

特長

- 4つの電源のシーケンス制御、調整、マーージニング、および監視
- フォルトの管理、遠隔測定値のモニタ、およびフォルト・ログの作成
- PMBus準拠のコマンド・セット
- LTpowerPlay™ GUIでサポート
- 電源のマーージニングまたは調整の精度:0.25%
- チャンネルごとの高速OV/UVスーパーバイザ
- チャンネルごとの高速出力電流スーパーバイザ
- 複数のデバイスにまたがるシーケンシングとフォルト管理の連携
- 内蔵のEEPROMへの自動フォルト・ログ機能
- ソフトウェア追加不要の自律動作
- 外部温度スーパーバイザと入力電圧スーパーバイザ
- 4つの出力電圧、4つの出力電流、4つの外部温度、入力電圧、内部ダイ温度の正確なモニタ
- I²C/SMBusシリアル・インタフェース
- 3.3Vまたは4.5V～15Vの電源で動作可能
- 9mmx9mmの64ピンQFNパッケージで供給

アプリケーション

- コンピュータおよびネットワーク・サーバ
- 産業用テスト装置および測定装置
- 高信頼性システム
- 医療用画像処理
- ビデオ

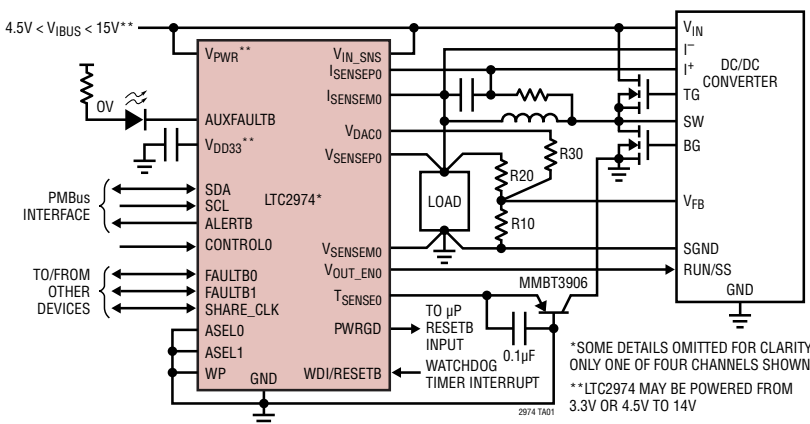
概要

LTC®2974は、4チャンネルのパワーシステム・マネージャで、シーケンス制御、調整(サーボ制御)、監視、フォルトの管理、遠隔測定の実行、およびフォルト・ログの作成を行うために使用します。PMBusコマンドは、電源シーケンシング、高精度のポイントオブロード電圧調整およびマーージニングをサポートしています。D/Aコンバータは、独自のソフト接続アルゴリズムを使用して、電源の障害を最小限に抑えます。監視機能には、4つの電源出力チャンネルの過電流、低電流、電圧、温度に関するしきい値制限、さらに1つの電源入力チャンネルの過電圧および低電圧しきい値制限があります。プログラム可能なフォルト応答により電源をディスエーブルできますが、フォルトが検出された後に再試行を任意で選択可能です。電源をディスエーブルするフォルトが発生すると、フォルト状態と関連の遠隔測定データをブラック・ボックスEEPROMに保存する機能を自動的に起動できます。内蔵の16ビットA/Dコンバータは、4つの出力電圧、4つの出力電流、4つの外部温度、1つの入力電圧、およびダイ温度をモニタします。また、出力電力も計算されます。プログラム可能なウォッチドッグ・タイマは、マイクロプロセッサの動作が膠着状態であるかどうかをモニタし、必要に応じてマイクロプロセッサをリセットします。1線式バスは、リニアテクノロジーの複数のパワーシステム・マネージメントデバイスにわたって電源を同期します。環境設定EEPROMにより、ソフトウェアを追加せずに自律動作がサポートされます。

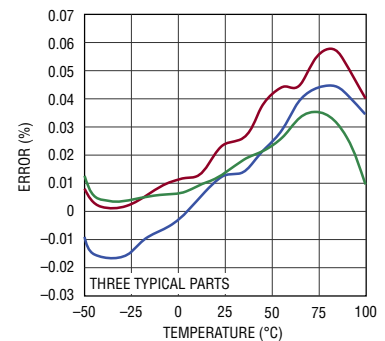
LT、LT、LTC、LTM、Linear Technology、リニアのロゴおよびPolyPhaseはリニアテクノロジー社の登録商標です。LTpowerPlayはリニアテクノロジー社の商標です。他の全ての商標はそれぞれの所有者に所有権があります。7382303、7420359および7940091を含む米国特許によって保護されています。

標準的応用例

4チャンネルPMBusパワーシステム・マネージャ



ADCの全未調整誤差と温度



目次

特長.....	1	入力電圧コマンドとリミット.....	43
アプリケーション.....	1	VIN_ON、VIN_OFF、VIN_OV_FAULT_LIMIT、VIN_OV_WARN_LIMIT、VIN_UV_WARN_LIMIT、VIN_UV_FAULT_LIMIT.....	43
標準的応用例.....	1	出力電圧コマンドとリミット.....	44
概要.....	1	VOUT_MODE.....	44
絶対最大定格.....	4	VOUT_COMMAND、VOUT_MAX、VOUT_MARGIN_HIGH、VOUT_MARGIN_LOW、VOUT_OV_FAULT_LIMIT、VOUT_OV_WARN_LIMIT、VOUT_UV_WARN_LIMIT、VOUT_UV_FAULT_LIMIT、POWER_GOOD_ONおよびPOWER_GOOD_OFF.....	45
発注情報.....	4	MFR_VOUT_DISCHARGE_THRESHOLD.....	45
ピン配置.....	4	MFR_DAC.....	45
電気的特性.....	5	出力電流のコマンドとリミット.....	46
PMBusのタイミング図.....	9	IOUT_CAL_GAIN.....	46
標準的性能特性.....	10	IOUT_OC_FAULT_LIMIT、IOUT_OC_WARN_LIMIT、IOUT_UC_FAULT_LIMIT.....	47
ピン機能.....	13	MFR_IOUT_CAL_GAIN_TC.....	47
ブロック図.....	15	外部温度コマンドとリミット.....	48
動作.....	16	OT_FAULT_LIMIT、OT_WARN_LIMIT、UT_WARN_LIMIT、UT_FAULT_LIMIT.....	48
LTC2974動作の概要.....	16	MFR_TEMP_1_GAINとMFR_TEMP_1_OFFSET.....	48
EEPROM.....	17	MFR_T_SELF_HEAT、MFR_IOUT_CAL_GAIN_TAU_INV、MFR_IOUT_CAL_GAIN_THETA.....	49
AUXFAULTB.....	17	シーケンス・タイミングのリミットとクロックの共有.....	51
RESETB.....	18	TON_DELAY、TON_RISE、TON_MAX_FAULT_LIMIT、およびTOFF_DELAY.....	51
PMBusシリアルデジタルインタフェース.....	18	MFR_RESTART_DELAY.....	51
PMBus.....	18	ウォッチドッグタイマとパワーグッド.....	52
デバイス・アドレス.....	18	MFR_PWRGD_EN.....	52
処理コマンド.....	19	クロックの共有.....	52
PMBusコマンドの要約.....	22	MFR_POWERGOOD_ASSERTION_DELAY.....	53
まとめの表.....	22	ウォッチドッグの動作.....	53
データ形式.....	27	MFR_WATCHDOG_T_FIRSTとMFR_WATCHDOG_T.....	53
PMBusコマンドの説明.....	28	フォルト応答.....	54
呼び出し機能および書き込み保護.....	28	ラッチされたフォルトのクリア.....	54
ページ.....	28	VOUT_OV_FAULT_RESPONSEとVOUT_UV_FAULT_RESPONSE.....	55
WRITE_PROTECT.....	28	IOUT_OC_FAULT_RESPONSEとIOUT_UC_FAULT_RESPONSE.....	56
WRITE-PROTECTピン.....	29	OT_FAULT_RESPONSE、UT_FAULT_RESPONSE、VIN_OV_FAULT_RESPONSE、VIN_UV_FAULT_RESPONSE.....	57
MFR_PAGE_FF_MASK.....	29	TON_MAX_FAULT_RESPONSE.....	58
MFR_I2C_BASE_ADDRESS.....	29	MFR_RETRY_DELAY.....	58
オン/オフ制御、管理、設定.....	30	MFR_RETRY_COUNT.....	58
動作.....	30	共有される外部フォルト.....	59
ON_OFF_CONFIG.....	31	MFR_FAULTB0_PROPAGATEとMFR_FAULTB1_PROPAGATE.....	59
MFR_CONFIG_LTC2974.....	32	MFR_FAULTB0_RESPONSEとMFR_FAULTB1_RESPONSE.....	60
時間に基づいたシーケンスがオフでのカスケード・シーケンス・オン.....	33		
MFR_CONFIG2_LTC2974.....	35		
MFR_CONFIG3_LTC2974.....	35		
トラッキング電源オンとオフ.....	37		
トラッキングの実装.....	38		
MFR_CONFIG_ALL_LTC2974.....	39		
ユーザーEEPROMスペースのプログラミング.....	40		
STORE_USER_ALLとRESTORE_USER_ALL.....	41		
ユーザーのEEPROMスペースのバルク・プログラミング.....	41		
MFR_EE_UNLOCK.....	41		
MFR_EE_ERASE.....	42		
MFR_EE_DATA.....	42		
デバイスがビジーな場合の応答.....	43		
MFR_EEの消去と書き込みプログラム時間.....	43		

目次

フォルト警告とステータス.....	61	シーケンス、サーボ、マージン、再起動動作.....	80
CLEAR_FAULTS.....	61	コマンド・ユニットのオン/オフ.....	80
STATUS_BYTE.....	61	オン・シーケンス.....	80
STATUS_WORD.....	62	オン状態の動作.....	81
STATUS_VOUT.....	62	サーボ・モード.....	81
STATUS_IOUT.....	63	DACモード.....	82
STATUS_INPUT.....	63	マージニング.....	82
STATUS_TEMPERATURE.....	63	オフ・シーケンス.....	82
STATUS_CML.....	64	V _{OUT} オフしきい値電圧.....	82
STATUS_MFR_SPECIFIC.....	64	MFR_RESTART_DELAYコマンドとCONTROLピンを 介した自動再起動.....	82
MFR_PADS.....	65	フォルト管理.....	82
MFR_COMMON.....	65	出力過電圧、低電圧、過電流、低電流フォルト.....	82
テレメトリ.....	66	出力過電圧、低電圧、過電流警告.....	83
READ_VIN.....	67	AUXFAULTB出力の設定.....	83
READ_VOUT.....	67	マルチチャネルのフォルト管理.....	84
READ_IOUT.....	67	複数のLTC2974間の接続.....	84
READ_TEMPERATURE_1.....	67	アプリケーション回路.....	85
READ_TEMPERATURE_2.....	67	外部帰還抵抗を用いたDC/DCコンバータの トリミングとマージニング.....	85
READ_POUT.....	67	外部帰還抵抗を用いたDC/DCコンバータでの 4ステップの抵抗選択手順.....	85
MFR_READ_IOUT.....	67	TRIMピンを用いたDC/DCコンバータの トリミングとマージニング.....	86
MFR_IOUT_SENSE_VOLTAGE.....	68	TRIMピンを用いたDC/DCコンバータの、2ステップ での抵抗値、DACフルスケール電圧選択手順.....	87
MFR_VIN_PEAK.....	69	検出抵抗と用いた電流測定.....	88
MFR_VOUT_PEAK.....	69	インダクタのDCRを用いた電流測定.....	88
MFR_IOUT_PEAK.....	69	単相設計例.....	88
MFR_TEMPERATURE_1_PEAK.....	69	複相電流の測定.....	88
MFR_VIN_MIN.....	69	複数相の設計例.....	89
MFR_VOUT_MIN.....	69	アンチエイリアシング・フィルタに関する検討事項.....	89
MFR_IOUT_MIN.....	69	負の電圧の検出.....	89
MFR_TEMPERATURE_1_MIN.....	69	DC1613のUSBからI ² C/SMBus/PMBusへの コントローラのシステム中でのLTC2974への接続.....	90
フォルト・ログ.....	70	正確なDCR温度補償.....	92
フォルト・ログの動作.....	70	LTpowerPlay: デジタル・パワー向け対話型GUI.....	93
MFR_FAULT_LOG_STORE.....	70	PCBのアセンブリとレイアウトに関する推奨事項.....	94
MFR_FAULT_LOG_RESTORE.....	70	バイパス・コンデンサの配置.....	94
MFR_FAULT_LOG_CLEAR.....	71	露出パッド・ステンシルの設計.....	94
MFR_FAULT_LOG_STATUS.....	71	使用されていないADC検出入力.....	94
MFR_FAULT_LOG.....	71	PC基板のレイアウト.....	95
MFR_FAULT_LOG読み込み例.....	74	パッケージ.....	96
識別/情報.....	78	改訂履歴.....	97
機能.....	79	標準的応用例.....	98
PMBus_REVISION.....	79	関連製品.....	98
MFR_SPECIAL_ID.....	79		
MFR_SPECIAL_LOT.....	79		
ユーザーのスクラッチパッド.....	79		
USER_DATA_00、USER_DATA_01、USER_DATA_02、 USER_DATA_03、USER_DATA_04、MFR_LTC_ RESERVED_1、MFR_LTC_RESERVED_2.....	79		
アプリケーション情報.....	80		
概要.....	80		
LTC2974への電力供給.....	80		
コマンド・レジスタの値の設定.....	80		

LTC2974

絶対最大定格 (Note 1)

電源電圧:

V _{PWR} ~ GND 間	-0.3V ~ 15V
V _{DD33} ~ GND 間	-0.3V ~ 3.6V
V _{DD25} ~ GND 間	-0.3V ~ 2.75V

デジタル入力/出力電圧:

ALERTB、SDA、SCL、CONTROL0、CONTROL1、 CONTROL2、CONTROL3 ~ GND 間	-0.3V ~ 3.6V
PWRGD、SHARE_CLK、WDI/RESETB、WP、FAULTB0、 FAULTB1 ~ GND 間	-0.3V ~ 3.6V
ASEL0、ASEL1 ~ GND 間	-0.3V ~ 3.6V

アナログ電圧:

REFP	-0.3V ~ 1.35V
REFM ~ GND 間	-0.3V ~ 0.3V
V _{IN_SNS} ~ GND 間	-0.3V ~ 15V
V _{SENSE} [3:0] ~ GND 間	-0.3V ~ 6V
I _{SENSE} [3:0] ~ GND 間	-0.3V ~ 6V
V _{OUT_EN} [3:0]、AUXFAULTB ~ GND 間	-0.3V ~ 15V
V _{DAC} [3:0] ~ GND 間	-0.3V ~ 6V
T _{SENSE} [3:0] ~ GND 間	-0.3V ~ 3.6V

動作接合部温度範囲:

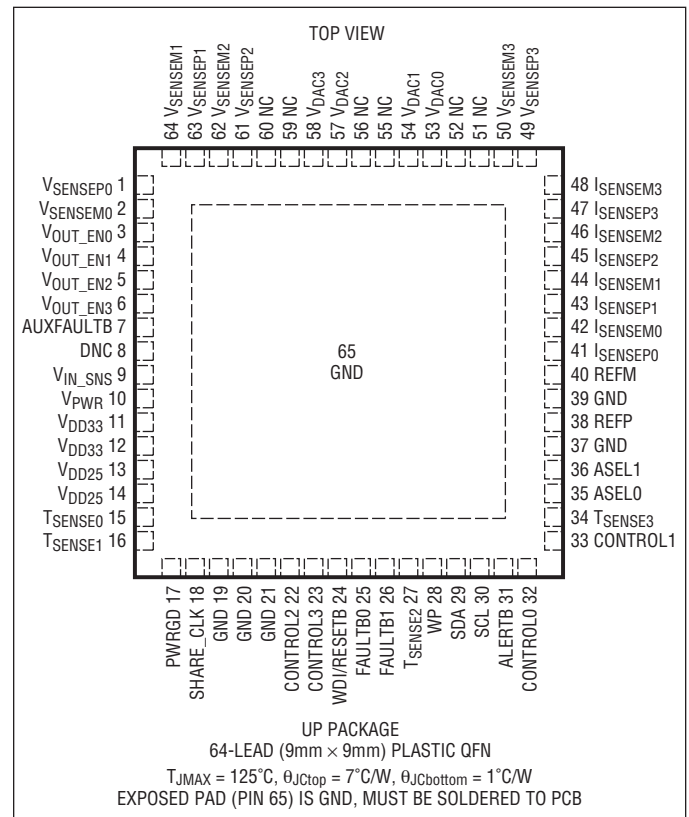
LTC2974C	0°C ~ 70°C
LTC2974I	-40°C ~ 85°C

保存温度範囲..... -65°C ~ 125°C

最大接合部温度..... 125°C*

*85°Cを超える温度でのEEPROMの接合部温度に対する詳細なディレーティングについては「動作」のセクションを参照してください。

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
LTC2974CUP#PBF	LTC2974CUP#TRPBF	LTC2974UP	64ピン9mm×9mm プラスチックQFN	0°C ~ 70°C
LTC2974IUP#PBF	LTC2974IUP#TRPBF	LTC2974UP	64ピン9mm×9mm プラスチック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 ● は全動作温度範囲での規格値を意味する。それ以外は $T_J = 25^\circ\text{C}$ での値。注記がない限り、 $V_{PWR} = V_{IN_SNS} = 12\text{V}$ 、 V_{DD33} 、 V_{DD25} 、REFPピンおよびREFMピンはフロート状態。 $C_{VDD33} = 100\text{nF}$ 、 $C_{VDD25} = 100\text{nF}$ 、 $C_{REF} = 100\text{nF}$ 。

SYMBOL	PARAMETER	CONDITIONS	MIN	TYP	MAX	UNITS	
電源供給特性							
V_{PWR}	V_{PWR} Supply Input Operating Range	V_{DD33} Floating (Note 2)	●	4.5	15	V	
I_{PWR}	V_{PWR} Supply Current	$4.5\text{V} \leq V_{PWR} \leq 15\text{V}$, V_{DD33} Floating (Note 2)	●	10	13	mA	
I_{VDD33}	V_{DD33} Supply Current	$3.13\text{V} \leq V_{DD33} \leq 3.47\text{V}$, $V_{PWR} = V_{DD33}$	●	10	13	mA	
V_{UVLO_VDD33}	V_{DD33} Undervoltage Lockout	V_{DD33} Ramping Up, $V_{PWR} = V_{DD33}$	●	2.25	2.55	2.8	V
	V_{DD33} Undervoltage Lockout Hysteresis			120		mV	
V_{DD33}	Supply Input Operating Range	$V_{PWR} = V_{DD33}$	●	3.13		3.47	V
	Regulator Output Voltage	$4.5\text{V} \leq V_{PWR} \leq 15\text{V}$	●	3.13	3.26	3.47	V
	Regulator Output Short-Circuit Current	$V_{PWR} = 4.5\text{V}$, $V_{DD33} = 0\text{V}$	●	75	90	140	mA
V_{DD25}	Regulator Output Voltage	$3.13\text{V} \leq V_{DD33} \leq 3.47\text{V}$	●	2.35	2.5	2.6	V
	Regulator Output Short-Circuit Current	$V_{PWR} = V_{DD33} = 3.47\text{V}$, $V_{DD25} = 0\text{V}$	●	30	55	80	mA
t_{INIT}	Initialization Time	Time from V_{IN} applied until the TON_DELAY timer starts		30		ms	
電圧リファレンス特性							
V_{REF}	Output Voltage	$V_{REF} = V_{REFP} - V_{REFM}$, $0 < I_{REFP} < 100\mu\text{A}$	●	1.220	1.232	1.244	V
	Temperature Coefficient			3		ppm/ $^\circ\text{C}$	
	Hysteresis	(Note 3)		100		ppm	
ADC特性							
V_{IN_ADC}	Voltage Sense Input Range	Differential Voltage: $V_{IN_ADC} = (V_{SENSEPN} - V_{SENSEMn})$	●	0		6	V
		Single-Ended Voltage: $V_{SENSEMn}$	●	-0.1		0.1	V
	Current Sense Input Range	Single-Ended Voltage: $I_{SENSEPN}$, $I_{SENSEMn}$	●	-0.1		6	V
		Differential Current Sense Voltage: $V_{IN_ADC} = (I_{SENSEPN} - I_{SENSEMn})$	●	-170		170	mV
N_ADC	Voltage Sense Resolution	$0\text{V} \leq V_{IN_ADC} \leq 6\text{V}$, $READ_VOUT$		122		$\mu\text{V}/\text{LSB}$	
	Current Sense Resolution	$0\text{mV} \leq V_{IN_ADC} < 16\text{mV}$ (Note 4) $16\text{mV} \leq V_{IN_ADC} < 32\text{mV}$ $32\text{mV} \leq V_{IN_ADC} < 63.9\text{mV}$ $63.9\text{mV} \leq V_{IN_ADC} < 127.9\text{mV}$ $127.9\text{mV} \leq V_{IN_ADC} $ $I_{OUT_CAL_GAIN} = 1000\text{m}\Omega$		15.625 31.25 62.5 125 250		$\mu\text{A}/\text{LSB}$ $\mu\text{A}/\text{LSB}$ $\mu\text{A}/\text{LSB}$ $\mu\text{A}/\text{LSB}$ $\mu\text{A}/\text{LSB}$	
$TUE_ADC_VOLT_SNS$	Total Unadjusted Error	Voltage Sense Inputs $V_{IN_ADC} \geq 1\text{V}$	●			± 0.25	%
		Voltage Sense Inputs $0 \leq V_{IN_ADC} \leq 1\text{V}$	●			± 2.5	mV
$TUE_ADC_CURR_SNS$	Total Unadjusted Error	Current Sense Inputs $20\text{mV} \leq V_{IN_ADC} \leq 170\text{mV}$	●			± 0.3	%
		Current Sense Inputs $V_{IN_ADC} \leq 20\text{mV}$	●			60	μV
V_{OS_ADC}	Offset Error	$I_{SENSEPN}$ and $I_{SENSEMn}$ Inputs, $V_{OS} \cdot I_{OUT_CAL_GAIN}$, $I_{OUT_CAL_GAIN} = 1\Omega$	●			± 35	μV
t_{CONV_ADC}	Conversion Time	$V_{SENSEPN}$, $V_{SENSEMn}$, V_{IN_SNS} Inputs (Note 5)		6.15			ms
		$I_{SENSEPN}$ and $I_{SENSEMn}$ Inputs (Note 5)		24.6			ms
		Internal Temperature ($READ_TEMPERATURE_2$) (Note 5)		24.6			ms

LTC2974

電気的特性

●は全動作温度範囲での規格値を意味する。それ以外は $T_J = 25^\circ\text{C}$ での値。注記がない限り、 $V_{PWR} = V_{IN_SNS} = 12\text{V}$ 、 V_{DD33} 、 V_{DD25} 、REFPピンおよびREFMピンはフロート状態。 $C_{VDD33} = 100\text{nF}$ 、 $C_{VDD25} = 100\text{nF}$ 、 $C_{REF} = 100\text{nF}$ 。

SYMBOL	PARAMETER	CONDITIONS	MIN	TYP	MAX	UNITS
t_{UPDATE_ADC}	Maximum Update Time	(Note 5)		160		ms
C_{IN_ADC}	Input Sampling Capacitance			1		pF
f_{IN_ADC}	Input Sampling Frequency			62.5		kHz
I_{IN_ADC}	Input Leakage Current	I_{SENSEP_n} , I_{SENSEM_n} , V_{SENSEP_n} , and V_{SENSEM_n} Inputs, $V_{IN_ADC} = 0\text{V}$, $0\text{V} \leq V_{COMMONMODE} \leq 6\text{V}$	●		±0.5	μA
	Differential Input Current	V_{SENSEP_n} , and V_{SENSEM_n} Inputs, $V_{IN_ADC} = 6\text{V}$	●	10	15	μA
		I_{SENSEP_n} , and I_{SENSEM_n} Inputs, $V_{IN_ADC} = 0.17\text{V}$	●	0.3	0.5	μA

DAC出力特性

N_{VDAC}	Resolution			10		Bits		
V_{FS_VDAC}	Full-Scale Output Voltage (Programmable)	DAC Code = 0x3FF	Buffer Gain Setting_0	●	1.3	1.38	1.44	V
		DAC Polarity = 1	Buffer Gain Setting_1	●	2.5	2.65	2.77	V
INL_VDAC	Integral Nonlinearity	(Note 6)	●			±2	LSB	
DNL_VDAC	Differential Nonlinearity	(Note 6)	●			±2.4	LSB	
V_{OS_VDAC}	Offset Voltage	(Note 6)	●			±12	mV	
V_{DAC}	Load Regulation	$V_{DACn} = 2.65\text{V}$, I_{VDACn} Sourcing = 2mA			100		ppm/mA	
		$V_{DACn} = 0.1\text{V}$, I_{VDACn} Sinking = 2mA			100		ppm/mA	
	PSRR	DC: $3.13\text{V} \leq V_{DD33} \leq 3.47\text{V}$, $V_{PWR} = V_{DD33}$			60		dB	
	Leakage Current	V_{DACn} Hi-Z, $0\text{V} \leq V_{DACn} \leq 6\text{V}$	●			±100	nA	
	Short-Circuit Current Low	V_{DACn} Shorted to GND	●	-12		-4	mA	
	Short-Circuit Current High	V_{DACn} Shorted to V_{DD33}	●	4		12	mA	
C_{OUT}	Output Capacitance	V_{DACn} Hi-Z			10		pF	
t_{S_VDAC}	DAC Output Update Rate	Fast Servo Mode			250		μs	

電圧スーパーバイザ特性

V_{IN_VS}	Input Voltage Range (Programmable)	$V_{IN_VS} = (V_{SENSEP_n} - V_{SENSEM_n})$ Low Resolution Mode	●	0		6	V
		High Resolution Mode	●	0		3.8	V
		Single-Ended Voltage: V_{SENSEM_n}	●	-0.1		0.1	V
N_{VS}	Voltage Sensing Resolution	0V to 3.8V Range: High Resolution Mode			4		mV/LSB
		0V to 6V Range: Low Resolution Mode			8		mV/LSB
TUE_VS	Total Unadjusted Error	$2\text{V} \leq V_{IN_VS} \leq 6\text{V}$, Low Resolution Mode	●			±1.25	%
		$1.5\text{V} < V_{IN_VS} \leq 3.8\text{V}$, High Resolution Mode	●			±1.0	%
		$0.8\text{V} \leq V_{IN_VS} \leq 1.5\text{V}$, High Resolution Mode	●			±1.5	%
t_{S_VS}	Update Rate				12.21		μs

電流スーパーバイザ特性

V_{IN_CS}	Current Sense Input Range	Single-Ended Voltage: I_{SENSEP_n} , I_{SENSEM_n}	●	-0.1		6	V
		Differential Voltage: $V_{IN_CS} = (I_{SENSEP_n} - I_{SENSEM_n})$	●	-170		170	mV
N_{CS}	Current Sense Resolution	$I_{OUT_OC_FAULT_LIMIT} \cdot I_{OUT_CAL_GAIN}$ $I_{OUT_UC_FAULT_LIMIT} \cdot I_{OUT_CAL_GAIN}$			400		μV/LSB
TUE_CS	Total Unadjusted Error	$50\text{mV} \leq V_{IN_CS} \leq 170\text{mV}$	●			±3	%
		$V_{IN_CS} < 50\text{mV}$	●			±1.5	mV
V_{OS_CS}	Offset Error	$ V_{IN_CS} = 0.8\text{mV}$	●			600	μV

2974fc

電気的特性 ● は全動作温度範囲での規格値を意味する。それ以外は $T_J = 25^\circ\text{C}$ での値。注記がない限り、 $V_{PWR} = V_{IN_SNS} = 12\text{V}$ 、 V_{DD33} 、 V_{DD25} 、REFPピンおよびREFMピンはフロート状態。 $C_{VDD33} = 100\text{nF}$ 、 $C_{VDD25} = 100\text{nF}$ 、 $C_{REF} = 100\text{nF}$ 。

SYMBOL	PARAMETER	CONDITIONS	MIN	TYP	MAX	UNITS	
I _{OS_CS}	Differential Input Offset Current	OC = Positive Full-Scale, UC = 0A, V _{IN_CS} = 0V		117		nA	
		OC = UC = Positive Full-Scale, V _{IN_CS} = 0V		244		nA	
		OC = 0A, UC < 0A, V _{IN_CS} = 0V		0		nA	
t _{S_CS}	Update Rate			12.21		μs	
V_{IN_SNS} 入力特性							
V _{IN_SNS}	V _{IN_SNS} Input Voltage Range		●	0	15	V	
R _{VIN_SNS}	V _{IN_SNS} Input Resistance		●	70	90	110	kΩ
TUE _{VIN_SNS}	V _{IN_ON} , V _{IN_OFF} Threshold Total Unadjusted Error	3V ≤ V _{VIN_SNS} ≤ 8V	●		±2.0	%	
		V _{VIN_SNS} > 8V	●		±1.0	%	
	READ_VIN Total Unadjusted Error	3V ≤ V _{VIN_SNS} ≤ 8V	●		±1.5	%	
		V _{VIN_SNS} > 8V	●		±1.0	%	
DACソフト接続コンパレータ特性							
V _{OS_CMP}	Offset Voltage	V _{DACP_n} = 0.2V	●		±1	±18	mV
		V _{DACP_n} = 1.3V	●		±2	±26	mV
		V _{DACP_n} = 2.65V	●		±3	±52	mV
外部温度センサ特性 (READ_TEMPERATURE_1)							
t _{CONV_TSENSE}	Conversion Time	For One Channel, (Total Latency For All Channels Is 4 • 66ms)			66	ms	
I _{TSENSE_HI}	TSENSE High Level Current		●	-90	-64	-40	μA
I _{TSENSE_LOW}	TSENSE Low Level Current		●	-5.5	-4	-2.5	μA
TUE _{TS}	Total Unadjusted Error	Ideal Diode Assumed	●		±3	°C	
N _{TS}	Maximum Ideality Factor	READ_TEMPERATURE_1 = 175°C MFR_TEMP1_GAIN = 1/N _{TS}			1.10	NA	
内部温度センサ特性 (READ_TEMPERATURE_2)							
TUE _{TS2}	Total Unadjusted Error				±1	°C	
V_{OUT} イネーブル出力 (V_{OUT_EN[3:0]}) 特性							
V _{VOUT_EN_n}	Output High Voltage	I _{VOUT_EN_n} = -5μA, V _{DD33} = 3.13V	●	10	13	14.7	V
I _{VOUT_EN_n}	Output Sourcing Current	V _{VOUT_EN_n} Pull-Up Enabled, V _{VOUT_EN_n} = 1V	●	-5	-7	-9	μA
	Output Sinking Current	Strong Pull-Down Enabled, V _{VOUT_EN_n} = 0.4V	●	3	5	8	mA
		Weak Pull-Down Enabled, V _{VOUT_EN_n} = 0.4V	●	33	50	65	μA
	Output Leakage Current	Internal Pull-Up Disabled, 0V ≤ V _{VOUT_EN_n} ≤ 15V	●		±1	μA	
汎用出力 (AUXFAULTB) 特性							
V _{AUXFAULTB}	Output High Voltage	I _{AUXFAULTB} = -5μA, V _{DD33} = 3.13V	●	10	13	14.7	V
I _{AUXFAULTB}	Output Sourcing Current	AUXFAULTB Pull-Up Enabled, V _{AUXFAULTB} = 1V	●	-5	-7	-9	μA
	Output Sinking Current	Strong Pull-Down Enabled, V _{AUXFAULTB} = 0.4V	●	3	5	8	mA
	Output Leakage Current	Internal Pull-Up Disabled, 0V ≤ V _{AUXFAULTB} ≤ 15V	●			±1	μA
EEPROM 特性							
Endurance	(Note 7)	0°C < T _J < 85°C During EEPROM Write Operations	●	10,000		Cycles	

LTC2974

電気的特性

● は全動作温度範囲での規格値を意味する。それ以外は $T_J = 25^\circ\text{C}$ での値。注記がない限り、 $V_{PWR} = V_{IN_SNS} = 12\text{V}$ 、 V_{DD33} 、 V_{DD25} 、REFPピンおよびREFMピンはフロート状態。 $C_{VDD33} = 100\text{nF}$ 、 $C_{VDD25} = 100\text{nF}$ 、 $C_{REF} = 100\text{nF}$ 。

SYMBOL	PARAMETER	CONDITIONS	MIN	TYP	MAX	UNITS
Retention	(Note 7)	$T_J < 85^\circ\text{C}$	●	10		Years
$t_{\text{MASS_WRITE}}$	Mass Write Operation Time (Note 8)	STORE_USER_ALL, $0^\circ\text{C} < T_J < 85^\circ\text{C}$ During EEPROM Write Operations	●	440	4100	ms

デジタル入力 (SCL、SDA、CONTROL0、CONTROL1、CONTROL2、CONTROL3、WDI/RESETB、FAULTB0、FAULTB1、WP)

V_{IH}	High Level Input Voltage	FAULTB0, FAULTB1, SDA, SCL, WDI/RESETB, WP	●	2.1		V
		CONTROL n	●	1.85		V
V_{IL}	Low Level Input Voltage	FAULTB0, FAULTB1, SDA, SCL, WDI/RESETB, WP	●		1.5	V
		CONTROL n	●		1.6	V
V_{HYST}	Input Hysteresis			20		mV
I_{LEAK}	Input Leakage Current	$0\text{V} \leq V_{PIN} \leq 3.6\text{V}$	●		± 2	μA
t_{SP}	Pulse Width of Spike Suppressed	FAULTB0, FAULTB1, CONTROL n		10		μs
		SDA, SCL		98		ns
$t_{\text{FAULT_MIN}}$	Minimum Low Pulse Width for Externally Generated Faults			180		ms
t_{RESETB}	Pulse Width to Assert Reset	$V_{\text{WDI/RESETB}} \leq 1.5\text{V}$	●	300		μs
t_{WDI}	Pulse Width to Reset Watchdog Timer	$V_{\text{WDI/RESETB}} \leq 1.5\text{V}$	●	0.3	200	μs
f_{WDI}	Watchdog Timer Interrupt Input Frequency		●		1	MHz
C_{IN}	Input Capacitance			10		pF

デジタル入力 (SHARE_CLK)

V_{IH}	High Level Input Voltage		●	1.6		V
V_{IL}	Low Level Input Voltage		●		0.8	V
$f_{\text{SHARE_CLK_IN}}$	Input Frequency Operating Range		●	90	110	kHz
t_{LOW}	Assertion Low Time	$V_{\text{SHARE_CLK}} < 0.8\text{V}$	●	0.825	1.11	μs
t_{RISE}	Rise Time	$V_{\text{SHARE_CLK}} < 0.8\text{V}$ to $V_{\text{SHARE_CLK}} > 1.6\text{V}$	●		450	ns
I_{LEAK}	Input Leakage Current	$0\text{V} \leq V_{\text{SHARE_CLK}} \leq V_{\text{DD33}} + 0.3\text{V}$	●		± 1	μA
C_{IN}	Input Capacitance			10		pF

デジタル出力 (SDA、ALERTB、SHARE_CLK、FAULTB0、FAULTB1、PWRGD)

V_{OL}	Digital Output Low Voltage	$I_{\text{SINK}} = 3\text{mA}$	●		0.4	V	
$f_{\text{SHARE_CLK_OUT}}$	Output Frequency Operating Range	5.49k Ω Pull-Up to V_{DD33}	●	90	100	110	kHz

デジタル入力 (ASEL0、ASEL1)

V_{IH}	Input High Threshold Voltage		●	$V_{\text{DD33}} - 0.5$		V
V_{IL}	Input Low Threshold Voltage		●		0.5	V
$I_{IH,IL}$	High, Low Input Current	ASEL[1:0] = 0, V_{DD33}	●		± 95	μA
$I_{IH,Z}$	Hi-Z Input Current		●		± 24	μA
C_{IN}	Input Capacitance			10		pF

シリアル・バス・タイミング特性

f_{SCL}	Serial Clock Frequency (Note 9)		●	10	400	kHz
t_{LOW}	Serial Clock Low Period (Note 9)		●	1.3		μs
t_{HIGH}	Serial Clock High Period (Note 9)		●	0.6		μs

2974fc

電气的特性

● は全動作温度範囲での規格値を意味する。それ以外は $T_J = 25^\circ\text{C}$ での値。注記がない限り、 $V_{PWR} = V_{IN_SNS} = 12\text{V}$ 、 V_{DD33} 、 V_{DD25} 、REFPピンおよびREFMピンはフロート状態。 $C_{VDD33} = 100\text{nF}$ 、 $C_{VDD25} = 100\text{nF}$ 、 $C_{REF} = 100\text{nF}$ 。

SYMBOL	PARAMETER	CONDITIONS	MIN	TYP	MAX	UNITS
t_{BUF}	Bus Free Time Between Stop and Start (Note 10)		1.3			μs
$t_{HD,STA}$	Start Condition Hold Time (Note 9)		600			ns
$t_{SU,STA}$	Start Condition Setup Time (Note 9)		600			ns
$t_{SU,STO}$	Stop Condition Setup Time (Note 9)		600			ns
$t_{HD,DAT}$	Data Hold Time (LTC2974 Receiving Data) (Note 9)		0			ns
	Data Hold Time (LTC2974 Transmitting Data) (Note 9)		300		900	ns
$t_{SU,DAT}$	Data Setup Time (Note 9)		100			ns
t_{SP}	Pulse Width of Spike Suppressed (Note 9)			98		ns
$t_{TIMEOUT_BUS}$	Time Allowed to Complete any PMBus Command After Which Time SDA Will Be Released and Command Terminated	Longer Timeout = 0		25	35	ms
		Longer Timeout = 1		200	280	ms

追加のデジタル・タイミング特性

t_{OFF_MIN}	Minimum Off Time for Any Channel			100		ms
----------------	----------------------------------	--	--	-----	--	----

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。また、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恐れがある。

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、全ての電圧はグランドを基準にしている。 V_{DD33} ピンのみから電力供給される場合は、 V_{PWR} と V_{DD33} ピンを接続する。

Note 3: 出力電圧のヒステリシスは、デバイスがそれまでに置かれていた温度が高いか低いかによってパッケージ内部の応力が異なるために生じる。出力電圧は常に 25°C で測定されるが、デバイスは次の測定前に 85°C または -40°C の温度環境に置かれる。ヒステリシスは、ほぼ温度変化の二乗に比例する。

Note 4: 電流の検出分解能はL11フォーマットと返される値のmV単位で決定される。例えば、フルスケールの値である170mVの返すL11値は $0xF2A8 = 680 \cdot 2^{-2} = 170$ 。これがL11の仮数部をオーバーフローすることなくこの値を表現できる最小の範囲で、この範囲での1LSBは $2^{-2}\text{mA} = 250\mu\text{A}$ となる。これより順次低くなる範囲は、LSBの大きさを1段階ごとに半分にして分解能を向上する。

Note 5: 任意のチャネルでのADC変換の各回間の公称時間(ADCのレイテンシ)は t_{UPDATE_ADC} 。

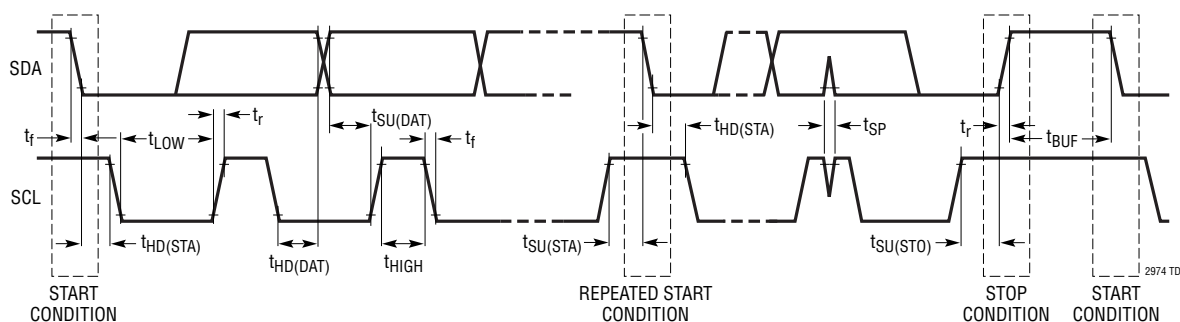
Note 6: 非直線性は、最大オフセット仕様以上の最初のコードからフルスケールのコードである1023までで定義される。

Note 7: EEPROMの耐久性とデータ保持時間は、設計、特性評価および統計的プロセス制御との相関によって保証されている。最小データ保持時間の仕様は、デバイスのEEPROMが最小耐久性の仕様より少ない回数サイクルされているデバイスに適用される。

Note 8: STORE_USER_ALLコマンドが実行されているとき、LTC2974はMFR_COMMON以外のPMBusコマンドをアクノリッジしない。「動作」のセクションを参照してください。

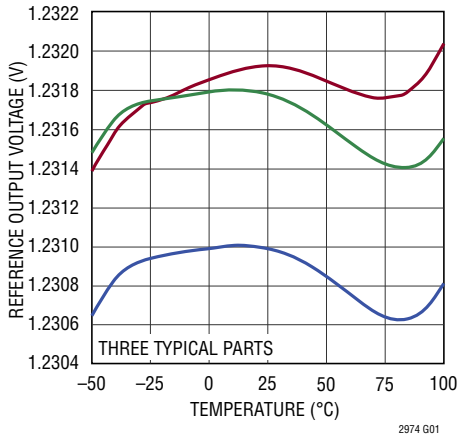
Note 9: SCLとSDAの最大容量性負荷、 C_B は400pF。データとクロックの立ち上がり時間(t_r)と立ち下がり時間(t_f)は次のとおり： $(20 + 0.1 \cdot C_B)$ (ns) $< t_r < 300\text{ns}$ および $(20 + 0.1 \cdot C_B)$ (ns) $< t_f < 300\text{ns}$ 。 $C_B = 1$ 本のバスラインの容量(pF)。SCLとSDAの外部プルアップ電圧、 V_{IO} は3.13V $< V_{IO} < 3.6\text{V}$ 。

