Chn_a_idac_track_enがデアサートされます。全チャンネルで最終値に達すると、GPIO_CFGが“L”にアサートされます。t_{HOLD_TRACK}の時間遅延の後、Chn_a_idac_enがデアサートされます。

パワーアップ・トラッキングの規則:

Chn_a_idac_conが接続されていないと、トラッキングを開始できません。この条件は前のプロシージャがその通り実行されると満たされます。

IO(Io_track_start)がアサートされた後トラッキングが完了するまで、またはトラッキングが一時停止されていると、つまりGPIO_0またはGPIO_1のどちらかがアサートされた状態でGPIO_CFGが“H”だと、Chn_a_idac_track_pol、Chn_a_idac_track_en、およびch0_idac[7:0]の更新は無視されます。

11. 電源のパワーオフのトラッキング(LTC2970-1のみ)

LTC2970-1のトラッキング機能により、I²Cは2個以上の電源の制御されたパワーダウンを開始することができます。

プロシージャ:このプロシージャでは、2個以上の電源のパワーダウンをトラッキングするのに必要な全ステップを説明します。I²Cの相互応答を必要とするステップは、必要なI²Cコマンド機能が行頭に示されています。

CHn_IDAC():トラッキングをイネーブルされた各チャンネルのIDACをディスエーブルします(Chn_a_idac_en = 0)。Chn_a_idac_polが適切な値であることを確認します。

CHn_IDAC_TRACK():Chn_a_idac_track_en = 1に設定してトラッキングされるチャンネルを選択し、各Chn_a_idac_track[7:0]の目標値を、電源をオフに強制する値に設定します。

CHn_A_DELAY_TRACK():そのチャンネルのDACのデクリメントを遅らせる値を、トラッキング・イベントの始点を基準にして設定します。これは、電源パワーダウンのトラッキングを同時に行うか、それとも順に行うかを制御します。

SYNC():複数のLTC2970-1がトラッキングのために同期するのを可能にするオプションのコマンド。Sync_track = 1を書き込むと、LTC2970-1はtrack_start = 1を受け取るまで待たずにその現在のADC変換を終了することができます。LTC2970-1はt_{TIMEOUT_SYNC}の後この待機コマンドをタイムアウトします。グローバル・アドレスを使ってSync_track = 1を読み出すと、トラッキング動作を進める前に、全てのLTC2970が確実に同期します。

IO():Io_track_start = 1に設定します。複数のLTC2970-1の電源のパワーダウンを同時にトラッキングするには、グローバルI²Cアドレスを使います。

動作

LTC2970-1の応答:トラッキングをイネーブルされた各チャンネルはソフト接続されています。GPIO_CFGピンはリリースされているので、それを“H”に引き上げることができます。LTC2970-1はtSETUP_TRACKだけ待って、GPIO_CFGがセトリグできるようにします。トラッキングをイネーブルされた各チャンネルでは、tDEC_TRACKのレートでChn_a_delay_trackカウンタがデクリメントされます。あるチャンネルのトラッキング・カウンタがゼロに達すると直ちに、LTC2970-1は、Chn_a_idac_track[7:0]の最終値に達するまで、Chn_a_idac[7:0]の値を1カウントづつステップさせ始めます。次いで、両チャンネルのトラッキング・イネーブル・ビットがクリアされます(Chn_a_idac_track_en = 0)。

IO():次いで、I²Cインタフェースを使って、GPIO_1とGPIO_0を“L”に設定し、電源をディスエーブルすることができます。

パワーダウン・トラッキングの規則:

パワーダウン・トラッキングの要求は、トラッキングをイネーブルされた各チャンネルに対してChn_a_idac_en = 0に設定することにより、ユーザーがIDACをディスエーブルするまで、無視されます。

IO(IO_track_start)がアサートされた後トラッキングが完了するまで、またトラッキング範囲が構成設定されていると、Chn_a_idac_track_pol、Chn_a_idac_track_en、およびch0_idac[7:0]の更新は無視されます(GPIO_0またはGPIO_1のどちらかが“H”にアサートされた状態でGPIO_CFGが“H”)。

12. 連続電源電圧サーボ制御

LTC2970は連続電圧サーボ機能により外部電源をプログラムされた値にサーボ制御することができます。外部電源の電圧はChn_A_ADCを介してモニタされ、Chn_a_servoに保存されている目標値と比較されます。各変換後、測定された電圧を目標サーボ値に近づける、または近くに保つように、Chn_A_IDACは1だけインクリメント、1だけデクリメント、またはホールドされます。

プロシージャ:

LTC2970を電源のトリム・ピンにハード接続またはソフト接続するプロシージャに従います。CHn_A_IDAC()を更新するときは、Chn_a_idac_servo_repeatを“H”にアサートします。サーボ・チャンネルのIDACをイネーブルしておかないと、Chn_A_servo_enを“H”に設定できません。

目標サーボ電圧(Chn_a_servo[14:0])を決めます。

Chn_a_servo_en = 1およびChn_a_servo[14:0]で、CHn_A_SERVO()を更新します。

Chn_a_idac_servo_repeat = 1でCHn_A_IDAC()を更新します。このステップは、ソフトまたはハードの接続プロシージャの間にChn_a_idac_servo_repeatが“H”に設定されていればスキップすることができます。

LTC2970の応答:(VINn_AP-VINn_AM)の測定値をChn_a_servo[14:0]に一致させるため、LTC2970はChn_a_idac[7:0]を連続的にインクリメント、デクリメントまたはホールドします。

CHn_A_SERVO()レジスタが更新されると常に内部フラグがクリアされ、サーボ制御が完了していないことを表示します。この内部フラグ(Chn_a_servo_done)により、最初ADCは加速された12ビット・モードで動作します。チャンネルがサーボの目標値に達すると、ADCはChn_a_servo_doneを“H”にアサートする前に2回の変換の間14ビット・モードに戻ります。

連続電圧サーボ・モードでは、Chn_a_servo_doneフラグにより、初期サーボ目標値に短時間で到達することができます。この間、全ての非サーボ・チャンネルのADC変換は一時禁止されます。

規則:

サーボ・チャンネルに関連したIDACはイネーブルする必要があります。Chn_a_idac_enが“L”だと、サーボ・イネーブル・ビットChn_a_servo_enは常に“L”に強制されます。

サーボ・チャンネルに関連したIDACは接続する必要があります(Chn_a_idac_con = 1)。

IDACフォールトが連続サーボ動作の間に発生することがあります。LTC2970はフォールトを報告し、そのチャンネルをサーボ制御しようと引き続き試みます。

LTC2970-1のみ:中断中のトラッキング・コマンドがあつてはなりません。中断中のトラッキング・コマンドはChn_a_servo_enをクリアします。

LTC2970-1のみ:トラッキング範囲はイネーブルされてはなりません(GPIO_0またはGPIO_1が“H”にアサートされた状態でGPIO_CFGが“H”)。イネーブルされたトラッキング範囲はChn_a_servo_enを“L”にクリアします。

29701fd

動作

13. ワンタイム電源電圧サーボ制御

ワンタイム電圧サーボ機能により、LTC2970は外部電源をプログラムされた値にサーボ制御し、目標値に達したらIDACの更新を停止することができます。

プロシージャ:

LTC2970を電源のトリム・ピンにハード接続またはソフト接続するプロシージャに従います。CHn_A_IDAC()を更新するときは、Chn_a_idac_servo_repeatを“L”にデアサートします。サーボ・チャンネルのIDACをイネーブルしておかないと、Chn_a_servo_enを“H”に設定できません。

Chn_a_idac_servo_repeat = 0でCHn_A_IDAC()を更新します。このステップは、ソフトまたはハードの接続プロシージャの間にChn_a_idac_servo_repeatが“L”にクリアされていればスキップすることができます。

Fault_en_chn_a_servo = 0でFAULT_EN()を更新します。これにより、過電圧または低電圧のフォールト後、LTC2970がサーボ制御を再度開始するのを防ぎます。