PMBusのタイミング図

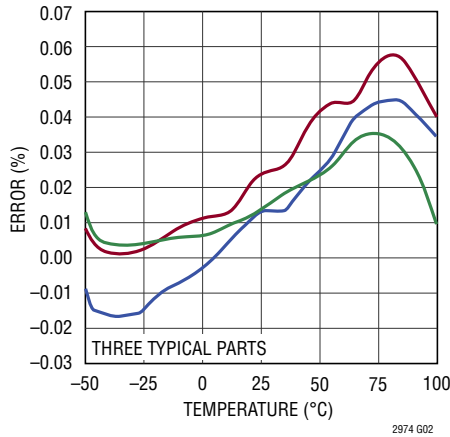


標準的性能特性

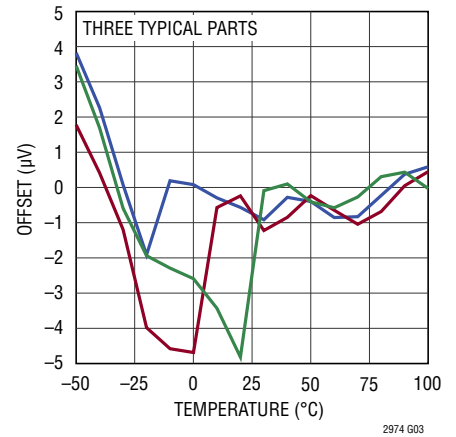
リファレンス電圧と温度



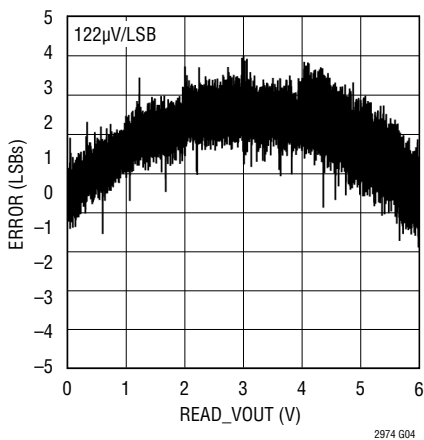
ADC READ_VOUT ADCの
全未調整誤差と温度



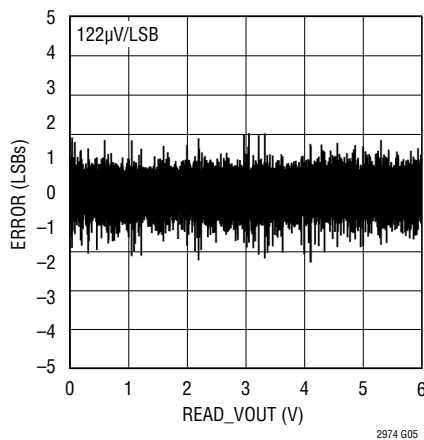
ADC READ_IOUT 入力基準の
オフセット電圧と温度



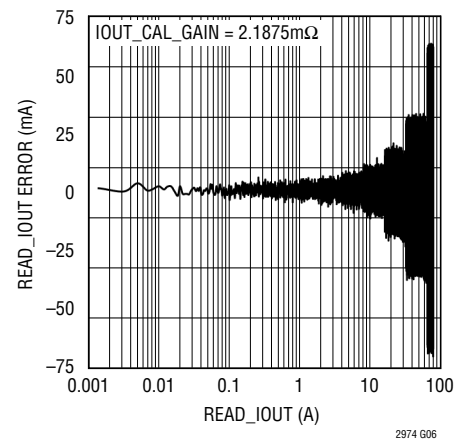
ADC READ_VOUT-INL



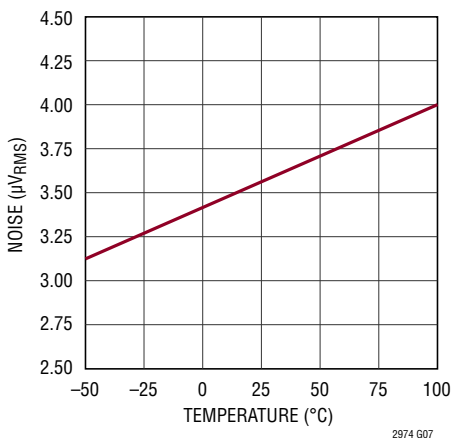
ADC READ_VOUT-DNL



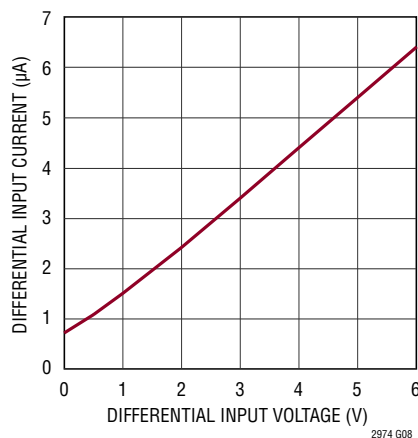
ADC READ_IOUT 誤差と
READ_IOUT



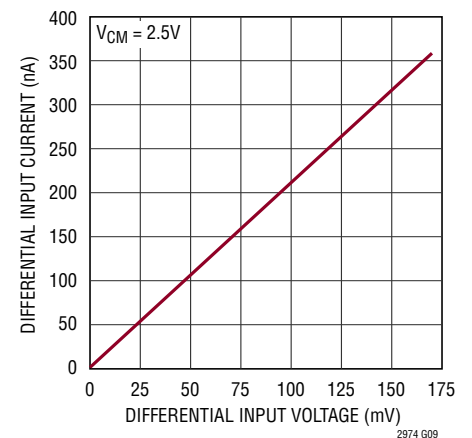
ADC READ_IOUT 入力基準の
ノイズと温度



入力サンプリング電流と
差動入力電圧: 電圧センス入力

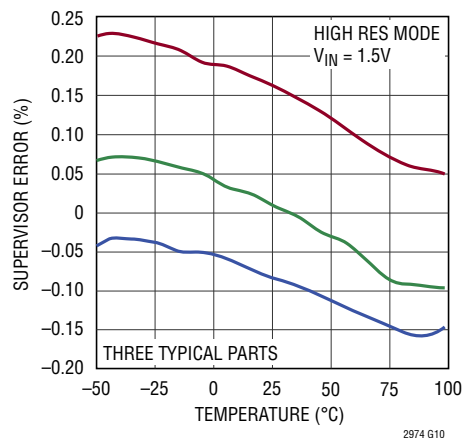


入力サンプリング電流と
差動入力電圧: 電圧センス入力



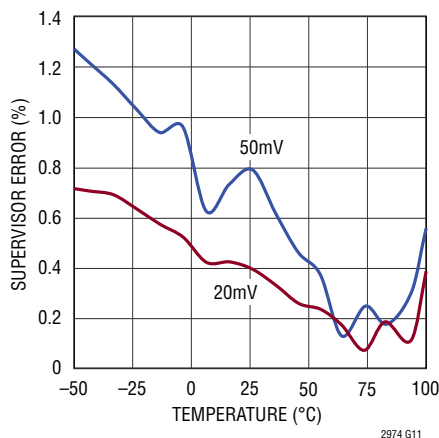
標準的性能特性

電圧スーパーバイザの
全未調整誤差と温度



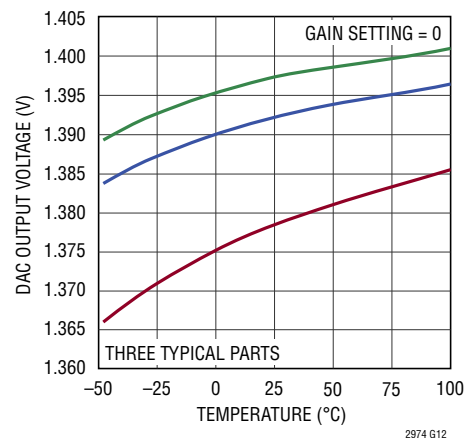
2974 G10

電流スーパーバイザの
全未調整誤差と温度



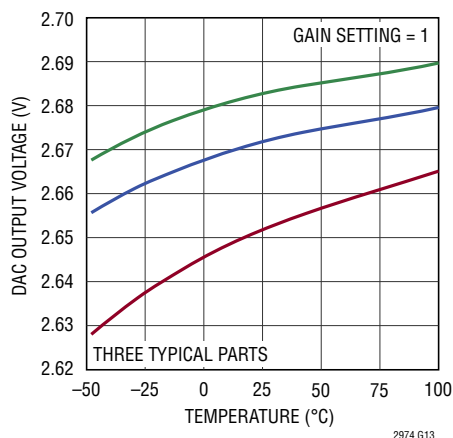
2974 G11

DACのフルスケール電圧と温度、
ゲイン = 0



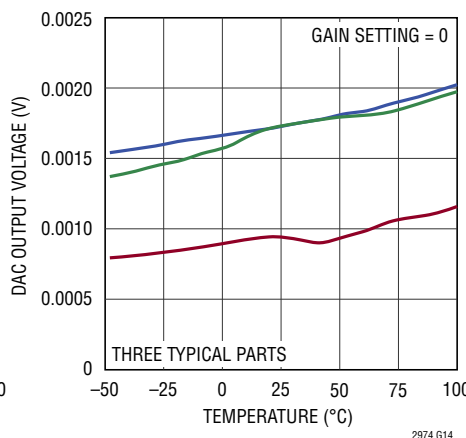
2974 G12

DACのフルスケール電圧と温度、
ゲイン = 1



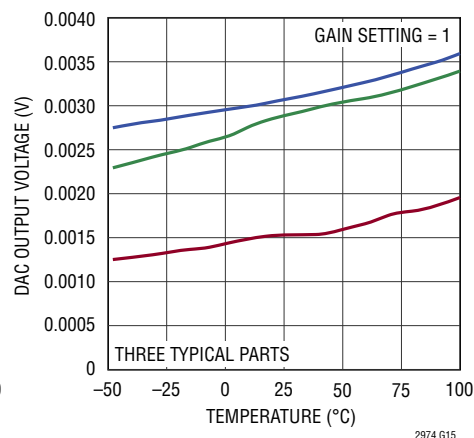
2974 G13

DAC オフセット電圧と温度、
ゲイン = 0



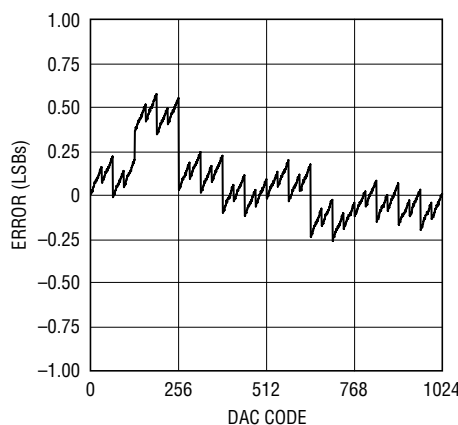
2974 G14

DAC オフセット電圧と温度、
ゲイン = 1



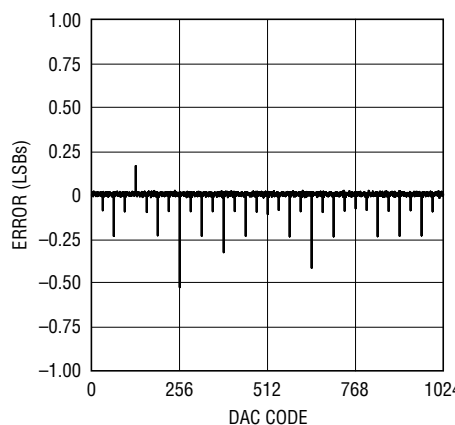
2974 G15

DAC-INL



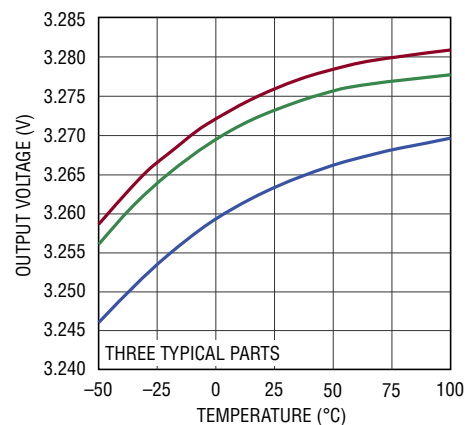
2974 G16

DAC-DNL



2974 G17

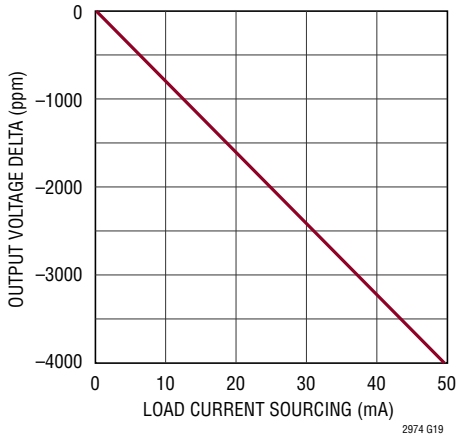
V_{DD33}レギュレータの
出力電圧と温度



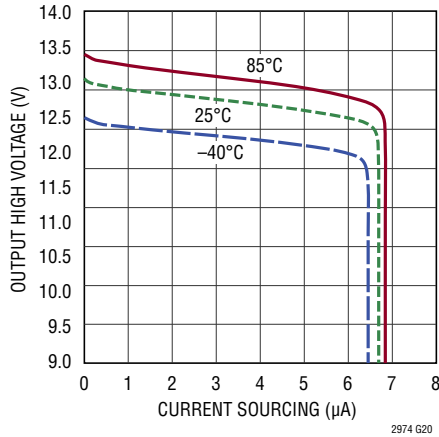
2974 G18

標準的性能特性

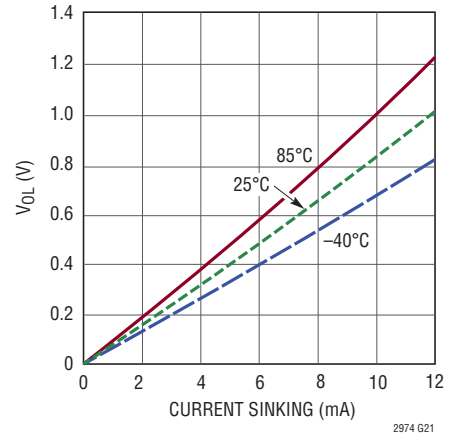
V_{DD33} レギュレータの
ライン・レギュレーション



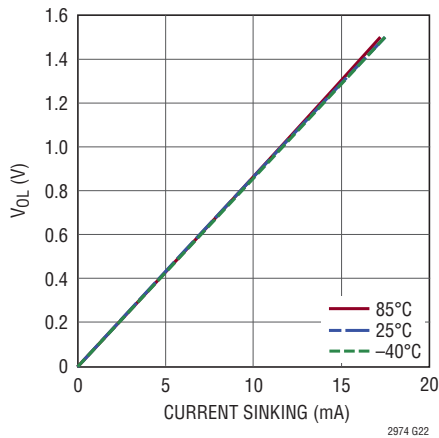
V_{VOUT_EN}_n、V_{AUXFAULTB} 出力 V_{OH} と
電流源出力



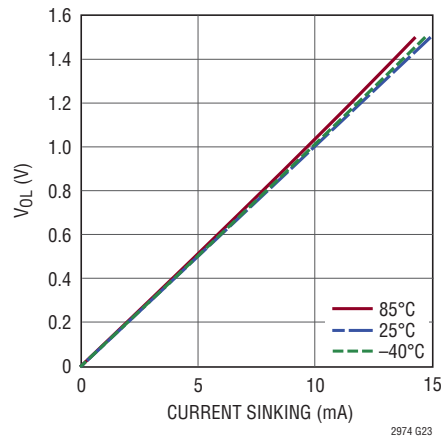
V_{VOUT_EN}_n、V_{AUXFAULTB} 出力 V_{OL} と
電流シンク



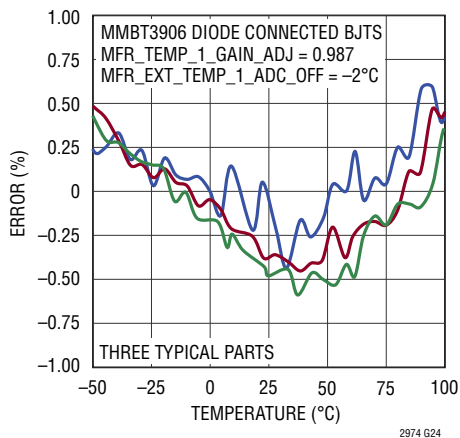
PWRGD、FAULTB_n V_{OL} と
電流シンク



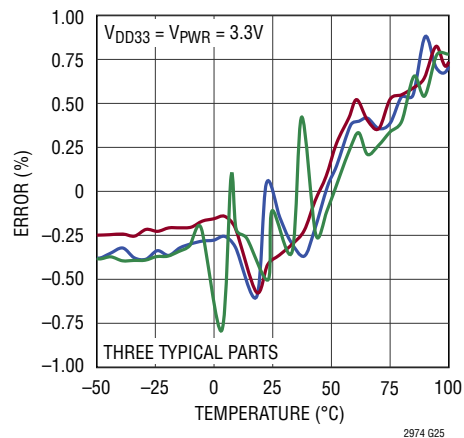
ALERTB V_{OL} と電流シンク



外部温度 READ_TEMPERATURE_1
誤差と温度



READ_TEMPERATURE_2 誤差と
温度



ピン機能

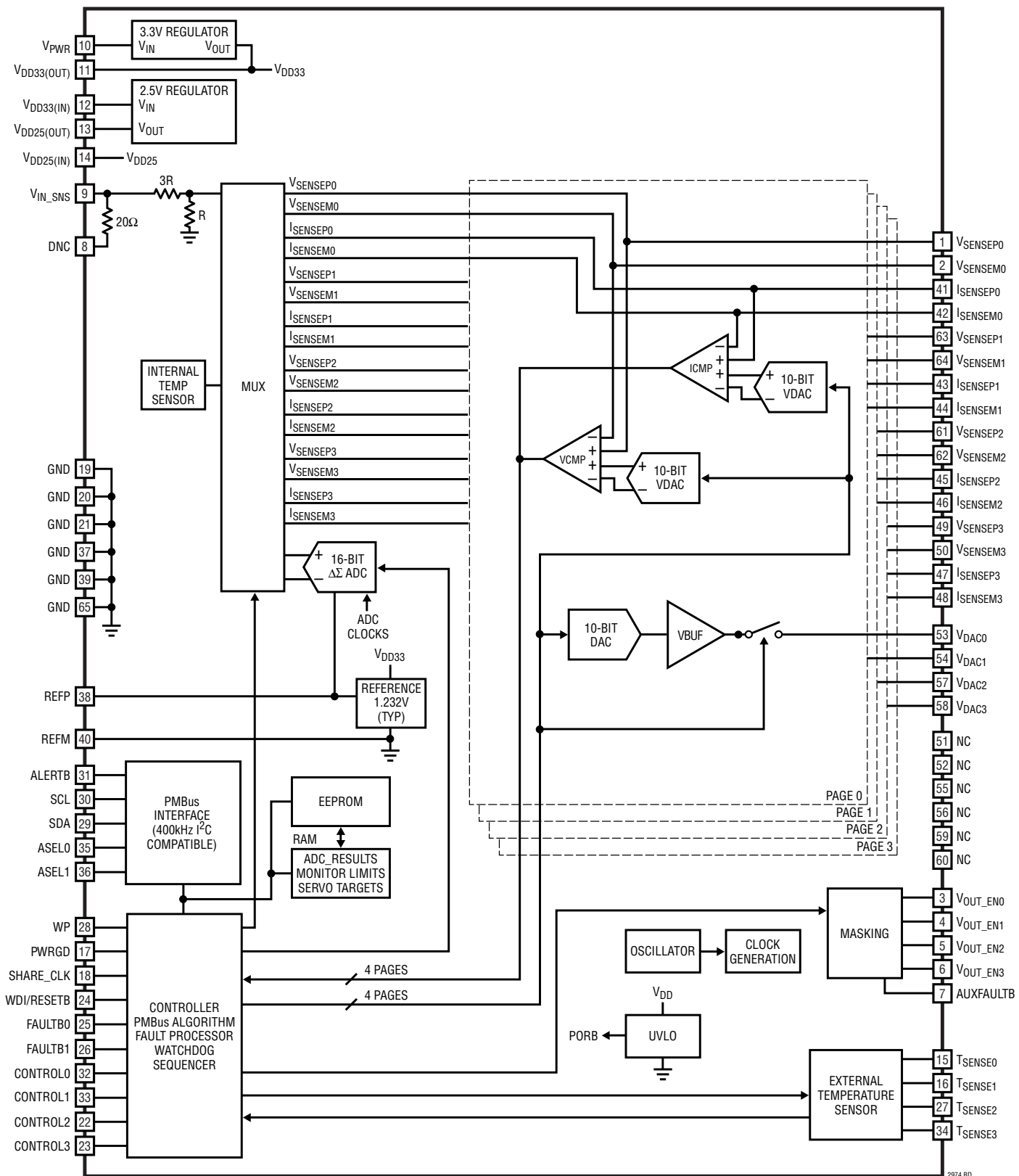
PIN NAME	PIN NUMBER	PIN TYPE	DESCRIPTION
VSENSEP0	1*	In	DC/DC Converter Differential (+) Output Voltage-0 Sensing Pin
VSENSEM0	2*	In	DC/DC Converter Differential (-) Output Voltage-0 Sensing Pin
VOUT_EN0	3	Out	DC/DC Converter Enable-0 Pin. Output High Voltage Optionally Pulled-Up to 12V by 5 μ A
VOUT_EN1	4	Out	DC/DC Converter Enable-1 Pin. Output High Voltage Optionally Pulled-Up to 12V by 5 μ A
VOUT_EN2	5	Out	DC/DC Converter Enable-2 Pin. Output High Voltage Optionally Pulled-Up to 12V by 5 μ A
VOUT_EN3	6	Out	DC/DC Converter Enable-3 Pin. Output High Voltage Optionally Pulled-Up to 12V by 5 μ A
AUXFAULTB	7	Out	Auxiliary Fault Output Pin. Output High Voltage Optionally Pulled-Up to 12V by 5 μ A. Can Be Configured to Pull Low When OV/UV/OC/UC Detected
DNC	8	Do Not Connect	Do Not Connect to this Pin
V _{IN} _SNS	9	In	V _{IN} SENSE Input. This Voltage is Compared Against the V _{IN} On and Off Voltage Thresholds In Order to Determine When to Enable and Disable, Respectively, the Downstream DC/DC Converters
V _{PWR}	10	In	V _{PWR} Serves as the Unregulated Power Supply Input to the Chip (4.5 to 15V). If a 4.5V to 15V Supply Voltage Is Unavailable, Short V _{PWR} to V _{DD33} and Power the Chip Directly from a 3.3V Supply. Bypass to GND with 0.1 μ F Capacitor.
V _{DD33}	11	In/Out	If Shorted to V _{PWR} , It Serves as 3.13 to 3.47V Supply Input Pin. Otherwise It Is a 3.3V Internally Regulated Voltage Output (Use 0.1 μ F Decoupling Capacitor to GND)
V _{DD33}	12	In	Input for Internal 2.5V Sub-Regulator. Short this Pin to Pin 11
V _{DD25}	13	In/Out	2.5V Internally Regulated Voltage Output. Bypass to GND with a 0.1 μ F Capacitor
V _{DD25}	14	In	2.5V Supply Voltage Input. Short this Pin to Pin 13
TSENSE0	15*	In/Out	External Temperature Current Output and Voltage Input for Channel 0. Maximum allowed capacitance is 1 μ F
TSENSE1	16*	In/Out	External Temperature Current Output and Voltage Input for Channel 1. Maximum allowed capacitance is 1 μ F
PWRGD	17	Out	Power-Good Open Drain Output. Indicates When Selected Outputs Are Power Good. Can be Used as System Power-on Reset
SHARE_CLK	18	In/Out	Bidirectional Clock Sharing Pin. Connect a 5.49k Ω Pull-Up Resistor to V _{DD33}
GND	19	Ground	Chip Ground. Must Be Soldered to PCB
GND	20	Ground	Chip Ground. Must Be Soldered to PCB
GND	21	Ground	Chip Ground. Must Be Soldered to PCB
CONTROL2	22	In	Control Pin 2 Input
CONTROL3	23	In	Control Pin 3 Input
WDI/RESETB	24	In	Watchdog Timer Interrupt and Chip Reset Input. Connect a 10k Ω Pull-Up Resistor to V _{DD33} . Rising Edge Resets Watchdog Counter. Holding this Pin Low for More than t _{RESETB} Resets the Chip
FAULTB0	25	In/Out	Open-Drain Output and Digital Input. Active Low Bidirectional Fault Indicator-0. Connect a 10k Ω Pull-Up Resistor to V _{DD33}
FAULTB1	26	In/Out	Open-Drain Output and Digital Input. Active Low Bidirectional Fault Indicator-1. Connect a 10k Ω Pull-Up Resistor to V _{DD33}
TSENSE2	27*	In/Out	External Temperature Current Output and Voltage Input for Channel 2. Maximum allowed capacitance is 1 μ F
WP	28	In	Digital Input. Write-Protect Input Pin, Active High
SDA	29	In/Out	PMBus Bidirectional Serial Data Pin
SCL	30	In	PMBus Serial Clock Input Pin (400kHz Maximum)
ALERTB	31	Out	Open-Drain Output. Generates an Interrupt Request in a Fault/Warning Situation
CONTROL0	32	In	Control Pin 0 Input
CONTROL1	33	In	Control Pin 1 Input

ピン機能

PIN NAME	PIN NUMBER	PIN TYPE	DESCRIPTION
T _{SENSE3}	34*	In/Out	External Temperature Current Output and Voltage Input for Channel 3. Maximum allowed capacitance is 1 μ F
ASELO	35	In	Ternary Address Select Pin 0 Input. Connect to V _{DD33} , GND or Float to Encode 1 of 3 Logic States
ASEL1	36	In	Ternary Address Select Pin 1 Input. Connect to V _{DD33} , GND or Float to Encode 1 of 3 Logic States
GND	37	Ground	Chip Ground. Must Be Soldered to PCB
REFP	38	Out	Reference Voltage Output. Needs 0.1 μ F Decoupling Capacitor to REFM
GND	39	Ground	Chip Ground. Must Be Soldered to PCB
REFM	40	Out	Reference Return Pin. Needs 0.1 μ F Decoupling Capacitor to REFP
I _{SENSE0}	41*	In	DC/DC Converter Differential (+) Output Current-0 Sensing Pin
I _{SEM0}	42*	In	DC/DC Converter Differential (-) Output Current-0 Sensing Pin
I _{SENSE1}	43*	In	DC/DC Converter Differential (+) Output Current-1 Sensing Pin
I _{SEM1}	44*	In	DC/DC Converter Differential (-) Output Current-1 Sensing Pin
I _{SENSE2}	45*	In	DC/DC Converter Differential (+) Output Current-2 Sensing Pin
I _{SEM2}	46*	In	DC/DC Converter Differential (-) Output Current-2 Sensing Pin
I _{SENSE3}	47*	In	DC/DC Converter Differential (+) Output Current-3 Sensing Pin
I _{SEM3}	48*	In	DC/DC Converter Differential (-) Output Current-3 Sensing Pin
V _{SENSE3}	49*	In	DC/DC Converter Differential (+) Output Voltage-3 Sensing Pin
V _{SEM3}	50*	In	DC/DC Converter Differential (-) Output Voltage-3 Sensing Pin
NC	51	No Connect	No Connect
NC	52	No Connect	No Connect
V _{DAC0}	53	Out	DAC0 Output
V _{DAC1}	54	Out	DAC1 Output
NC	55	No Connect	No Connect
NC	56	No Connect	No Connect
V _{DAC2}	57	Out	DAC2 Output
V _{DAC3}	58	Out	DAC3 Output
NC	59	No Connect	No Connect
NC	60	No Connect	No Connect
V _{SENSE2}	61*	In	DC/DC Converter Differential (+) Output Voltage-2 Sensing Pin
V _{SEM2}	62*	In	DC/DC Converter Differential (-) Output Voltage-2 Sensing Pin
V _{SENSE1}	63*	In	DC/DC Converter Differential (+) Output Voltage-1 Sensing Pin
V _{SEM1}	64*	In	DC/DC Converter Differential (-) Output Voltage-1 Sensing Pin
GND	65	Ground	Exposed Pad. Must Be Soldered to PCB

* 未使用の V_{SENSE_n}/I_{SENSE_n} ピン、V_{SEM_n}/I_{SEM_n} ピン、T_{SENSE_n} ピンはいずれも、GND に接続する必要があります。

ブロック図



動作

LTC2974 動作の概要

LTC2974は、PMBus準拠のプログラム可能な電源コントローラ、モニタ、シーケンサ、および電圧、電流スーパーバイザであり、以下の動作を行うことができます。

- PMBus 互換のプログラミング・コマンドを受け取る。
- PMBus インタフェースを介してDC/DCコンバータの入力電圧、出力電圧、出力温度、内部接合部温度の読み取りを行う。
- トリムピンで出力電圧を設定するDC/DCコンバータや、外部抵抗での帰還回路網を使用して出力電圧を設定するDC/DCコンバータの出力を制御する。
- PMBusのプログラミング入力ピンとCONTROL入力ピンを介してDC/DCコンバータの起動シーケンスを制御する。LTC2974は時間に基づいたシーケンスとトラッキング・シーケンスに対応し、また、時間に基づいたシーケンスオフ付きのカスケード・シーケンス・オンにも対応する。
- 自律的に、あるいはPMBusのプログラミングにより、閉ループ・サーボ動作モードでDC/DCコンバータの出力電圧を(標準0.02%ステップで)トリミングする。
- DC/DCコンバータ出力電圧をPMBusでプログラムされたリミットにマージニングする。
- マージンDACに直接アクセスすることにより、DC/DCコンバータの出力電圧のトリミングやマージニングを行うことができる。
- DC/DCコンバータの入力電圧、出力電圧、負荷電流、インダクタの温度がPMBusでプログラムされたリミットに比べて過大か過小かを監視して、適切なフォルトや警告を発生する。
- 独自のアルゴリズムでインダクタの自己発熱の過渡状態を処理する。こうした自己発熱効果は外部温度センサの読みと共に電流監視とADC電流測定の正確さを改善します。
- 動作を無期限に継続する、プログラム可能なデグリッチ時間の経過後にラッチオフする、直ちにラッチオフする、TOFF_DELAY後にオフ・シーケンスする、のいずれかによってフォルト状態に応答する。リトライ・モードを使用して、ラッチオフ状態から自動的に回復することができる。イネーブルされている場合は、再試行の数(0から6または無限大)はすべてのページについて同じで、MFR_RETRY_COUNTでプログラムされる。
- オプションとして、DC/DCコンバータの出力電圧が初期マージンまたは公称目標値に達すると、トリミングを停止する。目標値がV_{OUT}の警告リミットから外れると、必要に応じてサーボ制御を再開できる。
- PMBusのプログラミングにより、コマンド・レジスタの内容をCRC付きでEEPROMに格納する。
- PMBusのプログラミングまたは起動時にVDD33が印可されたときにEEPROMの内容をリストアする。
- パワーグッド出力により、DC/DCコンバータの出力電圧の状態を通知する。
- サポートされているPMBusフォルトと警告に応答してALERTBピンをアサートすることにより、割り込み要求を発生する。
- LTC2974のFAULTB0ピンとFAULTB1ピンに接続されている全てのDC/DCコンバータに対してシステム全体にわたるフォルト通知を調整する。
- SHARE_CLKピンを使用して複数のデバイスのシーケンス遅延やシャットダウンを同期させる。
- コマンド・レジスタへのソフトウェアおよびハードウェア書き込みを禁止する。
- 出力電圧のOV、UV、OC、UCフォルトに応答して、監視対象のDC/DCコンバータの入力電圧をディスエーブルする。
- フォルトオフ状態に応答してテレメトリ・データおよびステータス・データをEEPROMに記録する。
- プログラム可能なウォッチドッグ・タイマを使用して外部マイクロコントローラの動作がストール状態かどうかを監視し、必要に応じてマイクロコントローラをリセットする。
- DC/DCコンバータが、パワー・サイクル後、プログラム可能な時間(MFR_RESTART_DELAY)が経過し、出力がプログラム可能なスレッシュホールド電圧(MFR_VOUT_DISCHARGE_THRESHOLD)を下回るまで、オン状態に再移行しないようにする。
- 入力電圧、出力電圧、および出力温度の測定された最小値と最大値を記録する。
- RAMスペース(Mfr_ee_unlock、Mfr_ee_erase、Mfr_ee_data)を変更することなく、ユーザーのEEPROMデータに直接アクセスする。社内でのバルク・プログラミングを容易にする。

動作

EEPROM

LTC2974は、構成設定とフォルト・ログの情報を格納するEEPROM（不揮発性メモリ）を内蔵しています。EEPROMの持続時間、保持時間、一括書き込み動作時間は動作温度範囲で規定されています。「電気的特性」と「絶対最大定格」のセクションを参照してください。

$T_J = 85^\circ\text{C}$ より上での非破壊動作は可能ですが、電気的特性は保証されておらず、EEPROMは劣化します。

85°C より上でEEPROMに書き込むと、保持特性の劣化を生じます。高い温度で生じることのあるシステムの問題のデバッグに役立つフォルト・ログ機能は、EEPROMのフォルト・ログのロケーションにだけ書き込みます。これらのレジスタへの不規則の書き込みが 85°C より上で行われると、フォルト・ログのデータ保持特性がわずかに劣化することがあります。

T_J が 85°C を超える場合はSTORE_USER_ALLまたはバルク・プログラミングを使用して、EEPROMが書き込まれないことを推奨します。

85°C を超える温度でのEEPROMの保持特性の劣化は、次式を使って無次元の加速係数を計算することにより、近似することができます。

$$AF = e^{\left[\left(\frac{E_a}{k} \right) \cdot \left(\frac{1}{T_{USE} + 273} - \frac{1}{T_{STRESS} + 273} \right) \right]}$$

ここで、

AF = 加速係数

E_a = 活性化エネルギー = 1.4eV

k = $8.625 \cdot 10^{-5} \text{eV/K}$

T_{USE} = 85°C の規定接合部温度

T_{STRESS} = 実際の接合部温度 ($^\circ\text{C}$)

例： 95°C の接合部温度で10時間動作するときの保持特性への影響を計算します。

$T_{STRESS} = 95^\circ\text{C}$

$T_{USE} = 85^\circ\text{C}$

AF = 3.4

85°C での等価動作時間 = 34時間。

したがって、EEPROMの全保持時間は、 95°C の接合部温度で10時間の動作の結果として34時間だけ劣化しました。ただし、EEPROMの 85°C の最大接合部温度での87,600時間の定格全保持時間に比べると、オーバーストレスの影響は無視できます。

AUXFAULTB

AUXFAULTBピンは、いつでもPMBUSを経由して2つの出力レベルの内1つにコマンドすることができます。必要に応じて第3の出力レベルを使用すると、AUXFAULTBピンはフォルト条件の検出されたときにこれを示すように設定することもできます。この多重化についての概念は図1を参照してください。

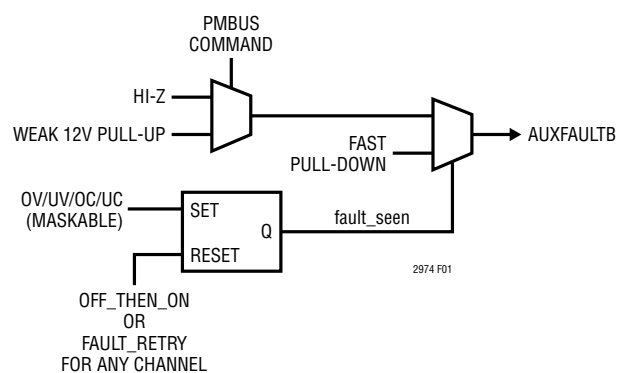


図1. AUXFAULTB MUX

MFR_CONFIG2_LTC2974コマンドとMFR_CONFIG3_LTC2974コマンドは、フォルト条件がある場合にどのフォルト条件がAUXFAULTBピンをその第3の出力レベル(GNDへの高速プルダウン)へ駆動するかをチャンネルごとに選択することに使用できます。AUXFAULTBピンに伝えられるフォルトのタイプは、過大/過小電圧フォルトと、過大/過小電流フォルトのみです。

Mfr_config_all_auxfaultb_wpuは、AUXFAULTBピンが高インピーダンス状態にあるか、または $5\mu\text{A}$ の電流で約12Vに弱くプルアップされるかを選択します。図1に示すように、GNDへのプルダウンは、イネーブルされたフォルトが検出されたものをオーバーライドします。

動作

RESETB

WDI/RESETB ピンを t_{RESETB} より長く“L”に保つと、LTC2974 をパワーオン・リセット状態に移行させることができます。LTC2974 はパワーオン・リセット状態では I²C バスでの通信を行いません。LTC2974 は WDI/RESETB ピンのその後の立ち上がりエッジに続き、EEPROM に格納されたユーザー設定に従ってパワーオン・シーケンスを実行します。WDI/RESETB は 10k 抵抗を介して VDD33 に接続してください。WDI/RESETB ピンは 256 μ s のデグリッチ・フィルタを内蔵しているので、このピンに追加のフィルタ・コンデンサを接続することは推奨しません。

PMBus シリアルデジタルインタフェース

LTC2974 は、標準 PMBus シリアル・バス・インタフェースを使用してホスト(マスタ)と通信します。バス信号相互のタイミング関係を PMBus タイミング図に示します。バスを使用しない場合、2本のバスライン(SDAとSCL)は“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。

LTC2974 はスレーブ・デバイスです。マスタは以下のフォーマットを使用して LTC2974 と通信することができます。

- マスタ・トランスマッタ、スレーブ・レシーバ
- マスタ・レシーバ、スレーブ・トランスマッタ

以下の SMBus コマンドがサポートされています。

- 書き込みバイト、書き込みワード、送信バイト
- 読み出しバイト、読み出しワード、ブロック読み出し
- アラート応答アドレス

前述の SMBus プロトコルを図 1～図 12 に示します。全てのトランザクションは PEC (パリティ・エラー・チェック) と GCP (グループ・コマンド・プロトコル) をサポートしています。ブロック読み出しは 255 バイトのリターン・データをサポートしています。したがって、Mfr_config_all_longer_pmbus_timeout の設定を使用して SMBus タイムアウトを延長することができます。

PMBus

PMBus は電力変換デバイスとの通信方法を定義する業界標準です。PMBus は業界標準の SMBus シリアル インタフェースと PMBus コマンド言語とで構成されています。

PMBus 2 線インタフェースは SMBus の拡張版です。SMBus は I²C を土台にしており、タイミング、DC パラメータおよびプロトコルに若干の差があります。SMBus プロトコルはバスのハングを防ぐタイムアウトと、データの完全性を保証するオプションの packets・エラー・チェック (PEC) を備えているので、SMBus プロトコルはシンプルな I²C のバイト・コマンドより堅牢です。一般に、I²C 通信に設定可能なマスタ・デバイスは、ハードウェアやファームウェアにほとんどまたは全く変更を加えずに PMBus 通信に使用することができます。

SMBus に対して PMBus によってなされている小さな拡張および例外の説明については、PMBus Specification Part 1 Revision 1.1 の「Section 5: トランスポート」を参照してください。これは、次で閲覧することができます。

www.pmbus.org

SMBus と I²C の相違点の説明に関しては、System Management Bus (SMBus) Specification Version 2.0 の「付録 B – SMBus と I²C の間の相違点」を参照してください。これは、次で閲覧することができます。

www.smbus.org

PMBus の部分との通信に I²C コントローラを使用する場合は、コントローラがデータ・バイトの停止を発生することなく書き込みのできる事が重要です。この書き込みができると、コントローラは I²C 読み出しによって開始コマンドバイト書き込みを連結することで、繰り返し起こる PMBus の読み出しコマンドの開始点を適切に構成することができます。

デバイス・アドレス

LTC2974 の I²C/SMBus アドレスは、ベースアドレス + N (ここに N は 0～8) と等しくなります。N は ASEL0 と ASEL1 ピンを VDD33、GND、または FLOAT にセットすることで設定できます。表 1 を参照してください。1 つのベースアドレスに 9 つの値を使用すると、9 つの LTC2974 を共に接続して 36 の出力の制御ができます。ベースアドレスは MFR_I2C_BASE_ADDRESS レジスタに格納されています。ベースアドレスにはどのような値でも書き込めますが、一般的に希望のアドレス範囲が既存のアドレスと重なり合うことがなければ変更するべきではありません。I²C/SMBus デバイスやグローバルアドレスなどの I²C/SMBus マルチプレクサやバスバッファとアドレス範囲が重なり合わないようしてください。こうしておくと設計上の心配事が減ります。

動作

LTC2974はASELピンとMFR_I2C_BASE_ADDRESSとステータスに関係なく常にグローバルアドレスとSMBus Alert Responseアドレスに応答します。

次に続くコマンドにNACKを出すことはあります。次の表にこの点をまとめて示します。Mfr_commonはLTC2974がビジーな状態でも常に読み込まれる特殊なコマンドです。ホストはこの方法でもLTC2974がビジーかどうかを判定できます。

処理コマンド

LTC2974は専用の処理ブロックの使用で、全てのコマンドに迅速に応答できます。数少ない例外として、コマンド処理中に

EEPROM 関連のコマンド

コマンド	標準的遅延*	説明
STORE_USER_ALL	t _{MASS_WRITE}	「電気的特性」の表参照。LTC2974は、そのレジスタの内容をEEPROMに転送中はどのようなコマンドも受け付けません。このコマンドバイトはNACKされる。Mfr_commonは常に使用可能。
RESTORE_USER_ALL	30ms	LTC2974は、EEPROMのデータをコマンド・レジスタに転送中はどのようなコマンドも受け付けません。このコマンドバイトはNACKされる。Mfr_commonは常に使用可能。
MFR_FAULT_LOG_CLEAR	175ms	LTC2974は、EEPROMスペースのフォルト・ログを初期化中はどのようなコマンドも受け付けません。このコマンドバイトはNACKされる。Mfr_commonは常に使用可能。
MFR_FAULT_LOG_STORE	20ms	LTC2974は、フォルト・ログのRAMバッファをEEPROMスペースに転送中はどのようなコマンドも受け付けません。このコマンドバイトはNACKされる。Mfr_commonは常に使用可能。
Internal Fault log	20ms	内部フォルトログ・イベントは、フォルトに応答してフォルトログの内容をEEPROMにアップロードする1回切りのイベント。内部フォルトログの取得はディスエーブル可能。EEPROMへのこの書き込み中に受け取ったコマンドはNACKされる。Mfr_commonは常に使用可能。
MFR_FAULT_LOG_RESTORE	2ms	LTC2974は、EEPROMのデータをフォルトログ・バッファに転送中はどのようなコマンドも受け付けません。このコマンドバイトはNACKされる。Mfr_commonは常に使用可能。

*標準的な遅延は、コマンドの停止から次のコマンドの開始までで測定される。

その他のコマンド

コマンド	遅延*	説明
MFR_CONFIG	<50μs	LTC2974は、このコマンド処理中はどのようなコマンドも受け付けません。このコマンドバイトはNACKされる。Mfr_commonは常に使用可能。
IOUT_CAL_GAIN	<500μs	LTC2974は、このコマンド処理中はどのようなコマンドも受け付けません。このコマンドバイトはNACKされる。Mfr_commonは常に使用可能。

*遅延は、コマンドの停止から次のコマンドの開始までで測定される。

PMBusのタイミングに関するその他の注意事項

コマンド	説明
CLEAR_FAULTS	LTC2974はこのコマンドの処理中もコマンドを受け付けるが、関連するステータス・フラグは最長500μsの間クリアされない。

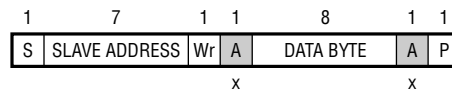
動作

表1.MFR_I2C_BASE_ADDRESSが7ビットの0x5Cに設定されている場合のLTC2974アドレスのルックアップ・テーブル

説明	16進数のデバイス・アドレス		2進数のデバイス・アドレス							R/W	アドレス・ピン	
	7ビット	8ビット	6	5	4	3	2	1	0		ASEL1	ASEL0
アラート応答	0C	19	0	0	0	1	1	0	0	1	X	X
グローバル	5B	B6	1	0	1	1	0	1	1	0	X	X
N = 0	5C*	B8	1	0	1	1	1	0	0	0	L	L
N = 1	5D	BA	1	0	1	1	1	0	1	0	L	NC
N = 2	5E	BC	1	0	1	1	1	1	0	0	L	H
N = 3	5F	BE	1	0	1	1	1	1	1	0	NC	L
N = 4	60	C0	1	1	0	0	0	0	0	0	NC	NC
N = 5	61	C2	1	1	0	0	0	0	1	0	NC	H
N = 6	62	C4	1	1	0	0	0	1	0	0	H	L
N = 7	63	C6	1	1	0	0	0	1	1	0	H	NC
N = 8	64	C8	1	1	0	0	1	0	0	0	H	H

H = V_{DD33} に接続、NC = 接続しない、オープンまたはフロート、L = GND に接続、X = ドントケア

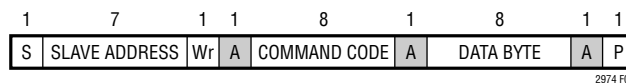
*MFR_I2C_BASE_ADDRESS = 7bit 0x5C (製造時のデフォルト値)



- S START CONDITION
- Sr REPEATED START CONDITION
- Rd READ (BIT VALUE OF 1)
- Wr WRITE (BIT VALUE OF 0)
- x SHOWN UNDER A FIELD INDICATES THAT THAT FIELD IS REQUIRED TO HAVE THE VALUE OF x
- A ACKNOWLEDGE (THIS BIT POSITION MAY BE 0 FOR AN ACK OR 1 FOR A NACK)
- P STOP CONDITION
- PEC PACKET ERROR CODE
- MASTER TO SLAVE
- SLAVE TO MASTER
- ... CONTINUATION OF PROTOCOL

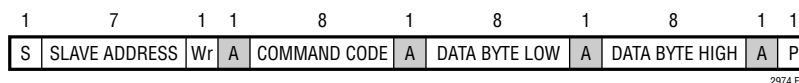
2974 F02

図2. PMBusの packets プロトコル・ダイアグラムの要素のキー



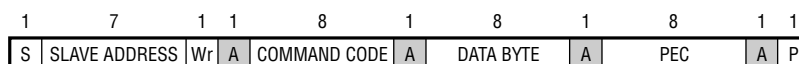
2974 F03

図3. バイト書き込みのプロトコル



2974 F04

図4. ワード書き込みのプロトコル



2974 F05

図5. PEC 付きのバイト書き込みのプロトコル

動作

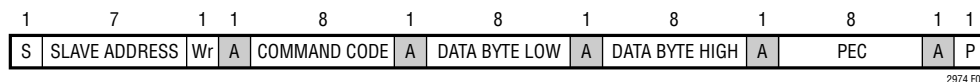


図6. PEC 付きのワード書き込みの Protokol

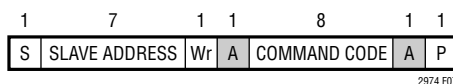


図7. バイト送信 Protokol

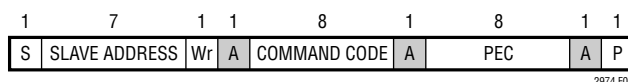


図8. PEC 付きのバイト送信 Protokol

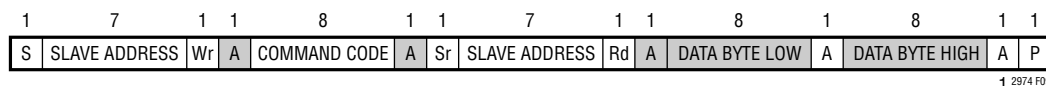


図9. ワード読み出しの Protokol

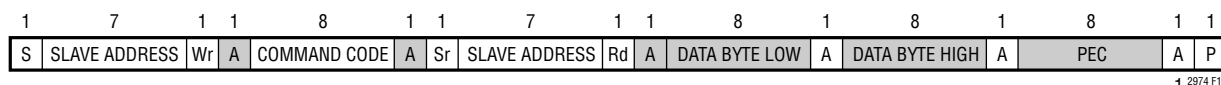


図10. PEC 付きのワード読み出しの Protokol

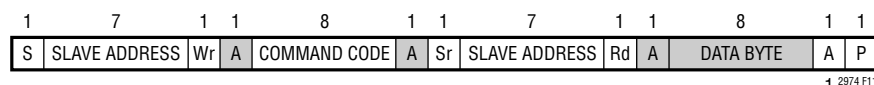


図11. バイト読み出しの Protokol



図12. PEC 付きのバイト読み出しの Protokol

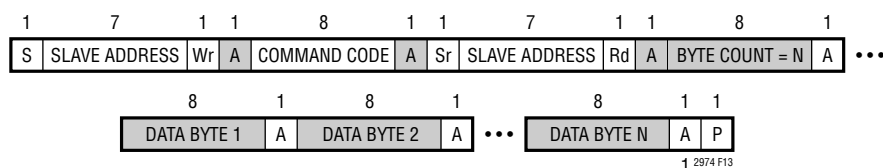


図13. ブロックでの読み出し

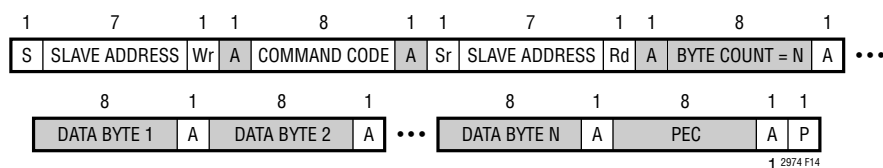


図14. PEC 付きのブロックでの読み出し

PMBus コマンドの要約

まとめの表

コマンドの名称	CMD コード	説明	タイプ	ページ 指定	データ 形式	UNITS	EEPROM	既定値: FLOAT HEX	参照 ページ
PAGE	0x00	ページングをサポートしているコマンドの、現在選択されているチャンネルまたはページ	R/Wバイト	N	Reg			0x00	28
OPERATION	0x01	動作モードの制御。オン/オフ、マージンハイおよびマージンロー。	R/Wバイト	Y	Reg		Y	0x00	30
ON_OFF_CONFIG	0x02	CONTROLピンおよびPMBusのオン/オフ・コマンドの設定。	R/Wバイト	Y	Reg		Y	0x12	30
CLEAR_FAULTS	0x03	セットされている全フォルト・ビットをクリア。	バイトを送信	Y				NA	61
WRITE_PROTECT	0x10	偶発的変更に対してデバイスによって与えられる保護のレベル。	R/Wバイト	N	Reg		Y	0x00	28
STORE_USER_ALL	0x15	動作メモリ全体をEEPROMに格納。	バイトを送信	N				NA	40
RESTORE_USER_ALL	0x16	動作メモリ全体をEEPROMからリストア。	バイトを送信	N				NA	40
CAPABILITY	0x19	このデバイスによってサポートされているPMBusのオプションの通信プロトコルの要約。	Rバイト	N	Reg			0xB0	78
VOUT_MODE	0x20	出力電圧データのフォーマットおよび仮数のべき数 (2^{-13})。	Rバイト	Y	Reg			0x13	44
VOUT_COMMAND	0x21	サーボ・ターゲット。公称DC/DCコンバータ出力電圧値の設定。	R/Wワード	Y	L16	V	Y	1.0 0x2000	44
VOUT_MAX	0x24	他のコマンドに関係なく、このユニットが支配できる出力電圧の上限。	R/Wワード	Y	L16	V	Y	4.0 0x8000	44
VOUT_MARGIN_HIGH	0x25	マージン“H” DC/DCコンバータ出力電圧の設定。	R/Wワード	Y	L16	V	Y	1.05 0x219A	44
VOUT_MARGIN_LOW	0x26	マージン“L” DC/DCコンバータ出力電圧の設定。	R/Wワード	Y	L16	V	Y	0.95 0x1E66	44
VIN_ON	0x35	この上では電力変換がイネーブルできる入力電圧 (V_{IN_SNS})。	R/Wワード	N	L11	V	Y	10.0 0xD280	43
VIN_OFF	0x36	この下では電力変換がディスエーブルされる入力電圧 (V_{IN_SNS})。VOUT_ENピンは全て直ちにオフになるか、TOFF_DELAYの後でシーケンス・オフされる (Mfr_config_track_enh 参照)。	R/Wワード	N	L11	V	Y	9.0 0xD240	43
IOUT_CAL_GAIN	0x38	電流検出素子の公称抵抗値 (mΩ)。	R/Wワード	Y	L11	mΩ	Y	1.0 0xBA00	46
VOUT_OV_FAULT_LIMIT	0x40	出力の過電圧フォルト・リミット。	R/Wワード	Y	L16	V	Y	1.1 0x2333	44
VOUT_OV_FAULT_RESPONSE	0x41	出力過電圧フォルトが検出されたとき、デバイスがとるアクション。	R/Wバイト	Y	Reg		Y	0x80	54
VOUT_OV_WARN_LIMIT	0x42	出力の過電圧警報リミット。	R/Wワード	Y	L16	V	Y	1.075 0x2266	44
VOUT_UV_WARN_LIMIT	0x43	出力の低電圧警報リミット。	R/Wワード	Y	L16	V	Y	0.925 0x1D9A	44
VOUT_UV_FAULT_LIMIT	0x44	出力の低電圧フォルト・リミット。Ton_max_faultと、パワー・グッドのデアサートに使用。	R/Wワード	Y	L16	V	Y	0.9 0x1CCD	44

注記: データ・フォーマットの省略形はこの表の末尾で説明されています。

PMBus コマンドの要約

まとめの表

コマンドの名称	CMD コード	説明	タイプ	ページ 指定	データ 形式	UNITS	EEPROM	既定値: FLOAT HEX	参照 ページ
VOUT_UV_FAULT_RESPONSE	0x45	出力の低電圧フォルトが検出されたとき、デバイスがとるアクション。	R/Wバイト	Y	Reg		Y	0x7F	54
IOUT_OC_FAULT_LIMIT	0x46	出力の過電流フォルト・リミット。	R/Wワード	Y	L11	A	Y	10.0 0xD280	46
IOUT_OC_FAULT_RESPONSE	0x47	出力の過電流フォルトが検出されたとき、デバイスがとるアクション。	R/Wバイト	Y	Reg		Y	0x00	54
IOUT_OC_WARN_LIMIT	0x4A	出力の過電流警告リミット。	R/Wワード	Y	L11	A	Y	5.0 0xCA80	46
IOUT_UC_FAULT_LIMIT	0x4B	出力の低電圧フォルト・リミット。逆電流の検出に使用し、負の値である必要がある。	R/Wワード	Y	L11	A	Y	-1.0 0xBE00	46
IOUT_UC_FAULT_RESPONSE	0x4C	出力の低電流フォルトが検出されたとき、デバイスがとるアクション。	R/Wバイト	Y	Reg		Y	0x00	54
OT_FAULT_LIMIT	0x4F	外部の温度センサの過熱フォルト・リミット設定。	R/Wワード	Y	L11	°C	Y	65.0 0xEA08	48
OT_FAULT_RESPONSE	0x50	外部温度センサで過温度フォルトが検出されたとき、デバイスがとるアクション。	R/Wバイト	Y	Reg		Y	0xB8	54
OT_WARN_LIMIT	0x51	外部の温度センサの過熱警告リミット。	R/Wワード	Y	L11	°C	Y	60.0 0xE3C0	48
UT_WARN_LIMIT	0x52	外部の温度センサの低温警告リミット。	R/Wワード	Y	L11	°C	Y	0 0x8000	48
UT_FAULT_LIMIT	0x53	外部の温度センサの低温フォルト・リミット。	R/Wワード	Y	L11	°C	Y	-5.0 0xCD80	48
UT_FAULT_RESPONSE	0x54	外部温度センサで低温フォルトが検出されたとき、デバイスがとるアクション。	R/Wバイト	Y	Reg		Y	0xB8	54
VIN_OV_FAULT_LIMIT	0x55	VIN_SNS ピンで測定した入力過電圧フォルト・リミット。	R/Wワード	N	L11	V	Y	15.0 0xD3C0	43
VIN_OV_FAULT_RESPONSE	0x56	入力の過電圧フォルトが検出されたとき、デバイスがとるアクション。	R/Wバイト	N	Reg		Y	0x80	54
VIN_OV_WARN_LIMIT	0x57	VIN_SNS ピンで測定した入力過電圧警告リミット。	R/Wワード	N	L11	V	Y	14.0 0xD380	43
VIN_UV_WARN_LIMIT	0x58	VIN_SNS ピンで測定した入力低電圧警告リミット。	R/Wワード	N	L11	V	Y	0 0x8000	43
VIN_UV_FAULT_LIMIT	0x59	VIN_SNS ピンで測定した入力低電圧フォルト・リミット。	R/Wワード	N	L11	V	Y	0 0x8000	43
VIN_UV_FAULT_RESPONSE	0x5A	入力の低電圧フォルトが検出されたとき、デバイスがとるアクション。	R/Wバイト	N	Reg		Y	0x00	54
POWER_GOOD_ON	0x5E	それ以上になるとパワーグッドをアサートする出力電圧。	R/Wワード	Y	L16	V	Y	0.96 0x1EB8	44
POWER_GOOD_OFF	0x5F	Mfr_config_all_pwrgrd_off_uses_uv がクリアな場合に、それ以下になるとパワーグッドをデアサートするべき出力電圧。	R/Wワード	Y	L16	V	Y	0.94 0x1E14	44

PMBus コマンドの要約

まとめの表

コマンドの名称	CMD コード	説明	タイプ	ページ 指定	データ 形式	UNITS	EEPROM	既定値: FLOAT HEX	参照 ページ
TON_DELAY	0x60	CONTROL ピンおよび/または OPERATION コマンド = ON から V _{OUT_EN} ピン = ON までの時間	R/W ワード	Y	L11	mS	Y	1.0 0xBA00	51
TON_RISE	0x61	LTC2974 の V _{OUT_EN} ピンが“H”になってから、オプションでその DAC をソフトで接続して出力電圧を希望の値までサーボし始めるまでの時間。	R/W ワード	Y	L11	mS	Y	10.0 0xD280	51
TON_MAX_FAULT_LIMIT	0x62	TON_MAX_FAULT 条件が成立するまでに、V _{OUT_EN} ピンのアサートから低電圧条件が許容される時間の最大値。	R/W ワード	Y	L11	mS	Y	15.0 0xD3C0	51
TON_MAX_FAULT_RESPONSE	0x63	TON_MAX_FAULT イベントが検出されたとき、デバイスがとるアクション。	R/W バイト	Y	Reg		Y	0xB8	54
TOFF_DELAY	0x64	CONTROL ピンおよび/または OPERATION コマンド = OFF から V _{OUT_EN} ピン = OFF までの時間	R/W ワード	Y	L11	mS	Y	1.0 0xBA00	51
STATUS_BYTE	0x78	ユニットのフォルト状態の1バイトの要約	R バイト	Y	Reg			NA	61
STATUS_WORD	0x79	ユニットのフォルト状態の2バイトの要約	R ワード	Y	Reg			NA	61
STATUS_VOUT	0x7A	出力電圧フォルトおよび警報の状態。	R バイト	Y	Reg			NA	61
STATUS_IOUT	0x7B	出力電流フォルトおよび警報の状態。	R バイト	Y	Reg			NA	61
STATUS_INPUT	0x7C	入力電源フォルトおよび警報の状態。	R バイト	N	Reg			NA	61
STATUS_TEMPERATURE	0x7D	READ_TEMPERATURE_1 の外部温度フォルトおよび警報の状態。	R バイト	Y	Reg			NA	61
STATUS_CML	0x7E	通信およびメモリのフォルトおよび警報の状態。	R バイト	N	Reg			NA	61
STATUS_MFR_SPECIFIC	0x80	メーカー固有のフォルトおよび状態の情報。	R バイト	Y	Reg			NA	61
READ_VIN	0x88	入力電源電圧。	R ワード	N	L11	V		NA	66
READ_VOUT	0x8B	DC/DC コンバータ出力電圧。	R ワード	Y	L16	V		NA	66
READ_IOUT	0x8C	DC/DC コンバータ出力電流。	R ワード	Y	L11	A		NA	66
READ_TEMPERATURE_1	0x8D	外部ダイオードの接合部温度。これは、IOUT_CAL_GAIN を含む、温度に関する全ての処理に使用される値。	R ワード	Y	L11	°C		NA	66
READ_TEMPERATURE_2	0x8E	内部接合部温度。	R ワード	N	L11	°C		NA	66
READ_POUT	0x96	DC/DC コンバータ出力電力。	R ワード	Y	L11	W		NA	66
PMBUS_REVISION	0x98	このデバイスがサポートする PMBus のリビジョン。現在のリビジョンは 1.1。	R バイト	N	Reg			0x11	78
USER_DATA_00	0xB0	メーカーにより、LTpowerPlay™ のために予約。	R/W ワード	N	Reg		Y	N/A	79
USER_DATA_01	0xB1	メーカーにより、LTpowerPlay のために予約。	R/W ワード	Y	Reg		Y	N/A	79
USER_DATA_02	0xB2	OEM により予約。	R/W ワード	N	Reg		Y	N/A	79

PMBus コマンドの要約

まとめの表

コマンドの名称	CMD コード	説明	タイプ	ページ 指定	データ 形式	UNITS	EEPROM	既定値: FLOAT HEX	参照 ページ
USER_DATA_03	0xB3	スクラッチパッドの場所。	R/Wワード	Y	Reg		Y	0x00	79
USER_DATA_04	0xB4	スクラッチパッドの場所。	R/Wワード	N	Reg		Y	0x00	79
MFR_LTC_RESERVED_1	0xB5	メーカーにより予約。	R/Wワード	Y	Reg		Y	NA	79
MFR_T_SELF_HEAT	0xB8	出力電流センスデバイスから計算した自己発熱による温度上昇値の、外部の温度センサで測定した値よりも高い分。	Rワード	Y	L11	°C		NA	48
MFR_IOUT_CAL_GAIN_TAU_INV	0xB9	Mfr_t_self_heat の変化の時定数の逆数を $4 \cdot t_{\text{CONV_SENSE}}$ でスケールしたもの。	R/Wワード	Y	L11		Y	0.0 0x8000	48
MFR_IOUT_CAL_GAIN_THETA	0xBA	インダクタのコアから、外部の温度センサで測定したポイントまでの熱抵抗。	R/Wワード	Y	L11	°C/W	Y	0.0 0x8000	48
MFR_READ_IOUT	0xBB	READ_IOUT の代替データ・フォーマット。 1 LSB = 2.5mA。	Rワード	Y	CF	2.5mA		NA	66
MFR_LTC_RESERVED_2	0xBC	メーカーにより予約。	R/Wワード	Y	Reg			NA	79
MFR_EE_UNLOCK	0xBD	MFR_EE_ERASE と MFR_EE_DATA のコマンドによってアクセスするために、ユーザーの EEPROM のロックを解除。	R/Wバイト	N	Reg			NA	40
MFR_EE_ERASE	0xBE	MFR_EE_DATA によるバルク・プログラミングのために、ユーザーの EEPROM を初期化。	R/Wバイト	N	Reg			NA	40
MFR_EE_DATA	0xBF	シーケンシャルな PMBus のワード読み出しまたは書き込みを使って、EEPROM のデータ転送。バルク・プログラミングをサポート。	R/Wワード	N	Reg			NA	40
MFR_CONFIG_LTC2974	0xD0	チャンネル固有の設定ビット。	R/Wワード	Y	Reg		Y	0x0080	30
MFR_CONFIG_ALL_LTC2974	0xD1	全てのページに共通の設定ビット。	R/Wワード	N	Reg		Y	0x0F7B	30
MFR_FAULTB0_PROPAGATE	0xD2	フォルトのためオフ・ステートになったチャンネルを FAULTB0 ピンに伝搬するかどうかを決定する設定。	R/Wバイト	Y	Reg		Y	0x00	59
MFR_FAULTB1_PROPAGATE	0xD3	フォルトのためオフ・ステートになったチャンネルを FAULTB1 ピンに伝搬するかどうかを決定する設定。	R/Wバイト	Y	Reg		Y	0x00	59
MFR_PWRGD_EN	0xD4	WDI/RESETB のステータスと個々のチャンネルのパワーグッドを PWRGD ピンにマッピングする設定。	R/Wワード	N	Reg		Y	0x0000	52
MFR_FAULTB0_RESPONSE	0xD5	FAULTB0 ピンが "L" にアサートされたとき、デバイスがとるアクション。	R/Wバイト	N	Reg		Y	0x00	59
MFR_FAULTB1_RESPONSE	0xD6	FAULTB1 ピンが "L" にアサートされたとき、デバイスがとるアクション。	R/Wバイト	N	Reg		Y	0x00	59
MFR_IOUT_PEAK	0xD7	READ_IOUT の最大測定値。	Rワード	Y	L11	A		NA	66
MFR_IOUT_MIN	0xD8	READ_IOUT の最小測定値。	Rワード	Y	L11	A		NA	66
MFR_CONFIG2_LTC2974	0xD9	チャンネル固有の設定ビット。	R/Wバイト	N	Reg		Y	0x00	30

PMBus コマンドの要約

まとめの表

コマンドの名称	CMD コード	説明	タイプ	ページ 指定	データ 形式	UNITS	EEPROM	既定値: FLOAT HEX	参照 ページ
MFR_CONFIG3_LTC2974	0xDA	チャンネル固有の設定ビット。	R/Wバイト	N	Reg		Y	0x00	30
MFR_RETRY_DELAY	0xDB	FAULTのリトライ・モードのリトライ間隔。	R/Wワード	N	L11	mS	Y	200 0xF320	54
MFR_RESTART_DELAY	0xDC	CONTROLの実際のアクティブ・エッジからCONTROLの仮想のアクティブ・エッジまでの遅延	R/Wワード	N	L11	mS	Y	400 0xFB20	51
MFR_VOUT_PEAK	0xDD	READ_VOUTの最大測定値。	Rワード	Y	L16	V		NA	66
MFR_VIN_PEAK	0xDE	READ_VINの最大測定値。	Rワード	N	L11	V		NA	66
MFR_TEMPERATURE_1_PEAK	0xDF	READ_TEMPERATURE_1の最大測定値。	Rワード	Y	L11	°C		NA	66
MFR_DAC	0xE0	10ビットDACのコードを含むメーカーのレジスタ。	R/Wワード	Y	Reg		N	0x0000	44
MFR_POWERGOOD_ASSERTION_DELAY	0xE1	パワーグッド出力アサート遅延。	R/Wワード	N	L11	mS	Y	100 0xEB20	52
MFR_WATCHDOG_T_FIRST	0xE2	最初のウォッチドッグ・タイマの時間間隔。	R/Wワード	N	L11	mS	Y	0 0x8000	52
MFR_WATCHDOG_T	0xE3	ウォッチドッグ・タイマの時間間隔。	R/Wワード	N	L11	mS	Y	0 0x8000	52
MFR_PAGE_FF_MASK	0xE4	グローバル・ページ・コマンドにどのチャンネルが応答するかを定義する設定 (PAGE=0xFF)。	R/Wバイト	N	Reg		Y	0xF	28
MFR_PADS	0xE5	選択されたデジタルI/Oパッドの現在のステート。	R/Wワード	N	Reg			NA	61
MFR_I2C_BASE_ADDRESS	0xE6	I ² C/SMBus アドレス・バイトのベース値。	R/Wバイト	N	Reg		Y	0x5C	28
MFR_SPECIAL_ID	0xE7	LTC2974を識別するメーカーのコード。	Rワード	N	Reg		Y	0x0213	78
MFR_SPECIAL_LOT	0xE8	工場でプログラムされ、EEPROMに格納されたユーザー設定を識別する顧客によって異なるコード。既定値は工場に問い合わせてください。	Rバイト	Y	Reg		Y		78
MFR_VOUT_DISCHARGE_THRESHOLD	0xE9	VOUT_COMMANDに掛け合わせてV _{OUT} がしきい値電圧からどれだけ離れているかを決定する係数。	R/Wワード	Y	L11		Y	2.0 0xC200	44
MFR_FAULT_LOG_STORE	0xEA	フォルト・ログのRAMからEEPROMへの転送命令。	バイトを送信	N				NA	70
MFR_FAULT_LOG_RESTORE	0xEB	このコマンドにより、EEPROMに既に格納済みのフォルト・ログをRAMに転送して戻す。	バイトを送信	N				NA	70
MFR_FAULT_LOG_CLEAR	0xEC	フォルト・ログのために予約されたEEPROMのブロックを初期化し、以前のフォルト・ログのロックをクリア。	バイトを送信	N				NA	70
MFR_FAULT_LOG_STATUS	0xED	フォルト記録のステータス。	Rバイト	N	Reg		Y	NA	70
MFR_FAULT_LOG	0xEE	フォルト・ログのデータ・バイト。このシーケンシャルに取り出されたデータを使用して完全なフォルト・ログをアセンブル。	Rブロック	N	Reg		Y	NA	70

PMBus コマンドの要約

まとめの表

コマンドの名称	CMD コード	説明	タイプ	ページ 指定	データ 形式	UNITS	EEPROM	既定値: FLOAT HEX	参照 ページ
MFR_COMMON	0xEF	複数の LTC のデバイスに共通な、メーカーによる状態ビット。	R バイト	N	Reg			NA	61
MFR_IOUT_CAL_GAIN_TC	0xF6	IOUT_CAL_GAIN に適用する温度係数。	R/W ワード	Y	CF	ppm	Y	0x0	46
MFR_RETRY_COUNT	0xF7	再試行をイネーブルする、フォルトでオフになった条件の再試行数。	R/W バイト	N	Reg		Y	0x00	54
MFR_TEMP_1_GAIN	0xF8	外部ダイオード温度の非理想ファクタの逆数。1 LSB = 2^{-14} 。	R/W ワード	Y	CF		Y	1 0x4000	48
MFR_TEMP_1_OFFSET	0xF9	外部温度のオフセット値。	R/W ワード	Y	L11	°C	Y	0 0x8000	48
MFR_IOUT_SENSE_VOLTAGE	0xFA	$V_{ISENSEP} - V_{ISENSEM}$ の絶対値。 1 LSB = 3.05µV。	R ワード	Y	CF	3.05µV		NA	66
MFR_VOUT_MIN	0xFB	READ_VOUT の最小測定値。	R ワード	Y	L16	V		NA	66
MFR_VIN_MIN	0xFC	READ_VIN の最小測定値。	R ワード	N	L11	V		NA	66
MFR_TEMPERATURE_1_MIN	0xFD	READ_TEMPERATURE_1 の最小測定値。	R ワード	Y	L11	°C		NA	66

データ形式

L11	Linear_5s_11s	PMBus のデータ・フィールド b[15:0] 値 = $Y \cdot 2^N$ ここで、N = b[15:11] は 5 ビットの 2 の補数の整数、Y = b[10:0] は 11 ビットの 2 の補数の整数 例： READ_VIN = 10V b[15:0] = 0xD280 = 1101_0010_1000_0000b について、 値 = $640 \cdot 2^{-6} = 10$ PMBus 仕様の第 2 部、パラグラフ 7.1 参照。
L16	Linear_16u	PMBus のデータ・フィールド b[15:0] 値 = $Y \cdot 2^N$ ここで、Y = b[15:0] は符号なしの整数、N = Vout_mode_parameter は 5 ビットの 2 の補数のべき数で、10 進数の -13 に固定配線されている 例： VOUT_COMMAND = 4.75V b[15:0] = 0x9800 = 1001_1000_0000_0000b について 値 = $38912 \cdot 2^{-13} = 4.75$ PMBus 仕様の第 2 部、パラグラフ 8.3.1 参照。
Reg	レジスタ	PMBus のデータ・フィールド b[15:0] または b[7:0]。ビット・フィールドの意味は、詳細な「PMBus のコマンド・レジスタの説明」で定義されている。
CF	カスタム・フォーマット	PMBus データ・フィールド b[15:0] この値は PMBus コマンド・レジスタの詳細解説で定義されている。これは多くの場合、メーカー固有の定数によってスケール設定された符号なし整数または 2 の補数の整数である。

PMBus コマンドの説明

呼び出し機能および書き込み保護

コマンドの名称	CMD コード	説明	タイプ	ページ 指定	フォー マット	UNITS	NVM	既定値	参照 ページ
PAGE	0x00	ページングをサポートしているコマンドの、 現在選択されているチャンネルまたはページ	R/Wバイト	N	Reg			0x00	28
WRITE_PROTECT	0x10	偶発的変更に対してデバイスによって与えら れる保護のレベル。	R/Wバイト	N	Reg		Y	0x00	28
MFR_I2C_BASE_ADDRESS	0xE6	I ² C/SMBus アドレス・バイトのベース値。	R/Wバイト	N	Reg		Y	0x5C	29
MFR_PAGE_FF_MASK	0xE4	グローバル・ページ・コマンドにどのチャンネル が応答するかを定義する設定 (PAGE=0xFF)。	R/Wバイト	N	Reg		Y	0xF	29

ページ

LTC2974には、管理できるDC/DCコンバータの4つチャンネルに対応して4つのページがあります。DC/DCコンバータの各チャンネルはまず適切なページを設定することで独自にプログラムできます。

PAGE = 0xFFと設定すると、グローバル・プログラミング対応のPMBusコマンドを全てのページに同時に書き込むことができます。PAGE = 0xFF対応のコマンドはCLEAR_FAULTS、OPERATION、ON_OFF_CONFIGだけです。追加のオプションについては、MFR_PAGE_FF_MASKを参照してください。PAGE = 0xFFでページされたどのPMBusレジスタを読み出しても、予測不能なデータが返されてCMLフォルトがトリガされます。PAGE = 0xFF非対応のページをPAGE = 0xFFで書き込んでも無視され、CMLフォルトが出ます。

PAGEのデータの内容

ビット	SYMBOL	動作
b[7:0]	Page	ページ・オペレーション。 0x00: 全てのPMBusコマンド・アドレス・チャンネル/ページ 0。 0x01: 全てのPMBusコマンド・アドレス・チャンネル/ページ 1。 0x02: 全てのPMBusコマンド・アドレス・チャンネル/ページ 2。 0x03: 全てのPMBusコマンド・アドレス・チャンネル/ページ 3。 0xFF: 指定のない値は全て予約済み。 0xFF: このモードをサポートするコマンドへの1つのPMBus書き込み/送信は、全てのチャンネル/ページにMFR_PAGE_FF_MASKをイネーブルして同時にアドレスされる。

WRITE_PROTECT

WRITE_PROTECTコマンドは、LTC2974のコマンド・レジスタが誤ってプログラムされないようにします。サポートされるコマンドはWRITE_PROTECTの設定にかかわらずそのパラメータが読み込まれ、EEPROMの内容もまたWRITE_PROTECTの設定にかかわらず読み込まれます。

保護には次の2つのレベルがあります。

- レベル1: 書き込み保護のレベル自体の他は何も変更されません。値は全てのページから読み込まれます。この設定はEEPROMに格納可能です。
- レベル2: 保護のレベル、チャンネルのオン/オフステート、フォルトのクリアの他は何も変更されません。値は全てのページから読み込まれます。この設定はEEPROMに格納可能です。

PMBus コマンドの説明

WRITE_PROTECT のデータの内容

ビット	SYMBOL	動作
b[7:0]	Write_protect[7:0]	1000_0000b: レベル1保護 - WRITE_PROTECT、PAGE、MFR_EE_UNLOCK、STORE_USER_ALL コマンドの他の全ての書き込みはディスエーブルされる。 0100_0000b: レベル2保護 - WRITE_PROTECT、PAGE、MFR_EE_UNLOCK、STORE_USER_ALL、OPERATION、MFR_PAGE_FF_MASK、CLEAR_FAULTS コマンドの他の全ての書き込みはディスエーブルされる。 0000_0000b: 全てのコマンドへの書き込みをイネーブルする。 xxxx_xxxx b: その他全ての値は予約済み。

WRITE-PROTECTピン

WPピンにより、LTC2974の設定レジスタへの書き込みが禁止されます。WPピンはアクティブ“H”で、アサートされた場合はレベル2の保護をします。WRITE_PROTECT、PAGE、MFR_EE_UNLOCK、STORE_USER_ALL、OPERATION、MFR_PAGE_FF_MASK、CLEAR_FAULTS コマンド以外の全ての書き込みはディスエーブルされます。WPピンとWRITE_PROTECTコマンドの間の最も制限された設定はオーバーライドします。たとえば、WP = 1とWRITE_PROTECT = 0x80の場合、WRITE_PROTECTコマンドは最も制限されたものなのでオーバーライドします。

MFR_PAGE_FF_MASK

MFR_PAGE_FF_MASK コマンドは、グローバル・ページ・コマンド (PAGE=0xFF) が使用されている場合の応答チャンネルの選択に使用します。

MFR_PAGE_FF_MASK のデータの内容

ビット	SYMBOL	動作
b[7:4]	予約済み	常に 0000b を返す
b[3]	Mfr_page_ff_mask_chan3	グローバル・ページ・コマンド (PAGE=0xFF) アクセスのチャンネル3 マスキング 0 = グローバル・ページ・コマンド・アクセスを無視 1 = グローバル・ページ・コマンド・アクセスに完全に応答
b[2]	Mfr_page_ff_mask_chan2	グローバル・ページ・コマンド (PAGE=0xFF) アクセスのチャンネル2 マスキング 0 = グローバル・ページ・コマンド・アクセスを無視 1 = グローバル・ページ・コマンド・アクセスに完全に応答
b[1]	Mfr_page_ff_mask_chan1	グローバル・ページ・コマンド (PAGE=0xFF) アクセスのチャンネル1 マスキング 0 = グローバル・ページ・コマンド・アクセスを無視 1 = グローバル・ページ・コマンド・アクセスに完全に応答
b[0]	Mfr_page_ff_mask_chan0	グローバル・ページ・コマンド (PAGE=0xFF) アクセスのチャンネル0 マスキング 0 = グローバル・ページ・コマンド・アクセスを無視 1 = グローバル・ページ・コマンド・アクセスに完全に応答

MFR_I2C_BASE_ADDRESS

MFR_I2C_BASE_ADDRESS コマンドは I²C/SMBus アドレス・バイトのベース値を決定します。0～9のオフセットがこのベース・アドレスに加えられて I²C/SMBus アドレスが生成されます。このデバイスはデバイス・アドレスに応答します。

MFR_I2C_BASE_ADDRESS のデータの内容

ビット	SYMBOL	動作
b[7]	予約済み	読み出し専用、常に 0 を返す。
b[6:0]	i2c_base_address	この7ビットの値は7ビットの I ² C/SMBus アドレスのベース値を決定する。「動作」セクションの「デバイス・アドレス」を参照。

PMBus コマンドの説明

オン/オフ制御、管理、設定

コマンドの名称	CMD コード	説明	タイプ	ページ 指定	フォー マット	UNITS	NVM	既定値	参照 ページ
OPERATION	0x01	動作モードの制御。オン/オフ、マージンハイおよびマージンロー。	R/Wバイト	Y	Reg		Y	0x00	30
ON_OFF_CONFIG	0x02	CONTROLピンおよびPMBusのオン/オフ・コマンドの設定。	R/Wバイト	Y	Reg		Y	0x12	31
MFR_CONFIG_LTC2974	0xD0	チャンネル固有の設定ビット。	R/W ワード	Y	Reg		Y	0x0080	32
MFR_CONFIG2_LTC2974	0xD9	チャンネル固有の設定ビット。	R/Wバイト	N	Reg		Y	0x00	35
MFR_CONFIG3_LTC2974	0xDA	チャンネル固有の設定ビット。	R/Wバイト	N	Reg		Y	0x00	35
MFR_CONFIG_ALL_LTC2974	0xD1	全てのページに共通の設定ビット。	R/W ワード	N	Reg		Y	0x0F7B	39

動作

OPERATION コマンドは、CONTROLピン、ON_OFF_CONFIGと連携して、デバイスをオン/オフするのに使われます。このコマンド・レジスタはグローバル・ページ・コマンド (PAGE=0xFF) に応答します。データ・バイトの内容と機能を以下の表に示します。フルサイクルを完了するためのADCテレメトリのループ時間を与えるためには、デバイスをオフして再度オンするのに使用されるあらゆる OPERATION コマンド間で t_{OFF_MIN} の最小待ち時間を監視する必要があります。

OPERATION データの内容 (On_off_config_use_pmbus=1)

SYMBOL	動作	Operation_control[1:0]	Operation_margin[1:0]	Operation_fault[1:0]	予備 (読み出し専用)
ビット		b[7:6]	b[5:4]	b[3:2]	b[1:0]
機能	直ちにターンオフ	00	XX	XX	00
	シーケンス・オン	10	00	XX	00
	下方マージン (フォルトと警告を無視)	10	01	01	00
	下方マージン	10	01	10	00
	上方マージン (フォルトと警告を無視)	10	10	01	00
	上方マージン	10	10	10	00
	シーケンス・オフとマージン公称値	01	00	XX	00
	シーケンス・オフと下方マージン (フォルトと警告を無視)	01	01	01	00
	シーケンス・オフと下方マージン	01	01	10	00
	シーケンス・オフと上方マージン (フォルトと警告を無視)	01	10	01	00
	シーケンス・オフと上方マージン	01	10	10	00
	予約済み		残り全ての組み合わせ		

PMBus コマンドの説明

OPERATION データの内容 (On_off_config_use_pmbus=0) オンまたはオフ

SYMBOL	動作	Operation_control[1:0]	Operation_margin[1:0]	Operation_fault[1:0]	予備 (読み出し専用)
ビット		b[7:6]	b[5:4]	b[3:2]	b[1:0]
機能	公称値で出力	00, 01 or 10	00	XX	00
	下方マージン (フォルトと警告を無視)	00, 01 or 10	01	01	00
	下方マージン	00, 01 or 10	01	10	00
	上方マージン (フォルトと警告を無視)	00, 01 or 10	10	01	00
	上方マージン	00, 01 or 10	10	10	00
	予約済み	残り全ての組み合わせ			

ON_OFF_CONFIG

ON_OFF_CONFIG コマンドはCONTROL ピンの入力とLTC2974をオン、オフするのに必要なPMBus コマンドの組み合わせを設定します。これには次の表に示す起動時の動作も含まれます。このコマンド・レジスタはグローバル・ページ・コマンド (PAGE=0xFF) に応答します。デバイスの初期化が終了した後、別のコンパレータがVIN_SNSをモニタします。出力電源シーケンシングが開始可能になるには、その前にVIN_ONスレッシュホールドを超える必要があります。VINが最初に印加された後、TON_DELAY タイマを初期化して始動するのに、デバイスは一般にt_{NIT}の時間を必要とします。電圧と電流の読み出しにはさらにt_{UPDATE_ADC}を要することがあります。デバイスをオフして再度オンするのに使用されるあらゆるCONTROLピンのトグル動作でt_{OFF_MIN}の最小待ち時間を監視する必要があります。

ON_OFF_CONFIG のデータの内容

ビット	SYMBOL	動作
b[7:5]	予約済み	ドントケア。常に0を返す。
b[4]	On_off_config_controlled_on	既定の自律的起動動作を制御する。 0: デバイスはCONTROLピンまたはOPERATION値に関わらず起動する。デバイスは常にシーケンス動作と共に起動。シーケンス動作なしで起動するには、TON_DELAY = 0と設定する。 1: CONTROLピン、および/またはOPERATIONコマンドがシリアル・バスになければ、デバイスは起動しない。On_off_config[3:2] = 00の場合はデバイスは決して起動しない。
b[3]	On_off_config_use_pmbus	シリアル・バスを介して受信されたコマンドに対してユニットがどう応答するか制御する。 0: デバイスはOperation_control[1:0]を無視する。 1: デバイスはOperation_control[1:0]に応答する。On_off_config_use_controlによっては、デバイスの起動にはCONTROLピンがアサートされている必要があることもある。
b[2]	On_off_config_use_control	CONTROLピンに対するデバイスの応答を制御する。 0: デバイスはCONTROLピンを無視する。 1: デバイスは、デバイスをスタートするためにCONTROLピンをアサートする必要がある。On_off_config_use_pmbusに基づき、OPERATIONコマンドがデバイスのスタートを指示することも必要になることがある。
b[1]	予約済み	サポートされていない。常に1を返す。
b[0]	On_off_config_control_fast_off	デバイスにオフするように指示するときのCONTROLピンのターンオフ・アクション。 0: プログラムされたTOFF_DELAYを使用する。 1: できるだけ速く出力をオフし、エネルギーの伝送を停止する。デバイスは、出力電圧の立ち下がり時間を短くするために電流をシンクしない。

PMBus コマンドの説明

MFR_CONFIG_LTC2974

このコマンドは、各チャンネルの様々な製造元固有の動作パラメータの設定に使用されます。

MFR_CONFIG_LTC2974 のデータの内容

ビット	SYMBOL	動作
b[15]	予約済み	ドントケア。常に0を返す。
b[14]	Mfr_config_cascade_on	カスケード・シーケンス ON 用にチャンネルの制御ピンを設定する。カスケード・シーケンス OFF には何も用意はない。時間ベースのシーケンス OFF のオプションに関する説明を参照。
b[13:12]	Mfr_config_controln_sel[1:0]	このチャンネル用にアクティブ制御ピン入力 (CONTROL0、CONTROL1、CONTROL2 または CONTROL3) を選択する。 0: CONTROL0 ピンを選択する。 1: CONTROL1 ピンを選択する。 2: CONTROL2 ピンを選択する。 3: CONTROL3 ピンを選択する。
b[11]	Mfr_config_fast_servo_off	出力電圧のマージニング中やトリミング中にはファースト・サーボをディスエーブルする。 0: ファースト・サーボがイネーブルされている。 1: ファースト・サーボがディスエーブルされている。
b[10]	Mfr_config_supervisor_resolution	電圧管理の分解能を選択する。 0: 高分解能 = 4mV / LSB、 $V_{VSENSEPN} - V_{VSENSEMN}$ の範囲は 0 ~ 3.8V 1: 低分解能 = 8mV / LSB、 $V_{VSENSEPN} - V_{VSENSEMN}$ の範囲は 0 ~ 6.0V
b[9:8]	予約済み	常に0を返す。
b[7]	Mfr_config_servo_continuous	デバイスが新しいマージン到達後、またはターゲット到達後に継続して VOUT に追従すべきかどうかを選択する。Mfr_config_dac_mode = 00b の時にだけ現れる。 0: 最初のターゲット到達後は VOUT を追従しない。 1: ターゲットまで VOUT を追従する。
b[6]	Mfr_config_servo_on_warn	警告機能に基づいてサーボ制御をし直す。Mfr_config_dac_mode = 00b と Mfr_config_servo_continuous = 0 のときのみ該当する。 0: VOUT 警告しきい値に到達、あるいは超過したときにデバイスがサーボし直さないようにする。 1: 次の場合に VOUT をサーボし直せるようにする。 $V_{OUT} \geq V(V_{out_ov_warn_limit})$ または $V_{OUT} \leq V(V_{out_uv_warn_limit})$
b[5:4]	Mfr_config_dac_mode	チャンネルのステートが ON で TON_RISE の期限が切れているときに DAC をどのように使用するかを決定する。 00: ソフトコネク (必要に応じて) とターゲットへのサーボ。 01: DAC が接続されていない。 10: MFR_DAC コマンドからの値を使用して直ぐに DAC がハード接続されている。これがリセットまたは RESTORE_USER_ALL の後の設定である場合は、MFR_DAC コマンドの値は決まっていないので、必要な値を書き込む必要がある。 11: DAC がソフト接続されている。ソフト接続が完了すると、MFR_DAC を書き込むことができる。
b[3]	Mfr_config_vo_en_wpu_en	VOUT_EN ピンにチャージ注入され、電流リミットのプルアップがイネーブルする。 0: 弱いプルアップをディスエーブルする。チャンネルがオンのときに VOUT_EN ピンのドライバが 3 ステートになっている。 1: チャンネルがオンのときに VOUT_EN ピンに弱い電流制限の付いたプルアップを使用する。
b[2]	Mfr_config_vo_en_wpd_en	VOUT_EN ピンの電流制限付きプルダウンをイネーブルする。 0: チャンネルが何らかの理由でオフの場合に VOUT_EN ピンをプルダウンするのに高速 N チャンネルデバイスを使用する。 1: CONTROL ピン、および/または OPERATION コマンドのソフトストップのためにチャンネルがオフになっているときに弱い電流制限付きプルダウンで VOUT_EN ピンを放電する。チャンネルがフォルトのためにオフになっているとき、VOUT_EN ピンに高速プルダウンを使用する。