目標サーボ電圧(Chn_a_servo[14:0])を決めます。

Chn_a_servo_en = 1およびChn_a_servo[14:0]で、CHn_A_SERVO()レジスタを更新します。

LTC2970の応答:(VINn_AP-VINn_AM)の測定値をChn_a_servo[14:0]に一致させるため、LTC2970はChn_a_idac[7:0]をインクリメント、デクリメントまたはホールドします。サーボ・プロシージャは内部のChn_a_servo_doneフラグがセットされると終了します(「連続電源電圧サーボ制御」を参照)。この時点で、IDACは適切なサーボ値にプログラムされているか、またはフォールトを生じています。

規則:

「連続電源電圧サーボ制御」の全規則が適用されます。

14. フォールト時のレポートを使ったワンタイム電源電圧サーボ制御

サーボ・チャンネルで低電圧または過電圧のフォールトが検出された後、LTC2970のワンタイム電圧サーボ機能を変更して、LTC2970が追加の電源サーボ動作を行えるようにすることができます。

プロシージャ:

「ワンタイム電源電圧サーボ制御」で説明されているプロシージャに従います。

Fault_en_chn_a_servo = 1でFAULT_EN()を更新します。

全サーボ・チャンネルの適切な瞬時フォールトの検出をイネーブルします。「瞬時フォールトの発生とモニタ」を参照してください。

LTC2970の応答:サーボ・チャンネルで瞬時低電圧または過電圧のフォールトが検出されると(Fault_ov_a_chnまたはFault_uv_a_chn)、いつでもそのチャンネルの内部Chn_a_servo_doneフラグがクリアされ、LTC2970は完全なワンタイム・サーボを実行します。これにより、ユーザーが定めた動作ウィンドウから電源が外れてしまった後、LTC2970は電源を目標サーボ値に正確に回復することができます。

規則:

「連続電源電圧サーボ制御」の全規則が適用されます。

永続する低電圧または過電圧のフォールトの間、LTC2970はフォールトを生じたチャンネルを修復しようと連続的に試みます。試みが失敗するごとに、その後、ADCによってモニタする必要がある他の全てのチャンネルがサービスを受けます。

15. ADCによる入力チャンネルと内部温度センサのモニタの構成設定

LTC2970は7つの異なった入力チャンネルの任意の組合せに対してADC変換を行うことができます。どのチャンネルもそれに関連したADC_MON()ビットが“H”に設定されると変換されます。詳細については表7を参照してください。

プロシージャ:

モニタされる各チャンネルの制御ビットを“H”に設定してADC_MON()を更新します。

LTC2970の応答:イネーブルされている全チャンネルが順に変換されます。一番最近の変換結果をADCの結果レジスタから読み出すことができます。変換が完了するたびに、結果レジスタに関連した新しいデータ・ビットが“H”にアサートされます。

29701fd

動作

表7. LTC2970のADC変換とフォールト・リミット・レジスタ

入力チャンネル	ADC_MON()制御ビット	ADC結果レジスタ (2の補数)	OVフォールト・レジスタ (2の補数)	UVフォールト・レジスタ (2の補数)
TEMPERATURE	Adc_mon_temp	Temp_adc[14:0]	-	-
VIN1_BP-VIN1_BM	Adc_mon_b_ch1	Ch1_b_adc[14:0]	Ch1_b_ov[14:0]	Ch1_b_uv[14:0]
VIN1_AP-VIN1_AM	Adc_mon_a_ch1	Ch1_a_adc[14:0]	Ch1_a_ov[14:0]	Ch1_a_uv[14:0]
VINO_BP-VINO_BM	Adc_mon_b_ch0	Ch0_b_adc[14:0]	Ch0_b_ov[14:0]	Ch0_b_uv[14:0]
VINO_AP-VINO_AM	Adc_mon_a_ch0	Ch0_a_adc[14:0]	Ch0_a_ov[14:0]	Ch0_a_uv[14:0]
12VIN	Adc_mon_v12	V12_adc[14:0]	V12_ov[14:0]	V12_uv[14:0]
VDD	Adc_mon_vdd	Vdd_adc[14:0]	Vdd_ov[14:0]	Vdd_uv[14:0]

新しいデータ・ビットは結果レジスタが読み出されるたびにリセットされます。これにより、データが最後に読み出された後、新しい変換が完了したかを管理ソフトが判断する簡単なメカニズムが与えられます。

規則:

CH1_A_ADCとCH0_A_ADCのチャンネルがそれらの初期高速サーボ・モードである場合、LTC2970はこれらのチャンネルのADC変換に優先権を割り当てます。

ADC変換を行うには、IO()レジスタの制御ビットIo_i2c_adc_wenが"L"である必要があります。

LTC2970-1のみ: 中断中のトラッキング要求の間、ADC変換は一時停止されます。

表8. LTC2970のフォールト通報ビットと条件

瞬時フォールトを発生する条件	FAULT() 瞬時フォールトの通報	FAULT_EN() ラッチされるフォールト通報のイネーブル	FAULT_LA() ラッチされるフォールトの通報
V12_adc[14:0] < V12_uv[14:0]	Fault_v12_uv	Fault_en_v12_uv	Fault_la_v12_uv
V12_adc[14:0] > V12_ov[14:0]	Fault_v12_ov	Fault_en_v12_ov	Fault_la_v12_ov
Vdd_adc[14:0] < Vdd_uv[14:0]	Fault_vdd_uv	Fault_en_vdd_uv	Fault_la_vdd_uv
Vdd_adc[14:0] > Vdd_ov[14:0]	Fault_vdd_ov	Fault_en_vdd_ov	Fault_la_vdd_ov
Ch1_b_adc[14:0] < Ch1_b_uv[14:0]	Fault_ch1_b_uv	Fault_en_ch1_b_uv	Fault_la_ch1_b_uv
Ch1_b_adc[14:0] > Ch1_b_ov[14:0]	Fault_ch1_b_ov	Fault_en_ch1_b_ov	Fault_la_ch1_b_ov
Idac_a_ch1[7:0] = 8'ff or 8'h00	Fault_ch1_a_idac	Fault_en_ch1_a_idac	Fault_la_ch1_a_idac
Ch1_a_adc[14:0] < Ch1_a_uv[14:0]	Fault_ch1_a_uv	Fault_en_ch1_a_uv	Fault_la_ch1_a_uv
Ch1_a_adc[14:0] > Ch1_a_ov[14:0]	Fault_ch1_a_ov	Fault_en_ch1_a_ov	Fault_la_ch1_a_ov
Ch0_b_adc[14:0] < Ch0_b_uv[14:0]	Fault_ch0_b_uv	Fault_en_ch0_b_uv	Fault_la_ch0_b_uv
Ch0_b_adc[14:0] > Ch0_b_ov[14:0]	Fault_ch0_b_ov	Fault_en_ch0_b_ov	Fault_la_ch0_b_ov
Idac_a_ch0[7:0] = 8'ff or 8'h00	Fault_ch0_a_idac	Fault_en_ch0_a_idac	Fault_la_ch0_a_idac
Ch0_a_adc[14:0] < Ch0_a_uv[14:0]	Fault_ch0_a_uv	Fault_en_ch0_a_uv	Fault_la_ch0_a_uv
Ch0_a_adc[14:0] > Ch0_a_ov[14:0]	Fault_ch0_a_ov	Fault_en_ch0_a_ov	Fault_la_ch0_a_ov

16. 瞬時フォールトの発生とモニタ

LTC2970は14種類の瞬時フォールトをサポートします。これらのフォールトはそれらをトリガする条件とともに表8に示されています。6種類の低電圧フォールト、6種類の過電圧フォールトおよび2種類のIDACリミット・フォールトがあります。FAULT()コマンドを使って全ての瞬時フォールト・ビットの状態を読み出すことができます。IO()コマンドを使ってGPIO_0とGPIO_1を構成設定し、それぞれ電圧リミット・フォールトとIDACフォールトを見ることができます。GPIO_0とGPIO_1の状態はIO()を使って読み出すことができます。

動作

プロシージャ:

それより上ではADCの結果が過電圧フォールトを発生する値を使って過電圧リミット・レジスタを更新します。瞬時過電圧フォールトは各ADC変換の後に更新されま。それらは、ADCの結果が過電圧リミットより大きいと“H”にアサートされます。それらは、ADCの結果が過電圧リミットに等しいかそれより下であればクリアされま。過電圧リミットを14'h3fffに設定すると、関連したチャネルの瞬時フォールトを禁止します。