PMBus コマンドの説明

MFR_CONFIG_LTC2974 のデータの内容

ビット	SYMBOL	動作
b[1]	Mfr_config_dac_gain	DAC バッファのゲイン。 0: DAC バッファのゲイン, dac_gain_0 を選択する (フルスケール 1.38V)。 1: DAC バッファのゲイン, dac_gain_1 を選択する (フルスケール 2.65V)。
b[0]	Mfr_config_dac_pol	DAC 出力の極性。 0: 負の (反転された) DC/DC コンバータのトリム入力をエンコードする。 1: 正の (非反転の) DC/DC コンバータのトリム入力をエンコードする。

時間に基づいたシーケンスがオフでのカスケード・シーケンス・オン

カスケード・シーケンス・オンにすると、マスタ電源は各スレーブ電源のパワーグッド出力をそのチェーンにある次の電源の制御ピンに順につなぎ合わせてシーケンシングが可能になります。ここで、パワーグッドの信号は電源からのもので、LTC2974 の内部パワーグッド処理から得られるものではないことに注意してください。パワーグッドに基づいたカスケード・シーケンス・オフはサポートされておらず、オフ・シーケンシングは直後または時間ベースのシーケンス・オフを用いて管理する必要があります。「トラッキングに基づいたシーケンシング」を参照してください。

カスケード・シーケンス・オンを図 15 に示します。各スレーブ・チャンネルについて、Mfr_config_cascade_on は“H”にアサートされ、関連する制御入力はその前の電源のパワーグッド出力に接続されます。この構成では、各スレーブチャンネルの起動はその前の電源が起動するまで遅延されます。

カスケード・シーケンス・オフは直接はサポートされていません。電源をオフにするときにシーケンスを逆にするオプションには次のものがあります。

- OPERATION コマンドを使用して、適切な遅延と共に全てのチャンネルをオフにする。
- FAULT ピンを使用して、全てのチャンネルを直ぐにオフにするか、適切な遅延を伴って順にオフにする。

アサートされた場合、Mfr_config_cascade_on はスレーブ・チャンネルの制御ピンが“L”でもスレーブ・チャンネルがフォルトの再試行をできるようにします。また、スレーブの制御ピンが“L”の場合は、システムがゼロ回または有限回の再試行の後にフォルトでオフ

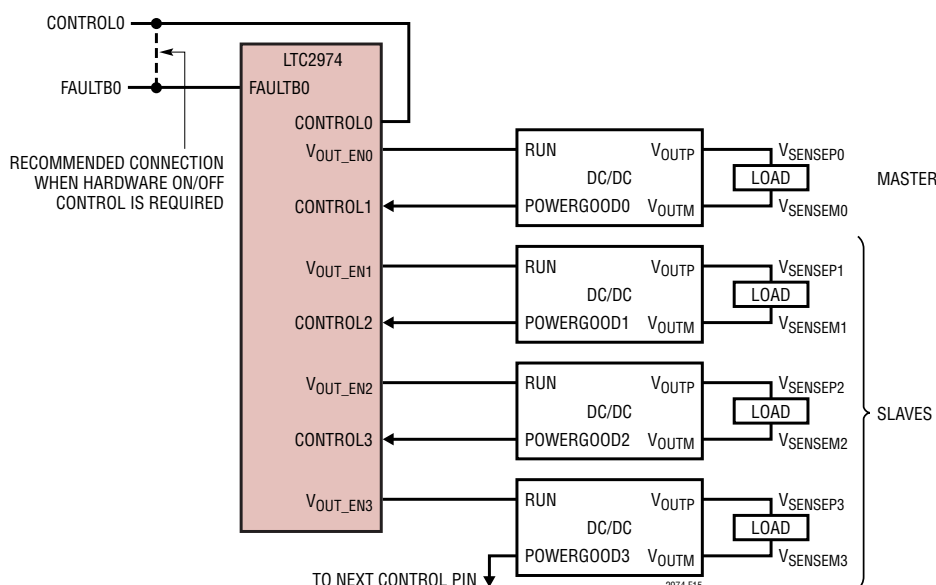


図 15. カスケード・シーケンスをオン、時間に基づいたシーケンスをオフになるように設定された LTC2974

2974fc

PMBus コマンドの説明

になったとき、OPERATION コマンドを使用してカスケード・チャンネルを全て一度オフにしてから再度オンにしてフォルトでオフになったステートをクリアすることができます。この理由で、制御ピンはシーケンス・ピンと再定義します。

図 16 に示す波形は、図 15 の構成を用いたカスケード・シーケンス・オンと時間ベースのシーケンス・オフを示します。この例では FAULTB0 ピンはブロードキャスト・オフ信号として使用されます。FAULTB0 でシステムのオフには、Mfr_faultb0_response_chann が“H”にアサートされた状態で全てのスレーブ・チャンネルが設定されていることが必要です。このシステムがオフになった後では、LTC2974 は全てのスレーブ・チャンネルが Status_mfr_fault0_in イベントを示した状態で ALERTB をアサートします。

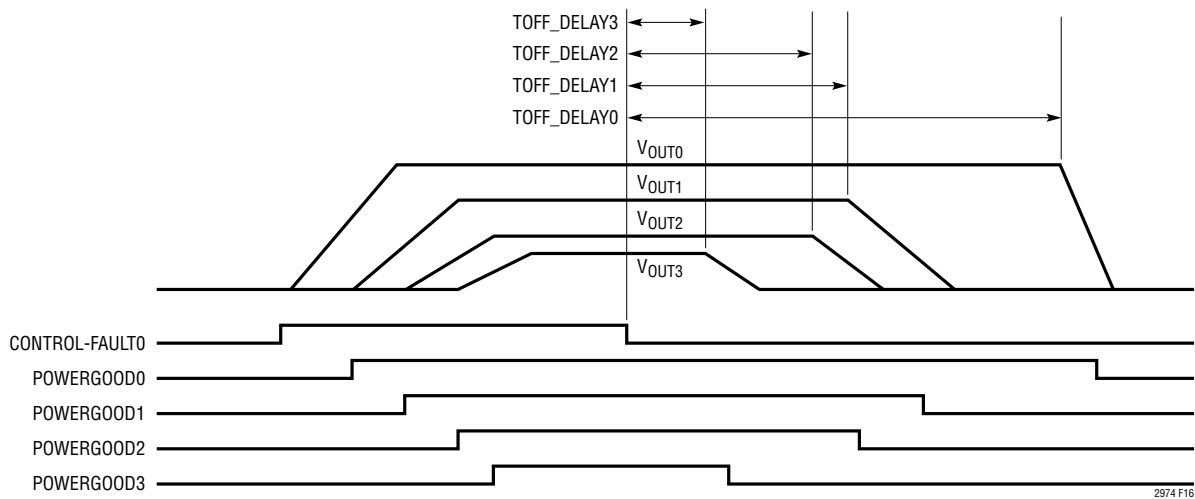


図 16. FAULT0 で時間に基づいたシーケンスをダウンにしたカスケード・シーケンス・オン

PMBus コマンドの説明

MFR_CONFIG2_LTC2974

このコマンド・レジスタにより、特定のチャンネルからの V_{OUT} 過電圧または過電圧フォルトによって AUXFAULTB ピンが“L”に強制されるかどうか決定されます。

MFR_CONFIG2_LTC2974 のデータの内容

ビット	SYMBOL	動作
b[7]	Mfr_auxfaultb_oc_fault_response_chan3	チャンネル3の IOUT_OC_FAULT 応答。 1 = 高速プルダウンで AUXFAULTB を“L”にプルする。 0 = AUXFAULTB をそのままにしておく。
b[6]	Mfr_auxfaultb_oc_fault_response_chan2	チャンネル2の IOUT_OC_FAULT 応答。 1 = 高速プルダウンで AUXFAULTB を“L”にプルする。 0 = AUXFAULTB をそのままにしておく。
b[5]	Mfr_auxfaultb_oc_fault_response_chan1	チャンネル1の IOUT_OC_FAULT 応答。 1 = 高速プルダウンで AUXFAULTB を“L”にプルする。 0 = AUXFAULTB をそのままにしておく。
b[4]	Mfr_auxfaultb_oc_fault_response_chan0	チャンネル0の IOUT_OC_FAULT 応答。 1 = 高速プルダウンで AUXFAULTB を“L”にプルする。 0 = AUXFAULTB をそのままにしておく。
b[3]	Mfr_auxfaultb_ov_fault_response_chan3	チャンネル3の VOUT_OV_FAULT 応答。 1 = 高速プルダウンで AUXFAULTB を“L”にプルする。 0 = AUXFAULTB をそのままにしておく。
b[2]	Mfr_auxfaultb_ov_fault_response_chan2	チャンネル2の VOUT_OV_FAULT 応答。 1 = 高速プルダウンで AUXFAULTB を“L”にプルする。 0 = AUXFAULTB をそのままにしておく。
b[1]	Mfr_auxfaultb_ov_fault_response_chan1	チャンネル1の VOUT_OV_FAULT 応答。 1 = 高速プルダウンで AUXFAULTB を“L”にプルする。 0 = AUXFAULTB をそのままにしておく。
b[0]	Mfr_auxfaultb_ov_fault_response_chan0	チャンネル0の VOUT_OV_FAULT 応答。 1 = 高速プルダウンで AUXFAULTB を“L”にプルする。 0 = AUXFAULTB をそのままにしておく。

MFR_CONFIG3_LTC2974

このコマンド・レジスタにより、特定のチャンネルからの V_{OUT} 低電流フォルトによって AUXFAULTB ピンが“L”に強制されるかどうか決定されます。このコマンドはまたどのチャンネルでもトラッキングができるようにします。

MFR_CONFIG3_LTC2974 データの内容

ビット	SYMBOL	動作
b[7]	Mfr_auxfaultb_uc_fault_response_chan3	チャンネル3の IOUT_UC_FAULT 応答。 1 = 高速プルダウンで AUXFAULTB を“L”にプルする。 0 = AUXFAULTB をそのままにしておく。
b[6]	Mfr_auxfaultb_uc_fault_response_chan2	チャンネル2の IOUT_UC_FAULT 応答。 1 = 高速プルダウンで AUXFAULTB を“L”にプルする。 0 = AUXFAULTB をそのままにしておく。

PMBus コマンドの説明

b[5]	Mfr_auxfaultb_uc_fault_response_chan1	チャンネル1のIOUT_UC_FAULT応答。 1 = 高速プルダウンでAUXFAULTBを“L”にプルする。 0 = AUXFAULTBをそのままにしておく。
b[4]	Mfr_auxfaultb_uc_fault_response_chan0	チャンネル0のIOUT_UC_FAULT応答。 1 = 高速プルダウンでAUXFAULTBを“L”にプルする。 0 = AUXFAULTBをそのままにしておく。
b[3]	Mfr_track_en_chan3	トラックされた電源システムでチャンネル3がスレープの場合に選択する。 0: トラックされた電源システムで、チャンネルはスレープではない。 1: トラックされた電源システムで、チャンネルはスレープである。
b[2]	Mfr_track_en_chan2	トラックされた電源システムでチャンネル2がスレープの場合に選択する。 0: トラックされた電源システムで、チャンネルはスレープではない。 1: トラックされた電源システムで、チャンネルはスレープである。
b[1]	Mfr_track_en_chan1	トラックされた電源システムでチャンネル1がスレープの場合に選択する。 0: トラックされた電源システムで、チャンネルはスレープではない。 1: トラックされた電源システムで、チャンネルはスレープである。
b[0]	Mfr_track_en_chan0	トラックされた電源システムでチャンネル0がスレープの場合に選択する。 0: トラックされた電源システムで、チャンネルはスレープではない。 1: トラックされた電源システムで、チャンネルはスレープである。

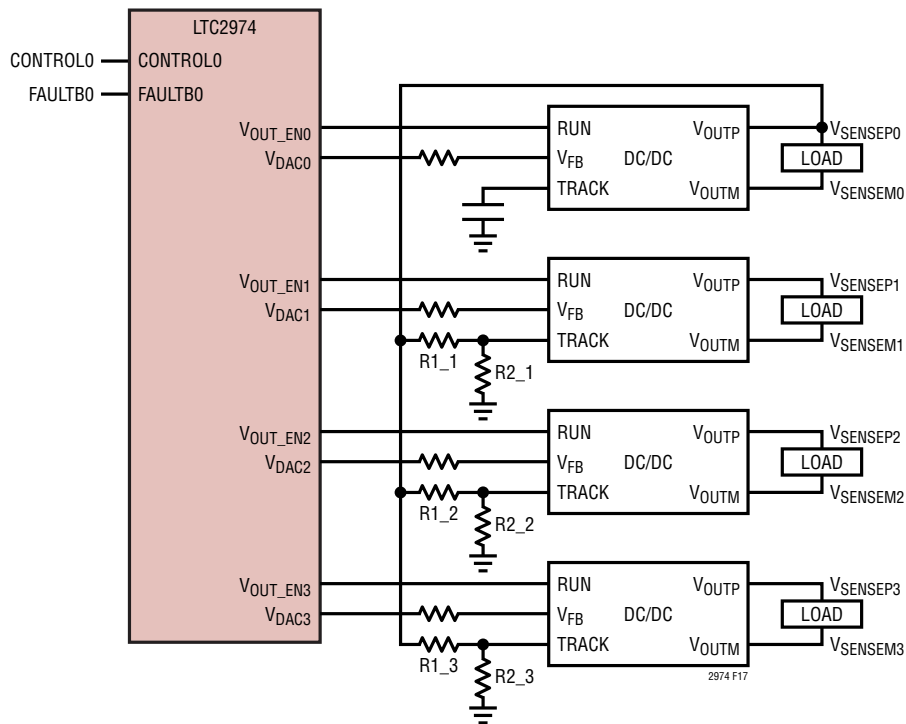


図17. トラッキング・ピンを備えた電源を制御、管理、モニタするように設定されたLTC2974

PMBus コマンドの説明

トラッキング電源オンとオフ

LTC2974はトラッキング・ピンを備え、トラッキングのために設定されたトラッキング電源に対応しています。トラッキング電源には第2の帰還端子(TRACK)があり、出力電圧を外部のマスタ電圧にスケールできます。通常外部電圧はシステム中で最も高い電圧の電源で発生され、これがスレーブ・トラック・ピンに供給されます(図17参照)。マスタをトラックする電源はどれもマスタ電源が起動する前にイネーブルされる必要があり、マスタ電源がオフになった後にディスエーブルされる必要があります。マスタがオフの場合にスレーブ電源をイネーブルにするには、UV検出をディスエーブルするためにスレーブをモニタするスーパーバイザが必要です。スレーブがマスタの停止をトラックして間違ったUCイベントが起こらないようにする場合は、スレーブUC検出もディスエーブルする必要があります。トラッキングするように設定された全てのチャンネルは、どのチャンネルのフォルト、または1つ以上

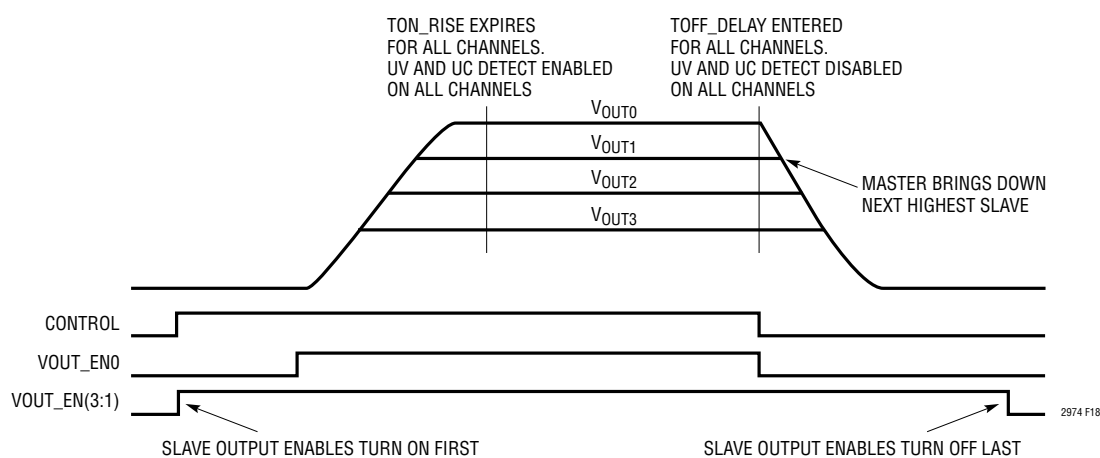


図18. 全ての電源の上下をトラッキングする制御ピン

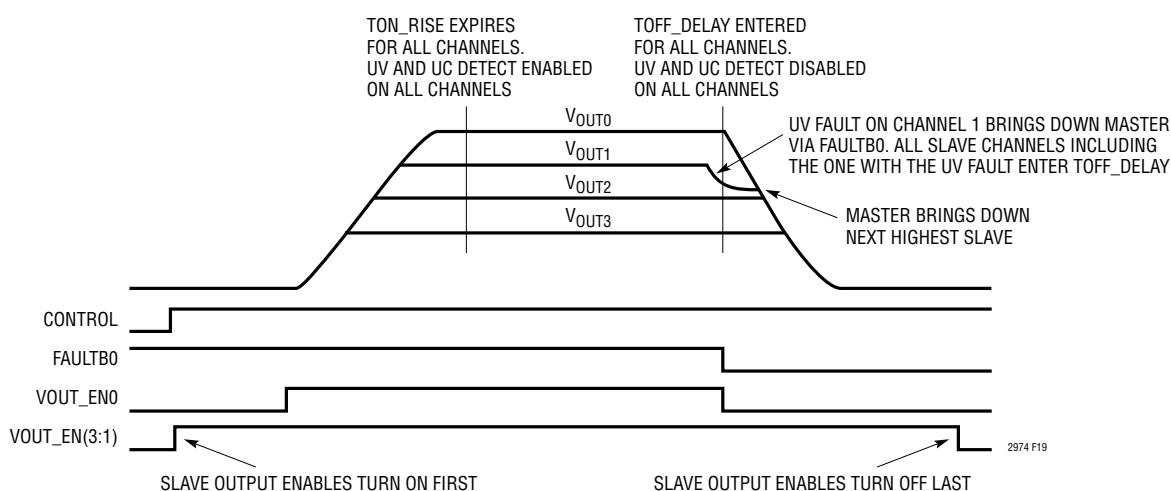


図19. 全ての電源のダウンをトラッキングするチャンネル1でのフォルト

PMBus コマンドの説明

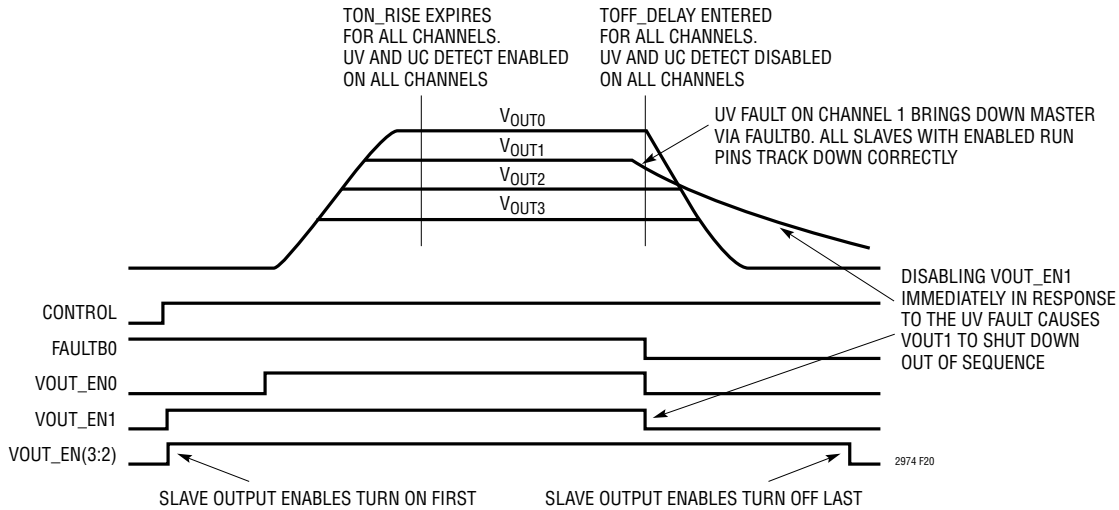


図 20. フォルトのあるチャンネルでフォルト応答が適切に設定されていないと、トラッキングに支障が生じる

のチャンネルを停止するその他のような条件にも応答して、互いにトラックし合う必要があります。あるスレーブ・チャンネルをその RUN ピンでディスエーブルするのが早すぎると、そのチャンネルがシーケンスに外れて停止する事態を起こす可能性があります (図 20 参照)。

LTC2974 の重要な特徴は、マスタ電源のオン、オフをトラックするように設定された DC/DC コンバータの制御、モニタ、管理ができることです。

LTC2974 は次のトラック機能に対応しています。

- スレーブ・チャンネルが上下にトラックしているときに間違った過電圧、低電圧イベントを出さずにチャンネルのオン、オフをトラックする。
- スレーブまたはマスタからのフォルトに対応して全てのチャンネルをトラックする。
- VIN_SNS が VIN_OFF を下回ったとき、シェア・クロックが“L”になったとき、または Restore_user_all が出たときに全てのチャンネルをトラックする。
- トラックされているグループの部分である選択されたチャンネルを設定して、そのグループがトラックを上がったときのシーケンス・アップ、またはそのグループがトラックを下がったときのシーケンス・ダウンをする能力。

トラッキングの実装

LTC2974 は Ton_delay、Ton_rise、Toff_delay、Mfr_track_en_chann の協調的なプログラミングでトラックをサポートします。マスタ・チャンネルは全てのスレーブ・チャンネルがオンになった後にオンになり、また全てのスレーブ・チャンネルがオフになる前にオフになるように設定する必要があります。マスタの前にイネーブルされたスレーブは、トラッキング・ピンがこれらのスレーブがオンになるのを許容するまでオフのままになります。スレーブは、その RUN ピンがまだアサートされていてもトラッキング・ピン経由でオフになります。Ton_rise はスレーブで拡張され、これが VOUT_EN ピンの立ち上がりではなく、TRACK ピンの立ち上がりで終了するようにする必要があります。

Mfr_track_en_chann がイネーブルされているときは、チャンネルは次のように設定されます。

- フォルト、VIN_OFF、SHARE_CLK “L”、または RESTORE_USER_ALL でシーケンス・ダウンする。
- TOFF_DELAY 中は過電圧、低電圧を無視する。TON_RISE と TON_MAX_FAULT の最中の過電圧、低電圧の無視は、このビットの設定にかかわらず常に起こる。

PMBus コマンドの説明

次の例で、LTC2974を1つのマスタと3つのスレーブで構成したものを示します。

マスタ・チャンネル0

TON_DELAY = Ton_delay_master

TON_RISE = Ton_rise_master

TOFF_DELAY = Toff_delay_master

Mfr_track_en_chan0 = 0

全てのスレーブ・チャンネル n

TON_DELAY = Ton_delay_slave

TON_RISE = Ton_delay_master + Ton_rise_slave

TOFF_DELAY = Toff_delay_master + T_off_delay_slave

Mfr_track_en_chan0 = 1

ここで、

Ton_delay_master – Ton_delay_slave > RUNからTRACKまでのセットアップ時間

Toff_delay_slave > マスタ電源がたち下がるまでの時間。

図 18 に、制御ピンのトグルに対するこのシステムの応答を示します。

図 19 に、スレーブ・チャンネルの過電圧フォルトに対するこのシステムの応答を示します。

MFR_CONFIG_ALL_LTC2974

このコマンドは、デバイスの全てのチャンネルに共通のパラメータを設定するのに使用されます。これらは全てのPAGE設定から設定や見直しができます。

MFR_CONFIG_ALL_LTC2974のデータの内容

ビット	SYMBOL	動作
b[15:12]	予約済み	ドントケア。常に0を返す。
b[11]	Mfr_config_all_pwrgrd_off_uses_uv	全てのチャンネルに対してPWRGD de-assertionソースを選択する。 0:PWRGDは、V _{OUT} がPOWER_GOOD_OFF以下であることに基づいてデアサートされる。このオプションはADCを使用する。応答時間はおよそ100ms～200ms。 1:PWRGDは、V _{OUT} がVOUT_UV_LIMIT以下であることに基づいてデアサートされる。このオプションは高速スーパーバイザを使用する。応答時間は約12μs。
b[10]	Mfr_config_all_fast_fault_log	フォルト・ログ・メモリをEEPROMに転送する前に、ADCの読みの終了数を制御する。 0: フォルト・ログ・メモリをEEPROMに転送する前に、全てのADCテレメトリ値を更新する。より遅い。 1: テレメトリ値は、フォルト検出後24ms以内にフォルト・ログからEEPROMに転送される。より早い。
b[9]	Mfr_config_all_control3_pol	Control3ピンのアクティブ極性を選択する。 0: アクティブ“L”(デバイス起動のためピンを“L”にプルする)。 1: アクティブ“H”(デバイス起動のためピンを“H”にプルする)。
b[8]	Mfr_config_all_control2_pol	Control2ピンのアクティブ極性を選択する。 0: アクティブ“L”(デバイス起動のためピンを“L”にプルする)。 1: アクティブ“H”(デバイス起動のためピンを“H”にプルする)。

PMBus コマンドの説明

MFR_CONFIG_ALL_LTC2974のデータの内容

ビット	SYMBOL	動作
b[7]	Mfr_config_all_fault_log_enable	フォルトにตอบสนองしてのフォルトのNVMへの記録をイネーブルする。 0: NVM (EEPROM) へのフォルトの記録をディスエーブルする。 1: NVM へのフォルトの記録をイネーブルする。
b[6]	Mfr_config_all_vin_on_clr_faults_en	VIN_ONの立ち上がりエッジがラッチされた全てのフォルトをクリアできるようにする。 0: VIN_ONがフォルトをクリアする機能をディスエーブルする。 1: VIN_ONがフォルトをクリアする機能をイネーブルする。
b[5]	Mfr_config_all_control1_pol	Control1ピンのアクティブ極性を選択する。 0: アクティブ“L”(デバイス起動のためピンを“L”にプルする)。 1: アクティブ“H”(デバイス起動のためピンを“H”にプルする)。
b[4]	Mfr_config_all_control0_pol	Control0ピンのアクティブ極性を選択する。 0: アクティブ“L”(デバイス起動のためピンを“L”にプルする)。 1: アクティブ“H”(デバイス起動のためピンを“H”にプルする)。
b[3]	Mfr_config_all_vin_share_enable	V _{IN} がVIN_ONよりも上になっていないとき、またはVIN_OFFよりも下になったときにデバイスがシェア・クロック・ピンを“L”に保てるようにする。これがイネーブルされた場合、このデバイスは“L”に保たれたシェア・クロックにตอบสนองして全てのチャンネルをオフにする。 0: シェア・クロック禁止はディスエーブルされる。 1: シェア・クロック禁止はイネーブルされる。
b[2]	Mfr_config_all_pec_en	PMBusのパケットエラーのチェックのイネーブル。 0: PECをディスエーブルする。 1: PECをイネーブルする。
b[1]	Mfr_config_all_longer_pmbus_timeout	PMBus タイムアウト間隔を8倍にする。フォルト・ロギングに推奨。 0: PMBus タイムアウト間隔を8倍にする。 1: PMBus タイムアウト間隔を8倍にしない。
b[0]	Mfr_config_all_auxfaultb_wpu_dis	AUXFAULTBはチャージポンプされ、電流制限されたプルアップはディスエーブルされる。 0: AUXFAULTBを強制的にオフにするフォルトが無い限り、起動後AUXFAULTBに弱い電流制限されたプルアップを使用する。 1: 弱いプルアップをディスエーブルする。AUXFAULTBを強制的にオフにするフォルトが無い限り、起動後AUXFAULTBのドライバはトライステートに置かれる。

ユーザー EEPROM スペースのプログラミング

コマンドの名称	CMD コード	説明	タイプ	ページ 指定	フォー マット	UNITS	NVM	既定値	参照 ページ
STORE_USER_ALL	0x15	動作メモリ全体をEEPROMに格納する。	バイトを 送信	N				NA	41
RESTORE_USER_ALL	0x16	動作メモリ全体をEEPROMからリストアする。	バイトを 送信	N				NA	41
MFR_EE_UNLOCK	0xBD	MFR_EE_ERASEとMFR_EE_DATAのコマンドによってアクセスするために、ユーザーのEEPROMのロックを解除。	R/Wバイト	N	Reg			NA	41
MFR_EE_ERASE	0xBE	MFR_EE_DATAによるバルク・プログラミングのために、ユーザーのEEPROMを初期化。	R/Wバイト	N	Reg			NA	42
MFR_EE_DATA	0xBF	シークンシャルなPMBusのワード読み出しまたは書き込みを使って、EEPROMのデータ転送。バルク・プログラミングをサポート。	R/W ワード	N	Reg			NA	42

PMBus コマンドの説明

STORE_USER_ALL と RESTORE_USER_ALL

STORE_USER_ALL コマンド、RESTORE_USER_ALL コマンドは、ユーザーのEEPROM スペースにアクセスを提供します。コマンドがユーザーのEEPROM に格納されると、リストア・コマンドを使用することにより、または電源が接続された後のデバイスのパワーオン・リセット終了時にリストアされます。これらのコマンドのどちらかが処理されている間は、デバイスはビジーであることを示します。43 ページの「デバイスがビジーな場合の応答」参照。

STORE_USER_ALL. このコマンドを出すと、動作メモリ内の全コマンドを該当するEEPROM のメモリ・ロケーションに格納します。

RESTORE_USER_ALL. このコマンドを出すと、EEPROM メモリから全てのコマンドがリストアされます。デバイスがイネーブルされている間はこのコマンドを実行しないことを推奨します。これはEEPROM が動作メモリに転送中は全てのモニタは一時的に停止され、EEPROM から直接の値は最初に動作メモリに格納されていた値とは合致しない可能性があるからです。

ユーザーのEEPROM スペースのバルク・プログラミング

MFR_EE_UNLOCK、MFR_EE_ERASE、MFR_EE_DATA の各コマンドは、サードパーティのEEPROM プログラミング会社やエンドユーザーに、PMBus コマンド間の順番依存や遅延に関係なく簡単にLTC2974をプログラムする手立てを提供します。データ伝送は全て直接EEPROM から、またEEPROM へ行われ、現在デバイスを設定している揮発性RAM スペースには影響を与えません。

最初のステップはマスタとするリファレンス・デバイスを希望の設定でプログラムすることです。それからMFR_EE_UNLOCK とMFR_EE_DATA を使用してユーザーEEPROM スペースにある全てのデータをシーケンシャルなワードとして読み込みます。この情報はマスタ・プログラミングHEX ファイルに格納されます。その後のデバイスは、MFR_EE_UNLOCK、MFR_EE_ERASE、MFR_EE_DATA を使用してマスタHEX ファイルからデータを伝送し、マスタ・デバイスと合うようにクローンします。これらのコマンドは、RAM スペースに格納されたデバイスの設定には関係無く直接EEPROM に動作します。EEPROM へのアクセス中は、デバイスは下記のようにビジーを示します。

簡単なプログラム機能をサポートするため、バルク・プログラミング機能はPMBus ワードとバイト・コマンドのみを使用します。MFR_UNLOCK は適切なアクセス・モードを設定し、内部のアドレス・ポインタをリセットして、各動作後にアドレス・ポインタが増加させられる一連のワード・コマンドがブロック読み込みや書き込みとして動作できるようにします。PEC の使用はオプションで、これはMFR_EE_UNLOCK 動作で設定されます。

MFR_EE_UNLOCK

MFR_EE_UNLOCK コマンドは、通常の動作でEEPROM へ誤ってアクセスされることを防ぎ、バルク初期化、シーケンシャル書き込みや読み込みに必要とされるEEPROM バルク・プログラミング・モードを設定します。MFR_EE_UNLOCK は書き込み保護の提供する保護を補います。必要とする動作のためにデバイスをアンロックした後は、内部ポインタがリセットされて、ブロック読み出しやブロック書き込みのように一連のMFR_EE_DATA 読み出し、書き込みでシーケンシャルにデータを転送できるようになります。MFR_EE_UNLOCK コマンドは、希望のエラー保護レベルに応じてPEC モードをクリアまたは設定できます。MFR_EE_UNLOCK シーケンスは、2 バイトの書き込みコマンドを使用しての2つのアンロック・コードの書き込みで構成されています。次の表に使用できるシーケンスを示します。サポートされていないシーケンスを書き込むとデバイスはロックされます。MFR_EE_UNLOCK を読み出すと最後に書き込まれたバイト、またはデバイスがロックされている場合はゼロを返します。

PMBus コマンドの説明

MFR_EE_UNLOCKのデータの内容

ビット	SYMBOL	動作
b[7:0]	Mfr_ee_unlock[7:0]	<p>PECのできる Mfr_ee_erase と Mfr_ee_data の読み出しまたは書き込み動作のためのユーザー EEPROM スペースのアンロックには: 0x2b を書き込み、次いで 0xd4 を書き込む。</p> <p>PECを要する Mfr_ee_erase と Mfr_ee_data の読み出しまたは書き込み動作のためのユーザー EEPROM スペースのアンロックには: 0x2b を書き込み、次いで 0xd5 を書き込む。</p> <p>PECのできる Mfr_ee_data の読み出しのみの動作のためのユーザーとメーカーの EEPROM スペースのアンロックには: 0x2b を書き込み、次いで 0x91、次いで 0xe4 を書き込む。</p> <p>PECを必要とする Mfr_ee_data の読み出しのみの動作のためのユーザーとメーカーの EEPROM スペースのアンロックには: 0x2b を書き込み、次いで 0x91、次いで 0xe5 を書き込む。</p>

MFR_EE_ERASE

MFR_EE_ERASE コマンドはユーザーの EEPROM スペースの内容を全て消去し、このスペースを新しいプログラム・データを受け付けられるように設定します。0x2B 以外の値を書き込むとデバイスはロックされます。読み出しは最後に書き込まれた値を返します。

MFR_EE_ERASEのデータの内容

ビット	SYMBOL	動作
b[7:0]	Mfr_ee_erase[7:0]	<p>ユーザーの EEPROM スペースを消去し、新しいデータを受け付けられるように設定するには:</p> <ol style="list-style-type: none"> 適切な Mfr_ee_unlock シーケンスを、PEC と共に、あるいは PEC なしで用いて Mfr_ee_erase コマンド用に設定をする。 Mfr_ee_erase を 0x2B に書き込む。 <p>このデバイスは、EEPROM の消去でビジーであることを次に詳述するメカニズムで示す。</p>

MFR_EE_DATA

MFR_EE_DATA コマンドは RAM スペースに影響を与えずに EEPROM へのデータの出し入れを可能にします。

ユーザー EEPROM スペースを読み出すには、適切な Mfr_ee_unlock コマンドを出し、EEPROM が完全に読み出されるまで Mfr_ee_data 読み出しを行います。余分な読み出しはデバイスをロックし、ゼロを返します。最初の読み出しは 16 ビットの EEPROM パッキング版 ID を返し、これは ROM に格納されます。2 回目の読み出しは利用できる 16 ビット・ワードを返し、これは全てのメモリ・ロケーションに読み書きできる数です。それ以降の読み出しは、最下位アドレスから始まる EEPROM のデータを返します。

ユーザー EEPROM スペースに書き込むには、適切な Mfr_ee_unlock コマンドと Mfr_ee_erase コマンドを出し、次いで EEPROM がいっぱいになるまで Mfr_ee_data ワードを書き込み続けます。余分の書き込みはデバイスをロックします。最初の書き込みは最下位アドレスに行われます。

PMBus コマンドの説明

Mfr_ee_data 読み出しと書き込みは一緒に使用できません。

MFR_EE_DATAのデータの内容

ビット	SYMBOL	動作
b[7:0]	Mfr_ee_data[7:0]	<p>ユーザーのスペースを読み出すには、次のようにする。</p> <ol style="list-style-type: none"> 適切な Mfr_ee_unlock シーケンスを、PEC と共に、あるいは PEC なしで用いて Mfr_ee_data コマンド用に設定をする。 Mfr_ee_data[0] = PackingId (MFR に固有の ID) を読み込む。 Mfr_ee_data[1] = NumberOfUserWords (利用できる 16 ビットワードの総数) を読み出す。 Mfr_ee_data[2] を Mfr_ee_data[NumberOfWord+1] (ユーザー EEPROM のデータの内容) を通して読み出す。 <p>ユーザーのスペースに書き込むには、次のようにする。</p> <ol style="list-style-type: none"> MFR_EE_ERASE コマンドで説明したシーケンスを用いてユーザー・メモリを初期化する。 適切な Mfr_ee_unlock シーケンスを、PEC と共に、あるいは PEC なしで用いて Mfr_ee_data コマンド用に設定をする。 Mfr_ee_data[0] を、Mfr_ee_data[NumberOfWord-1] (書き込むべきユーザー EEPROM データの内容) を通して書き込む。 <p>このデバイスは、EEPROM の消去でビジーであることを次に詳述するメカニズムで示す。</p>

デバイスがビジーな場合の応答

このデバイスは、EEPROM へのアクセスでビジーであることを次に詳述するメカニズムで示します。

- 1) MFR_COMMON レジスタの Mfr_common_busyb のクリア。このバイトは常に読み込まれ、デバイスがビジーの場合でもバイト読み込みリクエストを NACK しません。
- 2) Mfr_common 以外のコマンドを NACK します。

MFR_EEの消去と書き込みプログラム時間

ワードあたりのプログラム時間は標準で 0.17ms で、I²C/SMBus での書き込みを 0.17ms より長い間隔で空けて書き込みが完了したことを保証する必要があります。Mfr_ee_erase コマンドには約 400ms かかります。ハンドシェーキングに Mfr_common を使用することを推奨します。

入力電圧コマンドとリミット

コマンドの名称	CMD コード	説明	タイプ	ページ 指定	フォー マット	UNITS	NVM	既定値	参照 ページ
VIN_ON	0x35	この上では電力変換がイネーブルできる入力電圧。	R/W ワード	N	L11	V	Y	10.0 0xD280	43
VIN_OFF	0x36	この下では電力変換がディスエーブルされる入力電圧。VOUT_EN ピンは全て直ちにオフになるか、TOFF_DELAY の後でシーケンス・オフされる (Mfr_config_track_enn 参照)。	R/W ワード	N	L11	V	Y	9.0 0xD240	43
VIN_OV_FAULT_LIMIT	0x55	VIN_SNS ピンで測定した入力過電圧フォルト・リミット。	R/W ワード	N	L11	V	Y	15.0 0xD3C0	43
VIN_OV_WARN_LIMIT	0x57	VIN_SNS ピンで測定した入力過電圧警告リミット。	R/W ワード	N	L11	V	Y	14.0 0xD380	43
VIN_UV_WARN_LIMIT	0x58	VIN_SNS ピンで測定した入力低電圧警告リミット。	R/W ワード	N	L11	V	Y	0 0x8000	43
VIN_UV_FAULT_LIMIT	0x59	VIN_SNS ピンで測定した入力低電圧フォルト・リミット。	R/W ワード	N	L11	V	Y	0 0x8000	43

VIN_ON、VIN_OFF、VIN_OV_FAULT_LIMIT、VIN_OV_WARN_LIMIT、VIN_UV_WARN_LIMIT、VIN_UV_FAULT_LIMIT

これらのコマンドは V_{IN} のリミットの電圧監視機能を提供します。

PMBus コマンドの説明

出力電圧コマンドとリミット

コマンドの名称	CMD コード	説明	タイプ	ページ 指定	フォー マット	UNITS	NVM	既定値	参照 ページ
VOUT_MODE	0x20	出力電圧データのフォーマットおよび仮数のべき数 (2^{-13})。	Rバイト	Y	Reg			0x13	44
VOUT_COMMAND	0x21	サーボ・ターゲット。公称 DC/DC コンバータ出力電圧値の設定。	R/W ワード	Y	L16	V	Y	1.0 0x2000	45
VOUT_MAX	0x24	他のコマンドに関係なく、このユニットが支配できる出力電圧の上限。	R/W ワード	Y	L16	V	Y	4.0 0x8000	45
VOUT_MARGIN_HIGH	0x25	マージン“H” DC/DC コンバータ出力電圧の設定。	R/W ワード	Y	L16	V	Y	1.05 0x219A	45
VOUT_MARGIN_LOW	0x26	マージン“L” DC/DC コンバータ出力電圧の設定。	R/W ワード	Y	L16	V	Y	0.95 0x1E66	45
VOUT_OV_FAULT_LIMIT	0x40	出力の過電圧フォルト・リミット。	R/W ワード	Y	L16	V	Y	1.1 0x2333	45
VOUT_OV_WARN_LIMIT	0x42	出力の過電圧警報リミット。	R/W ワード	Y	L16	V	Y	1.075 0x2266	45
VOUT_UV_WARN_LIMIT	0x43	出力の低電圧警報リミット。	R/W ワード	Y	L16	V	Y	0.925 0x1D9A	45
VOUT_UV_FAULT_LIMIT	0x44	出力の低電圧フォルト・リミット。Ton_max_fault と、パワー・グッドのデアサートに使用。	R/W ワード	Y	L16	V	Y	0.9 0x1CCD	45
POWER_GOOD_ON	0x5E	それ以上になるとパワーグッドをアサートする出力電圧	R/W ワード	Y	L16	V	Y	0.96 0x1EB8	45
POWER_GOOD_OFF	0x5F	Mfr_config_all_pwrgrd_off_uses_uv がクリアな場合に、それ以下になるとパワーグッドをデアサートするべき出力電圧	R/W ワード	Y	L16	V	Y	0.94 0x1E14	45
MFR_VOUT_DISCHARGE_THRESHOLD	0xE9	VOUT_COMMAND に掛け合わせて V _{OUT} がしきい値電圧からどれだけ離れているかを決定する係数。	R/W ワード	Y	L11		Y	2.0 0xC200	45
MFR_DAC	0xE0	10ビット DAC のコードを含むメーカーのレジスタ。	R/W ワード	Y	Reg		N	0x0000	45

VOUT_MODE

このコマンドは読み込みのみで、L16 データ・フォーマットで全てのコマンドのモードと指数を指定します。27 ページのデータ・フォーマット参照。

VOUT_MODE のデータの内容

ビット	SYMBOL	動作
b[7:5]	Vout_mode_type	リニア・モードをレポートする。000b に固定されている。
b[4:0]	Vout_mode_parameter	リニア・モードの指数。5ビットの2の補数の整数。0x13 (十進数の -13) に固定されている。

PMBus コマンドの説明

VOUT_COMMAND、VOUT_MAX、VOUT_MARGIN_HIGH、VOUT_MARGIN_LOW、VOUT_OV_FAULT_LIMIT、VOUT_OV_WARN_LIMIT、VOUT_UV_WARN_LIMIT、VOUT_UV_FAULT_LIMIT、POWER_GOOD_ONおよびPOWER_GOOD_OFF

これらのコマンドは様々なサーボ制御、マージニング、およびチャネルの出力電圧のリミットの監視を行います。

MFR_VOUT_DISCHARGE_THRESHOLD

このレジスタには、対応する出力のオフ・スレッシュホールド電圧を決定するために VOUT_COMMAND に掛ける係数が含まれています。チャネルがオンの状態に入るか、または再度入るようにコマンドされる前に出力電圧が MFR_VOUT_DISCHARGE_THRESHOLD • VOUT_COMMAND よりも下まで降下しない場合、STATUS_MFR_SPECIFIC の Status_mfr_discharge ビットがセットされ、ALERTB ピンは“L”にアサートされます。さらに、出力がオン・スレッシュホールド電圧より下に減衰するまでチャネルはオン状態に移行しません。これを 1.0 よりも大きな値にセットすると DISCHARGE_THRESHOLD をチェックすることをディスエーブルし、チャネルはその電圧が全く降下していなくても再びオンになることができます。

特定の出力が放電できなかった場合でも、その他のチャネルは双方向の FAULTB_n ピンを使用してオフに保っておくことができます (MFR_FAULTB_n_RESPONSE レジスタと MFR_FAULTB_n_PROPOGATE レジスタ参照)。

MFR_DAC

このコマンド・レジスタで 10 ビットの DAC を直接プログラムできます。マニュアルでの DAC への書き込みは、チャネルがオンの状態で、TON_RISE は期限切れ、MFR_CONFIG_LTC2974 b[5:4] = 10b または 11b である必要があります。MFR_CONFIG_LTC2974 b[5:4] = 10b を書き込むと、DAC に Mfr_dac_direct_val の値にハードで接続するように命令します。b[5:4] = 11b を書き込むと、DAC にソフトで接続するように命令します。DAC がソフトで接続されると、Mfr_dac_direct_val は電源を乱すこと無く DAC を接続できるようにした値を返します。MFR_CONFIG_LTC2974 b[5:4] = 00b または 01b の場合、MFR_DAC は無視されます。

MFR_DAC のデータの内容

ビット	SYMBOL	動作
b[15:10]	予約済み	読み出し専用、常に 0 を返す。
b[9:0]	Mfr_dac_direct_val	DAC のコードの値。

PMBus コマンドの説明

出力電流のコマンドとリミット

コマンドの名称	CMD コード	説明	タイプ	ページ 指定	フォー マット	UNITS	NVM	既定値	参照 ページ
IOUT_CAL_GAIN	0x38	電流検出素子の公称抵抗値 (mΩ)。	R/W ワード	Y	L11	mΩ	Y	1.0 0xBA00	46
IOUT_OC_FAULT_LIMIT	0x46	出力の過電流フォルト・リミット。	R/W ワード	Y	L11	A	Y	10.0 0xD280	47
IOUT_OC_WARN_LIMIT	0x4A	出力の過電流警報リミット。	R/W ワード	Y	L11	A	Y	5.0 0xCA80	47
IOUT_UC_FAULT_LIMIT	0x4B	出力の低電圧フォルト・リミット。逆電流の検出に使用し、負の値である必要がある。	R/W ワード	Y	L11	A	Y	-1.0 0xBE00	47
MFR_IOUT_CAL_GAIN_TC	0xF6	IOUT_CAL_GAIN に適用する温度係数。	R/W ワード	Y	CF	ppm	Y	0x0	47

IOUT_CAL_GAIN

IOUT_CAL_GAIN コマンドは検出された電流に対する、電流検出ピンの電圧の比の設定に使用します。固定の電流検出抵抗を使用するデバイスでは、これはその抵抗の抵抗値と同じ値です (単位は mΩ です)。IOUT_CAL_GAIN は内部で 0.01mΩ ~ 1,000mΩ の値に制限されています。レジスタからの読み出し値は常に最後に書き込まれた値を返し、内部の制限値は反映しません。

IOUT_CAL_GAIN を使用した計算は次のようになります。

$$V_{IOUT_OC_FAULT_LIMIT} = IOUT_OC_FAULT_LIMIT \cdot IOUT_CAL_GAIN \cdot T_{CORRECTION}$$

$$V_{IOUT_UC_FAULT_LIMIT} = IOUT_UC_FAULT_LIMIT \cdot IOUT_CAL_GAIN \cdot T_{CORRECTION}$$

ここで、

$$T_{CORRECTION} = (1 + MFR_IOUT_CAL_GAIN_TC \cdot 1E-6 \cdot (READ_TEMPERATURE_1 + MFR_T_SELF_HEAT - 25.0))$$

$$READ_IOUT = \frac{V_{IOUT_SNSPn} - V_{IOUT_SNSMn}}{(IOUT_CAL_GAIN) \cdot T_{CORRECTION}}$$

注記:

$T_{CORRECTION}$ はハードウェアで 0.25 ~ 4.0 の値に制限されています。

READ_TEMPERATURE_2 は、関連する T_{SENSE} ネットワークが有効な温度を検出できなかった場合は READ_TEMPERATURE_1 に置き換えられます。詳細は READ_TEMPERATURE_1 を参照してください。

PMBus コマンドの説明

IOUT_OC_FAULT_LIMIT、IOUT_OC_WARN_LIMIT、IOUT_UC_FAULT_LIMIT

IOUT 監視フォルトと警告リミット。

IOUT_OC_FAULT_LIMITED はゼロ以上の値に内部で制限されています。レジスタからの読み出し値は常に最後に書き込まれた値を返し、内部の制限値は反映しません。

IOUT_UC_FAULT_LIMITED は内部でゼロ未満の値に制限されています。レジスタからの読み出し値は常に最後に書き込まれた値を返し、内部の制限値は反映しません。

MFR_IOUT_CAL_GAIN_TC

MFR_IOUT_CAL_GAIN_TC はページされるコマンドで、IOUT_CAL_GAIN レジスタ値に ppm/°C 単位の温度係数を設定します。このコマンドは関連するページに外部の温度ダイオードで測定された温度を使用します。

適切な使用法の詳細は IOUT_CAL_GAIN を参照してください。

MFR_IOUT_CAL_GAIN_TC データの内容

ビット	SYMBOL	動作
b[15:0]	Mfr_iout_cal_gain_tc	温度係数を表す 2 の補数の 16 ビットの整数。 値 = Y、ここに Y = b[15:0] は 2 の補数。 例： Mfr_iout_cal_gain_tc = 3900ppm b[15:0] = 0x0F3C のとき、 値 = 3900

PMBus コマンドの説明

外部温度コマンドとリミット

コマンドの名称	CMD コード	説明	タイプ	ページ 指定	フォー マット	UNITS	NVM	既定値	参照 ページ
OT_FAULT_LIMIT	0x4F	外部の温度センサの過熱フォルト・リミット設定。	R/W ワード	Y	L11	°C	Y	65.0 0xEA08	48
OT_WARN_LIMIT	0x51	外部の温度センサの過熱警告リミット。	R/W ワード	Y	L11	°C	Y	60.0 0xE3C0	48
UT_WARN_LIMIT	0x52	外部の温度センサの低温警告リミット。	R/W ワード	Y	L11	°C	Y	0 0x8000	48
UT_FAULT_LIMIT	0x53	外部の温度センサの低温フォルト・リミット。	R/W ワード	Y	L11	°C	Y	-5.0 0xCD80	48
MFR_TEMP_1_GAIN	0xF8	外部ダイオード温度の非理想ファクタの逆数。1 LSB = 2^{-14} 。	R/W ワード	Y	CF		Y	1 0x4000	48
MFR_TEMP_1_OFFSET	0xF9	外部温度のオフセット値。	R/W ワード	Y	L11	°C	Y	0 0x8000	48
MFR_T_SELF_HEAT	0xB8	出力電流センサデバイスから計算した自己発熱による温度上昇値の、外部の温度センサで測定した値よりも高い分。	Rワード	Y	L11	°C		NA	49
MFR_IOUT_CAL_GAIN_TAU_INV	0xB9	Mfr_t_self_heat の変化の時定数の逆数を $4 \cdot t_{CONV_SENSE}$ でスケールしたものを。	R/W ワード	Y	L11		Y	0.0 0x8000	49
MFR_IOUT_CAL_GAIN_THETA	0xBA	インダクタのコアから、外部の温度センサで測定したポイントまでの熱抵抗。	R/W ワード	Y	L11	°C/W	Y	0.0 0x8000	49

OT_FAULT_LIMIT、OT_WARN_LIMIT、UT_WARN_LIMIT、UT_FAULT_LIMIT

これらのコマンドは外部のダイオードで測定された温度の監視リミットを提供します。

MFR_TEMP_1_GAIN と MFR_TEMP_1_OFFSET

MFR_TEMP_1_GAIN コマンドは温度センサの理想係数の逆数を指定します。MFR_TEMP_1_OFFSET は測定された温度にオフセットを適用できるようにします。

これらのページ・コマンドを使用した計算は次の通りです。

$$\text{READ_TEMPERATURE_1} = T_{\text{EXT}} \cdot \text{MFR_TEMP_1_GAIN} - 273.15 + \text{MFR_TEMP_1_OFFSET}$$

ここで、

$$T_{\text{EXT}} = \text{ケルビン(K) 単位で測定した外部温度。}$$

READ_TEMPERATURE_2 は、関連する T_{SENSE} ネットワークが有効な温度を検出できなかった場合は READ_TEMPERATURE_1 に置き換えられます。これらの条件下では、MFR_TEMP1_GAIN と MFR_TEMP1_OFFSET に影響はありません。詳細は READ_TEMPERATURE_1 を参照してください。

MFR_TEMP_1_GAIN のデータの内容

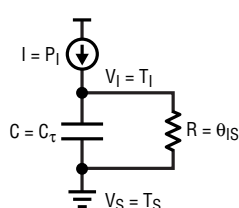
ビット	SYMBOL	動作
b[15:0]	Mfr_temp_1_gain[15:0]	温度の非理想係数の逆数を表す 16 ビットの整数。値 = $Y \cdot 2^{14}$ 、ここで、 $Y = b[15:0]$ は符号なしの整数。 例： MFR_TEMP_1_GAIN = 1.0 b[15:0] = 0x4000 では、 値 = $16384 \cdot 2^{-14} = 1.0$

2974fc

PMBus コマンドの説明

MFR_T_SELF_HEAT、MFR_IOUT_CAL_GAIN_TAU_INV、MFR_IOUT_CAL_GAIN_THETA

LTC2974は革新的な(特許出願中)アルゴリズムを用いて、外部の温度センサからインダクタのコアの温度上昇をダイナミックにモデリングします。この温度上昇はMFR_T_SELF_HEATと呼ばれ、IOUT_CAL_GAINの必要とする最終的な温度係数の計算に使用されます。温度上昇はインダクタのDCRで消費される電力、インダクタのコアからリモート温度センサへの熱抵抗、それにインダクタからプリント基板系への熱時定数の関数です。このアルゴリズムは外部温度センサをどのように配置するかに関する要件を簡素化し、インダクタのコアから主インダクタ・ヒートシンクへの大きな定常、および過渡的溫度誤差を補償します。



- P_1 = CURRENT REPRESENTING THE POWER DISSIPATED BY THE INDUCTOR
($V_{DCR} \cdot READ_IOUT$ WHERE $V_{DCR} = (V_{ISENSEP} - V_{ISENSEM})$)
- C_τ = CAPACITANCE REPRESENTING THERMAL HEAT CAPACITY OF THE INDUCTOR
(INCLUDED IN MFR_IOUT_CAL_GAIN_TAU_INV)
- T_1 = VOLTAGE REPRESENTING THE TEMPERATURE OF THE INDUCTOR
- θ_{IS} = RESISTANCE REPRESENTING THE THERMAL RESISTANCE FROM THE DCR
TO THE REMOTE TEMPERATURE SENSOR (MFR_IOUT_CAL_GAIN_THETA)
- T_S = VOLTAGE REPRESENTING THE TEMPERATURE AT THE REMOTE
TEMPERATURE SENSOR

2974 F21

図 21. インダクタ温度モデルの電子回路的表現

インダクタ内部での自己発熱を理解するのに最も良い方法は、図 21 で示すように電子回路に置き換えて考えてみることです。上のモデルの 1 次微分方程式は、次の差分方程式で近似できます。

$$P_1 - T_1/\theta_{IS} = C_\tau \Delta T_1/\Delta t \quad (\text{Eq1}) \quad (\text{when } T_S = 0)$$

ここから、

$$\Delta T_1 = \Delta t (P_1 \theta_{IS} - T_1)/(\theta_{IS} C_\tau) \quad (\text{Eq2}) \quad \text{または}$$

$$\Delta T_1 = (P_1 \theta_{IS} - T_1) \cdot \tau_{INV} \quad (\text{Eq3})$$

ここで、

$$\tau_{INV} = \Delta t/(\theta_{IS} C_\tau) \quad (\text{Eq4})$$

Δt は外部温度の ADC のサンプル間隔。

LTC2974 は次の値で Eq3 と Eq4 を用いて自己発熱のアルゴリズムを実装しています。

$$\Delta T_1 = \Delta MFR_T_SELF_HEAT$$

$$P_1 = READ_IOUT \cdot (V_{ISENSEP} - V_{ISENSEM})$$

$$T_S = READ_TEMPERATURE_1$$

$$T_1 = MFR_T_SELF_HEAT + T_S$$

$$\Delta t = 4 \cdot t_{CONV_SENSE} \quad (\text{外部温度ループが一回りする期間})$$

$$\tau_{INV} = MFR_IOUT_CAL_GAIN_TAU_INV$$

$$\theta_{IS} = MFR_IOUT_CAL_GAIN_THETA$$

PMBus コマンドの説明

初期的には自己発熱はゼロに設定されています。各温度測定後、自己発熱は増加分または減少分 $\Delta\text{MFR_T_SELF_HEAT}$ でその前の自己発熱の値に更新されます。

C_T の実際の値は不要です。重要な値は熱時定数 $\tau_{\text{INV}} = (\theta_{\text{IS}} C_T)$ です。例えば、インダクタの熱時定数が $\tau_{\text{INV}} = 5$ 秒の場合、

$$\text{MFR_IOUT_CAL_GAIN_TAU_INV} = (4 \cdot t_{\text{CONV_SENSE}})/5 = 4 \cdot 66\text{ms}/5\text{s} = 0.0528$$

θ_{IS} と τ_{INV} の較正については「アプリケーション」のセクションを参照してください。

READ_TEMPERATURE_2は、関連する T_{SENSE} ネットワークが有効な温度を検出できなかった場合はREAD_TEMPERATURE_1に置き換えられます。この条件下では、 $T_S = \text{READ_TEMPERATURE_2}$ と自己発熱補正は内部のダイ温度で適用されます。詳細はREAD_TEMPERATURE_1を参照してください。

MFR_T_SELF_HEATのデータの内容

ビット	シンボル	動作
b[15:0]	Mfr_t_self_heat	値は0°C～50°Cの範囲に限ります。

MFR_IOUT_CAL_GAIN_THETAのデータの内容

ビット	シンボル	動作
b[15:0]	Mfr_iout_cal_gain_theta	値 ≤ 0 MFR_T_SELF_HEATをゼロに設定する。

MFR_IOUT_CAL_GAIN_TAU_INVのデータの内容

ビット	シンボル	動作
b[15:0]	Mfr_iout_cal_gain_tau_inv	値 ≤ 0 MFR_T_SELF_HEATをゼロに設定する。 値 ≥ 1 MFR_T_SELF_HEATを $\text{MFR_IOUT_CAL_GAIN_THETA} \cdot \text{READ_IOUT} \cdot (\text{VISENSEP} - \text{VISENSEM})$ に設定する。

PMBus コマンドの説明

シーケンス・タイミングのリミットとクロックの共有

コマンドの名称	CMD コード	説明	タイプ	ページ 指定	フォー マット	UNITS	NVM	既定値	参照 ページ
TON_DELAY	0x60	CONTROL ピンおよび/または OPERATION コマンド = ON から VOUT_EN pin = ON までの時間。	R/W ワード	Y	L11	mS	Y	1.0 0xBA00	51
TON_RISE	0x61	LTC2974 の VOUT_EN _n ピンが "H" になってから、オプションでその DAC をソフトで接続して出力電圧を希望の値までサーボし始めるまでの時間。	R/W ワード	Y	L11	mS	Y	10.0 0xD280	51
TON_MAX_FAULT_LIMIT	0x62	TON_MAX_FAULT 条件が成立するまでに、VOUT_EN ピンのアサートから低電圧条件が許容される時間の最大値。	R/W ワード	Y	L11	mS	Y	15.0 0xD3C0	51
TOFF_DELAY	0x64	CONTROL ピンおよび/または OPERATION コマンド = OFF から VOUT_EN ピン = OFF までの時間。	R/W ワード	Y	L11	mS	Y	1.0 0xBA00	51
MFR_RESTART_DELAY	0xDC	CONTROL の実際のアクティブ・エッジから CONTROL の仮想のアクティブ・エッジまでの遅延	R/W ワード	N	L11	mS	Y	400 0xFB20	51

TON_DELAY、TON_RISE、TON_MAX_FAULT_LIMIT、および TOFF_DELAY

これらのコマンドは同じフォーマットを共有し、シーケンス制御と、タイマ・フォルトおよび警告の遅延(単位:ms)を与えます。

TON_DELAY は、チャンネルがオンにできるようになって(通常 CONTROL ピンまたは OPERATION コマンドで)から電源をイネーブルするまでの経過時間で、単位は ms です。この遅延は SHARE_CLK のみを使用してカウントされます。

TON_RISE は、Mfr_dac_mode = 00b のとき、電源がイネーブルされてから LTC2974 の DAC がソフト接続して出力電圧を必要なレベルにサーボ制御するまでに経過する時間で、単位は ms です。この遅延は SHARE_CLK のみを使用してカウントされます。

TON_MAX_FAULT_LIMIT は、LTC2974 の制御する電源が、VOUT_UV_FAULT_LIMIT に達すること無く出力を出そうとすることのできる最長の時間です。出力が出ない場合は、TON_MAX_FAULT が宣言されます。出力が TON_MAX_FAULT_LIMIT に達する前に VOUT_UV_FAULT_LIMIT に達した場合、LTC2974 は VOUT_UV_FAULT_LIMIT しきい値をアンマスクします。(値がゼロの場合、これは電源がその出力電圧を上げようと試みる時間に制限のないことを意味します。)この遅延は SHARE_CLK のみを使用してカウントされます。

TOFF_DELAY は、CONTROL ピンおよび/または OPERATION コマンドがデアサートされてから、そのチャンネルがディスエーブルされる(ソフトオフ)までの経過時間です。この遅延は、SHARE_CLK が使用可能であれば SHARE_CLK を使用してカウントされ、それ以外の場合には内部発振器が使用されます。

上記全ての TON と TOFF 遅延は内部で 655ms に制限されており、直近の 10 μ s に丸められます。これらのコマンドからの読み出し値は常に最後に書き込まれた値を返し、内部の制限値は反映しません。

MFR_RESTART_DELAY

このコマンドは、基本的には CONTROL ピンで開始される再起動にオフ時間を設定します。CONTROL ピンが少なくとも 10 μ s の間オフにトグルされ、またオンにされると、従属する全てのチャンネルはディスエーブルされて Mfr_restart_delay の時間だけオフになり、それからシーケンスされて再びオンになります。CONTROL ピンの遷移でオフ時間が Mfr_restart_delay を超えるものはこのコマンドの影響を受けません。この機能はオールゼロの値によってディスエーブルされます。この遅延は SHARE_CLK のみを使用してカウントされます。

この遅延は内部で 13.1 秒に制限されており、200 μ s ごとに丸められています。このコマンドからの読み出し値は常に最後に書き込まれた値を返し、内部の制限値は反映しません。

PMBus コマンドの説明

クロックの共有

複数のLTC PMBusデバイスのオープンドレインのSHARE_CLK入力/出力をプルアップ抵抗にワイヤードOR接続することにより、1つのアプリケーションで複数のLTC2978のクロックを同期させることができます。この場合には最速のクロックが優先されてその他全てのデバイスを立ち下がりエッジに同期させます。

SHARE_CLKはオン、オフの V_{IN} への依存性を複数のデバイスにわたって同期することに使用することもでき、これにはMFR_CONFIG_ALLレジスタのMfr_config_all_vin_share_enableビットをセットします。このように設定された場合、入力電圧が不十分なためにデバイスがオフになっている場合はSHARE_CLKを“L”に保ち、そのSHARE_CLKが“L”になっていることを検出してから、短いデグリッチング期間の後、デバイスは全てのチャンネルをディスエーブルします。SHARE_CLKピンが立ち上げられると、デバイスはそれに応答してスタート・シーケンスを開始します。この場合には最低速のVIN_ON検出が優先されてその他のデバイスをそのスタート・シーケンスに同期させます。

ウォッチドッグタイマとパワーグッド

コマンドの名称	CMD コード	説明	タイプ	ページ 指定	フォー マット	UNITS	NVM	既定値	参照 ページ
MFR_PWRGD_EN	0xD4	WDI/RESETBのステータスと個々のチャンネルのパワーグッドをPWRGDピンにマッピングする設定。	R/W ワード	N	Reg		Y	0x0000	52
MFR_POWERGOOD_ASSERTION_DELAY	0xE1	パワーグッド出力アサート遅延。	R/W ワード	N	L11	mS	Y	100 0xEB20	53
MFR_WATCHDOG_T_FIRST	0xE2	最初のウォッチドッグ・タイマの時間間隔。	R/W ワード	N	L11	mS	Y	0 0x8000	53
MFR_WATCHDOG_T	0xE3	ウォッチドッグ・タイマの時間間隔。	R/W ワード	N	L11	mS	Y	0 0x8000	53

MFR_PWRGD_EN

このコマンド・レジスタにより、ウォッチドッグとチャンネルのパワーグッド・ステータスのPWRGDピンへのマッピングが制御されます。

MFR_PWRGD_ENのデータの内容

ビット	SYMBOL	動作
b[15:9]	予約済み	読み出し専用、常に0を返す。
b[8]	Mfr_pwrpd_en_wdog	ウォッチドッグ。 1 = ウォッチドッグ タイマ非期限切れステータスは、同様にイネーブルされたチャンネルと共にPWRGDにANDされ、いつPWRGDピンがアサートされるかを決定する。 0 = ウォッチドッグ タイマはPWRGDピンに影響を与えない。
b[7:4]	予約済み	常に0000bを返す。
b[3]	Mfr_pwrpd_en_chan3	チャンネル3。 1 = このチャンネルのPWRGDステータスは同様にイネーブルされたチャンネルのPWRGDステータスをANDされ、いつPWRGDピンがアサートされるかを決定する。 0 = このチャンネルのPWRGDステータスはPWRGDピンに影響を及ぼさない。
b[2]	Mfr_pwrpd_en_chan2	チャンネル2。 1 = このチャンネルのPWRGDステータスは同様にイネーブルされたチャンネルのPWRGDステータスをANDされ、いつPWRGDピンがアサートされるかを決定する。 0 = このチャンネルのPWRGDステータスはPWRGDピンに影響を及ぼさない。

PMBus コマンドの説明

b[1]	Mfr_pwrgrd_en_chan1	チャンネル1。 1 = このチャンネルのPWRGDステータスは同様にイネーブルされたチャンネルのPWRGDステータスをANDされ、いつPWRGDピンがアサートされるかを決定する。 0 = このチャンネルのPWRGDステータスはPWRGDピンに影響を及ぼさない。
b[0]	Mfr_pwrgrd_en_chan0	チャンネル0。 1 = このチャンネルのPWRGDステータスは同様にイネーブルされたチャンネルのPWRGDステータスをANDされ、いつPWRGDピンがアサートされるかを決定する。 0 = このチャンネルのPWRGDステータスはPWRGDピンに影響を及ぼさない。

MFR_POWERGOOD_ASSERTION_DELAY

このコマンド・レジスタにより、内部パワーグッド信号が有効になってからパワーグッド出力がアサートされるまでの遅延をプログラムすることができます。この遅延は、SHARE_CLKが使用可能であればSHARE_CLKを使用してカウントされ、それ以外の場合には内部発振器が使用されます。この遅延は内部で13.1秒に制限されており、200 μ sごとに丸められています。このコマンドからの読み出し値は常に最後に書き込まれた値を返し、内部の制限値は反映しません。

パワーグッドのデアサート遅延としきい値はMfr_config_all_pwrgrd_off_uses_uvで制御されます。高速のパワーグッドを必要とするシステムではMfr_config_all_pwrgrd_off_uses_uv=1とセットしてください。これはVOUT_UV_FAULT_LIMITと高速コンパレータを用いてPWRGDピンをデアサートします。パワーグッドに別のオフしきい値を必要とするシステムではMfr_config_all_pwrgrd_off_uses_uv=0とセットしてください。これはより低速のADCポール・ループとPOWER_GOOD_OFFを使用してPWRGDピンをデアサートします。

ウォッチドッグの動作

MFR_WATCHDOG_Tレジスタにゼロ以外を書き込むと、ウォッチドッグ・タイマはリセットされます。WDI/RESETBピンの“L”から“H”への遷移によってもウォッチドッグ・タイマはリセットされます。このタイマの期限が切れたときにALERTBがアサートされ、PWRGD出力はMFR_PWRGD_ASSERTION_DELAY msの後にデアサートし、それから再度アサートすることも可能です。MFR_WATCHDOG_TまたはMFR_WATCHDOG_T_FIRSTレジスタに0を書き込むとこのタイマはディスエーブルされます。

MFR_WATCHDOG_T_FIRSTとMFR_WATCHDOG_T

MFR_WATCHDOG_T_FIRSTレジスタにより、PWRGD信号のアサートに続く最初のウォッチドッグ・タイマの時間間隔をプログラムすることができます。この場合、PWRGD信号がウォッチドッグ・タイマのステータスを反映するものと仮定します。PWRGDのアサートがウォッチドッグ・タイマのステータスによって調整されない場合、MFR_WATCHDOG_T_FIRSTはタイマがイネーブルされた後の最初のタイミング間隔に適用されます。MFR_WATCHDOG_T_FIRSTレジスタに0msの値を書き込むと、ウォッチドッグ・タイマはディスエーブルされます。この遅延は内部で65秒に制限されており、1msごとに丸められています。

MFR_WATCHDOG_Tレジスタにより、MFR_WATCHDOG_T_FIRSTのタイミング間隔に続くウォッチドッグ・タイマ間隔をプログラムすることができます。MFR_WATCHDOG_Tレジスタに0msの値を書き込むと、ウォッチドッグ・タイマはディスエーブルされます。この遅延は内部で65msに制限されており、10 μ sごとに丸められています。

この両方のクロックはSHARE_CLKとは独立に内部クロックで動作します。両方のコマンドからの読み出し値は常に最後に書き込まれた値を返し、内部の制限値は反映しません。

PMBus コマンドの説明

フォルト応答

コマンドの名称	CMD コード	説明	タイプ	ページ 指定	フォー マット	UNITS	NVM	既定値	参照 ページ
VOUT_OV_FAULT_RESPONSE	0x41	出力の過電圧フォルトが検出されたとき、デバイスがとるアクション。	R/Wバイト	Y	Reg		Y	0x80	55
VOUT_UV_FAULT_RESPONSE	0x45	出力の低電圧フォルトが検出されたとき、デバイスがとるアクション。	R/Wバイト	Y	Reg		Y	0x7F	55
IOUT_OC_FAULT_RESPONSE	0x47	出力の過電流フォルトが検出されたとき、デバイスがとるアクション。	R/Wバイト	Y	Reg		Y	0x00	56
IOUT_UC_FAULT_RESPONSE	0x4C	出力の低電流フォルトが検出されたとき、デバイスがとるアクション。	R/Wバイト	Y	Reg		Y	0x00	56
OT_FAULT_RESPONSE	0x50	外部温度センサで過温度フォルトが検出されたとき、デバイスがとるアクション。	R/Wバイト	Y	Reg		Y	0xB8	57
UT_FAULT_RESPONSE	0x54	外部温度センサで低温度フォルトが検出されたとき、デバイスがとるアクション。	R/Wバイト	Y	Reg		Y	0xB8	57
VIN_OV_FAULT_RESPONSE	0x56	入力の高電圧フォルトが検出されたとき、デバイスがとるアクション。	R/Wバイト	N	Reg		Y	0x80	57
VIN_UV_FAULT_RESPONSE	0x5A	入力の低電圧フォルトが検出されたとき、デバイスがとるアクション。	R/Wバイト	N	Reg		Y	0x00	57
TON_MAX_FAULT_RESPONSE	0x63	TON_MAX_FAULT イベントが検出されたとき、デバイスがとるアクション。	R/Wバイト	Y	Reg		Y	0xB8	58
MFR_RETRY_DELAY	0xDB	FAULTのリトライ・モードのリトライ間隔。	R/Wワード	N	L11	mS	Y	200 0xF320	58
MFR_RETRY_COUNT	0xF7	再試行をイネーブルする、フォルトでオフになった条件の再試行数。	R/Wバイト	N	Reg		Y	0x00	58

ラッチされたフォルトのクリア

ラッチされたフォルトは、OPERATION コマンドを用いて CONTROL ピンをトグルしてリセットするか、または VIN_SNS ピンのバイアス電圧を無くしてから再度かけてリセットします。フォルト状態および警告状態が生じたときは必ず ALERTB ピンが“L”にアサートされ、ステータス・レジスタの対応するビットがセットされます。CLEAR_FAULTS コマンドはステータス・レジスタの内容をリセットし、ALERTB 出力をデアサートします。CLEAR_FAULTS はフォルトをオフ・ステートにクリアしたり、チャンネルを再びオンにしたりしません。

PMBus コマンドの説明

VOUT_OV_FAULT_RESPONSE と VOUT_UV_FAULT_RESPONSE

ここで記述するフォルト応答は、高速スーパーバイザによって測定される電圧に対するものです。これらの電圧は短時間で測定されるので、デグリッチ時間を必要とすることがあります。これらのコマンドで示される応答に加えて、LTC2974には以下の応答もあります。

- STATUS_BYTE の適切なビットをセットする。
- STATUS_WORD の適切なビットをセットする。
- 対応する STATUS_VOUT レジスタ内の該当するビットをセットする。
- ALERTB ピンを“L”にプルしてホストに通知する。

VOUT_OV_FAULT_RESPONSE と VOUT_UV_FAULT_RESPONSE のデータの内容

ビット	SYMBOL	動作
b[7:6]	Vout_ov_fault_response_action、 Vout_uv_fault_response_action	<p>応答動作:</p> <p>00b: デバイスは中断せずに動作を続ける。</p> <p>01b: デバイスはビット [2:0] で指定する遅延時間だけ、t_{S_VS} のインクリメントで動作を継続する。「電気的特性」の表参照。遅延時間の後でもまだフォルトのある場合、デバイスはすぐにシャットダウンするか、または TOFF_DELAY の後でシーケンス・オフする (Mfr_config_track_enn 参照)。デバイスはシャットダウンし、ビット [5:3] のリトライ設定に従って応答する。</p> <p>10b-11b: デバイスは直ちにシャットダウンするか、TOFF_DELAY の後でシーケンス・オフされる (Mfr_config_track_enn 参照)。デバイスはシャットダウンし、ビット [5:3] のリトライ設定に従って応答する。</p>
b[5:3]	Vout_ov_fault_response_retry、 Vout_uv_fault_response_retry	<p>応答再試行のピヘイビア:</p> <p>000b: 再試行設定の値が 0 の場合、デバイスは再起動しようとしません。フォルトがクリアされるまで出力はディスプレイされたまま留まる。</p> <p>001b-111b: PMBus デバイスは、オフになるように命令される (CONTROL ピンまたは OPERATION コマンドで、または両方で) か、バイアス電力が無くなるか、または別のフォルト条件のためにデバイスがシャットダウンされるまで、グローバル Mfr_retry_count[2:0] で指定する回数再起動を試みる。</p> <p>この値を変更しても、そのチャンネルの次のオフ・オン・シーケンスまで変更が適用されない場合がある。</p>
b[2:0]	Vout_ov_fault_response_delay、 Vout_uv_fault_response_delay	<p>このサンプル数により、フォルトが最初に検出されてからのユニットがフォルトを無視する時間が決まる。この遅延は高速フォルトのデグリッチに使用する。</p> <p>000b: フォルトの検出にこれ以上加えられるデグリッチは無い。</p> <p>001b-111b: フォルトは、t_{S_VS} (標準 12.2μs) のデグリッチ周期で b[2:0] サンプルのデグリッチ期間デグリッチされる。</p>

PMBus コマンドの説明

IOUT_OC_FAULT_RESPONSE と IOUT_UC_FAULT_RESPONSE

ここで記述するフォルト応答は、高速スーパーバイザによって測定される電流に対するものです。これらの電流は短時間で測定されるので、デグリッチ時間を必要とすることがあります。これらのコマンドで示される応答に加えて、LTC2974には以下の応答もあります。

- STATUS_BYTE の適切なビットをセットする。
- STATUS_WORD の適切なビットをセットする。
- 対応する STATUS_IOUT レジスタ内の該当するビットをセットする。
- ALERTB ピンを“L”にプルしてホストに通知する。

IOUT_OC_FAULT_RESPONSE と IOUT_UC_FAULT_RESPONSE のデータの内容

ビット	SYMBOL	動作																
b[7:6]	lout_oc_fault_response_action、 lout_uc_fault_response_action	<p>応答動作:</p> <p>00b and 01b: デバイスは中断せずに動作を続ける。電流は lout_oc_fault_limit または lout_uc_fault_limit の値には制限されない。</p> <p>10b: デバイスはビット[2:0]で指定する遅延時間だけ動作を継続する。遅延時間の後でもまだフォルトのある場合、デバイスはすぐにシャットダウンするか、または TOFF_DELAY の後でシーケンス・オフする (Mfr_config_track_enh 参照)。デバイスはシャットダウンし、ビット [5:3] のリトライ設定に従って応答する。電流は lout_oc_fault_limit または lout_uc_fault_limit の値には制限されない。</p> <p>11b: デバイスは直ちにシャットダウンするか、TOFF_DELAY の後でシーケンス・オフされる (Mfr_config_track_enh 参照)。デバイスはシャットダウンし、ビット [5:3] のリトライ設定に従って応答する。</p>																
b[5:3]	lout_oc_fault_response_retry、 lout_uc_fault_response_retry	<p>応答再試行のビヘイビア:</p> <p>000b: 再試行設定の値が0の場合、デバイスは再起動しようとしません。フォルトがクリアされるまで出力はディスプレイされずそのまま留まる。</p> <p>001-111b: PMBus デバイスは、オフになるように命令される (CONTROL ピンまたは OPERATION コマンドで、または両方で) か、バイアス電力が無くなるか、または別のフォルト条件のためにデバイスがシャットダウンされるまで、グローバル Mfr_retry_count[2:0] で指定する回数再起動を試みる。</p> <p>この値を変更しても、そのチャンネルの次のオフ・オン・シーケンスまで変更が適用されない場合がある。</p>																
b[2:0]	lout_oc_fault_response_delay、 lout_uc_fault_response_delay	<p>このサンプル数により、フォルトが最初に検出されてからのユニットがフォルトを無視する時間が決まる。この遅延は高速フォルトのデグリッチに使用する。</p> <p>000b: フォルトの検出にこれ以上加えられるデグリッチは無い。</p> <p>001b-111b: フォルトは、次のように b[2:0] で選択する間隔でデグリッチされる。</p> <table border="1" style="margin-left: 20px;"> <thead> <tr> <th>b[2:0]</th> <th>デグリッチ間隔</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>001b</td> <td>100µs</td> </tr> <tr> <td>010b</td> <td>1ms</td> </tr> <tr> <td>011b</td> <td>5ms</td> </tr> <tr> <td>100b</td> <td>10ms</td> </tr> <tr> <td>101b</td> <td>20ms</td> </tr> <tr> <td>110b</td> <td>50ms</td> </tr> <tr> <td>111b</td> <td>100ms</td> </tr> </tbody> </table>	b[2:0]	デグリッチ間隔	001b	100µs	010b	1ms	011b	5ms	100b	10ms	101b	20ms	110b	50ms	111b	100ms
b[2:0]	デグリッチ間隔																	
001b	100µs																	
010b	1ms																	
011b	5ms																	
100b	10ms																	
101b	20ms																	
110b	50ms																	
111b	100ms																	

PMBus コマンドの説明

OT_FAULT_RESPONSE、UT_FAULT_RESPONSE、VIN_OV_FAULT_RESPONSE、VIN_UV_FAULT_RESPONSE

ここで記述するフォルト応答は、ADCによって測定された値に対する応答です。これらのコマンドで示される応答に加えて、LTC2974には以下の応答もあります。

- STATUS_BYTE の適切なビットをセットする。
- STATUS_WORD の適切なビットをセットする。
- 対応する STATUS_VIN または STATUS_TEMPERATURE レジスタ内の該当するビットをセットする。
- ALERTB ピンを“L”にプルしてホストに通知する。

OT_FAULT_RESPONSE、UT_FAULT_RESPONSE、VIN_OV_FAULT_RESPONSE、VIN_UV_FAULT_RESPONSE のデータの内容

ビット	SYMBOL	動作
b[7:6]	Ot_fault_response_action, Ut_fault_response_action, Vin_ov_fault_response_action, Vin_uv_fault_response_action	<p>応答動作:</p> <p>00b: デバイスは中断せずに動作を続ける。</p> <p>01b-11b: デバイスは直ちにシャットダウンするか、TOFF_DELAY の後でシーケンス・オフされる (Mfr_config_track_enr 参照)。デバイスはシャットダウンし、ビット [5:3] のリトライ設定に従って応答する。</p>
b[5:3]	Ot_fault_response_retry, Ut_fault_response_retry, Vin_ov_fault_response_retry, Vin_uv_fault_response_retry	<p>応答再試行のビヘイビア:</p> <p>000b: 再試行設定の値が 0 の場合、デバイスは再起動しようとしな。フォルトがクリアされるまで出力はディスエーブルされたまま留まる。</p> <p>001b-111b: PMBus デバイスは、オフになるように命令される (CONTROL ピンまたは OPERATION コマンドで、または両方で) か、バイアス電力が無くなるか、または別のフォルト条件のためにデバイスがシャットダウンされるまで、グローバル Mfr_retry_count[2:0] で指定する回数再起動を試みる。</p> <p>この値を変更しても、そのチャンネルの次のオフ・オン・シーケンスまで変更が適用されない場合がある。</p>
b[2:0]	Ot_fault_response_delay, Ut_fault_response_delay, Vin_ov_fault_response_delay, Vin_uv_fault_response_delay	000b に固定: フォルトの検出にこれ以上加えられるデグリッチは無い。

PMBus コマンドの説明

TON_MAX_FAULT_RESPONSE

このコマンドはLTC2974の応答をTON_MAX_FAULTに定義します。これは、起動時の短絡に対する保護として使用できます。起動後の短絡に対する保護にはVOUT_UV_FAULT_RESPONSEを使用してください。

デバイスは以下のことも行います。

- STATUS_BYTEのHIGH_BYTEビットをセットする。
- STATUS_WORDのVOUTビットをセットする。
- STATUS_VOUTレジスタのTON_MAX_FAULTビットをセットする。
- ALEATBピンをアサートしてホストに通知する。

TON_MAX_FAULT_RESPONSEのデータの内容

ビット	SYMBOL	動作
b[7:6]	Ton_max_fault_response_action	応答動作: 00b: デバイスは中断せずに動作を続ける。 01b-11b: デバイスは直ちにシャットダウンするか、TOFF_DELAYの後でシーケンス・オフされる (Mfr_config_track_enn参照)。デバイスはシャットダウンし、ビット [5:3] のリトライ設定に従って応答する。
b[5:3]	Ton_max_fault_response_retry	応答再試行のビヘイビア: 000b: 再試行設定の値が0の場合、デバイスは再起動しようとしません。フォルトがクリアされるまで出力はディスプレイされずのまま留まる。 001b-111b: PMBus デバイスは、オフになるように命令される (CONTROLピンまたはOPERATIONコマンドで、または両方で) か、バイアス電力が無くなるか、または別のフォルト条件のためにデバイスがシャットダウンされるまで、グローバルMfr_retry_count[2:0]で指定する回数再起動を試みる。 この値を変更しても、そのチャンネルの次のオフ・オン・シーケンスまで変更が適用されない場合がある。
b[2:0]	Ton_max_fault_response_delay	000bに固定: フォルトの検出にこれ以上加えられるデグリュッチは無い。

MFR_RETRY_DELAY

このコマンドにより、LTC2974がフォルト状態に反応して再試行モードになっているときの再試行間隔が決定されます。この遅延はSHARE_CLKのみを使用してカウントされます。この遅延は内部で13.1秒に制限されており、200 μ sごとに丸められています。このコマンドからの読み出し値は常に最後に書き込まれた値を返し、内部の制限値は反映しません。

MFR_RETRY_COUNT

MFR_RETRY_COUNTはグローバル・コマンドで、どのチャンネルのフォルトもそのフォルト応答再試行フィールドがゼロ以外の値にセットされてオフにされているときに、再試行を行う数を設定します。

同じチャンネルで再試行するフォルトが複数ある、または繰り返し起こる場合には、再試行の総数はMFR_RETRY_COUNTに等しくなります。チャンネルが最低16秒間フォルトのためにオフにならなかった場合は、その再試行カウンタはクリアされます。チャンネルのCONTROLピンをオフ、オンにトグルするか、またはOPERATIONオフを出してオンコマンドを出すと、再試行カウンタは同期的にクリアされます。