それより下ではADCの結果が低電圧フォールトを発生する値を使って低電圧リミット・レジスタを更新します。瞬時低電圧フォールトは各ADC変換の後に更新されま。それらは、ADCの結果が低電圧リミットより小さいと“H”にアサートされます。それらは、ADCの結果が低電圧リミットに等しいかそれより大きければクリアされま。低電圧リミットを14'h4000に設定すると、関連したチャネルの瞬時フォールトを禁止します。

ADC_MON()制御ビットを更新して、過電圧と低電圧のリミットに関してモニタされる全チャネルのADC変換を可能にします。全てのADC変換が完了した後、瞬時IDACフォールトがポーリングされ、関連したIDACレジスタが'h00または'hffであればセットされます。

FAULT()を読み出して、全ての瞬時フォールトの値を見ます。

IO(Io_cfg_0)コマンドを使って、内部Power_goodフラグを出力するようにGPIO_0ピンを構成設定することができます。瞬時過電圧フォールトまたは低電圧フォールトがないと、Power_goodは“H”にアサートします。IO()を使って、io_gpio_0を介してPower_goodの値を読み出すことができます。

IO(Io_cfg_1)コマンドを使って、内部Idac_faultフラグを出力するようにGPIO_1ピンを構成設定することができます。どちらかのIDAC値がフォールトだと、Idac_faultが“H”にアサートされます。IO()を使って、io_gpio_1を介してIdac_faultの値を読み出すことができます。

規則:

過電圧リミットと低電圧リミットは初期化する必要があります。それらには既定値がありません。

過電圧リミット、低電圧リミットおよびADCの結果は全て2の補数を使用し、レジスタ [14:0] のビット位置 [14] が符号に使われます。

瞬時Ch0_aフォールトとCh1_aフォールトを使って、フォールト・イベントによりサーボをトリガすることができます。

瞬時フォールト検出が更新されるには、過電圧フォールトと低電圧フォールトは、関連したADC_MON制御ビットが“H”にアサートされることを必要とします。

17. ラッチされるフォールトの発生とモニタ

LTC2970は瞬時フォールトをラッチされるフォールト・レジスタFAULT_LAに選択的にラッチすることができます。各瞬時フォールトはFAULT_LA内に関連したラッチされるフォールト・ビットを、またFAULT_EN内にはフォールト・イネーブル・ビットを持っています(詳細については表8を参照)。瞬時フォールト・イネーブル・ビットが“H”のとき、瞬時フォールトをセットするどのイベントも同時にラッチされるフォールトをセットします。ラッチされたフォールトは、条件が瞬時フォールトがクリアされることを許すとしても、セットされたまま留まります。ラッチされたフォールトは、関連したフォールト・イネーブル・ビットがクリアされると直ちにクリアされます。全てのラッチされたフォールトは、ラッチされるフォールト・レジスタがFAULT_LA()によって読み出されるときもクリアされます。

FAULT_INDEX()コマンドを読み出して、ラッチされるフォールトがどれかアサートされているか判断することができます。FAULT_INDEX()を読み出しても、ラッチされたフォールトはクリアされません。ALERT出力を構成設定して、ラッチされるフォールトのどれかがアサートされているか見ることもできます。

プロシージャ:

瞬時フォールト発生のプロシージャに従います。

FAULT_EN()を書き込んで、ラッチされるフォールトの任意の組合せをイネーブルします。

FAULT_INDEX()を読み出して、ラッチされたフォールトをクリアすることなくラッチされるフォールトがどれかアサートされているか判断します。

FAULT_LA()を読み出して、全てのラッチされるフォールトをモニタします。FAULT_LA()を読み出すと、全てのラッチされたフォールトをクリアします。これらは、次にLTC2970がポーリングを行い、関連した瞬時フォールトをセットするまでクリアされたまま留まります。

IO(Io_alert_enb)を“L”に設定すると、14種類のラッチされるフォールトのどれか1つが“H”にアサートされるとALERTが“L”にアサートされます。ALERTピンの値はIO(Alertb)を介して読み出すこともできます。

29701fd

動作

規則:

「瞬時フォールトの発生とモニタ」を参照してください。

18. 汎用入力/出力ピン。

以下のためにGPIO_0とGPIO_1を使うことができます。(1) 瞬時フォールトのモニタ(「瞬時フォールトの発生とモニタ」を参照);(2) トラッキングの間のスイッチャの実行/スタート・ピンの制御(「電源トラッキングの概要」を参照);(3) 汎用入力/出力ピンの提供。

プロシージャ:

オープン・ドレイン出力としてGPIO_nをプログラムするには、Io_cfg_n = 2'b10に設定します。Io_gpio_nに書き込まれた値はGPIO_nによって出力されます。

入力としてGPIO_nをプログラムするには、Io_cfg_n = 2'b11に設定します。これで、GPIO_nの値をIo_gpio_nを介して読み出すことができます。

規則:

GPIO_0とGPIO_1はパワーオン・リセットでGPIO_CFGのレベルのコンプリメントに等しい値の出力ピンに構成設定されます。

19. 開発支援機能

内部ADCはディスエーブルすることができ、ADC結果レジスタは書き込まれたI²Cデータを受け取ることができます。この機能により、診断目的でフォールトを発生させることができ、実際の過電圧や低電圧のイベントを発生させる必要はありません。

プロシージャ:

IO(Io_i2c_adc_wen)を“H”に設定して、ADC結果レジスタの書き込みをイネーブルし、内部ADCの更新をディスエーブルします。

規則:

通常動作ではIo_i2c_adc_wenがクリアされている必要があります。

アプリケーション情報

外部帰還抵抗を使ったDC/DCコンバータのマージニング

外部帰還ネットワークを使った電源マージニングの標準的応用回路を図1に示します。V_{INO_AP}とV_{INO_AM}の差動入力が負荷電圧を直接検出し、差動入力V_{INO_BP}とV_{INO_BM}は負荷電流検出抵抗R50の両端に接続されます。IDAC0の電流を抵抗R40にソースすることにより、補正電圧がI_{OUT0}ピンに生じます。負荷電流の変化によるグラウンド・バウンスからV_{IOUT0}を絶縁するため、R40はポイントオブロードGNDにケルビン接続されます。V_{IOUT0}は内蔵ユニティゲイン電圧バッファによってV_{OUT0}に複写されます。次いで、V_{OUT0}は抵抗R30を介して電源の帰還ノードに接続されます。V_{OUT0}ピンを高インピーダンス・モードにすることにより、帰還ノードをDACの補正電圧から絶縁することができます。GPIO_CFGピンがV_{DD}にプルアップされているので、パワーアップ後I²CインタフェースがRUN/SSピンをリリースするまで、LTC2970のGPIO_0ピンが自動的に電源のRUN/SSピンを“L”に保持します。

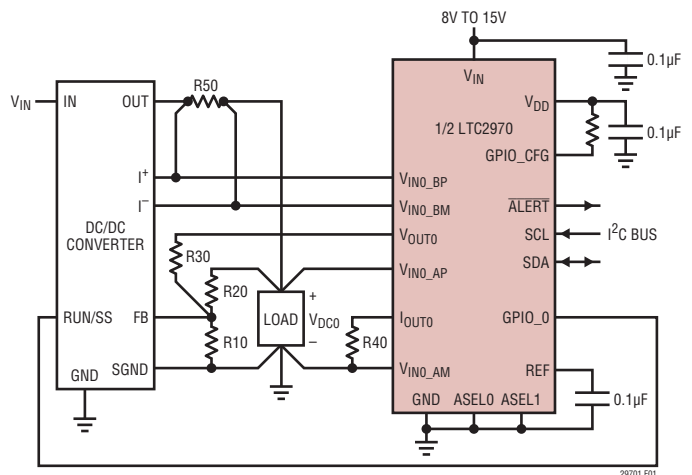


図1. 外部帰還抵抗を使ったDC/DCコンバータの標準的LTC2970応用回路

アプリケーション情報

外部帰還抵抗を使ったDC/DCコンバータの4ステップ抵抗選択プロシージャ

以下の4ステップのプロシージャを使って、図1に示されている標準的応用回路の抵抗値を計算します。

1. 帰還抵抗R20とDC/DCコンバータの公称出力電圧V_{DC0,NOM}の値を仮定し、R10について解きます。

V_{DC0,NOM}は、LTC2970のV_{OUT0}ピンが高インピーダンス状態のときのDC/DCコンバータの望みの出力電圧です。V_{FB0}はループがレギュレーション状態のときのコンバータの帰還ノードの電圧、I_{FB0}は帰還ノードの入力電流です。

$$R10 = \frac{R20 \cdot V_{FB0}}{V_{DC,NOM} - I_{FB0} \cdot R20 - V_{FB0}} \quad (1)$$