MFR_RETRY_COUNTのデータの内容

ビット	SYMBOL	動作
b[7:3]	予約済み	常にゼロを返す。
b[2:0]	Mfr_retry_count [2:0]	0: 再試行なし: 1-6: 再試行の数。 7: 再試行数無制限。 この値を変更しても、そのチャンネルの次のオフ・オン・シーケンスまで変更が適用されない場合がある。

PMBus コマンドの説明

共有される外部フォルト

コマンドの名称	CMD コード	説明	タイプ	ページ 指定	フォー マット	UNITS	NVM	既定値	参照 ページ
MFR_FAULTB0_PROPAGATE	0xD2	フォルトのためオフ・ステートになったチャンネルを FAULTB0 ピンに伝搬するかどうかを決定する設定。	R/Wバイト	Y	Reg		Y	0x00	59
MFR_FAULTB1_PROPAGATE	0xD3	フォルトのためオフ・ステートになったチャンネルを FAULTB1 ピンに伝搬するかどうかを決定する設定。	R/Wバイト	Y	Reg		Y	0x00	59
MFR_FAULTB0_RESPONSE	0xD5	FAULTB0 ピンが“L”にアサートされたとき、デバイスがとるアクション。	R/Wバイト	N	Reg		Y	0x00	60
MFR_FAULTB1_RESPONSE	0xD6	FAULTB1 ピンが“L”にアサートされたとき、デバイスがとるアクション。	R/Wバイト	N	Reg		Y	0x00	60

MFR_FAULTB0_PROPAGATE と MFR_FAULTB1_PROPAGATE

これらの製造元固有のコマンドは、チャンネルの状態を該当するフォルト・ピンへ伝えるためにフォルトオフしているチャンネルをイネーブルします。MFR_FAULTB0_PROPAGATE により、フォルトのためオフ・ステートになったチャンネルを FAULTB0 ピンに伝えることができます。MFR_FAULTB1_PROPAGATE により、フォルトのためオフ・ステートになったチャンネルを FAULTB0 ピンに伝えることができます。

MFR_FAULTBn_RESPONSE が 0 にセットされているチャンネルには、フォルトのピンを“L”にプルしても何も効果はありません。チャンネルは中断せずに動作を続けます。このフォルトに対する応答は LTpowerPlay では Action->Ignore と呼ばれます。

MFR_FAULT0_PROPAGATE のデータの内容

ビット	SYMBOL	動作
b[7:1]	予約済み	ドントケア。常に 0 を返す。
b[0]	Mfr_faultb0_propagate	フォルト伝搬のイネーブル。 0: フォルトでオフ・ステートになったチャンネルは FAULTB0 を“L”にアサートしない。 1: フォルトでオフ・ステートになったチャンネルは FAULTB0 を“L”にアサートする。

MFR_FAULT1_PROPAGATE のデータの内容

ビット	SYMBOL	動作
b[7:1]	予約済み	ドントケア。常に 0 を返す。
b[0]	Mfr_faultb1_propagate	フォルト伝搬のイネーブル。 0: フォルトでオフ・ステートになったチャンネルは FAULTB1 を“L”にアサートしない。 1: フォルトでオフ・ステートになったチャンネルは FAULTB1 を“L”にアサートする。

PMBus コマンドの説明

MFR_FAULTB0_RESPONSE と MFR_FAULTB1_RESPONSE

これらの製造元固有のコマンドは同じフォーマットを共有し、FAULTBピンのアサートへの応答を指定します。MFR_FAULTB0_RESPONSE は FAULTB0 ピンが“L”にアサートされたときにどのチャンネルがシャットオフされるかを決定し、MFR_FAULTB1_RESPONSE は FAULTB1 ピンが“L”にアサートされたときにどのチャンネルがシャットオフされるかを決定します。FAULTB_n ピンに応答してチャンネルがシャットオフされる場合 ALERTB ピンは“L”にアサートされ、STATUS_MFR_SPECIFIC レジスタで適切なビットがセットされます。図での説明は、「図28. チャンネルのフォルト管理のブロック図」の左側のスイッチを参照してください。

MFR_FAULTB_n_RESPONSE が 0 にセットされたチャンネルにはフォルトは伝搬されません。チャンネルは中断せずに動作を続けます。このフォルトに対する応答は LTpowerPlay では No Action と呼ばれます。

MFR_FAULTB0_RESPONSE と MFR_FAULTB1_RESPONSE のデータの内容

ビット	SYMBOL	動作
b[7:4]	予約済み	読み出し専用、常に 0000b を返す。
b[3]	Mfr_faultb0_response_chan3、 Mfr_faultb1_response_chan3	チャンネル3の応答。 0: チャンネルは中断せずに動作を続ける。 1: 対応する FAULTB ピンが 10 μ s たった後でもまだアサートされている場合、チャンネルはシャットダウンされる。これに続いて FAULTB ピンがデアサートする場合、このチャンネルは TON_DELAY と TON_RISE の設定に従って再びオンになる。
b[2]	Mfr_faultb0_response_chan2、 Mfr_faultb1_response_chan2	チャンネル2の応答。 0: チャンネルは中断せずに動作を続ける。 1: 対応する FAULTB ピンが 10 μ s たった後でもまだアサートされている場合、チャンネルはシャットダウンされる。これに続いて FAULTB ピンがデアサートする場合、このチャンネルは TON_DELAY と TON_RISE の設定に従って再びオンになる。
b[1]	Mfr_faultb0_response_chan1、 Mfr_faultb1_response_chan1	チャンネル1の応答。 0: チャンネルは中断せずに動作を続ける。 1: 対応する FAULTB ピンが 10 μ s たった後でもまだアサートされている場合、チャンネルはシャットダウンされる。これに続いて FAULTB ピンがデアサートする場合、このチャンネルは TON_DELAY と TON_RISE の設定に従って再びオンになる。
b[0]	Mfr_faultb0_response_chan0、 Mfr_faultb1_response_chan0	チャンネル0の応答。 0: チャンネルは中断せずに動作を続ける。 1: 対応する FAULTB ピンが 10 μ s たった後でもまだアサートされている場合、チャンネルはシャットダウンされる。これに続いて FAULTB ピンがデアサートする場合、このチャンネルは TON_DELAY と TON_RISE の設定に従って再びオンになる。

PMBus コマンドの説明

フォルト警告とステータス

コマンドの名称	CMD コード	説明	タイプ	ページ 指定	フォー マット	UNITS	NVM	既定値	参照 ページ
CLEAR_FAULTS	0x03	セットされている全フォルト・ビットをクリア。	バイトを 送信	Y				NA	61
STATUS_BYTE	0x78	ユニットのフォルト状態の1バイトの要約	Rバイト	Y	Reg			NA	61
STATUS_WORD	0x79	ユニットのフォルト状態の2バイトの要約	Rワード	Y	Reg			NA	62
STATUS_VOUT	0x7A	出力電圧フォルトおよび警報の状態。	Rバイト	Y	Reg			NA	62
STATUS_IOUT	0x7B	出力電流フォルトおよび警報の状態。	Rバイト	Y	Reg			NA	63
STATUS_INPUT	0x7C	入力電源フォルトおよび警報の状態。	Rバイト	N	Reg			NA	63
STATUS_TEMPERATURE	0x7D	READ_TEMPERATURE_1の外部温度フォルトおよび警報の状態。	Rバイト	Y	Reg			NA	63
STATUS_CML	0x7E	通信およびメモリのフォルトおよび警報の状態。	Rバイト	N	Reg			NA	64
STATUS_MFR_SPECIFIC	0x80	メーカー固有のフォルトおよび状態の情報。	Rバイト	Y	Reg			NA	64
MFR_PADS	0xE5	選択されたデジタルI/Oパッドの現在のステート。	R/W ワード	N	Reg			NA	65
MFR_COMMON	0xEF	複数のLTCのデバイスに共通な、メーカーによる状態ビット。	Rバイト	N	Reg			NA	65

CLEAR_FAULTS

CLEAR_FAULTS コマンドは、セットされているステータス・ビットをクリアするのに使われます。このコマンドは、全てのページ化されていないステータス・レジスタ、および現在のPAGE設定によって選択されたページ化されているステータス・レジスタ内の全てのフォルト・ビットと警告ビットをクリアします。同時に、デバイスは自己のALERTBへの寄与を無効に(クリア、解放)します。

CLEAR_FAULTS コマンドは、フォルト状態でラッチオフしているデバイスを再スタートさせることはありません。詳細については「ラッチされたフォルトのクリア」のセクションを参照してください。

フォルトをクリアした後もフォルトの残る場合は、フォルト状態ビットは再びセットされて、ホストは通常の方法で通知を受けます。

Note: このコマンドはグローバル・ページ・コマンドに応答します。(PAGE=0xFF)

STATUS_BYTE

以下の表に示すように、STATUS_BYTE コマンドは、発生した最も重要なフォルトや警告の要約を返します。STATUS_BYTE は STATUS_WORD のサブセットで、同じ情報をコピーします。

STATUS_BYTE のデータの内容

ビット	SYMBOL	動作
b[7]	Status_byte_busy	Status_word_busyと同じ。
b[6]	Status_byte_off	Status_word_offと同じ。
b[5]	Status_byte_vout_ov	Status_word_vout_ovと同じ。
b[4]	Status_byte_iout_oc	Status_word_iout_ocと同じ。
b[3]	Status_byte_vin_uv	Status_word_vin_uvと同じ。
b[2]	Status_byte_temp	Status_word_tempと同じ。
b[1]	Status_byte_cml	Status_word_cmlと同じ。
b[0]	Status_byte_high_byte	Status_word_high_byteと同じ。

PMBus コマンドの説明

STATUS_WORD

STATUS_WORD コマンドは、ユニットのフォルト状態の要約の2バイトの情報を返します。ホストはこれらのバイトの情報に基づいて適切で詳細なステータス・レジスタを読み込んでさらに情報を得ることができます。

STATUS_WORD の下位のバイトは STATUS_BYTE コマンドと同じレジスタです。

STATUS_WORD のデータの内容

ビット	SYMBOL	動作
b[15]	Status_word_vout	出力電圧フォルトまたは警告が生じている。STATUS_VOUT 参照。
b[14]	Status_word_iout	出力電流フォルトまたは警告が生じている。STATUS_IOUT 参照。
b[13]	Status_word_input	入力電圧フォルトまたは警告が生じている。STATUS_INPUT 参照。
b[12]	Status_word_mfr	メーカーに固有のフォルトが生じている。STATUS_MFR_SPECIFIC 参照。
b[11]	Status_word_power_not_good	PWRGD 信号が無視された。パワーグッド状態ではない。
b[10]	Status_word_fans	サポートされていない。常に0を返す。
b[9]	Status_word_other	サポートされていない。常に0を返す。
b[8]	Status_word_unknown	サポートされていない。常に0を返す。
b[7]	Status_word_busy	PMBus コマンドを受信したときにデバイスがビジー。「動作」参照: 処理コマンド。
b[6]	Status_word_off	このビットは、単にイネーブルされていない場合も含めて理由の如何にかかわらず、デバイスが出力に電力を供給していないときにアサートされる。デバイスが出力に電力を供給できる場合は、オフビットはクリア。
b[5]	Status_word_vout_ov	出力過電圧フォルトが生じている。
b[4]	Status_word_iout_oc	出力過電流フォルトが生じている。
b[3]	Status_word_vin_uv	V _{IN} の低電圧フォルトが生じている。
b[2]	Status_word_temp	温度フォルトまたは警告が生じている。STATUS_TEMPERATURE 参照。
b[1]	Status_word_cml	通信、メモリ、または論理フォルトが生じている。STATUS_CML 参照。
b[0]	Status_word_high_byte	b[7:1] にリストされていないフォルト/警告が生じている。

STATUS_VOUT

以下の表に示すように、STATUS_VOUT コマンドは、発生した出力電圧フォルトや警告の要約を返します。

STATUS_VOUT のデータの内容

ビット	SYMBOL	動作
b[7]	Status_vout_ov_fault	過電圧フォルト。
b[6]	Status_vout_ov_warn	過電圧警告。
b[5]	Status_vout_uv_warn	低電圧警告。
b[4]	Status_vout_uv_fault	低電圧フォルト。
b[3]	Status_vout_max_fault	VOUT_MAX フォルト。VOUT_MAX コマンドで許容される値より高い値に出力電圧を設定する試みがあった。Status_vout_max_fault はクリアされた後、チャンネルの状態遷移(オフそして再度オン)が行われるか、あるいは、VOUT_MAX で許容されるよりも低い有効出力電圧が設定されるまでは、それ以降のフォルトを通知しない。
b[2]	Status_vout_ton_max_fault	TON_MAX_FAULT シーケンス・フォルト。
b[1]	Status_vout_toff_max_warn	サポートされていません。常に0を返す。
b[0]	Status_vout_tracking_error	サポートされていません。常に0を返す。

PMBus コマンドの説明

STATUS_IOUT

以下の表に示すように、STATUS_IOUT コマンドは、発生した出力電流フォルトや警告の要約を返します。

STATUS_IOUT のデータの内容

ビット	SYMBOL	動作
b[7]	Status_iout_oc_fault	過電流フォルト。
b[6]	Status_iout_oc_uv_fault	サポートされていない。常に0を返す。
b[5]	Status_iout_oc_warn	過電流警告
b[4]	Status_iout_uc_fault	低電流フォルト。
b[3]	Status_iout_curr_share_fault	サポートされていない。常に0を返す。
b[2]	Status_pout_power_limiting	サポートされていない。常に0を返す。
b[1]	Status_pout_overpower_fault	サポートされていない。常に0を返す。
b[0]	Status_pout_overpower_warn	サポートされていない。常に0を返す。

STATUS_INPUT

以下の表に示すように、STATUS_INPUT コマンドは、発生した V_{IN} フォルトや警告の要約を返します。

STATUS_INPUT のデータの内容

ビット	SYMBOL	動作
b[7]	Status_input_ov_fault	V_{IN} の過電圧フォルト
b[6]	Status_input_ov_warn	V_{IN} の過電圧警告
b[5]	Status_input_uv_warn	V_{IN} の低電圧警告
b[4]	Status_input_uv_fault	V_{IN} の低電圧フォルト
b[3]	Status_input_off	デバイスは入力電圧が不十分なためにオフ。
b[2]	IIN 過電流フォルト	サポートされていない。常に0を返す。
b[1]	IIN 低電流警告	サポートされていない。常に0を返す。
b[0]	PIN overpower warn	サポートされていない。常に0を返す。

STATUS_TEMPERATURE

以下の表に示すように、STATUS_TEMPERATURE コマンドは、発生した温度フォルトや警告の要約を返します。この情報はページされており、関連する外部ダイオードの温度を示します。

STATUS_TEMPERATURE のデータの内容

ビット	SYMBOL	動作
b[7]	Status_temperature_ot_fault	過温度フォルト。
b[6]	Status_temperature_ot_warn	過温度警告。
b[5]	Status_temperature_ut_warn	低温度警告。
b[4]	Status_temperature_ut_fault	低温度フォルト。
b[3]	予約済み	予備。常に0を返す。
b[2]	予約済み	予備。常に0を返す。
b[1]	予約済み	予備。常に0を返す。
b[0]	予約済み	予備。常に0を返す。

PMBus コマンドの説明

STATUS_CML

以下の表に示すように、STATUS_CML コマンドは、通信、メモリ、およびロジックのフォルトや警告の要約を返します。

STATUS_CML のデータの内容

ビット	SYMBOL	動作
b[7]	Status_cml_cmd_fault	1 = 違法、またはサポートされていないコマンド・フォルトが生じた。 0 = フォルトが生じなかった。
b[6]	Status_cml_data_fault	1 = 違法、またはサポートされていないデータを受け取った。 0 = フォルトが生じなかった。
b[5]	Status_cml_pec_fault	1 = パケット・エラー・チェック・フォルトが生じた。注記: LTC2974 では、PEC チェッキングは常にアクティブ。STOP の前に受け取った余分なバイトは、このバイトがマッチする PEC バイトでなければ Status_cml_pec_fault をセットする。 0 = フォルトが生じなかった。
b[4]	Status_cml_memory_fault	1 = EEPROM でフォルトが生じた。 0 = フォルトが生じなかった。
b[3]	Status_cml_processor_fault	サポートされていない、常に 0 を返す。
b[2]	予約済み	予約済み、常に 0 を返す。
b[1]	Status_cml_pmbus_fault	1 = この表にあげる以外の通信フォルトが生じた。これは違法に生じた I ² C/SMBus コマンドをまとめて扱うカテゴリです (例: START の直後に read = 1 でアドレス・バイトを受け取った)。 0 = フォルトが生じなかった。
b[0]	Status_cml_unknown_fault	サポートされていない、常に 0 を返す。

STATUS_MFR_SPECIFIC

STATUS_MFR_SPECIFIC コマンドは製造元固有のステータス・フラグを返します。「CHANNEL」が「All」と示されたビットはページ化されません。「STICKY」が「Yes」のビットは、CLEAR_FAULTS コマンドが発行されるか、チャンネルがユーザーによって指定されるまで、セットされたままです。「ALERT」が「Yes」のビットは、セットされると ALERTB を「L」にします。「OFF」が「Yes」のビットは、チャンネルをオフするためにどこでもイベントを設定できます。

STATUS_MFR_SPECIFIC のデータの内容

ビット	SYMBOL	動作	チャンネル	STICKY	ALERT	OFF
b[7]	Status_mfr_discharge	1 = オン・ステートに入ろうとしていたときに V _{OUT} ディスチャージ・フォルトが生じた。 0 = V _{OUT} ディスチャージ・フォルトが生じなかった。	最新ページ	Yes	Yes	Yes
b[6]	Status_mfr_fault1_in	FAULTB1 ピンが「L」にアサートされているときにこのチャンネルがオンになろうとした、または、最後の CONTROL ピンのトグル動作、OPERATION コマンドのオン、オフ・サイクル、または CLEAR_FAULTS コマンドから FAULTB1 ピンが「L」にアサートされることに応答して少なくとも 1 回このチャンネルがシャットダウンされた。Mfr_track_en_chann がセットされていると、フォルトを発生するチャンネル 0 では Status_mfr_fault1_in もセットされる場合がある。	最新ページ	Yes	Yes	Yes
b[5]	Status_mfr_fault0_in	FAULTB0 ピンが「L」にアサートされているときにこのチャンネルがオンになろうとした、または、最後の CONTROL ピンのトグル動作、OPERATION コマンドのオン、オフ・サイクル、または CLEAR_FAULTS コマンドから FAULTB0 ピンが「L」にアサートされることに応答して少なくとも 1 回このチャンネルがシャットダウンされた。Mfr_track_en_chann がセットされていると、フォルトを発生するチャンネル 0 では Status_mfr_fault1_in もセットされる場合がある。	最新ページ	Yes	Yes	Yes
b[4]	Status_mfr_servo_target_reached	サーボの目標値に達している。	最新ページ	No	No	No
b[3]	Status_mfr_dac_connected	DAC が接続され、V _{DAC} ピンをドライブしている。	最新ページ	No	No	No

PMBus コマンドの説明

b[2]	Status_mfr_dac_saturated	最大または最小の DAC 値で前のサーボ動作が終了している状態。	最新ページ	Yes	No	No
b[1]	Status_mfr_auxfaultb_faulted_off	AUXFAULTBが、V _{OUT} またはI _{OUT} フォルトのためにデアサートされた。	All	No	No	No
b[0]	Status_mfr_watchdog_fault	1 = ウォッチドッグ・フォルトが生じた。 0 = ウォッチドッグ・フォルトが生じなかった。	All	Yes	Yes	No

MFR_PADS

MFR_PADS コマンドは、デジタル・パッドへの読み出しのみのアクセスを提供します。入力値はデグリッチ論理の前の値です。

MFR_PADS のデータの内容

ビット	SYMBOL	動作
b[15]	Mfr_pads_pwrzd_drive	0 = このデバイスがPWRGDパッドを“L”に駆動している。 1 = このデバイスがPWRGDパッドを“L”に駆動していない。
b[14]	Mfr_pads_alertb_drive	0 = このデバイスがALERTBパッドを“L”に駆動している。 1 = このデバイスがALERTBパッドを“L”に駆動していない。
b[13:12]	Mfr_pads_faultb_drive[1:0]	FAULTB0パッドのためのビット [1]、FAULTB1パッドのためのビット [0] は次のように使用される。 0 = このデバイスがFAULTBパッドを“L”に駆動している。 1 = このデバイスがFAULTBパッドを“L”に駆動していない。
b[11:10]	予約済み [1:0]	常に00bを返す。
b[9:8]	Mfr_pads_asel1[1:0]	11: ASEL1 入力パッドで論理レベル“H”が検出された。 10: ASEL1 入力パッドはフロートしている。 01: 予約済み。 00: ASEL1 入力パッドで論理レベル“L”が検出された。
b[7:6]	Mfr_pads_asel0[1:0]	11: ASELO 入力パッドで論理レベル“H”が検出された。 10: ASELO 入力パッドはフロートしている。 01: 予約済み。 00: ASELO 入力パッドで論理レベル“L”が検出された。
b[5]	Mfr_pads_control1	1: CONTROL1パッドで論理レベル“H”が検出された。 0: CONTROL1パッドで論理レベル“L”が検出された。
b[4]	Mfr_pads_control0	1: CONTROL0パッドで論理レベル“H”が検出された。 0: CONTROL0パッドで論理レベル“L”が検出された。
b[3:2]	Mfr_pads_faultb[1:0]	FAULTB0パッドのためのビット [1]、FAULTB1パッドのためのビット [0] は次のように使用される。 1: FAULTBパッドで論理レベル“H”が検出された。 0: FAULTBパッドで論理レベル“L”が検出された。
b[1]	Mfr_pads_control2	1: CONTROL2パッドで論理レベル“H”が検出された。 0: CONTROL2パッドで論理レベル“L”が検出された。
b[0]	Mfr_pads_control3	1: CONTROL3パッドで論理レベル“H”が検出された。 0: CONTROL3パッドで論理レベル“L”が検出された。

MFR_COMMON

このコマンドは、アラート、デバイス・ビジー、共有クロック・ピン (SHARE_CLK) および書き込み禁止ピン (WP) のステータス情報を返します。

LTC2974

PMBus コマンドの説明

これは、LTC2974がEEPROMその他のコマンドの処理でビジーなときでも読み込まれる唯一のコマンドです。ホストはこれをポーリングして、いつLTC2974がPMBus コマンドを処理できるかを決定できます。デバイスがビジーなとき、デバイスは常にそのアドレスをアクノリッジしますが、直には処理できないコマンドを受け取ったときはコマンド・バイトをNACKし、Status_byte_busyとStatus_word_busyをセットします。

MFR_COMMON のデータの内容

ビット	SYMBOL	動作
b[7]	Mfr_common_alertb	アラート・ステータスを返す。 1: ALERTBは“H”にデアサートされる。 0: ALERTBは“L”にデアサートされる。
b[6]	Mfr_common_busyb	デバイスがビジーなステータスを返す。 1: デバイスはPMBusコマンドを処理できる状態にある。 0: デバイスはビジーで、PMBusコマンドをNACKする。
b[5:2]	予約済み。	読み出し専用、常に1sを返す。
b[1]	Mfr_common_share_clk	シェア・クロック・ピンのステータスを返す。 1: シェア・クロック・ピンは“L”に保たれている。 0: シェア・クロック・ピンはアクティブ。
b[0]	Mfr_common_write_protect	書き込み保護ピンのステータスを返す。 1: 書き込み保護ピンは“H”。 0: 書き込み保護ピンは“L”。

テレメトリ

コマンドの名称	CMD コード	説明	タイプ	ページ 指定	フォー マット	UNITS	NVM	既定値	参照 ページ
READ_VIN	0x88	入力電源電圧。	Rワード	N	L11	V		NA	67
READ_VOUT	0x8B	DC/DC コンバータ出力電圧。	Rワード	Y	L16	V		NA	67
READ_IOUT	0x8C	DC/DC コンバータ出力電流。	Rワード	Y	L11	A		NA	67
READ_TEMPERATURE_1	0x8D	外部ダイオードの接合部温度。これは、IOUT_CAL_GAINを含む、温度に関する全ての処理に使用される値。	Rワード	Y	L11	°C		NA	67
READ_TEMPERATURE_2	0x8E	内部接合部温度。	Rワード	N	L11	°C		NA	67
READ_POUT	0x96	DC/DC コンバータ出力電力。	Rワード	Y	L11	W		NA	67
MFR_READ_IOUT	0xBB	READ_IOUTの代替データ・フォーマット。 1 LSB = 2.5mA。	Rワード	Y	CF	2.5mA		NA	67
MFR_IOUT_SENSE_VOLTAGE	0xFA	VISENSEP – VISENSEMの絶対値。 1 LSB = 3.05µV。	Rワード	Y	CF	3.05µV		NA	68
MFR_VIN_PEAK	0xDE	READ_VINの最大測定値。	Rワード	N	L11	V		NA	69
MFR_VOUT_PEAK	0xDD	READ_VOUTの最大測定値。	Rワード	Y	L16	V		NA	69
MFR_IOUT_PEAK	0xD7	READ_IOUTの最大測定値。	Rワード	Y	L11	A		NA	69
MFR_TEMPERATURE_1_PEAK	0xDF	READ_TEMPERATURE_1の最大測定値。	Rワード	Y	L11	°C		NA	69
MFR_VIN_MIN	0xFC	READ_VINの最小測定値。	Rワード	N	L11	V		NA	69
MFR_VOUT_MIN	0xFB	READ_VOUTの最小測定値。	Rワード	Y	L16	V		NA	69
MFR_IOUT_MIN	0xD8	READ_IOUTの最小測定値。	Rワード	Y	L11	A		NA	69
MFR_TEMPERATURE_1_MIN	0xFD	READ_TEMPERATURE_1の最小測定値。	Rワード	Y	L11	°C		NA	69

2974fc

PMBus コマンドの説明

READ_VIN

このコマンドは、VIN_SNS ピンの入力電圧の ADC による最新の測定値を返します。

READ_VOUT

このコマンドは、チャンネルの出力電圧の ADC による最新の測定値を返します。

READ_IOUT

このコマンドは、チャンネルの出力電流の ADC による最新の測定値を返します。

READ_TEMPERATURE_1

このコマンドは外部ダイオード温度の最新の測定値を°C単位で返します。この値は温度に関連する全ての動作、計算に使用されます。このコマンドはページされています。READ_TEMPERATURE_2は、関連するT_{SENSE}ネットワークが有効な温度を検出できなかった場合はREAD_TEMPERATURE_1に置き換えられます。

T_{SENSE}ネットワークは、次の条件下では有効な温度を検出できません。

- T_{SENSE}ピンが一定の電圧に短絡されている。

- 検出ダイオードの理想係数がN_{TS max}を超えている。

T_{SENSE}ピンをフロートにすることは推奨しません。フロートにしておくと温度値が予測できないものになる可能性があります。

READ_TEMPERATURE_2

このコマンドは、LTC2974の内部温度センサによって測定される接合部温度(単位:°C)のADCによる最新の測定値を返します。このレジスタの目的は情報としてのもので、READ_TEMPERATURE_1として使用されている場合を除いては、フォルト、警告を発生、またはその他のレジスタや内部での計算に影響を与えることはありません。このコマンドはページされていません。

READ_TEMPERATURE_2は、チャンネルのT_{SENSE}ネットワークが有効な温度を検出できなかった場合はREAD_TEMPERATURE_1に置き換えられます。

READ_POUT

このコマンドは、チャンネルの出力電力のADCによる最新の測定値をワット単位で返します。

MFR_READ_IOUT

このコマンドは、電流の絶対値が2A～82AであるREAD_IOUTコマンドで得られるよりも良い数値表現の粒度の得られるカスタム・フォーマットを使用して、チャンネルの出力電流のADCによる最新の測定値を返します。

PMBus コマンドの説明

MFR_READ_IOUTのデータの内容

ビット	SYMBOL	動作
b[15:0]	Mfr_read_iout[15:0]	高電流でより良い分解能を得るためにカスタム・フォーマットで表現されたチャネルの出力電流。 値 = $Y \cdot 2.5$ 、ここで、 $Y = b[15:0]$ は符号付きの2の補数。 例： MFR_READ_IOUT = 5mA b[15:0] = 0x0002の場合、 値 = $2 \cdot 2.5 = 5\text{mA}$

返された値の粒度は常に2.5mAで、返された値は±81.92Aに制限されています。より大きい電流にはREAD_IOUTコマンドを使用してください。返される値の精度は常に「電気的特性」のセクションにあるADCの特性で制限されますのでご注意ください。

数値のフォーマットによる粒度の比較

電流範囲	READ_IOUTの 粒度	MFR_READ_IOUTの 粒度
$31.25\text{mA} \leq I_{\text{OUT}} < 62.5\text{mA}$	61μA	2.5mA
$62.5\text{mA} \leq I_{\text{OUT}} < 125\text{mA}$	122μA	2.5mA
$125\text{mA} \leq I_{\text{OUT}} < 250\text{mA}$	244μA	2.5mA
$250\text{mA} \leq I_{\text{OUT}} < 500\text{mA}$	488μA	2.5mA
$0.5\text{A} \leq I_{\text{OUT}} < 1\text{A}$	977μA	2.5mA
$1\text{A} \leq I_{\text{OUT}} < 2\text{A}$	1.95mA	2.5mA
$2\text{A} \leq I_{\text{OUT}} < 4\text{A}$	3.9mA	2.5mA
$4\text{A} \leq I_{\text{OUT}} < 8\text{A}$	7.8mA	2.5mA
$8\text{A} \leq I_{\text{OUT}} < 16\text{A}$	15.6mA	2.5mA
$16\text{A} \leq I_{\text{OUT}} < 32\text{A}$	31.3mA	2.5mA
$32\text{A} \leq I_{\text{OUT}} < 64\text{A}$	62.5mA	2.5mA
$64\text{A} \leq I_{\text{OUT}} < 82\text{A}$	125mA	2.5mA
$82\text{A} \leq I_{\text{OUT}} < 128\text{A}$	125mA	飽和
$128\text{A} \leq I_{\text{OUT}} < 256\text{A}$	250mA	飽和

MFR_IOUT_SENSE_VOLTAGE

このコマンドは、最新のREAD_IOUTのADCでの変換の間に $I_{\text{SENSE}n}$ と $I_{\text{SENSE}m}$ の間で測定されたものに温度補償を施さない絶対値を返します。

MFR_IOUT_SENSE_VOLTAGEのデータの内容

ビット	SYMBOL	動作
b[15:0]	Mfr_iout_sense_voltage	$I_{\text{SENSE}n}$ と $I_{\text{SENSE}m}$ の間で測定された生の電圧変換値の絶対値。 値 = $Y \cdot 0.025 \cdot 2^{-13}$ 、ここで、 $Y = b[15:0]$ は符号なしの整数。 例： MFR_IOUT_SENSE_VOLTAGE = 1.544mV b[15:0] = 0x1FA=506の場合、 値 = $506 \cdot 0.025 \cdot 2^{-13} = 1.544\text{mV}$

PMBus コマンドの説明

MFR_VIN_PEAK

このコマンドは、入力電圧の ADC による最大の測定値を返します。このレジスタは、LTC2974 が起動時のリセットから出るとき、または CLEAR_FAULT コマンドが実行されたときに、0x7C00 (-2^{25}) にリセットされます。

MFR_VOUT_PEAK

このコマンドは、チャンネルの出力電圧の ADC による最大の測定値を返します。このレジスタは、LTC2974 が起動時のリセットから出るとき、または CLEAR_FAULT コマンドが実行されたときに、0xF800 (0.0) にリセットされます。

MFR_IOUT_PEAK

このコマンドは、チャンネルの出力電流の ADC による最大の測定値を返します。このレジスタは、LTC2974 が起動時のリセットから出るとき、または CLEAR_FAULT コマンドが実行されたときに、0x7C00 (-2^{25}) にリセットされます。

MFR_TEMPERATURE_1_PEAK

このコマンドは、外部ダイオード温度の最大測定値を°C 単位で返します。このレジスタは LTC2974 が起動時のリセットから出るとき、または CLEAR_FAULT コマンドが実行されたときに、0x7C00 (-2^{25}) にリセットされます。

MFR_VIN_MIN

このコマンドは、入力電圧の ADC による最小の測定値を返します。このレジスタは、LTC2974 が起動時のリセットから出るとき、または CLEAR_FAULT コマンドが実行されたときに、0x7BFF (約 2^{25}) にリセットされます。

MFR_VOUT_MIN

このコマンドは、チャンネルの出力電圧の ADC による最小の測定値を返します。このレジスタは、LTC2974 が起動時のリセットから出るとき、または CLEAR_FAULT コマンドが実行されたときに、0xFFFF (7.9999) にリセットされます。「下方マージン(フォルトと警告を無視)」がイネーブルされているときは、更新は無効です。

MFR_IOUT_MIN

このコマンドは、チャンネルの出力電流の ADC による最小の測定値を返します。このレジスタは、LTC2974 が起動時のリセットから出るとき、または CLEAR_FAULT コマンドが実行されたときに、0x7BFF (約 2^{25}) にリセットされます。

MFR_TEMPERATURE_1_MIN

このコマンドは、外部ダイオード温度の最小測定値を°C 単位で返します。このレジスタは LTC2974 が起動時のリセットから出るとき、または CLEAR_FAULT コマンドが実行されたときに、0x7BFF (約 2^{25}) にリセットされます。

PMBus コマンドの説明

フォルト・ログ

コマンドの名称	CMD コード	説明	タイプ	ページ 指定	フォー マット	UNITS	NVM	既定値	参照 ページ
MFR_FAULT_LOG_STORE	0xEA	フォルト・ログのRAMからEEPROMへの転送命令。	バイトを送信	N				NA	70
MFR_FAULT_LOG_RESTORE	0xEB	このコマンドにより、EEPROMに既に格納済みのフォルト・ログをRAMに転送して戻す。	バイトを送信	N				NA	70
MFR_FAULT_LOG_CLEAR	0xEC	フォルト・ログのために予約されたEEPROMのブロックを初期化し、以前のフォルト・ログのロックをクリア。	バイトを送信	N				NA	71
MFR_FAULT_LOG_STATUS	0xED	フォルト記録のステータス。	Rバイト	N	Reg		Y	NA	71
MFR_FAULT_LOG	0xEE	フォルト・ログのデータ・バイト。このシーケンシャルに取り出されたデータを使用して完全なフォルト・ログをアセンブル。	Rブロック	N	Reg		Y	NA	71

フォルト・ログの動作

フォルト・ログの概念図を図22に示します。フォルト・ログはLTC2974にブラックボックス機能を与えます。通常の動作中、ステータス・レジスタの内容、出力電圧、電流、温度の読み、入力電圧の読み、それにこれらのピーク値と最小値は、アップデートされ続けるRAMのバッファに格納されます。この動作はチャート式記録計と類似していると言えます。フォルトが発生すると、その内容はEEPROMの不揮発性メモリに書き込まれます。このときEEPROMのフォルト・ログはロックされます。デバイスの電源を切ってもこのフォルト・ログはまた後で読み出すことができます。

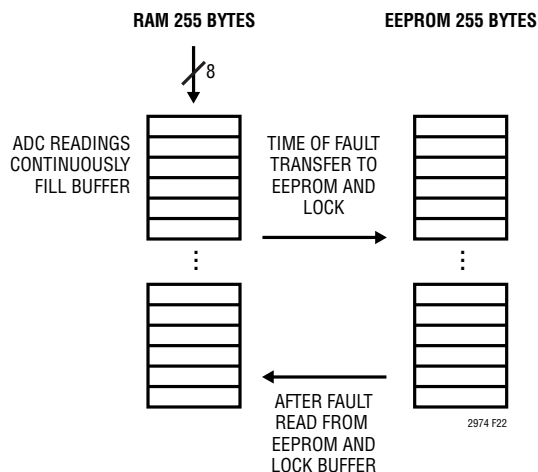


図22. フォルト・ログ

MFR_FAULT_LOG_STORE

このコマンドではRAMバッファからEEPROMへとデータを転送できます。

MFR_FAULT_LOG_RESTORE

このコマンドにより、EEPROMからRAMバッファへフォルト・ログ・データのコピーを転送することができます。リストア後、Mfr_fault_logの読み出しが正常終了するまでRAMバッファはロックされます。

PMBus コマンドの説明

MFR_FAULT_LOG_CLEAR

このコマンドにより、フォルト・ログ用に予約されたEEPROMブロックが初期化されます。EEPROMに前もって格納されているどのフォルト・ログもこの動作によって消去され、フォルトログRAMからEEPROMへの転送がイネーブルされます。MFR_FAULT_LOG_CLEAR コマンドを発行する前に Mfr_fault_log_status_ram = 0であることを確認してください。

MFR_FAULT_LOG_STATUS

このレジスタはフォルト・ログ・イベントの管理に使用されます。MFR_FAULT_LOG_STORE コマンドまたはフォルトオフしたイベントがRAMからEEPROMへのフォルト・ログの転送をトリガすると、Mfr_fault_log_status_eeprom ビットがセットされます。このビットはMFR_FAULT_LOG_CLEAR コマンドによってクリアされます。

MFR_FAULT_LOG_RESTOREの後、Mfr_fault_log_Status_ramがセットされ、RAMのデータがEEPROMからリストアされていてMFR_FAULT_LOG コマンドを使用した読み出しがまだ行われていないことを示します。このビットはMFR_FAULT_LOG コマンドを正常に実行したときにのみクリアできます。

MFR_FAULT_LOG_STATUSのデータの内容

ビット	SYMBOL	動作
b[7:2]	予約済み	読み出し専用、常に0を返す。
b[1]	Mfr_fault_log_Status_ram	フォルト・ログRAMのステータス: 0: フォルト・ログRAMは更新可能。 1: フォルト・ログRAMは、次回のMfr_fault_log読み込みまでロックされる。
b[0]	Mfr_fault_log_Status_eeprom	フォルト・ログEEPROMのステータス: 0: フォルト・ログRAMからEEPROMへの転送はイネーブルされている。 1: フォルト・ログRAMからEEPROMへの転送は禁止されている。

MFR_FAULT_LOG

読み出し専用。この2040ビット(255バイト)のデータ・ブロックには、RAMバッファのフォルト・ログのコピーが含まれています。RAMバッファはMfr_fault_log_Status_ramがクリアされている限り、各ADCの変換の後で常に更新されます。

Mfr_config_fault_log_en = 1 および Mfr_fault_log_Status_eeprom = 0 では、LTC2974のフォルトによってチャンネルがラッチオフするか、またはMFR_FAULT_LOG_STORE コマンドを受け取ると、RAMバッファがEEPROMに転送されます。この転送は、Mfr_config_all_fast_fault_logがクリアなときにADCが全てのチャンネルについてそのREAD値を更新するまで遅延されます。それ以外の場合は24ms以内に実行されます。このオプションの遅延は、高速のスーパーバイザが検出したフォルトがEEPROMへの転送を開始した場合に、より遅いADCのモニタする値が全て確実に更新されるように使用できます。

LTC2974がリセットされるか、またはパワーダウンしても、RAMバッファがEEPROMに転送された後でMfr_fault_log_Status_eepromは“H”にセットされ、Mfr_fault_log_clearを受け取るまでクリアされません。Status_mfr_dischargeのイベントの結果としてフォルト・ログEEPROMの転送が開始されることはありません。

表2で規定されるように、Mfr_fault_logの読み出しの間、データは1度に1バイトずつ返されます。フォルト・ログのデータは2つのセクションに分かれています。最初のセクションはプリアンブルと呼ばれ、Position_lastポインタ、時間情報、ピークと最小値を含みます。2つめのセクションはテレメトリの時系列的記録があり、適切な解釈のためにはPosition_lastを要します。フォルト・ログには約300msに相当するテレメトリ・データが格納されています。ブロック読み込み中にタイムアウトを起こさないように、Mfr_config_all_longer_pmbus_timeoutは1にセットしておいてください。

PMBus コマンドの説明

表2. データ・ブロックの内容

データ	バイト*	説明
Position_last[7:0]	0	フォルトが発生したときのフォルト・ログ・ポインタの位置
SharedTime[7:0]	1	フォルト発生時の41ビット共有クロック・カウンタの値カウンタ LSBの増分は200 μ s
SharedTime[15:8]	2	
SharedTime[23:16]	3	
SharedTime[31:24]	4	
SharedTime[39:32]	5	
SharedTime[40]	6	
Mfr_vout_peak0[7:0]	7	
Mfr_vout_peak0[15:8]	8	
Mfr_vout_min0[7:0]	9	
Mfr_vout_min0[15:8]	10	
Mfr_temperature_peak0[7:0]	11	
Mfr_temperature_peak0[15:8]	12	
Mfr_temperature_min0[7:0]	13	
Mfr_temperature_min0[15:8]	14	
Mfr_iout_peak0[7:0]	15	
Mfr_iout_peak0[15:8]	16	
Mfr_iout_min0[7:0]	17	
Mfr_iout_min0[15:8]	18	
Mfr_vin_peak[7:0]	19	
Mfr_vin_peak[15:8]	20	
Mfr_vin_min[7:0]	21	
Mfr_vin_min[15:8]	22	
Mfr_vout_peak1[7:0]	23	
Mfr_vout_peak1[15:8]	24	
Mfr_vout_min1[7:0]	25	
Mfr_vout_min1[15:8]	26	
Mfr_temperature_peak1[7:0]	27	
Mfr_temperature_peak1[15:8]	28	
Mfr_temperature_min1[7:0]	29	
Mfr_temperature_min1[15:8]	30	
Mfr_iout_peak1[7:0]	31	
Mfr_iout_peak1[15:8]	32	
Mfr_iout_min1[7:0]	33	
Mfr_iout_min1[15:8]	34	
Mfr_vout_peak2[7:0]	35	
Mfr_vout_peak2[15:8]	36	
Mfr_vout_min2[7:0]	37	
Mfr_vout_min2[15:8]	38	

表2. データ・ブロックの内容

データ	バイト*	説明
Mfr_temperature_peak2[7:0]	39	
Mfr_temperature_peak2[15:8]	40	
Mfr_temperature_min2[7:0]	41	
Mfr_temperature_min2[15:8]	42	
Mfr_iout_peak2[7:0]	43	
Mfr_iout_peak2[15:8]	44	
Mfr_iout_min2[7:0]	45	
Mfr_iout_min2[15:8]	46	
Mfr_vout_peak3[7:0]	47	
Mfr_vout_peak3[15:8]	48	
Mfr_vout_min3[7:0]	49	
Mfr_vout_min3[15:8]	50	
Mfr_temperature_peak3[7:0]	51	
Mfr_temperature_peak3[15:8]	52	
Mfr_temperature_min3[7:0]	53	
Mfr_temperature_min3[15:8]	54	
Mfr_iout_peak3[7:0]	55	
Mfr_iout_peak3[15:8]	56	
Mfr_iout_min3[7:0]	57	
Mfr_iout_min3[15:8]	58	
Status_vout0[7:0]	59	
Status_iout0[7:0]	60	
Status_mfr_specific0[7:0]	61	
Status_vout1[7:0]	62	
Status_iout1[7:0]	63	
Status_mfr_specific1[7:0]	64	
Status_vout2[7:0]	65	
Status_iout2[7:0]	66	
Status_mfr_specific2[7:0]	67	
Status_vout3[7:0]	68	
Status_iout3[7:0]	69	
Status_mfr_specific3[7:0]	70	
		ブリアンブル用に71バイト
Fault_log [Position_last]	71	
Fault_log [Position_last-1]	72	
.		
.		
.		
Fault_log [Position_last-170]	237	
予約済み	238-254	