2. DC/DCコンバータの必要な最大出力電圧V_{DC0,max}を与えるR30の最大値について解きます。

V_{OUT0}が0Vのとき、DC/DCコンバータの出力はその最大電圧です。10mVの項はIDACの1倍電圧バッファの最大オフセット電圧に対応することに注意してください。

$$R30 \leq \frac{R20 \cdot (V_{FB} - 10mV)}{V_{DC,MAX} - V_{DC,NOM}} \quad (2)$$

3. DC/DCコンバータの必要な最小出力電圧V_{DC0,MIN}を与えるのに必要なR40の最小値について解きます。

DC/DCコンバータの出力電圧はIDAC0がそのフルスケール電流のとき最小になります。R40が十分大きいことを保証するため、IDAC0のフルスケール電流はデータシートの最小値の236μAであると仮定します。

$$R40 \geq \frac{(V_{DC,NOM} - V_{DC,MIN}) \cdot \frac{R30}{R20} + V_{FB} + 10mV}{236\mu A} \quad (3)$$

4. DC/DCコンバータの出力電圧の最小、公称、および最大と、結果として得られるマーージニングの分解能を再計算します。

$$V_{DC0,NOM} = V_{FB} \cdot \left(1 + \frac{R20}{R10}\right) + I_{FB} \cdot R20 \quad (4)$$

$$V_{DC0,MIN} \leq V_{DC0,NOM} - \frac{R20}{R30} \cdot (R40 \cdot 236\mu A - V_{FB0} - 10mV) \quad (5)$$

$$V_{DC0,MAX} \geq V_{DC0,NOM} + \frac{R20}{R30} \cdot (V_{FB0} - 10mV) \quad (6)$$

マーージニングの分解能は次式のように限定されます。

$$V_{RES} \leq \frac{\frac{R20}{R30} \cdot R40 \cdot 276\mu A}{256} \text{ volts/DAC LSB} \quad (7)$$

TRIMピンを使ったDC/DCコンバータのマーージニング

TRIMピンを使ったDC/DCコンバータの出力電圧のマーージニングの標準的な応用回路を図2に示します。LTC2970のV_{OUT0}ピンは抵抗R30を介してTRIMピンに直接接続されており、I_{OUT0}ピンはR40を介してコンバータのポイントオブロード・グラウンドに終端されています。抵抗R30とR40はこの応用回路に2の自由度を与えるので、マーージンアップとマーージンダウンのパーセンテージを独立に指定することができます。

パワーアップに続いて、LTC2970のV_{OUT0}ピンはデフォルトで高インピーダンス状態になります。

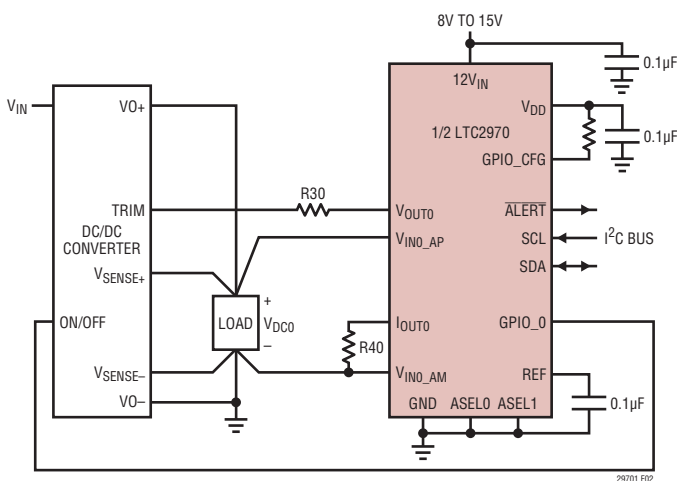


図2. TRIMピンを使ったDC/DCコンバータのLTC2970応用回路

アプリケーション情報

ソフト接続機能が使われると、LTC2970は、 V_{OUT0} をイネーブルする前に、TRIMピンの開回路電圧を最も良く近似するIDACコードを自動的に見つけます。注記： V_{TRIM} とコンバータの出力の間の関係は一般に非反転なので、電圧サーボ機能が適切に機能できるように、必ずLTC2970のCH0_a_idac_polビットを1に設定します。

TRIMピンを使うDC/DCコンバータは通常、 V_{SENSE+} ピンまたは V_{SENSE-} ピンのどちらかとTRIMピンの間に外部抵抗を接続することにより、上方または下方にマーキングします。これらの抵抗とDC/DCコンバータの出力電圧の $\Delta\%$ 変化の間の関係は一般に次のように表されます。

$$R_{TRIM_DOWN} = \frac{R_{TRIM} \cdot 50}{\Delta_{DOWN}\%} - R_{TRIM} \quad (8)$$

$$R_{TRIM_UP} = \left[\frac{R_{TRIM} \cdot V_{DC} \cdot (100 + \Delta_{UP}\%)}{2 \cdot V_{REF} \cdot \Delta_{UP}\%} - \frac{R_{TRIM} \cdot 50}{\Delta_{UP}\%} - R_{TRIM} \right] \quad (9)$$

ここで、 R_{TRIM} はTRIMピンを見込む抵抗、 V_{REF} はTRIMピンの開回路出力電圧、 V_{DC} はDC/DCコンバータの公称出力電圧です。 $\Delta_{UP}\%$ と $\Delta_{DOWN}\%$ は、それぞれマーキングアップとマーキングダウンのときのコンバータの出力電圧のパーセンテージ変化を表しています。

TRIMピンを使ったDC/DCコンバータの2ステップ抵抗選択プロシージャ

以下の2ステップのプロシージャを使って、図2に示されている抵抗 $R30$ と $R40$ の値を計算します。

1. $R30$ について解きます。

$$R30 \leq R_{TRIM} \cdot \left(\frac{50 - \Delta_{DOWN}\%}{\Delta_{DOWN}\%} \right) \quad (10)$$

2. $R40$ について解きます。

$$R40 \geq \left(1 + \frac{\Delta_{UP}\%}{\Delta_{DOWN}\%} \right) \cdot \frac{V_{REF}}{236\mu A} \quad (11)$$

LTC2970-1を使ったトラッキング

LTC2970-1のトラッキングの標準的応用回路を図3に示します(トラッキングのイベントのシーケンスは「動作」のセクションのセクション9および10で説明されています)。GPIO_0ピンとGPIO_1ピンはそれぞれのDC/DCコンバータのRUN/SSピンに直接接続されています。GPIO_CFGが V_{DD} にプルアップされているので、LTC2970-1はオープン・ドレイン出力のGPIO_0とGPIO_1を「L」にアサートすることにより、パワーアップ後DC/DCコンバータを自動的にオフにホールドします。NチャネルFETのQ10/Q11およびダイオードD10/Q11は、GPIO_CFGが「H」の状態では抵抗 $R30A/31A$ の周囲に一方方向レンジ・スイッチを形成します。これらのレンジ・スイッチにより、LTC2970-1の V_{OUT0} ピンと V_{OUT1} ピンは、抵抗 $R30B/31B$ を介して、コンバータの出力をグラウンドに1から完全にドライブすることができます。GPIO_CFGが「L」のとき、NチャネルFETのQ10とQ11はオフします。次いで、 $R30A/31A$ と $R30B/31B$ は通常のマージング動作のため直列に組み合わせられます。Q10/Q11のゲートに直列な $100k/0.1\mu F$ ローパス・フィルタは、GPIO_CFGが「L」のときDC/DCコンバータの帰還ノードへの電荷注入を最小にします。

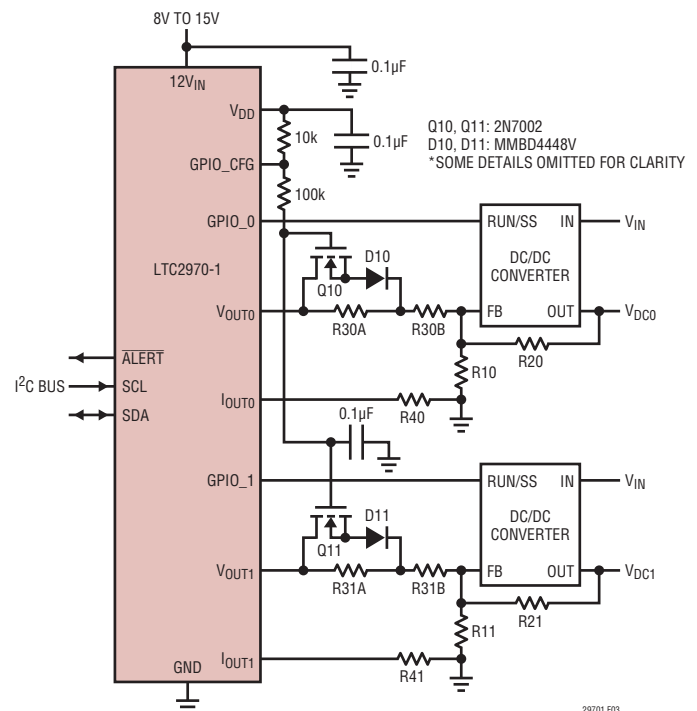


図3. LTC2970-1のトラッキングの応用回路

アプリケーション情報

トラッキング応用回路の抵抗値、カウンタの遅延値、および最終IDACコードの計算のための7ステップ・プロシージャ

以下の7ステップのプロシージャを使って、図3に示されているトラッキングの応用回路の抵抗値、トラッキングのカウンタ遅延、および最終IDACコードを計算します。

1. R20の値を仮定して、R21について解きます。

$V_{DCn,NOM}$ は、LTC2970の V_{OUTn} ピンが高インピーダンス状態のときのDC/DCコンバータの出力電圧です。

$$R21 = R20 \cdot \frac{V_{DC1,NOM}}{V_{DC0,NOM}} \quad (12)$$

2. R10とR11について解きます。

$$R1n = \frac{R2n}{\left(\frac{V_{DCn,NOM}}{V_{FBn}} - 1\right)} \quad (13)$$

3. R40とR41について解きます。

簡単のため、このプロシージャでは $R40 = R41$ であると仮定します。 $V_{DCn,MAX}$ と $V_{DCn,MIN}$ はそれぞれ最大と最小のコンバータ出力マージン電圧です。

$R40 = R41$ の値は次のように制約されます。

$$R40 = R41 \geq \frac{V_{FBn} \cdot \left(\frac{(V_{DCn,NOM} - V_{DCn,MIN})}{(V_{DCn,MAX} - V_{DCn,NOM})} + 1 \right) + 10mV}{236\mu A} \quad (14)$$

ダイオードD10とD11の順方向電圧降下(最大0.8V)により、式(14)からの $R40 = R41$ の最小値を使うと、ステップ4で $R30$ と $R31$ 値が小さな値、または負の値にすらなることがあります。そうなる場合、 $R3nB$ の最小許容値を仮定し、次式を使って最小値 $R40 = R41$ を計算します。

$$R40 = R41 \geq \quad (15)$$

$$\frac{V_{FBn} \cdot \left(1 + \frac{R3nB}{R1n} + \frac{R3nB}{R2n} \right) + 0.8V + 10mV}{236\mu A}$$

注記: $R40 = R41$ の最大値を与えるパラメータを持ったチャネルを使います。

4. R30BとR31Bについて解きます。

$R30B$ と $R31B$ の上限について解いてから、式17を使ってどの抵抗値が他の抵抗の最大値を制約するか判断します。

$$R3nB \leq \frac{(R4n \cdot 236\mu A - V_{FBn} - 0.8V - 10mV)}{V_{FBn} \cdot \left(\frac{1}{R1n} + \frac{1}{R2n} \right)} \quad (16)$$

$$\frac{R30B}{R20} = \frac{R31B}{R21} \quad (17)$$

5. R30AとR31Aについて解きます。

$R30A$ と $R31A$ は次によって制約されます。

$$R3nA \leq \frac{R2n}{\left(1 + \frac{R2n}{R1n} \right) \cdot \left(\frac{V_{DCn,MAX} - V_{DCn,NOM}}{V_{DCn,NOM}} \right)} - R3nB \quad (18)$$

アプリケーション情報

6. チャンネル0を基準にしたチャンネル1のトラッキング・カウンタの遅延(CH1_A_DELAY_TRACK())について解きます。

$$\text{CH1_A_DELAY_TRACK}() = \frac{(V_{\text{DC1,NOM}}' - V_{\text{DC0,NOM}}') \cdot \frac{R31B}{R21}}{1\mu\text{A}/\text{count} \cdot R41} \quad (\text{counts}) \quad (19)$$

注記: $V_{\text{DCn,NOM}}'$ は $R2n$ と $R1n$ の最終値に基づいています。CH1_A_DELAY_TRACK()の結果が0より小さければ、符号なしの結果をCH0_A_DELAY_TRACK()レジスタに適用します。

7. IDAC0とIDAC1の最終トラッキング・コード(Chn_a_idac_track[7:0])について解きます。

$$\text{Chn_a_idac_track}[7:0] = 255 - \frac{V_{\text{FBn}}}{1\mu\text{A}/\text{LSB} \cdot R4n} \quad (\text{LSB's}) \quad (20)$$

注記: この式はChn_a_idac_polビットが0に設定されていることを前提にしています。

マージニングの応用回路の設計例

図1に示されているLTC2970の応用回路について検討します。チャンネル0は、出力を3.63V~1.62Vで変化させる必要のあるDC/DCコンバータです。 $V_{\text{FB0}} = 0.8\text{V}$ であり、 $I_{\text{FB0}} = 0\text{A}$ であると仮定します。

1. 帰還抵抗 $R20$ とDC/DCコンバータの公称出力電圧 $V_{\text{DC0,NOM}}$ の値を仮定し、 $R10$ について解きます。

$V_{\text{DC0,NOM}} = 2.625\text{V}$ (3.63Vと1.62Vの平均)とし、 $R20 = 10\text{k}\Omega$ と仮定します。式1から:

$$R10 = \frac{R20 \cdot V_{\text{FB0}}}{V_{\text{DC,NOM}} - I_{\text{FB0}} \cdot R20 - V_{\text{FB0}}} = \frac{10\text{k}\Omega \cdot 0.8\text{V}}{2.625\text{V} - 0.8\text{V}} = 4,384\Omega$$

$R10 = 4.37\text{k}\Omega$ (最も近いE192直列抵抗値)とします。

2. DC/DCコンバータの必要な最大出力電圧 $V_{\text{DC0,MAX}}$ を与える $R30$ の値について解きます。

式2から:

$$R30 \leq \frac{R20 \cdot (V_{\text{FB}} - 10\text{mV})}{V_{\text{DC,MAX}} - V_{\text{DC,NOM}}} = \frac{10.0\text{k}\Omega \cdot (0.8\text{V} - 10\text{mV})}{3.63\text{V} - 2.625\text{V}} = 7,861\Omega$$

$R30 = 7.68\text{k}\Omega$ とします。

3. DC/DCコンバータの必要な最小出力電圧 $V_{\text{DC0,MIN}}$ を与えるのに必要な $R40$ の値について解きます。

式3から:

$$R40 \geq \frac{(V_{\text{DC,NOM}} - V_{\text{DC,MIN}}) \cdot \frac{R30}{R20} + V_{\text{FB}}}{236\mu\text{A}} = \frac{(2.625\text{V} - 1.62\text{V}) \cdot \frac{7.96\text{k}\Omega}{10\text{k}\Omega} + 0.8\text{V}}{236\mu\text{A}} = 6,780\Omega$$