PMBus コマンドの説明

表2. データ・ブロックの内容

データ	バイト*	説明
		Number of loops: $(238 - 71)/54 = 3.1$

* PMBusデータバイトの数は、0では無く1で始まることに注意してください。
図13「ブロックでの読み出し」を参照してください。

前の表のバイト71～237に返されたデータは、Position_lastと次の表を用いて解釈されます。バイト71にあるデータを識別するためのキーは、次の表でPOSITION = Position_lastに対応するDATAを見つけることです。それに続くバイトは、POSITIONの値を減らして識別できます。例: Position_last = 8の場合、ブロック読み込みで最初に返されるデータはページ0のStatus_temperatureで、これにページ0のRead_temperature_1[15:8]、ページ0のRead_temperature_1[7:0]等々が続きます。表3を参照してください。

表3. 循環的ループ・データの解釈

位置	データ
0	Read_temperature_2[7:0]
1	Read_temperature_2[15:8]
2	Read_vout0[7:0]
3	Read_vout0[15:8]
4	Status_vout0[7:0]
5	Status_mfr_specific0[7:0]
6	Read_temperature_1_0[7:0]
7	Read_temperature_1_0[15:8]
8	Status_temperature0[7:0]
9	Status_iout0[7:0]
10	Read_iout0[7:0]
11	Read_iout0[15:8]
12	Read_pout0[7:0]
13	Read_pout0[15:8]
14	Read_vin[7:0]
15	Read_vin[15:8]
16	Status_input[7:0]
17	0x0
18	Read_vout1[7:0]

位置	データ
19	Read_vout1[15:8]
20	Status_vout1[7:0]
21	Status_mfr_specific1[7:0]
22	Read_temperature_1_1[7:0]
23	Read_temperature_1_1[15:8]
24	Status_temperature1[7:0]
25	Status_iout1[7:0]
26	Read_iout1[7:0]
27	Read_iout1[15:8]
28	Read_pout1[7:0]
29	Read_pout1[15:8]
30	Read_vout2[7:0]
31	Read_vout2[15:8]
32	Status_vout2[7:0]
33	Status_mfr_specific2[7:0]
34	Read_temperature_1_2[7:0]
35	Read_temperature_1_2[15:8]
36	Status_temperature2[7:0]
37	Status_iout2[7:0]
38	Read_iout2[7:0]
39	Read_iout2[15:8]
40	Read_pout2[7:0]
41	Read_pout2[15:8]
42	Read_vout3[7:0]
43	Read_vout3[15:8]
44	Status_vout3[7:0]
45	Status_mfr_specific3[7:0]
46	Read_temperature_1_3[7:0]
47	Read_temperature_1_3[15:8]
48	Status_temperature3[7:0]
49	Status_iout3[7:0]
50	Read_iout3[7:0]
51	Read_iout3[15:8]
52	Read_pout3[7:0]
53	Read_pout3[15:8]
	合計バイト = 54

PMBus コマンドの説明

MFR_FAULT_LOG 読み込み例

この動作の循環的な性質を理解するために、次の表は Position_last = 13 でサンプルのフォルト・ログの読み込みを完全にデコードします。

データ・ブロックの内容

プリアンブル情報

バイト数 十進数	バイト数 16進数	データ	説明
0	00	Position_last[7:0] = 13	フォルトが発生したときのフォルト・ログ・ポインタの位置
1	01	SharedTime[7:0]	フォルト発生時の41ビット共有クロック・カウンタの値カウンタ LSB の増分は200µs
2	02	SharedTime[15:8]	
3	03	SharedTime[23:16]	
4	04	SharedTime[31:24]	
5	05	SharedTime[39:32]	
6	06	SharedTime[40]	
7	07	Mfr_vout_peak0[7:0]	
8	08	Mfr_vout_peak0[15:8]	
9	09	Mfr_vout_min0[7:0]	
10	0A	Mfr_vout_min0[15:8]	
11	0B	Mfr_temperature_peak0[7:0]	
12	0C	Mfr_temperature_peak0[15:8]	
13	0D	Mfr_temperature_min0[7:0]	
14	0E	Mfr_temperature_min0[15:8]	
15	0F	Mfr_iout_peak0[7:0]	
16	10	Mfr_iout_peak0[15:8]	
17	11	Mfr_iout_min0[7:0]	
18	12	Mfr_iout_min0[15:8]	
19	13	Mfr_vin_peak_[7:0]	
20	14	Mfr_vin_peak_[15:8]	
21	15	Mfr_vin_min_[7:0]	
22	16	Mfr_vin_min_[15:8]	
23	17	Mfr_vout_peak1[7:0]	
24	18	Mfr_vout_peak1[15:8]	
25	19	Mfr_vout_min1[7:0]	
26	1A	Mfr_vout_min1[15:8]	
27	1B	Mfr_temperature_peak1[7:0]	

プリアンブル情報

バイト数 十進数	バイト数 16進数	データ	説明
28	1C	Mfr_temperature_peak1[15:8]	
29	1D	Mfr_temperature_min1[7:0]	
30	1E	Mfr_temperature_min1[15:8]	
31	1F	Mfr_iout_peak1[7:0]	
32	20	Mfr_iout_peak1[15:8]	
33	21	Mfr_iout_min1[7:0]	
34	22	Mfr_iout_min1[15:8]	
35	23	Mfr_vout_peak2[7:0]	
36	24	Mfr_vout_peak2[15:8]	
37	25	Mfr_vout_min2[7:0]	
38	26	Mfr_vout_min2[15:8]	
39	27	Mfr_temperature_peak2[7:0]	
40	28	Mfr_temperature_peak2[15:8]	
41	29	Mfr_temperature_min2[7:0]	
42	2A	Mfr_temperature_min2[15:8]	
43	2B	Mfr_iout_peak2[7:0]	
44	2C	Mfr_iout_peak2[15:8]	
45	2D	Mfr_iout_min2[7:0]	
46	2E	Mfr_iout_min2[15:8]	
47	2F	Mfr_vout_peak3[7:0]	
48	30	Mfr_vout_peak3[15:8]	
49	31	Mfr_vout_min3[7:0]	
50	32	Mfr_vout_min3[15:8]	
51	33	Mfr_temperature_peak3[7:0]	
52	34	Mfr_temperature_peak3[15:8]	
53	35	Mfr_temperature_min3[7:0]	
54	36	Mfr_temperature_min3[15:8]	
55	37	Mfr_iout_peak3[7:0]	
56	38	Mfr_iout_peak3[15:8]	
57	39	Mfr_iout_min3[7:0]	
58	3A	Mfr_iout_min3[15:8]	
59	3B	Status_vout0[7:0]	

PMBus コマンドの説明

プリアンブル情報

バイト数 十進数	バイト数 16進数	データ	説明
60	3C	Status_iout0[7:0]	
61	3D	Status_temperature0[7:0]	
62	3E	Status_vout1[7:0]	
63	3F	Status_iout1[7:0]	
64	40	Status_temperature1[7:0]	
65	41	Status_vout2[7:0]	
66	42	Status_iout2[7:0]	
67	43	Status_temperature2[7:0]	
68	44	Status_vout3[7:0]	
69	45	Status_iout3[7:0]	
70	46	Status_temperature3[7:0]	プリアンブル 終わり

循環的 MUX のループ・データ

バイト数 十進数	バイト数 16進数	ループ バイト数 十進数	MUX LOOP 0	ループあたり 54バイト
71	47	13	Read_pout0[15:8]	Position_last
72	48	12	Read_pout0[7:0]	
73	49	11	Read_iout0[15:8]	
74	4A	10	Read_iout0[7:0]	
75	4B	9	Status_iout0[7:0]	
76	4C	8	Status_temperature0[7:0]	
77	4D	7	Read_temperature_1_0[15:8]	
78	4E	6	Read_temperature_1_0[7:0]	
79	4F	5	Status_mfr_specific0[7:0]	
80	50	4	Status_vout0[7:0]	
81	51	3	Read_vout0[15:8]	
82	52	2	Read_vout0[7:0]	
83	53	1	Read_temperature_2[15:8]	
84	54	0	Read_temperature_2[7:0]	

循環的 MUX のループ・データ

バイト数 十進数	バイト数 16進数	ループ バイト数 十進数	MUX LOOP 1	ループあたり 54バイト
85	55	53	Read_pout3[15:8]	
86	56	52	Read_pout3[7:0]	
87	57	51	Read_iout3[15:8]	
88	58	50	Read_iout3[7:0]	
89	59	49	Status_iout3[7:0]	
90	5A	48	Status_temperature3[7:0]	
91	5B	47	Read_temperature_1_3[15:8]	
92	5C	46	Read_temperature_1_3[7:0]	
93	5D	45	Status_mfr_specific3[7:0]	
94	5E	44	Status_vout3[7:0]	
95	5F	43	Read_vout3[15:8]	
96	60	42	Read_vout3[7:0]	
97	61	41	Read_pout2[15:8]	
98	62	40	Read_pout2[7:0]	
99	63	39	Read_iout2[15:8]	
100	64	38	Read_iout2[7:0]	
101	65	37	Status_iout2[7:0]	
102	66	36	Status_temperature2[7:0]	
103	67	35	Read_temperature_1_2[15:8]	
104	68	34	Read_temperature_1_2[7:0]	
105	69	33	Status_mfr_specific2[7:0]	
106	6A	32	Status_vout2[7:0]	
107	6B	31	Read_vout2[15:8]	
108	6C	30	Read_vout2[7:0]	
109	6D	29	Read_pout1[15:8]	
110	6E	28	Read_pout1[7:0]	
111	6F	27	Read_iout1[15:8]	
112	70	26	Read_iout1[7:0]	
113	71	25	Status_iout1[7:0]	
114	72	24	Status_temperature2[7:0]	
115	73	23	Read_temperature_1_1[15:8]	

PMBus コマンドの説明

循環的 MUX のループ・データ

バイト数 十進数	バイト数 16進数	ループ バイト数 十進数	MUX LOOP 1	ループあたり 54バイト
116	74	22	Read_temperature_1_1[7:0]	
117	75	21	Status_mfr_specific1[7:0]	
118	76	20	Status_vout1[7:0]	
119	77	19	Read_vout1[15:8]	
120	78	18	Read_vout1[7:0]	
121	79	17	0x0	
122	7A	16	Status_input[7:0]	
123	7B	15	Read_vin[15:8]	
124	7C	14	Read_vin[7:0]	
125	7D	13	Read_pout0[15:8]	
126	7E	12	Read_pout0[7:0]	
127	7F	11	Read_iout0[15:8]	
128	80	10	Read_iout0[7:0]	
129	81	9	Status_iout0[7:0]	
130	82	8	Status_temperature0[7:0]	
131	83	7	Read_temperature_1_0[15:8]	
132	84	6	Read_temperature_1_0[7:0]	
133	85	5	Status_mfr_specific0[7:0]	
134	86	4	Status_vout0[7:0]	
135	87	3	Read_vout0[15:8]	
136	88	2	Read_vout0[7:0]	
137	89	1	Read_temperature_2[15:8]	
138	8A	0	Read_temperature_2[7:0]	

循環的 MUX のループ・データ

バイト数 十進数	バイト数 16進数	ループ バイト数 十進数	MUX LOOP 2	ループあたり 54バイト
139	8B	53	Read_pout3[15:8]	
140	8C	52	Read_pout3[7:0]	
141	8D	51	Read_iout3[15:8]	
142	8E	50	Read_iout3[7:0]	
143	8F	49	Status_iout3[7:0]	

循環的 MUX のループ・データ

バイト数 十進数	バイト数 16進数	ループ バイト数 十進数	MUX LOOP 2	ループあたり 54バイト
144	90	48	Status_temperature3[7:0]	
145	91	47	Read_temperature_1_3[15:8]	
146	92	46	Read_temperature_1_3[7:0]	
147	93	45	Status_mfr_specific3[7:0]	
148	94	44	Status_vout3[7:0]	
149	95	43	Read_vout3[15:8]	
150	96	42	Read_vout3[7:0]	
151	97	41	Read_pout2[15:8]	
152	98	40	Read_pout2[7:0]	
153	99	39	Read_iout2[15:8]	
154	9A	38	Read_iout2[7:0]	
155	9B	37	Status_iout2[7:0]	
156	9C	36	Status_temperature2[7:0]	
157	9D	35	Read_temperature_1_2[15:8]	
158	9E	34	Read_temperature_1_2[7:0]	
159	9F	33	Status_mfr_specific2[7:0]	
160	A0	32	Status_vout2[7:0]	
161	A1	31	Read_vout2[15:8]	
162	A2	30	Read_vout2[7:0]	
163	A3	29	Read_pout1[15:8]	
164	A4	28	Read_pout1[7:0]	
165	A5	27	Read_iout1[15:8]	
166	A6	26	Read_iout1[7:0]	
167	A7	25	Status_iout1[7:0]	
168	A8	24	Status_temperature2[7:0]	
169	A9	23	Read_temperature_1_1[15:8]	
170	AA	22	Read_temperature_1_1[7:0]	
171	AB	21	Status_mfr_specific1[7:0]	
172	AC	20	Status_vout1[7:0]	
173	AD	19	Read_vout1[15:8]	

PMBus コマンドの説明

循環的 MUX のループ・データ

バイト数 十進数	バイト数 16進数	ループ バイト数 十進数	MUX LOOP 2	ループあたり 54バイト
174	AE	18	Read_vout1[7:0]	
175	AF	17	0x0	
176	B0	16	Status_input[7:0]	
177	B1	15	Read_vin[15:8]	
178	B2	14	Read_vin[7:0]	
179	B3	13	Read_pout0[15:8]	
180	B4	12	Read_pout0[7:0]	
181	B5	11	Read_iout0[15:8]	
182	B6	10	Read_iout0[7:0]	
183	B7	9	Status_iout0[7:0]	
184	B8	8	Status_temperature0[7:0]	
185	B9	7	Read_temperature_1_0[15:8]	
186	BA	6	Read_temperature_1_0[7:0]	
187	BB	5	Status_mfr_specific0[7:0]	
188	BC	4	Status_vout0[7:0]	
189	BD	3	Read_vout0[15:8]	
190	BE	2	Read_vout0[7:0]	
191	BF	1	Read_temperature_2[15:8]	
192	C0	0	Read_temperature_2[7:0]	

循環的 MUX のループ・データ

バイト数 十進数	バイト数 16進数	ループ バイト数 十進数	MUX LOOP 3	ループあたり 54バイト
193	C1	53	Read_pout3[15:8]	
194	C2	52	Read_pout3[7:0]	
195	C3	51	Read_iout3[15:8]	
196	C4	50	Read_iout3[7:0]	
197	C5	49	Status_iout3[7:0]	
198	C6	48	Status_temperature_3[7:0]	
199	C7	47	Read_temperature_1_3[15:8]	
200	C8	46	Read_temperature_1_3[7:0]	

循環的 MUX のループ・データ

バイト数 十進数	バイト数 16進数	ループ バイト数 十進数	MUX LOOP 3	ループあたり 54バイト
201	C9	45	Status_mfr_specific3[7:0]	
202	CA	44	Status_vout3[7:0]	
203	CB	43	Read_vout3[15:8]	
204	CC	42	Read_vout3[7:0]	
205	CD	41	Read_pout2[15:8]	
206	CE	40	Read_pout2[7:0]	
207	CF	39	Read_iout2[15:8]	
208	D0	38	Read_iout2[7:0]	
209	D1	37	Status_iout2[7:0]	
210	D2	36	Status_temperature2[7:0]	
211	D3	35	Read_temperature_1_2[15:8]	
212	D4	34	Read_temperature_1_2[7:0]	
213	D5	33	Status_mfr_specific2[7:0]	
214	D6	32	Status_vout2[7:0]	
215	D7	31	Read_vout2[15:8]	
216	D8	30	Read_vout2[7:0]	
217	D9	29	Read_pout1[15:8]	
218	DA	28	Read_pout1[7:0]	
219	DB	27	Read_iout1[15:8]	
220	DC	26	Read_iout1[7:0]	
221	DD	25	Status_iout1[7:0]	
222	DE	24	Status_temperature2[7:0]	
223	DF	23	Read_temperature_1_1[15:8]	
224	E0	22	Read_temperature_1_1[7:0]	
225	E1	21	Status_mfr_specific1[7:0]	
226	E2	20	Status_vout1[7:0]	
227	E3	19	Read_vout1[15:8]	
228	E4	18	Read_vout1[7:0]	
229	E5	17	0x0	
230	E6	16	Status_input[7:0]	
231	E7	15	Read_vin[15:8]	
232	E8	14	Read_vin[7:0]	

PMBus コマンドの説明

循環的 MUX のループ・データ

バイト数 十進数	バイト数 16進数	ループ バイト数 十進数	MUX LOOP 3	ループあたり 54バイト
233	E9	13	Read_pout0[15:8]	
234	EA	12	Read_pout0[7:0]	
235	EB	11	Read_iout0[15:8]	
236	EC	10	Read_iout0[7:0]	
237	ED	9	Status_iout0[7:0]	最新の有効な フォルト・ログ・ バイト
238	EE		0x00	バイト EE ~ FE は 0x00 を返す
239	EF		0x00	
240	F0		0x00	
241	F1		0x00	
242	F2		0x00	
243	F3		0x00	
244	F4		0x00	
245	F5		0x00	
246	F6		0x00	
247	F7		0x00	
248	F8		0x00	
249	F9		0x00	
250	FA		0x00	
251	FB		0x00	
252	FC		0x00	
253	FD		0x00	
254	FE		0x00	これは PMBUS バイト 255。Mfr_fault_ log_status_ram を クリアするために 読み込み必要。

識別/情報

コマンドの名称	CMD コード	説明	タイプ	ページ 指定	フォー マット	UNITS	NVM	既定値	参照 ページ
CAPABILITY	0x19	このデバイスによってサポートされている PMBus のオプションの通信プロトコルの要約。	R バイト	N	Reg			0xB0	79
PMBUS_REVISION	0x98	このデバイスがサポートする PMBus のリビジョン。現在のリビジョンは 1.1。	R バイト	N	Reg			0x11	79
MFR_SPECIAL_ID	0xE7	LTC2974 を識別するメーカーのコード。	R ワード	N	Reg		Y	0x0213	79
MFR_SPECIAL_LOT	0xE8	工場でプログラムされ、EEPROM に格納されたユーザー設定を識別する顧客によって異なるコード。既定値は工場に問い合わせてください。	R バイト	Y	Reg		Y		79

PMBus コマンドの説明

機能

CAPABILITY コマンドにより、ホスト・システムが LTC2974 のいくつかの主要機能を識別する手段が提供されます。

CAPABILITY のデータの内容

ビット	SYMBOL	動作
b[7]	Capability_pec	ハード・コードで1になっており、これはパケット・エラー・チェックがサポートされていることを示す。Mfr_config_all_pec_en ビットを読み込むと、PEC が現在必要かどうか分かる。
b[6:5]	Capability_scl_max	ハード・コードで01b になっており、サポートされている最大のバス速度は400kHz であることがわかる。
b[4]	Capability_smb_alert	ハード・コードで1になっており、このデバイスにはALERTB ピンがあり、SMBus アラート応答プロトコルをサポートしていることがわかる。
b[3:0]	予約済み	常に0を返す。

PMBus_REVISION

PMBus_REVISION のデータの内容

ビット	SYMBOL	動作
b[7:0]	PMBus_rev	PMBus 標準版への準拠性を報告する。1.1 版では0x11 に固定。

MFR_SPECIAL_ID

このレジスタに LTC2974 の製造元の ID が含まれています。常に0x0213 を返します。

MFR_SPECIAL_LOT

これらのページ化されたレジスタには、製造時にプログラムされたユーザー設定を識別する情報が含まれています。製造時にプログラムされるユーザー設定および特殊なロット番号については、弊社または弊社代理店にお問い合わせください。

ユーザーのスクラッチパッド

コマンドの名称	CMD コード	説明	タイプ	ページ 指定	フォー マット	UNITS	NVM	既定値	参照 ページ
USER_DATA_00	0xB0	メーカーにより、LTpowerPlay™のために予約。	R/Wワード	N	Reg		Y	N/A	79
USER_DATA_01	0xB1	メーカーにより、LTpowerPlayのために予約。	R/Wワード	Y	Reg		Y	N/A	79
USER_DATA_02	0xB2	OEMにより予約。	R/Wワード	N	Reg		Y	N/A	79
USER_DATA_03	0xB3	スクラッチパッドの場所。	R/Wワード	Y	Reg		Y	0x00	79
USER_DATA_04	0xB4	スクラッチパッドの場所。	R/Wワード	N	Reg		Y	0x00	79
MFR_LTC_RESERVED_1	0xB5	メーカーにより予約。	R/Wワード	Y	Reg		Y	NA	79
MFR_LTC_RESERVED_2	0xBC	メーカーにより予約。	R/Wワード	Y	Reg			NA	79

USER_DATA_00、USER_DATA_01、USER_DATA_02、USER_DATA_03、USER_DATA_04、MFR_LTC_RESERVED_1、MFR_LTC_RESERVED_2

これらのレジスタはユーザーのスクラッチパッドと、その他のメーカーのために取っておかれる場所として提供されている。

USER_DATA_03 と USER_DATA_04 はユーザーのスクラッチパッドのために用意されている。これらの10バイト(ページ化されていない1ワードとページ化された4ワード)は、シリアル番号、基板モデル番号、アセンブリの場所、アセンブリの日付などのトレーサビリティ情報や改訂情報として使用できる。

アプリケーション情報

概要

LTC2974はパワーマネージメントICで、4つのDC/DCチャネルでシーケンシング、マーゼニング、トリミング、出力電圧の過電圧・低電圧監視、出力電流の過電流・低電流監視、フォルト管理、電圧・電流・温度の読み込みができます。入力電圧およびLTC2974接合部温度の読み取りも可能です。SHARE_CLK、FAULTB、CONTROLの各ピンを使用して、複数のLTC2974を同期させて同時に動作させることができます。LTC2974では、PMBus準拠のインタフェースとコマンド・セットが使用されます。

LTC2974への電力供給

LTC2974への電力供給は2つの方法があります。第1の方法は4.5V～15VをV_{PWR}ピンに印可することです。図23を参照してください。内部のリニア低電圧回路がV_{PWR}を3.3Vに変換し、これでLTC2974内部の回路すべてを駆動します。

別の方法は、外部の3.3V電源を直接V_{DD33}のピン11とピン12に印可することで、3.13V～3.47Vの電圧を使用します。図24を参照してください。V_{PWR}はV_{DD33}ピンに接続してください。

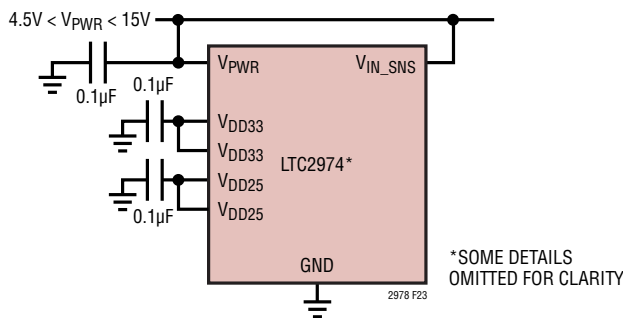


図23. 中間バスからのLTC2974への直接電力供給

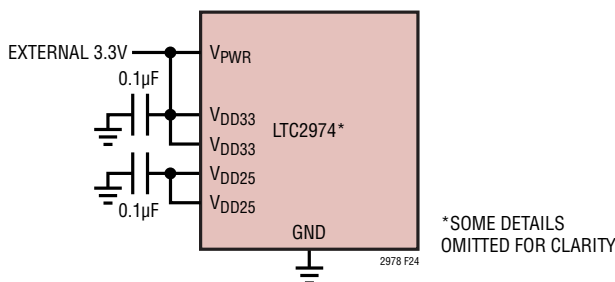


図24. 外部3.3V電源からのLTC2974への電力供給

この第2の方法でもすべての機能が使用できます。V_{OUT_EN}ピンとV_{SENSE}ピンのバイアスにはより高い電圧が必要ですが、これはV_{DD33}からチャージ・ポンプで生成されます。

コマンド・レジスタの値の設定

ここに記載されているコマンド・レジスタの設定値は、ホスト・プロセッサの理解とソフトウェア開発が目的です。実際には、LTCのUSBからI²C/SMBus/PMBusへのコントローラと直感的なメニュー・ドリブン・オブジェクトを使用したソフトウェアGUIにより、LTC2974をスタンドアロン動作用に完全に設定することができます。

シーケンス、サーボ、マーゼン、再起動動作

コマンド・ユニットのオン/オフ

特定のチャネルのオン、オフは次の3つの制御パラメータで決定されます。CONTROLピン、OPERATIONコマンド、V_{IN_SNS}ピンで測定した入力電流(V_{IN})です。どのような場合でも、開始をイネーブルするためにV_{IN}はVIN_ONを上回る必要があります。V_{IN}がVIN_OFFを下回ったとき、すべてのチャネルでTOFF_DELAYの後で直ちにオフになるか、シーケンス・オフとなります(Mfr_config_track_en_n参照)。ON_OFF_CONFIGコマンドについての詳細な説明はデータシートの「動作」セクションを参照してください。

以下に標準的なオン/オフ設定のいくつかの例を示します。

1. DC/DCコンバータは、いつでもV_{IN}がVIN_ONを超えたときにオンになるように設定可能です。
2. DC/DCコンバータは、OPERATIONコマンドを受け取ったときのみオンになるように設定可能です。
3. DC/DCコンバータは、CONTROLピンを介してのみオンになるように設定可能です。
4. DC/DCコンバータは、OPERATIONコマンドを受け取り、とCONTROLピンがアサートされたときのみオンになるように設定可能です。

オン・シーケンス

TON_DELAYコマンドは、オン・シーケンス開始後、そのV_{OUT_EN}ピンがDC/DCコンバータをイネーブルするまでチャネルが待期する時間を設定します。DC/DCコンバータがイネーブルされると、TON_RISEコマンドは、V_{DAC_n}出力をソフ

アプリケーション情報

ト接続してDC/DCコンバータ出力をVOUT_COMMANDにサーボさせる前にLTC2974が待機する時間を決定します。TON_MAX_FAULT_LIMITコマンドにより、DC/DCコンバータがイネーブルされてからフォルトが生じるまでの低電圧状態を許容できる時間が決定されます。TON_MAX_FAULTが起った場合、そのチャンネルはDC/DCコンバータをディスエーブルして、2方向のFAULTBピンを使用してフォルトをその他のチャンネルに伝搬するように設定できます。図25に、CONTROLピンを用いた典型的なオンシーケンスを示します。

オン状態の動作

チャンネルがオン状態に達していると、OPERATIONコマンドを使用してDC/DCコンバータの出力を上方マージン、下方マージンに設定するか、またはVOUT_COMMANDで示される公称出力電圧に戻すように指示することができます。また、チャンネルがDC/DCコンバータの出力を連続的にVOUT_COMMAND電圧にトリムするように設定するか、またはチャンネルのVDACn出力を高インピーダンスにしてDC/DCコンバータの出力電圧がその公称電圧、VDCn(NOM)に達するようにすることもでき

ます。出力電圧のサーボ制御の設定方法の詳細については、MFR_CONFIG_LTC2974コマンドを参照してください。

サーボ・モード

デジタル・サーボ・ループはADC、DAC、内部のプロセッサで構成されており、これはいくつかの有用なモードで動作するよう設定できます。サーボのターゲットは希望の出力電圧です。

連続/非連続トリムモード：MFR_CONFIG_LTC2974 b[7]。連続トリムモードではサーボはVOUTの読みを取得するごとにDACを閉ループのように更新します。更新レートは、ADC MUXをステップする時間で決まり、通常これは170msです。「電気的特性」の表のNote 5を参照してください。非連続トリムモードでは、サーボはADCが希望の出力電圧を測定するまでDACを駆動し、そこでDACの更新を停止します。

警告モードでの非連続サーボ：MFR_CONFIG_LTC2974 b[7] = 0, b[6] = 1。非連続モードの場合、LTC2974はその出力が過電圧または低電圧リミットを越す場合には、出力を再トリム(再サーボ)します。

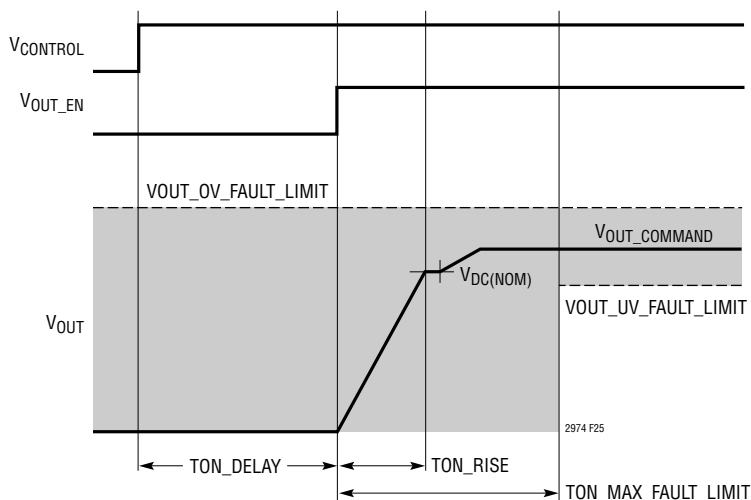


図25. CONTROLピンを使用した標準的なオン・シーケンス

アプリケーション情報

DACモード

V_{DACn} ピンを駆動するDACはいくつかの有用なモードで動作します。MFR_CONFIG_LTC2974を参照してください。

- ソフト接続。LTCの特許取得済みのソフト接続機能の採用で、DAC出力はDC/DCコンバータの帰還ノードで接続前に電圧の1LSB以内までに駆動され、出力で過渡電圧の現れるのを防ぎます。このモードは出力電圧をサーボするときに使用されます。起動時には、LTC2974はDACに接続する前にTON_RISEが期限切れになるまで待機します。これが最も標準的な動作モードです。
- 切断。DAC出力が高インピーダンス。
- DACマニュアルでソフト接続付き。非サーボ・モード。DACは帰還ノードにソフト接続します。ソフト接続はDACコードを、帰還ノードでの電圧に合致するように駆動します。接続後、DACはDACコードをMFR_DACに書き込むことにより動かされます。
- DACマニュアルでハード接続付き。非サーボ・モード。DACは現在MFR_DACにある値を用いて帰還ノードにハード接続します。接続後、DACはDACコードをMFR_DACに書き込むことにより動かされます。

マージニング

LTC2974は、DC/DCコンバータの出力を、DAC出力と帰還ノード、またはトリム・ピンの間の外部抵抗に強制的に電圧をかけて、マージニングとトリミングをします。マージニングのプリセット・リミットはVOUT_MARGIN_HIGH/LOWレジスタに格納されています。マージニングは、適切なビットをOPERATIONレジスタに書き込むことでアクティブにします。

マージニングにはDACが接続されていることが必要です。DACが接続されていないときのマージニングのリクエストは無視されます。

オフ・シーケンス

オフシーケンスは、CONTROLピン、またはOPERATIONコマンドを使用して開始します。TOFF_DELAYコマンドは、オフシーケンスの始めから各チャンネルのVOUT_ENピンが“L”にプルされてそのDC/DCコンバータをディスエーブルするまでに経過する時間を決定します。

VOUT オフしきい値電圧

MFR_VOUT_DISCHARGE_THRESHOLD コマンド・レジスタにより、チャンネルのオン状態への移行/再移行が可能になる前に、出力電圧がそれより下に減衰する必要があるオフ・スレッシュホールドを決定することができます。オフ・スレッシュホールド電圧は、MFR_VOUT_DISCHARGE_THRESHOLDとVOUT_COMMANDを乗算することによって指定されます。オン状態への移行を試みる前に出力電圧がオフ・スレッシュホールドより下に減衰していない場合、チャンネルはオフのまま保たれ、STATUS_MFR_SPECIFICレジスタの適切なビットがセットされ、ALERTBピンが“L”にアサートされます。出力電圧がオフ・スレッシュホールドより下に減衰している場合は、チャンネルはオン状態に移行できます。

MFR_RESTART_DELAYコマンドとCONTROLピンを介した自動再起動

自動再起動は、CONTROLピンを10 μ sより長くオフステートに駆動した後これを解除することで開始できます。自動再起動はMFR_RESTART_DELAYの期間、特定のCONTROLピンにマップされたすべてのVOUT_ENピンをディスエーブルし、その後すべてのDC/DCコンバータを該当するTON_DELAYにしたがって起動します。(図26参照)。VOUT_ENピンはMFR_CONFIG_LTC2974コマンドでCONTROLピンの内1つにマップされています。この機能のため、リセットしようとしているホストが、回復した後制御を利かせながら電力供給ができます。

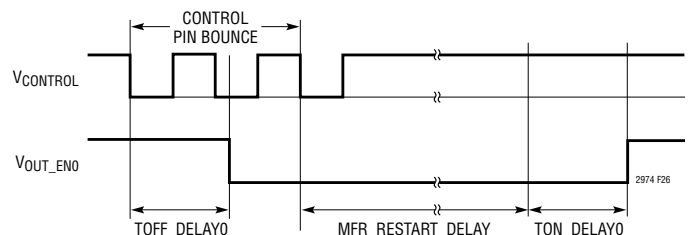


図26. 自動リスタートを使用したオフ・シーケンス

フォルト管理

出力過電圧、低電圧、過電流、低電流フォルト

高速電圧スーパーバイザのOVフォルト・スレッシュホールドおよびUVフォルト・スレッシュホールドは、それぞれVOUT_OV_FAULT_LIMITコマンドおよびVOUT_UV_FAULT_LIMITコマンドを使用して設定されます。VOUT_OV_FAULT_RESPONSEコマンドおよびVOUT_UV_FAULT_RESPONSEコマンドにより、OV/UVフォルトに対する応答が決定されます。さらに、高速

アプリケーション情報

電流スーパーバイザのOCフォルト・スレッショルドおよびUCフォルト・スレッショルドは、それぞれIOUT_OC_FAULT_LIMITコマンドおよびIOUT_UC_FAULT_LIMITコマンドを使用して設定されます。IOUT_OC_FAULT_RESPONSEコマンドおよびIOUT_UC_FAULT_RESPONSEコマンドにより、OC/UCフォルトに対する応答が決定されます。フォルト応答は、DC/DCコンバータを直ちにディスエーブルする、DC/DCコンバータをディスエーブルする前のある程度の期間フォルト状態が継続しているかどうかを確認するために待機する、またはフォルトしていてもDC/DCコンバータの動作を継続させるなどが可能です。DC/DCコンバータがディスエーブルされている場合、LTC2974は1~6回リトライ、無制限回リトライ、またはラッチオフに設定することができます。リトライ間隔はMFR_RETRY_DELAYコマンドを使用して規定されます。ラッチされたフォルトは、OPERATIONコマンドを用いてCONTROLピンをトグルしてリセットするか、またはV_{IN_SNS}ピンのバイアス電圧を無くしてから再度かけてリセットします。フォルト状態および警告状態が生じたときは必ずALERTBピンが“L”にアサートされ、ステータス・レジスタの対応するビットがセットされます。CLEAR_FAULTSコマンドはステータス・レジスタの内容をリセットし、ALERTB出力をデアサートします。

出力過電圧、低電圧、過電流警告

OV、UV、OC警告のしきい値電圧はLTC2974のADCによって処理されます。これらのスレッショルドはそれぞれVOUT_

OV_WARN_LIMITコマンド、VOUT_UV_WARN_LIMITコマンド、IOUT_OC_WARN_LIMITコマンドによって設定されます。IOUT UC警告しきい値はありませんのでご注意ください。警告が生じると、ステータス・レジスタの対応するビットがセットされ、ALERTB出力が“L”にアサートされます。警告がVOUT_EN出力ピンにDC/DCコンバータをディスエーブルさせることはありません。

AUXFAULTB出力の設定

AUXFAULTB出力は出力OV、OC、またはUCフォルトを示すのに使用できます。MFR_CONFIG2_LTC2974レジスタとMFR_CONFIG3_LTC2974レジスタを使用して、VOUT_OV、IOUT_OC、またはIOUT_UCのフォルト状態に反応してAUXFAULTBピンを“L”にアサートするように設定します。LTC2974が、フォルトオフ状態の後オン状態に再移行するように指示されると、AUXFAULTB出力は“L”への引き下げを停止します。

AUXFAULTB出力には、12Vにプルアップしてチャージ・ポンプされた5 μ Aも出力されています。詳細については「PMBUSコマンドの説明」のMFR_CONFIG_ALL_LTC2974レジスタの説明を参照してください。

DC/DCコンバータの負荷をスタック・トップ・ゲートなどの致命的なフォルトから保護するために、AUXFAULTB出力を使用して中間バスのSCRクローバをトリガするアプリケーション回路を図27に示します。

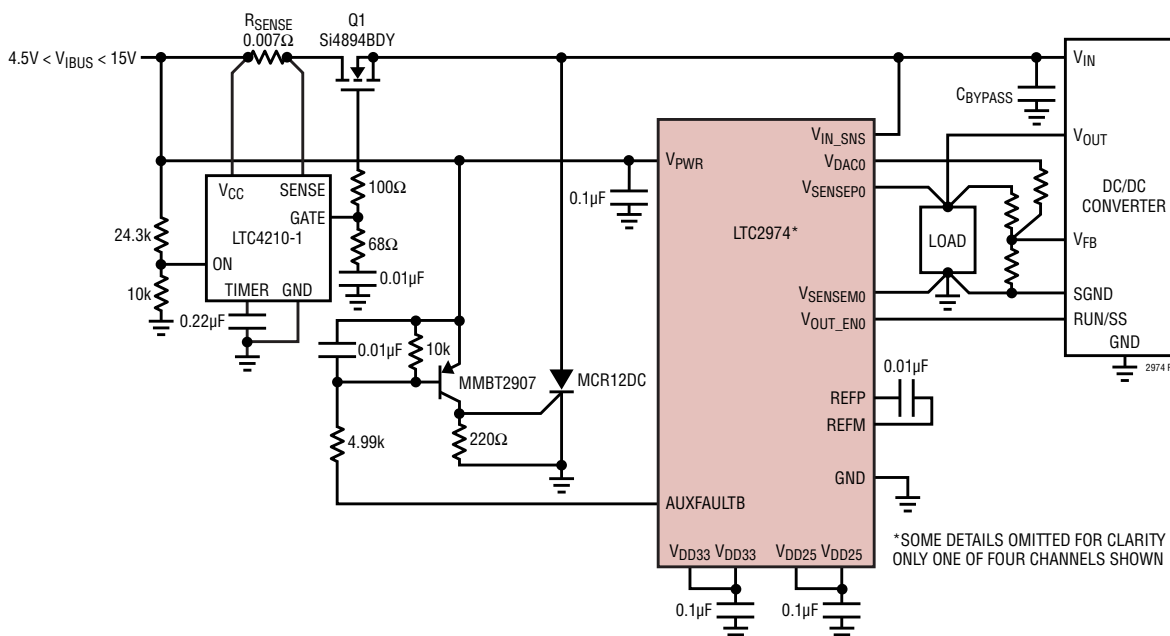


図27. 中間バス上でのクローバ保護機能を備えたアプリケーション回路

2974fc

アプリケーション情報

マルチチャンネルのフォルト管理

マルチチャンネルのフォルト管理は、2方向性のFAULTBピンを使用して処理します。図28はチャンネルとFAULTBピンの間の接続を示します。

- MFR_FAULTBn_PROPAGATEコマンドは特定のチャンネル (PAGE) からの faulted_off 状態がFAULTB出力に伝搬できるようにするプログラム可能なスイッチのように動作します。MFR_FAULTBn_RESPONSEコマンドは、FAULTBピンのどのような組み合わせにも応答してどのチャンネルでもシャットダウンさせるような各チャンネルの入力での同様のスイッチを制御します。FAULTBピンが“L”にプルされることに応答するチャンネルは、そのFAULTBピンがフォルトの起きたチャンネルから解放されると新たな起動シーケンスを試みます。
- FAULTBピンはまた、10μsのグリッチ遅延の後すぐにオフシーケンスを開始するために外部のドライバで“L”にアサートすることもできます。

複数のLTC2974間の接続

複数のLTC2974の標準的な配列のピンを相互接続する方法を図29に示します。

- VIN_SNSへの配線はすべてVINを検出するポイントへスター結線してください。こうしておくと、ON_OFF_CONFIGが、VINに基づき、またCONTROLラインとOPERATIONコマンドを無視してLTC2974を起動するように設定されている場合、タイミング誤差を最小にします。タイミングの違いに

敏感な複数デバイスのアプリケーションの場合、VIN_ONスレッシュホールドおよびVIN_OFFスレッシュホールドに応答してSHARE_CLKがオン/オフ・シーケンスを同期させることができるように、MFR_CONFIG_ALL_LTC2974レジスタのVin_share_enableビットを“H”に設定することを推奨します。

- AUXFAULTBへの配線をまとめておくと、アレー内のどのようなDC/DCコンバータの出力で選択されたフォルトでも共通の入力スイッチをシャットオフできるようになります。
- ALERTBは通常PMBusコンバータのアレー内の1つの配線です。LTC2974は、フォルトと警告の豊富な組み合わせをALERTBピンに伝えることができます。
- WDI/RESETBは、LTC2974をパワーオン・リセット・ステートに入れるのに使用できます。このステートに入るには、最後のtRESETBでWDI/RESETBを“L”にプルしてください。
- FAULTBの配線はまとめて結線してフォルトへの依存性を作り出すことができます。図29に、いずれかのFAULTBにフォルトがあった場合にその他すべてを“L”にプルする構成を示します。このようにすると、いずれかのチャンネルで電圧が発生できなかった場合に起動シーケンスを中断することが望ましいようなアレーを形成するときに役に立ちます (図30参照)。
- PWRGDはMFR_PWRGD_ENコマンドでマッピングされた出力のステータスを反映します。図29では全てのPWRGDピンが相互接続されていますが、どの組み合わせを使用することもできます。