$R40 = 6.81\text{k}\Omega$ とします。

4. DC/DCコンバータの出力電圧の最小、公称、および最大と、結果として得られるマージニングの分解能を再計算します。

式4、式5および式6から:

$$V_{\text{DC0,NOM}} = V_{\text{FB}} \cdot \left(1 + \frac{R20}{R10}\right) + I_{\text{FB}} \cdot R20 =$$

$$0.8\text{V} \cdot \left(1 + \frac{10\text{k}\Omega}{4.37\text{k}\Omega}\right) = 2.631\text{V}$$

$$V_{\text{DC0,MIN}} < V_{\text{DC0,NOM}} - \frac{R20}{R30} \cdot (236\mu\text{A} \cdot R40 - V_{\text{FB0}})$$

$$\rightarrow V_{\text{DC0,MIN}} < 2.631\text{V} - \frac{10\text{k}\Omega}{7.68\text{k}\Omega} \cdot$$

$$(236\mu\text{A} \cdot 6.81\text{k}\Omega - 0.8\text{V} - 10\text{mV}) = 1.59\text{V}$$

アプリケーション情報

$$V_{DC0,MAX} > V_{DC0,NOM} + \frac{R20}{R30} \cdot (V_{FB0} - 10mV)$$

$$\rightarrow V_{DC0,MAX} > 2.631V + \frac{10k\Omega}{7.68k\Omega} \cdot (0.8V - 10mV) = 3.660V$$

式7から、マーージニングの分解能は次の値より小さくなります。

$$V_{RES} < \frac{\frac{R20}{R30} \cdot R40 \cdot 276\mu A}{256} = \frac{10k\Omega}{7.68k\Omega} \cdot 6.65k\Omega \cdot 276\mu A \cdot \frac{1}{256} = 9.33mV/LSB$$

TRIMピンを使ったDC/DCコンバータのマーージニングの設計例

図2のDC/DCコンバータの出力電圧はその公称値の周囲に±10%のマーージンを取る必要があります。R_{TRIM} = 10.22kΩおよびV_{REF} = 1.225Vであると仮定します。

1. 式10を使ってR30について解きます。

$$R30 \leq R_{TRIM} \cdot \left(\frac{50 - \Delta_{DOWN}\%}{\Delta_{DOWN}\%} \right) = 10.22k\Omega \cdot \left(\frac{50 - 10}{10} \right) = 40,880\Omega$$

R30 = 39.2kΩとします。

2. 式11を使ってR40について解きます。

$$R40 \geq \left(1 + \frac{\Delta_{UP}\%}{\Delta_{DOWN}\%} \right) \cdot \frac{V_{REF}}{236\mu A} = \left(1 + \frac{10}{10} \right) \cdot \frac{1.225V}{236\mu A} = 10,381\Omega$$

R40 = 10.5kΩとします。

トラッキングの応用回路の設計例

図3に示されているLTC2970-1の応用回路について検討します。チャンネル0は1.8VのDC/DCコンバータ、チャンネル1は2.5Vのスイッチング電源です。両方のコンバータは帰還ノード電圧が0.8Vで、同時トラッキングでパワーオンおよびパワーオフする必要があります。さらに、各電源で+5%と-10%のマーージン範囲が必要です。

1. R20の値を仮定して、R21について解きます。

R20 = 5,970Ωとします。式12から：

$$R21 = R20 \cdot \frac{V_{DC1,NOM}}{V_{DC0,NOM}} = 5,970\Omega \cdot \frac{2.5V}{1.8V} = 8,292\Omega$$

R21 = 8,250Ω(最も近いE192直列抵抗値)とします。

2. R10とR11について解きます。

式13から：

$$R10 = \frac{R20}{\left(\frac{V_{DC0,NOM}}{V_{FB0}} - 1 \right)} = \frac{5,970\Omega}{\left(\frac{1.8V}{0.8V} - 1 \right)} = 4,776\Omega$$

$$R11 = \frac{R21}{\left(\frac{V_{DC1,NOM}}{V_{FB1}} - 1 \right)} = \frac{8,250\Omega}{\left(\frac{2.5V}{0.8V} - 1 \right)} = 3,882\Omega$$

R10 = 4,750Ω、R11 = 3,880Ωとします。

3. R40とR41について解きます。

R40 = R41と仮定します。

R40 = R41 ≥

$$\frac{V_{FBn} \cdot \left(\frac{(V_{DCn,NOM} - V_{DCn,MIN})}{(V_{DCn,MAX} - V_{DCn,NOM})} + 1 \right) + 10mV}{236\mu A} = \frac{0.8V \cdot \left(\frac{(1-0.9)}{(1.05-1)} + 1 \right) + 10mV}{236\mu A} = 10,212\Omega$$

R40 = R41 = 10.5kΩとします。

アプリケーション情報

4. R30BとR31Bについて解きます。

$$R30B \leq \frac{(R40 \cdot 236\mu\text{A} - V_{FB0} - 0.8\text{V} - 10\text{mV})}{V_{FB0} \cdot \left(\frac{1}{R10} + \frac{1}{R20}\right)} = \frac{(10.5\text{k}\Omega \cdot 236\mu\text{A} - 0.8\text{V} - 0.8\text{V} - 10\text{mV})}{0.8\text{V} \cdot \left(\frac{1}{4,750\Omega} + \frac{1}{5,970\Omega}\right)} = 2,870\Omega$$

$$R31B \leq \frac{(R41 \cdot 236\mu\text{A} - V_{FB1} - 0.8\text{V} - 10\text{mV})}{V_{FB1} \cdot \left(\frac{1}{R11} + \frac{1}{R21}\right)} = \frac{(10.5\text{k}\Omega \cdot 236\mu\text{A} - 0.8\text{V} - 0.8\text{V} - 10\text{mV})}{0.8\text{V} \cdot \left(\frac{1}{3,880\Omega} + \frac{1}{8,250\Omega}\right)} = 2,863\Omega$$

同時トラッキングにするには、式17も満たす必要があります。

$$\frac{R30B}{R20} = \frac{R31B}{R21}$$

$$\rightarrow R30B = \frac{R31B}{R21} \cdot R20 = \frac{2,863\Omega}{8,250\Omega} \cdot 5,970\Omega = 2,078\Omega$$

$$\rightarrow R31B = \frac{R30B}{R20} \cdot R21 = \frac{2,870\Omega}{5,970\Omega} \cdot 8,250\Omega = 3,957\Omega$$

R30B = 2,100ΩおよびR31B = 2,890Ωとします。

5. R30AとR31Aについて解きます。

式18を参照して：

$$R30A \leq \frac{R20}{\left(1 + \frac{R20}{R10}\right) \cdot \left(\frac{V_{DC0,MAX} - V_{DC0,NOM}}{V_{DC0,NOM}}\right)} - R30B = \frac{5,970\Omega}{\left(1 + \frac{5,970\Omega}{4,750\Omega}\right) \cdot \left(\frac{1.05 - 1}{1}\right)} - 2,100\Omega = 50,806\Omega$$

$$R31A \leq \frac{R21}{\left(1 + \frac{R21}{R11}\right) \cdot \left(\frac{V_{DC1,MAX} - V_{DC1,NOM}}{V_{DC1,NOM}}\right)} - R31B = \frac{8,250\Omega}{\left(1 + \frac{8,250\Omega}{3,880\Omega}\right) \cdot \left(\frac{1.05 - 1}{1}\right)} - 2,890\Omega = 49,888\Omega$$

R30A = 49.9kΩおよびR31A = 48.7kΩとします。

6. チャンネル0を基準にしたチャンネル1のトラッキング・カウンタの遅延(CH1_A_DELAY_TRACK())について解きます。

まず、R1nとR2nの最終値に基づいてV_{DCn,NOM}の値を再計算します。

$$V_{DC0,NOM}' = V_{FB} \cdot \left(1 + \frac{R20}{R10}\right) + I_{FB} \cdot R20 =$$

$$0.8\text{V} \cdot \left(1 + \frac{5,970\Omega}{4,750\Omega}\right) + 0 = 1.805\text{V}$$

$$V_{DC1,NOM}' = 0.8\text{V} \cdot \left(1 + \frac{8,250\Omega}{3,880\Omega}\right) + 0 = 2.501\text{V}$$

次に、式19を適用します。

$$\text{CH1_A_DELAY_TRACK}() = \frac{(V_{DC1,NOM}' - V_{DC0,NOM}') \cdot \frac{R31B}{R21}}{1\mu\text{A}/\text{count} \cdot R41} = \frac{(2.501\text{V} - 1.805\text{V}) \cdot \frac{2,890\Omega}{8,250\Omega}}{1\mu\text{A}/\text{count} \cdot 10.5\text{k}\Omega} = 23\text{counts}$$

7. IDAC0とIDAC1の最終トラッキング・コード(Chn_a_idac_track[7:0])について解きます。

$$\text{Ch0_a_idac}[7:0] = \text{Ch1_a_idac}[7:0] = 255 - \frac{0.8\text{V}}{1\mu\text{A}/\text{LSB} \cdot 10.5\text{k}\Omega} = 179$$

アプリケーション情報

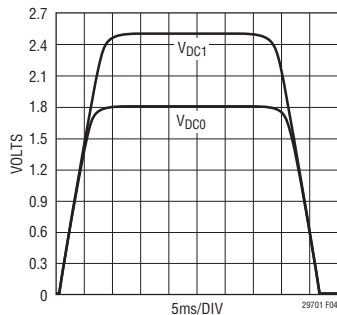


図4. トラッキングの設計例のDC/DCコンバータの出力波形

この設計例のDC/DCコンバータの出力電圧のトラッキングアップとトラッキングダウンを図4に示します。

温度センサの変換

LTC2970の内部温度センサの出力は絶対温度(PTAT)に比例します。ADCの読取り値を摂氏温度に変換するには、以下の式を適用します。

$$\text{result}(^{\circ}\text{C}) = \frac{\text{ADC_temp_sensor_reading}}{4} - 273.15 \quad (21)$$

負電源の応用回路

負電源を制御しているLTC2970を図5に示します。R30/R40抵抗分割器はポイントオブロード電圧をLTC2970のV_{INO_A}入力に変換し、V_{INO_B}入力はコンバータの入力電流(抵抗R_{SENSE}両端のI・R電圧降下)をモニタします。LTC2970によってV_{DD}ピンの電圧がモニタされるので、

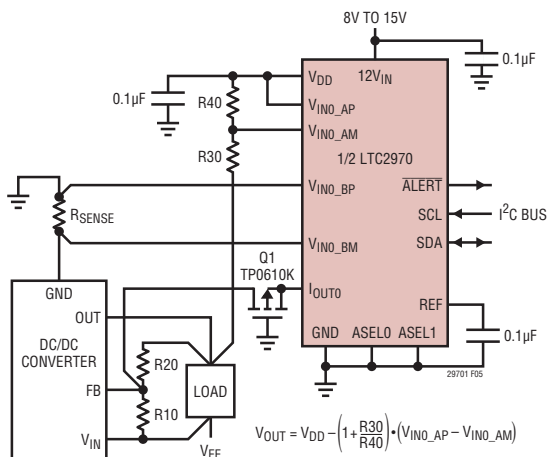


図5. 負電源の応用回路

その許容誤差をポイントオブロード電圧の計算では考慮することができます。トランジスタQ1により、LTC2970のI_{OUT0}ボディ・ダイオードを順方向にバイアスすることなく、I_{OUT0}ピンは電流をコンバータの帰還ノードに強制することができます。LTC2970がパワーオン・リセットから出た後、I_{OUT0}の出力電流はデフォルトで128mAになることに注意してください。

15ビットでプログラム可能な電源の応用回路

LTC2970の両方のサーボ・チャンネルをどのように構成設定して、シングルDC/DCコンバータを15ビットのダイナミックレンジにわたって調節できるのかを図6に示します。R30とR31は、粗(チャンネル0)と密(チャンネル1)のサーボループの間で1ビットのオーバーラップを強制するように大きさが定められます。まず、IDAC1をミッドスケールにプログラムしてチャンネル0の粗いサーボ制御を行ない、次いで、チャンネル1をプログラムして望みの電圧にサーボすることができます。

プログラム可能なリファレンスの応用回路

100μVの分解能、±0.5%より小さい絶対精度で0V～3.5Vのスペンを達成できるプログラム可能リファレンスとして構成設定されたLTC2970を図7に示します。2個のIDACは、IDAC1の出力抵抗をV_{OUT0}の出力に終端し、V_{OUT1}から合成DACの出力を取り出すことにより、並列に接続されます。IDAC0はIDAC1がミッドスケールに設定された状態で一度だけサーボ制御し、次いで、IDAC1を一度連続して、またはドリフトが生じるとトリガして、望みの目標電圧にサーボ制御することができます。

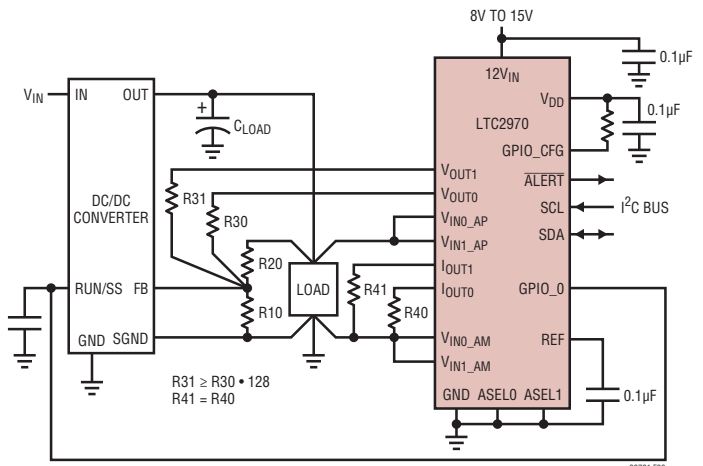


図6. プログラム可能な電源の応用回路

標準的応用例

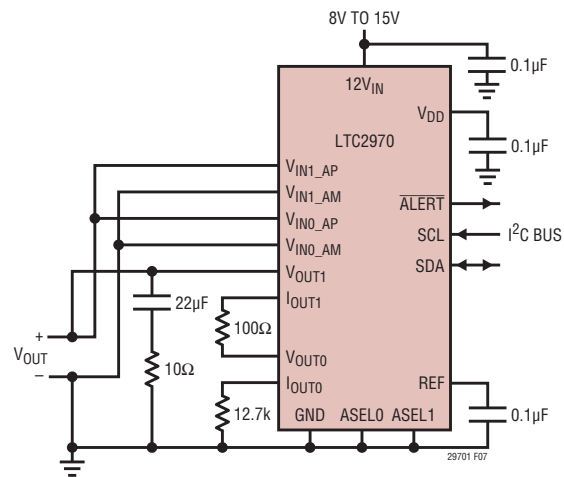


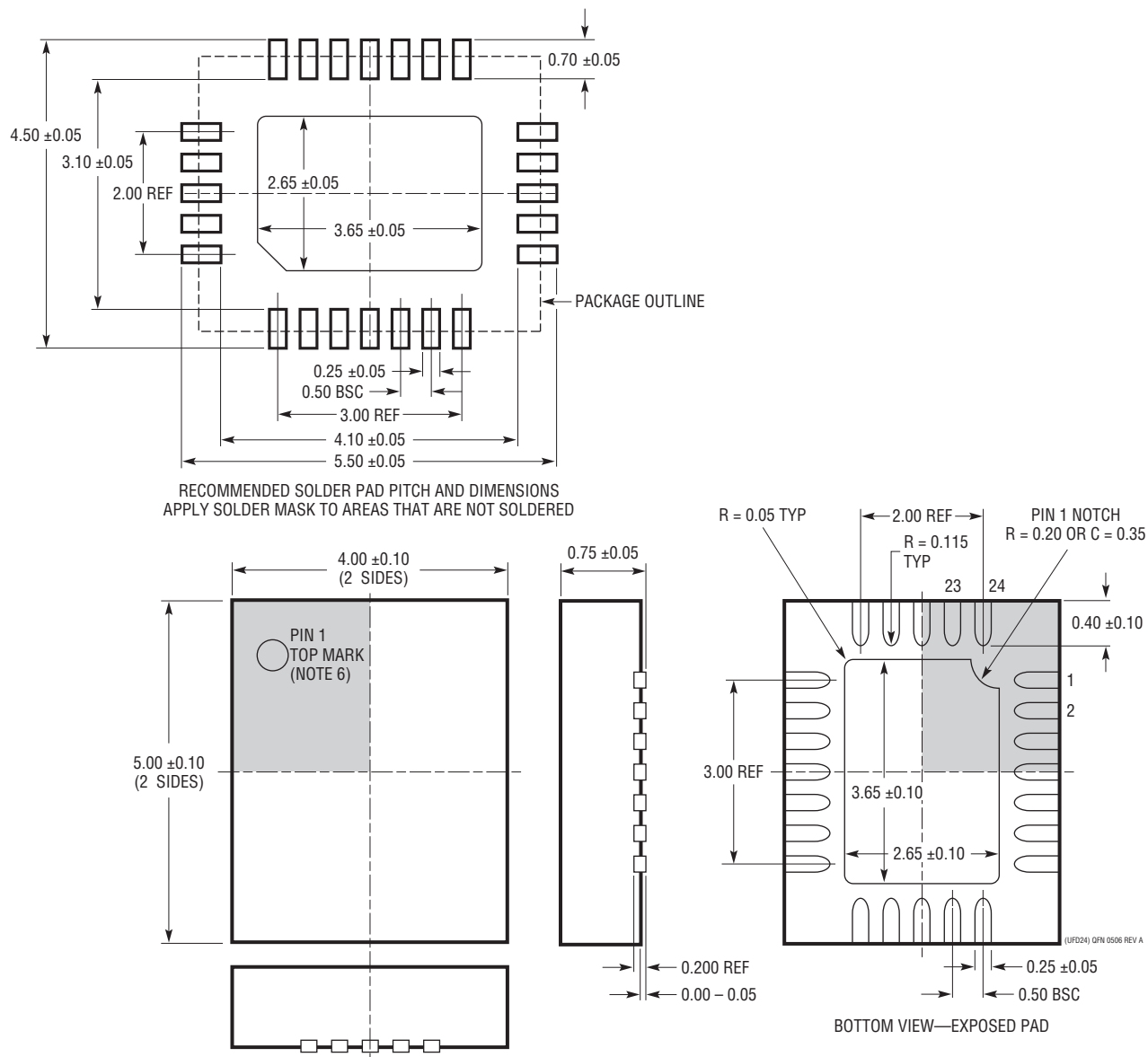
図7. プログラム可能なリファレンスの応用回路

LTC2970/LTC2970-1

パッケージ

最新のパッケージ図面については、<http://www.linear-tech.co.jp/designtools/packaging/> をご覧ください。

UFDパッケージ
24ピン・プラスチックQFN (4mm×5mm)
(Reference LTC DWG # 05-08-1696)



NOTE:

1. 図はJEDECパッケージ外形M0-220のバリエーション(WXXX-X)にするよう提案されている
2. 図は実寸とは異なる
3. 全ての寸法はミリメートル
4. パッケージ底面の露出パッドの寸法にはモールドのバリを含まない。モールドのバリは（もしあれば）各サイドで0.15mmを超えないこと
5. 露出パッドは半田メッキとする
6. 網掛けの部分はパッケージの上面と底面のピン1の位置の参考に過ぎない

29701fd

改訂履歴 (改訂履歴はRev Dから開始)

REV	日付	概要	ページ番号
D	6/14	「発注情報」:DFNをQFNに修正。 図5:上側のR10をR30に、上側のR20をR40に修正。	2 34

LTC2970/LTC2970-1

標準的応用例

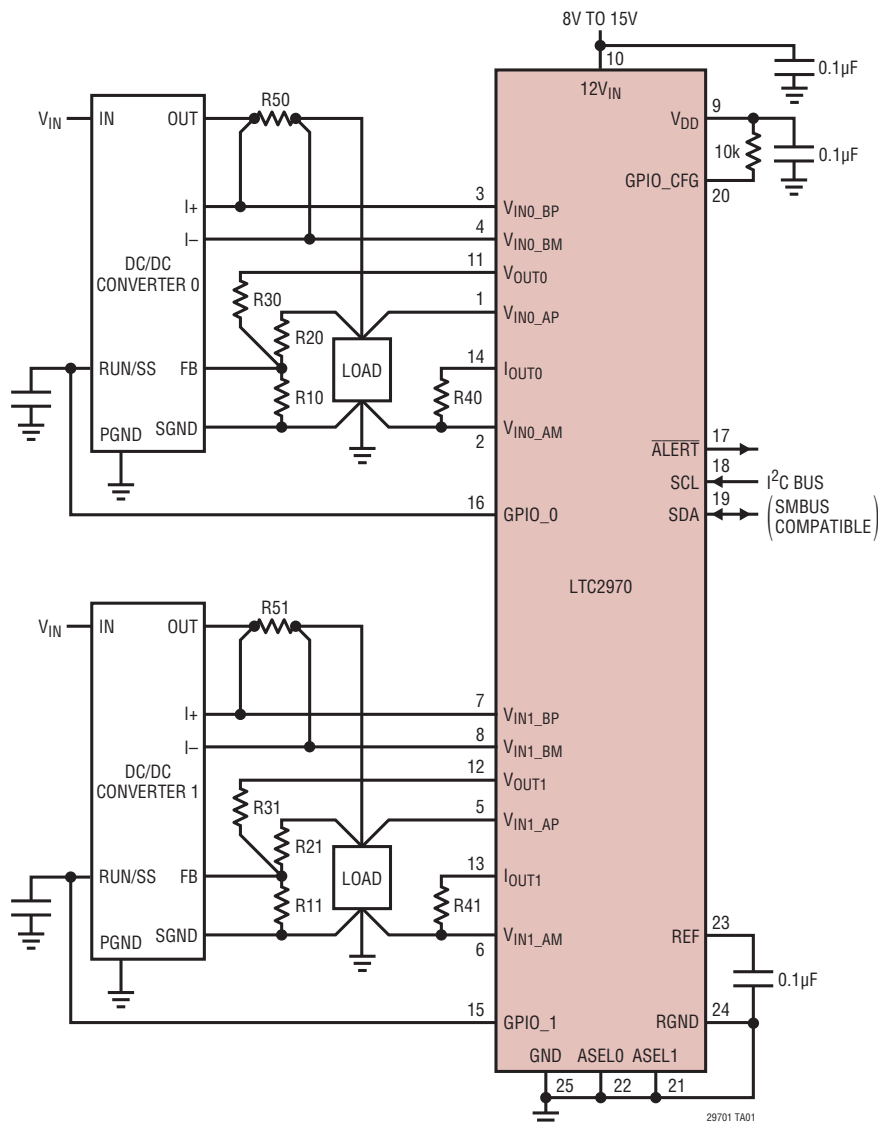


図8. 外部帰還抵抗を使ったDC/DCコンバータの標準的LTC2970の応用回路

関連製品

製品番号	説明	注釈
LTC2920-1/LTC2920-2	シングル/デュアル電源マーージニング・コントローラ	対称/非対称の高電圧および低電圧のマーージニング
LTC2921/LTC2922	入力モニタ付き電源トラッカ	3個(LTC2921)または5個(LTC2922)のリモート・センス・スイッチ
LTC2923	電源トラッキング・コントローラ	最多3電源
LTC2924	クワッド電源シーケンス	電圧モニタとシーケンス・エラーの検出および通知
LTC2925	複数電源トラッキング・コントローラ	パワーグッド・タイム、リモート・センス・スイッチ
LTC2926	MOSFETコントローラ電源トラッカ	最多3モジュール
LTC2927	単一電源トラッカ	ポイントオブロード・アプリケーション

29701fd

38

リニアテクノロジー株式会社

〒102-0094 東京都千代田区紀尾井町3-6紀尾井町パークビル8F
TEL 03-5226-7291 • FAX 03-5226-0268 • www.linear-tech.co.jp/LTC2970

LT 0614 REV D • PRINTED IN JAPAN

LINEAR
TECHNOLOGY

© LINEAR TECHNOLOGY CORPORATION 2006