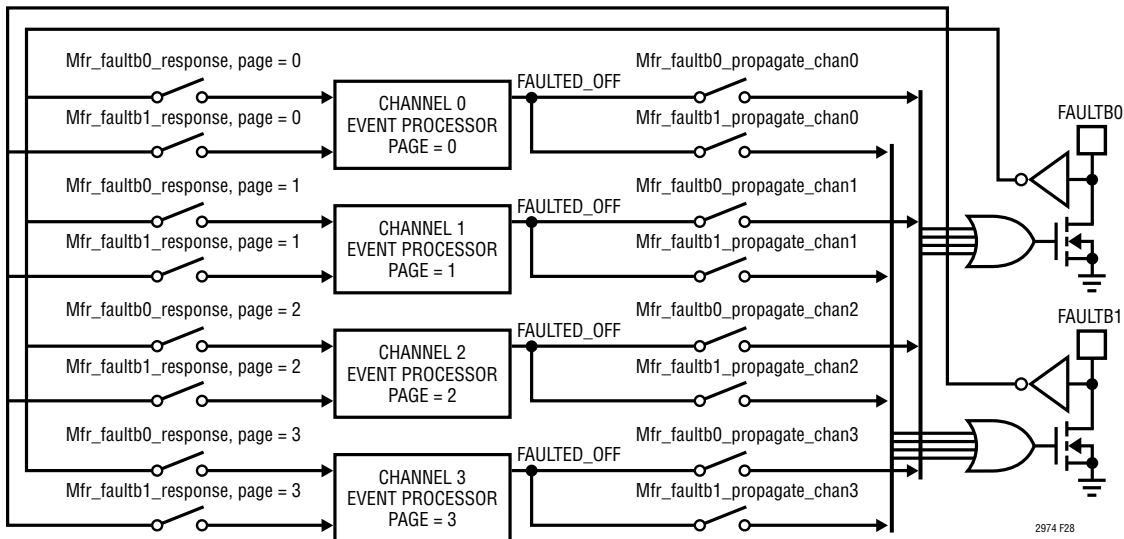


図28. チャンネルのフォルト管理のブロック図

アプリケーション情報

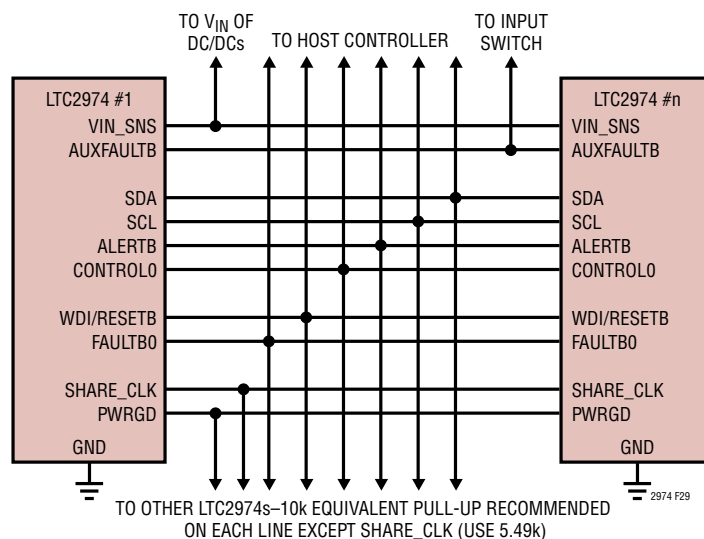


図29. 複数のLTC2974間の標準的接続

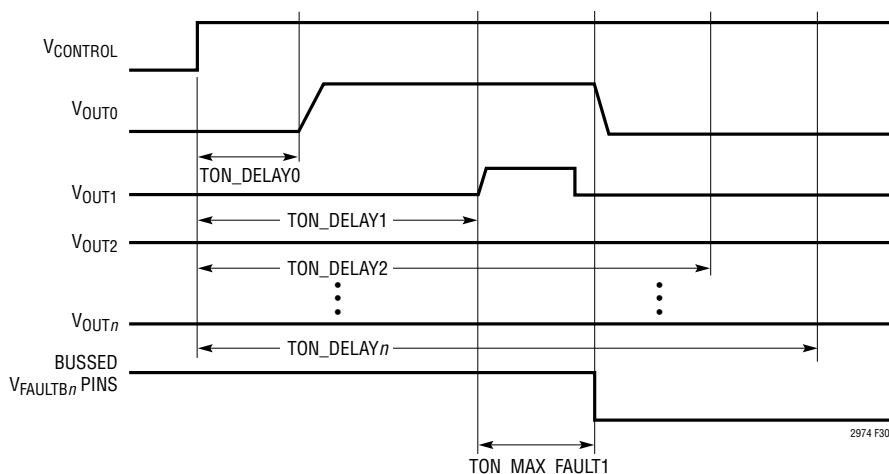


図30. チャンネル1短絡のために中断されたオン・シーケンス

アプリケーション回路

外部帰還抵抗を用いたDC/DCコンバータのトリミングとマーージニング

図31は、外部の帰還回路網を用いて電源をトリミング、マーージニングする標準的な回路例です。VSENSEP0およびVSENSEM0の差動入力によって負荷電圧が直接検出され、閉ループ・サーボ・アルゴリズムによってVDAC0ピンに補正電圧が生成されます。VDAC0出力は抵抗R30を介してDC/DCコンバータの帰還ノードに接続されています。この構成ではMfr_config_dac_polを0にセットしてください。

外部帰還抵抗を用いたDC/DCコンバータでの4ステップの抵抗選択手順

図31に示すアプリケーション回路での抵抗値の計算には、次の4ステップの手順に従ってください。

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

LTC2974のVDAC0ピンが高インピーダンス状態の場合、 $V_{DC(NOM)}$ はDC/DCコンバータの出力電圧になります。R10は、R20、 $V_{DC(NOM)}$ 、ループが安定化された状態のと

アプリケーション情報

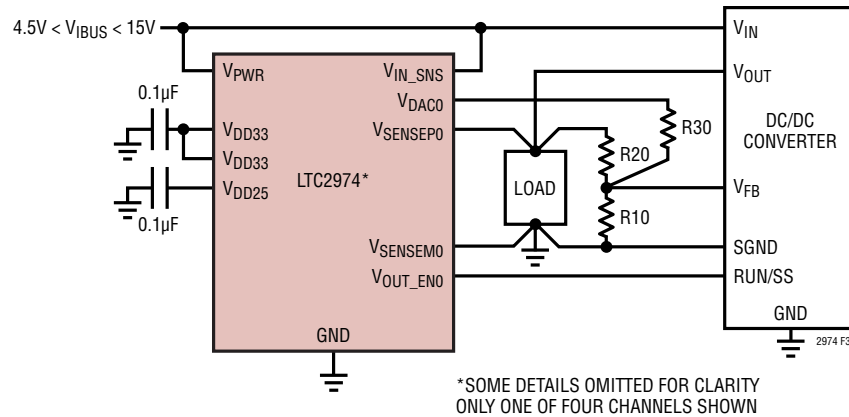


図 31. 外付け帰還抵抗を使用した DC/DC コンバータのアプリケーション回路

きの帰還ノードの電圧 (V_{FB})、および帰還ノードの入力電流 (I_{FB}) の関数です。

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

2. 必要とする最大の DC/DC コンバータ出力電圧 $V_{DC(MAX)}$ を与える $R30$ の値について解きます。

V_{DAC0} が 0V のとき、DC/DC コンバータの出力は最大電圧になります。

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

3. 必要とする最小の DC/DC コンバータ出力電圧 $V_{DC(MIN)}$ を与える V_{DAC0} の最小値について解きます。

DAC には、1.38V および 2.65V の 2 つのフルスケール設定値があります。適切なフルスケール設定値を選択するためには、 $V_{DAC0(F/S)}$ に必要な最小出力電圧を次のように計算します。

$$V_{DAC0(F/S)} > (V_{DC(NOM)} - V_{DC(MIN)}) \cdot \frac{R30}{R20} + V_{FB} \quad (3)$$

4. DC/DC コンバータ出力電圧の最小値、公称値、最大値と、その結果得られるマーージング分解能を再度計算します。

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

$$V_{DC(MIN)} = V_{DC(NOM)} - \frac{R20}{R30} \cdot (V_{DAC0(F/S)} - V_{FB}) \quad (5)$$

$$V_{DC(MAX)} = V_{DC(NOM)} + \frac{R20}{R30} \cdot V_{FB} \quad (6)$$

$$V_{RES} = \frac{\frac{R20}{R30} \cdot V_{DAC0(F/S)}}{1024} \text{ V/DAC LSB} \quad (7)$$

TRIM ピンを用いた DC/DC コンバータのトリミングとマーージング

図 32 は、TRIM ピンでの DC/DC コンバータ出力電圧のトリミング、マーージングを行う標準的な応用回路を示します。LTC2974 の V_{DAC0} ピンは、 $R30$ を介して TRIM ピンに接続されます。この構成では、MFR_CONFIG_LTC2974 の DAC 極性ビット $Mfr_config_dac_pol$ in を 1 にセットしてください。

アプリケーション情報

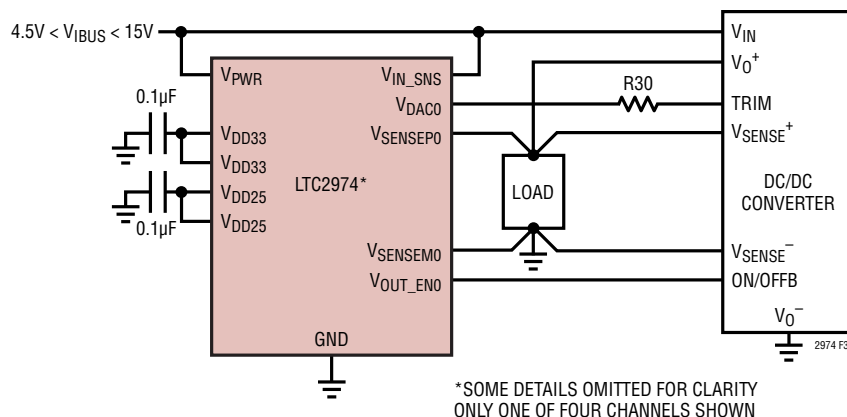


図 32. トリム・ピンを使用した DC/DC コンバータのアプリケーション回路

TRIM ピンを備えた DC/DC コンバータでは通常、TRIM ピンと、V_{SENSE+} ピンまたは V_{SENSE-} ピンの間に外付け抵抗を接続することによって上方マージンまたは下方マージンが設定されます。これらの抵抗と DC/DC コンバータの出力電圧の Δ% の変化の関係は、一般に以下のように表されます。

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

$$R_{\text{TRIM_UP}} =$$

$$R_{\text{TRIM}} \cdot \left[\frac{V_{\text{DC}} \cdot (100 + \Delta_{\text{UP}}\%)}{2 \cdot V_{\text{REF}} \cdot \Delta_{\text{UP}}\%} - \left(\frac{50}{\Delta_{\text{UP}}\%} \right) - 1 \right] \quad (9)$$

ここで、R_{TRIM} は TRIM ピン内部を見た場合の抵抗値、V_{REF} は TRIM ピンの解放出力電圧、V_{DC} は DC/DC コンバータの公称出力電圧です。Δ_{UP}% と Δ_{DOWN}% はそれぞれ上方マージニング、下方マージニングをした場合のコンバータ出力電圧の変化率をパーセンテージで表したものです。

TRIM ピンを用いた DC/DC コンバータの、 2 ステップでの抵抗値、DAC フルスケール電圧選択手順

R₃₀ の抵抗値と、必要とするフルスケールの DAC 電圧の計算には、次の 2 ステップの手順を用いてください (図 32 参照)。

1. R₃₀ を求めます。

$$R_{30} \leq R_{\text{TRIM}} \cdot \left(\frac{50 - \Delta_{\text{DOWN}}\%}{\Delta_{\text{DOWN}}\%} \right) \quad (10)$$

2. V_{DAC0} に必要な最大出力電圧を計算します。

$$V_{\text{DAC0}} \geq \left(1 + \frac{\Delta_{\text{UP}}\%}{\Delta_{\text{DOWN}}\%} \right) \cdot V_{\text{REF}} \quad (11)$$

注記: DC/DC コンバータすべてがこれらのトリム式に従うわけではなく、特に新しいブリックは従わない可能性が高くなります。LTC のフィールド・アプリケーション・エンジニアにお問い合わせください。

アプリケーション情報

検出抵抗と用いた電流測定

検出抵抗を使用した電流測定回路を図33に示します。バランスの取れたフィルタはDC/DCコンバータの出力からコモン・モード、ディファレンシャル・モード両方のノイズを取り去ります。このフィルタは、検出抵抗に直接、DC/DCコンバータのインダクタに直列に配置します。電流検出入力は接地基準で6V未満に抑えておく必要がありますので注意してください。 R_{CM} と C_{CM} は、フィルタのコーナー周波数がDC/DCコンバータのスイッチング周波数の10分の1未満になるように選択してください。このようにすると、電圧リップルとフィルタでの遅延の間でよくバランス取れた電流検出波形が得られます。電流検出入力の内部抵抗による誤差を最小限に抑えるには、 R_{CM} には1k Ω を推奨します。

インダクタのDCRを用いた電流測定

図34はDCRでの電流検出を要するアプリケーションの回路を示します。これらのアプリケーションで電流検出入力でのリップル電圧を抑えるには2次フィルタが必要です。電流検出入力の内部抵抗による利得誤差を最小限に抑えるには、 R_{CM1} と R_{CM2} には1k Ω を推奨します。 C_{CM1} はDCRとインダク

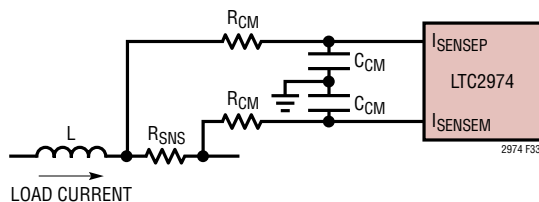


図33. 検出抵抗の電流検出回路

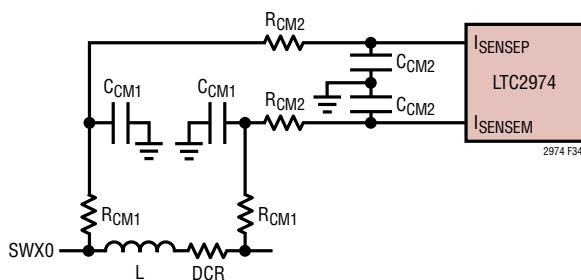


図34. DCRによる電流検出回路

タンスの作り出すゼロをキャンセルするために、次のように選択する必要があります。 $C_{CM1} = L / (DCR \cdot R_{CM1})$ 。 C_{CM2} は、第2ステージコーナー周波数がDC/DCコンバータのスイッチング周波数の10分の1未満になるように選択してください。また、フィルタの第1ステージでの大きな負荷を避けるために C_{CM2} は C_{CM1} よりもはるかに小さく取ってください。

単相設計例

DCRでの電流検出アプリケーションの設計例として、 $L = 2.2\mu\text{H}$ 、 $DCR = 10\text{m}\Omega$ 、 $F_{sw} = 500\text{kHz}$ を仮定します。

$R_{CM1} = 1\text{k}\Omega$ として C_{CM1} について解くと、

$$C_{CM1} \geq \frac{2.2\mu\text{H}}{10\text{m}\Omega \cdot 1\text{k}\Omega} = 220\text{nF}$$

$R_{CM2} = 1\text{k}\Omega$ とします。第2のポールを $F_{sw}/10 = 50\text{kHz}$ にするには、

$$C_{CM2} \approx \frac{1}{2\pi \cdot 50\text{kHz} \cdot 1\text{k}\Omega} = 3.18\text{nF}$$

$C_{CM2} = 3.3\text{nF}$ とします。 C_{CM2} は C_{CM1} よりもはるかに小さいので、第2ステージのフィルタの、マッチした第1ステージへの負荷効果は大きくはありません。したがって、電流検出波形へのフィルタの遅延時定数は約3 μs です。

複相電流の測定

相が1つを超える電流検出アプリケーションにはRC平均の手法を使用できます。図35にはDCR電流センスを用いた3相系へのこのアプローチの例を示します。電流検出波形は、 R_{CM2} と C_{CM2} からなる第2ステージのフィルタに印可される前に平均されます。3つの相に対する抵抗 R_{CM1} は並列なため、 R_{CM1} の値は相の数で掛け合わせる必要があります。また、DCRは実効的には並列なので、 $I_{OUT_CAL_GAIN}$ の値はインダクタのDCRを相の数で割ったものとなります。複数相のインダクタでは、各インダクタのDC側からサミング・ノードへのPCB上のトレースの抵抗をバランスさせるようにすると、最も正確な結果が得られます。

アプリケーション情報

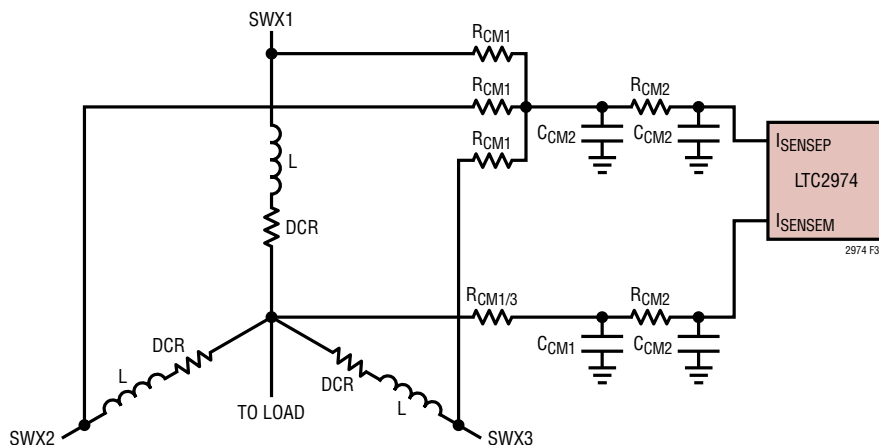


図35. 複数相のDCRによる電流検出回路

複数相の設計例

前の設計例と同じインダクタンスとDCRを用いて、 C_{CM1} を220nFのままにする場合は、3相DC/DCコンバータの R_{CM1} の値は3k Ω となります。同様に、 $I_{OUT_CAL_GAIN}$ の値は $DCR/3 = 3.33m\Omega$ となります。

アンチエイリアシング・フィルタに関する検討事項

ノイズの多い環境では、LTC2974のADCの入力にアンチエイリアシング・フィルタが必要になります。図36に示すR-C回路はほとんどの状況に適しています。 $R_{40} = R_{50} \leq 200\Omega$ に保ってADC利得誤差を抑え、コンデンサC10、C20の値はOV/UVスーパーバイザにあまり応答時間を与えないように選択します。例えば、 $\tau = 10\mu s$ ($R = 100\Omega$, $C = 0.10\mu F$)。

負の電圧の検出

図37はLTC2974が負の電源(V_{EE})を検出しているものを示します。R1/R2の抵抗分割器は負の電源をLTC2974の $V_{SENSEM1}$ 入力に変換し、 $V_{SENSEP1}$ 入力は通常1.23Vの出力電圧のREFPピンに接続されています。Read_voutは次の式で決定されます。

$$V_{EE} = V_{REFP} - (\text{READ_VOUT}) \cdot \left(\frac{R_2}{R_1} + 1 \right) - 1\mu A \cdot R_2 \quad (14)$$

ここで、READ_VOUTは $V_{SENSEP} - V_{SENSEM}$ を返します。

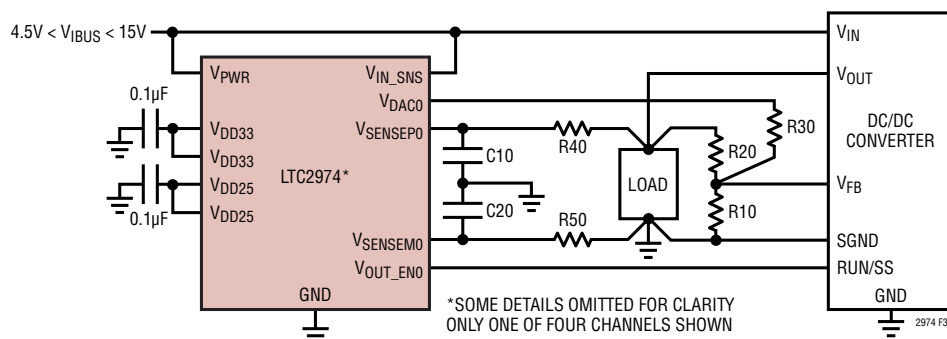


図36. VSENSEラインのアンチエイリアシング・フィルタ

アプリケーション情報

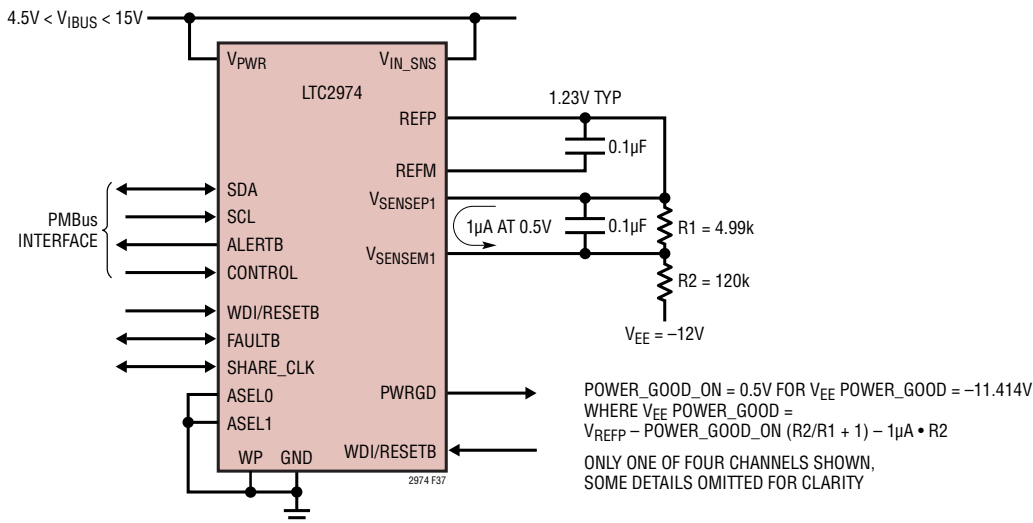


図37. 負の電圧の検出

負の電源がそのPOWER_GOOD_ONしきい値に達したときに電圧検出ピンに約0.5Vが現れるように分圧器を構成し、V_SENSEM_nピンから流れ出る電流が約1µAに最小化されるようにします。POWER_GOOD_ONの抵抗値と、それに対応する負の電源値の関係は式14で求められます。

DC1613のUSBからI²C/SMBus/PMBusへのコントローラのシステム中でのLTC2974への接続

DC1613ではUSBからI²C/SMBus/PMBusへのLTCのコントローラは、プログラミング、テレメトリおよびシステムのデバッグのために、ユーザーのボード上のLTC2974にインタフェースすることができます。コントローラは、LTpowerPlayソフトウェアと連携させて使用すると、電源システム全体の強力なデバッグ手段を提供します。テレメトリ、フォルト状態レジスタおよびフォルト・ログを使って、短時間で故障を診断することができます。最終設定を短時間で開発し、LTC2974のEEPROMに格納することができます。

システム電源が存在するか否かに関係なく、DC1613のI²C/SMBus/PMBusコントローラを介して、1個または複数のLTC2974に対する給電、プログラミングおよび通信を行う応用回路を図38と図39に示します。

図38はLTC2974がシステムの中間バスからV_{PWR}ピン経由で電源供給されているときに使用する推奨回路を示します。

図39はLTC2974がシステムの3.3V電源からそのV_{DD33}ピンとV_{PWR}ピン経由で電源供給されているときに使用する推奨回路を示します。LTC4412の理想ORで、コントローラまたはシステムがLTC2974に電源供給します。

コントローラの電流ソース能力が制限されているので、LTC2974、それらに関連したプルアップ抵抗およびI²C/SMBusのプルアップ抵抗だけに、OR接続された3.3V電源から給電します。さらに、I²C/SMBusバス接続をLTC2974と共有しているどのデバイスも、SDA/SCLピンとそのV_{DD}ノードの間にボディ・ダイオードを持たないようにします。これは、システム電源が存在しないときバス通信に干渉するからです。

DC1613ではLTCのコントローラのI²C/SMBus接続はPCのUSBから光絶縁されています。コントローラからの3.3VとLTC2974のV_{DD33}ピンは、これらの電圧を発生するLTC LDOはバックドライブでき、10µA未満の電流しか取らないので、並列にすることができます。コントローラの3.3Vの電流制限は100mAです。

アプリケーション情報

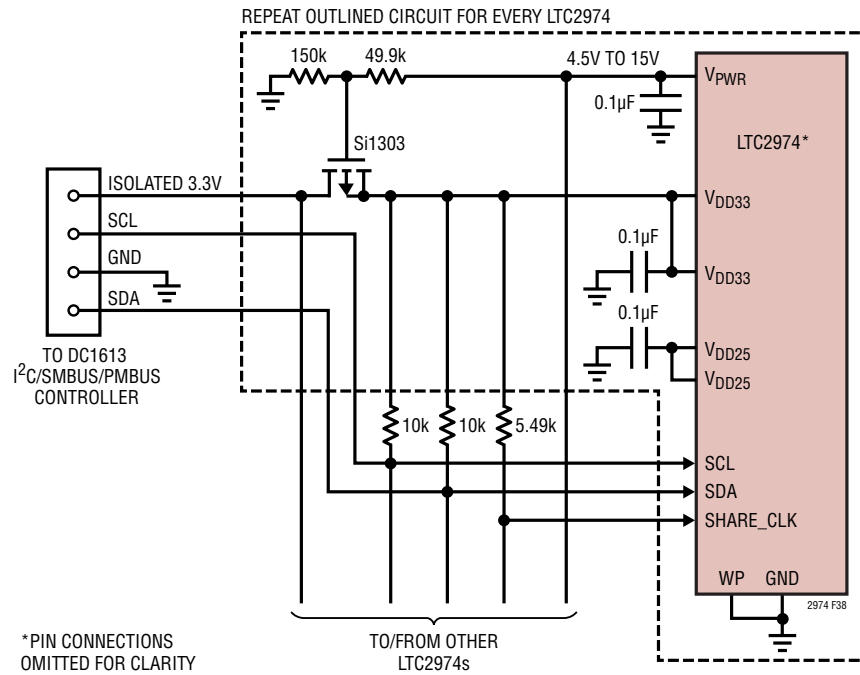


図 38. V_{PWR}が使用されている場合のLTCコントローラの接続

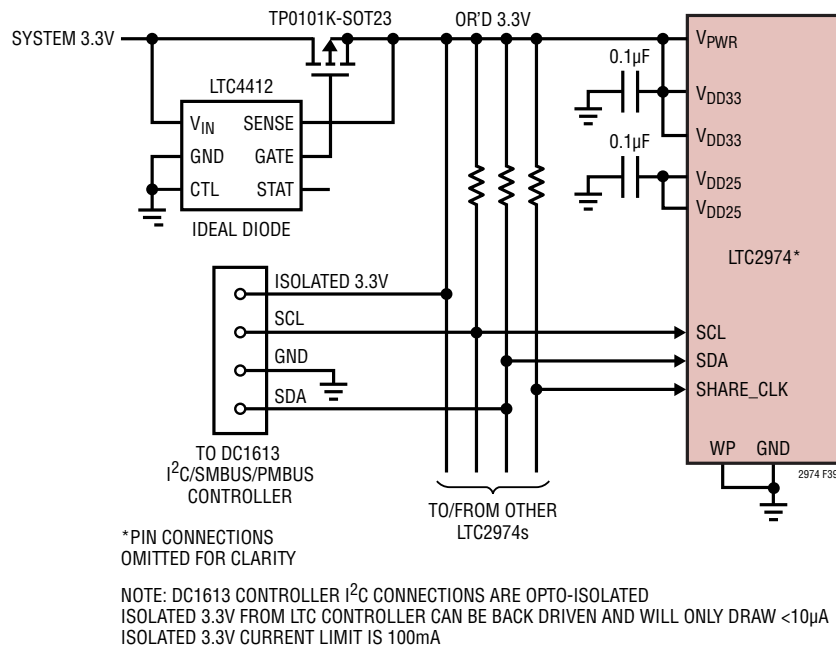


図 39. LTC2974が直接3.3Vで電力供給されている場合のDC1613コントローラの接続

アプリケーション情報

正確な DCR 温度補償

インダクタの直流抵抗を電流シャント素子として使用すると、電力損失が付加されない、回路の簡素化、低コストと言った利点があります。しかし、インダクタの抵抗には強い温度依存性があり、インダクタのコア温度測定を正確に行うのは困難なので、電流測定に誤差を生じます。銅の場合、インダクタ温度がわずか1°C変わっただけで電流利得は約0.39%も変化します。図40に組み込みのDC/DCコンバータLTC3601を使用したレイアウト例(右)と、その熱画像(左)を示します。コンバータは出力の負荷に1.8V、1.5Aを供給しています。

高負荷条件下ではインダクタでの発熱は、インダクタと温度センサの間に過渡的、定常的熱傾斜を生み出し、検出した温度はインダクタのコア温度を正確には表しません。この温度傾斜は図40の熱画像で明らかに見ることができます。さらに、負荷電流の変化の方がインダクタの熱伝達時定数よりも早い場合は、過渡誤差を減少するために過渡的な加熱、冷却効果を考慮する必要があります。これら2つの課題は、インダクタのコアから基板上の温度センサへの熱抵抗 θ_{IS} と、インダクタの熱

時定数 τ と言う2つのパラメータの追加で取り扱います。熱抵抗 θ_{IS} [°C/W]は、インダクタでの電力損失 P_I に対する、検出した温度 T_S とインダクタ内部の温度 T_I の間の定常状態での差の計算に使用します。

$$T_I - T_S = \theta_{IS} P_I = \theta_{IS} V_{DCR} I_{OUT} \quad (1.1)$$

さらに温度上昇を追加して、より正確にインダクタの直流抵抗 R_I を求めます。

$$R_I = R_0 (1 + \alpha [T_S - T_{REF} + \theta_{IS} V_{DCR} I_{OUT}]) \quad (1.2)$$

上の式で、 V_{DCR} はインダクタの直流電圧降下、 I_{OUT} は出力電流のRMS値、 R_0 は基準温度 T_{REF} でのインダクタの直流抵抗、 α は抵抗の温度係数です。ほとんどのインダクタは銅でできているので、温度係数は $\alpha_{CU} = 3900\text{ppm}/^\circ\text{C}$ に近いことが期待できます。ある α に対して、他のパラメータ θ_{IS} と R_0 は2つの負荷電流だけを用いて1つの温度で校正できます。

$$R_0 = \frac{(R_2 - R_1)(P_2 + P_1) - (R_2 + R_1)(P_2 - P_1)}{\alpha(T_2 - T_1)(P_2 + P_1) - (P_2 - P_1)(2 + \alpha[T_1 + T_2 - 2T_{REF}])} \quad (1.3)$$

$$\theta_{IS} = \frac{1}{\alpha R_0} \frac{\alpha(R_1 + R_2)(T_2 - T_1) - (R_2 - R_1)(2 + \alpha[T_1 + T_2 - 2T_{REF}])}{\alpha(T_2 - T_1)(P_2 + P_1) - (P_2 - P_1)(2 + \alpha[T_1 + T_2 - 2T_{REF}])} \quad (1.4)$$

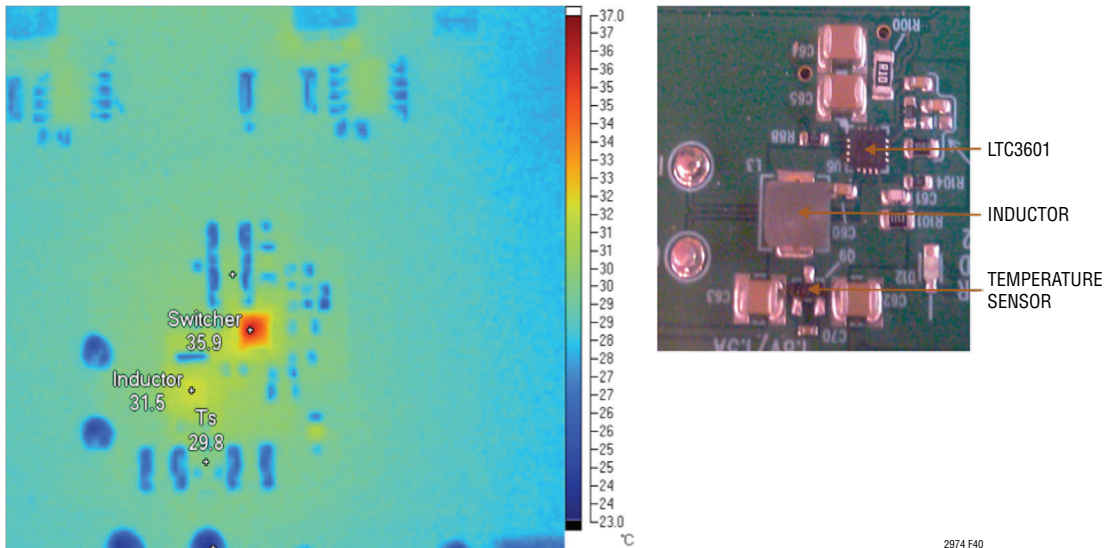


図40. DC/DCコンバータの熱画像。インダクタの実際の温度と温度検出ポイントで差がある

アプリケーション情報

インダクタの抵抗 $R_K = V_{DCR(K)}/I_{OUT(K)}$ 、電力損失 $P_K = V_{DCR(K)} I_{OUT(K)}$ 、検出した温度 T_K 、($K = 1, 2$)は各負荷電流について記録されます。 θ_{IS} の計算精度を上げるには、2つの負荷電流は該当システムの電流範囲の $I1 = 10\%$ と $I2 = 90\%$ 程に選択してください。

インダクタの熱時定数 τ はインダクタの1次熱応答をモデルし、負荷過渡中のDCR補償が正確にできるようにします。低負荷電流から高負荷電流への過渡時には、インダクタの抵抗は自己発熱のために上昇します。低電流 $I1$ から高電流 $I2$ へと負荷電流を1段階で上げると、インダクタの両端の電圧は $I1R1$ から $I2R1$ への瞬間的に変化し、その後ゆっくり $I2R2$ に近づきます。ここで、 $R1$ は定常状態のある温度と負荷電流 $I1$ での抵抗値、 $R2$ は $I2$ でのインダクタの自己発熱のための少し高い直流抵抗値です。電氣的時定数 $\tau_{EL} = L/R$ は熱時定数よりも数桁短く、「瞬間的」とは熱時定数に対するものであることにご注意ください。この2つの落ち着いた領域から2組のデータ($I1, T1, R1, P1$)と($I2, T2, R2, P2$)が得られ、2点較正の方法(1.3-1.4)を適用して定常状態でのパラメータ θ_{IS} と $R0$ (これまでに評価したものの平均 α)を求めます。定常状態の式(1.2)を用いて計算した相対的な電流誤差は負荷ステップの直後にピークを迎え、その後インダクタの熱時定数 τ でゼロまで減衰します。

$$\frac{\Delta I}{I}(t) = \alpha \theta_{IS} (V2I2 - V1I1) e^{-t/\tau} \quad (1.5)$$

時定数 τ は最適近似直線 $y = \ln(\Delta I/I) = a1 + a2t$ の傾きから次のように求めます。

$$\tau = -\frac{1}{a2} \quad (1.6)$$

ここまでをまとめて言うと、負荷電流の1つのステップのみでDCR電流測定の較正が可能です。応答の安定した部分が熱

抵抗 θ_{IS} と公称直流抵抗 $R0$ を与え、セトリング特性を用いてインダクタの熱時定数 τ を測定します。

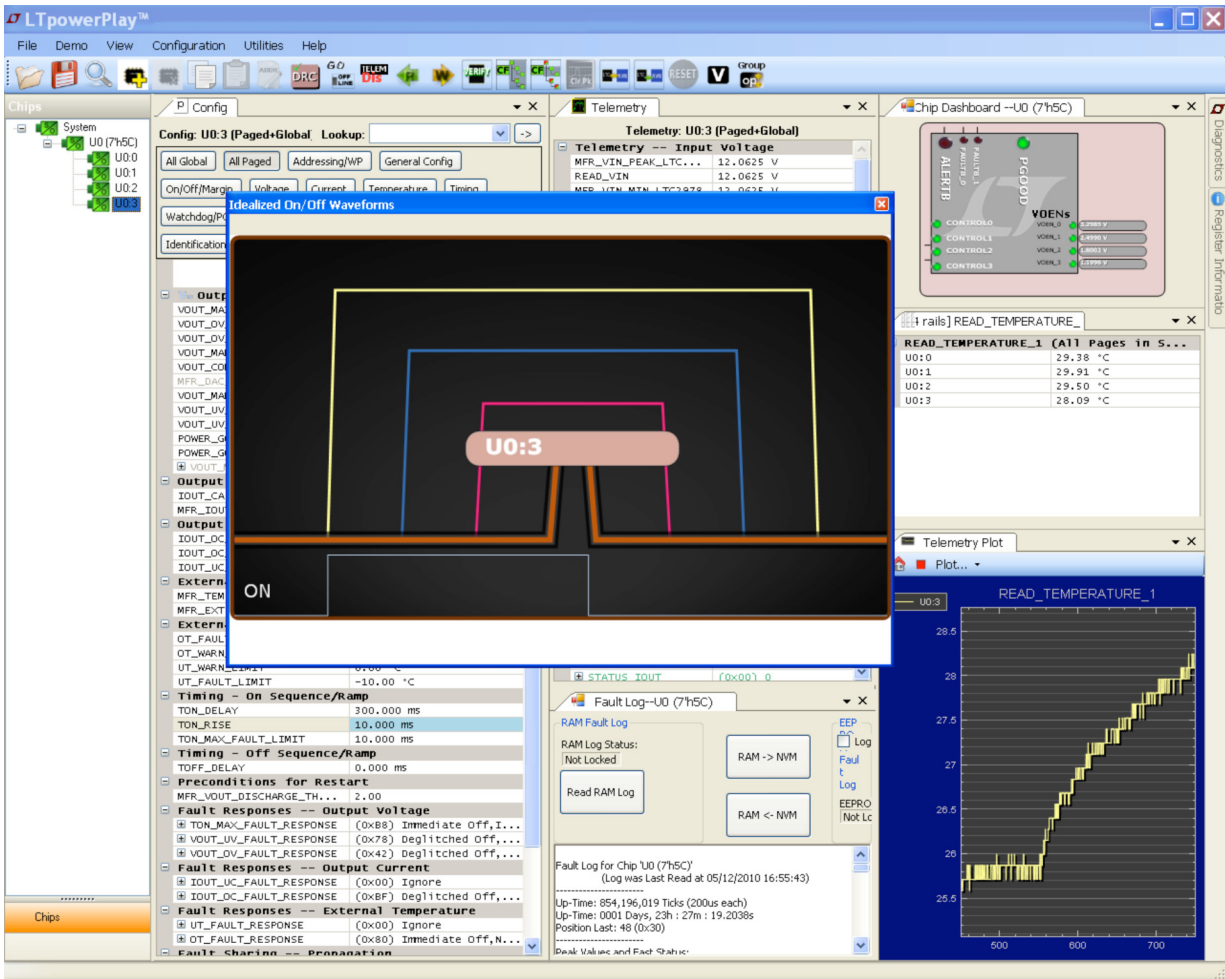
最良の動作を得るには、温度センサはインダクタにできるだけ近く、またその他の大きな熱源からできるだけ離して配置してください。例えば、図40では検出用のバイポーラ・トランジスタはインダクタの近く、スイッチ用デバイスからは遠く配置されています。PNPトランジスタのコレクタをローカルな電源用グラウンド・プレーンに接続するとインダクタへの良い熱接続が得られ、一方ベースとエミッタはLTC2974に別個に配線して、ベースはLTC2974に近い信号グラウンドに接続してください。

LTpowerPlay: デジタル・パワー向け対話型 GUI

LTpowerPlayはウィンドウズ上での強力な開発環境で、LTC2974クワッド・デジタル電源マネージャのような、リニアテクノロジーのEEPROM装備のデジタル電源ICに対応しています。このソフトウェアは様々なタスクをサポートします。LTpowerPlayを使って、デモボード・システムに接続することにより、リニアテクノロジーのICを評価することができます。LTpowerPlayは、保存しておいて後で再ロードできる多数のデバイスの設定ファイルを作成するために、オフライン・モード(ハードウェアが存在しない)でも使用可能です。LTpowerPlayは従来なかった診断機能とデバッグ機能を備えています。プリント基板のチェックからシステムでのパワーマネジメントスキームのプログラミングまで、役に立つ診断ツールとなります。LTpowerPlayはリニアテクノロジーのUSB-to-I²C/SMBus/PMBusコントローラを利用して、DC1809/DC1810デモボード、DC1735ソケット付きプログラミング・ボード、カスタマのターゲット・システムなどの多くの潜在的ターゲットの1つと通信します。このソフトウェアは自動更新機能も備えており、最新のデバイス・ドライバやドキュメンテーションに対応したソフトウェアに維持されます。LTpowerPlayでは、いくつかのチュートリアル・デモとともに、コンテキストに対応した多数のヘルプを利用することができます。詳細情報は次のサイトで提供されています。

<http://www.linear-tech.co.jp/ltpowerplay>

アプリケーション情報



PCBのアセンブリとレイアウトに関する推奨事項

バイパス・コンデンサの配置

LTC2974はV_{DD33}ピンとGND、V_{DD25}ピンとGND、REFPピンとREFMピンの間に0.1μFのバイパス・コンデンサが必要です。デバイスがV_{PWR}入力から電力を供給されている場合は、このピンも0.1μFのコンデンサでGNDにバイパスしてください。効果を上げるため、これらはX5RやX7Rなどの高品質セラミック誘電体を使ったコンデンサである必要があり、できるだけデバイスに近づけて配置します。

露出パッド・ステンシルの設計

LTC2974のパッケージは熱的にも電気的にも高効率です。これは、パッケージの下側の露出したダイアタッチ・パッドによって実現され、このパッドはPCBまたはマザーボードの基板に

半田付けする必要があります。露出パッドの接続面内でのボイドの発生を最小限に抑えるのが有効な方法です。全てのボイドを除去するのは困難ですが、露出パッド・ステンシルの設計が鍵になります。推奨するスクリーン印刷パターンを図42に示します。推奨するステンシルの設計により、リフロー時に半田ペーストのガス抜きを行うとともに半田仕上げ厚を一定にすることができます。IPC7525Aを参照してください。

使用されていないADC検出入力

使用されていないADC検出入力(V_{SENSE η} 、V_{SENSEM η} 、I_{SENSE η} 、I_{SENSEM η})はすべてGNDに接続します。入力が着脱可能なカードに接続されていたり、特定の状況でフロート状態のままになることがあるシステムでは、この入力を100k抵抗を介してGNDに接続します。フィルタの負荷が掛からないようにするため、100k抵抗は図41に示すようにフィルタ部品の

2974fc

アプリケーション情報

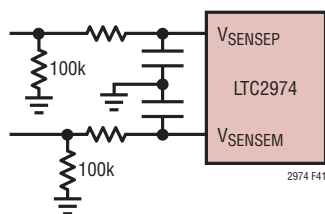


図41. 使用していない入力をGNDに接続

前方に配置してください。温度検出入力($T_{SENSE\eta}$)はフロート状態になることがあります。フロート状態の $T_{SENSE\eta}$ 入力で通知される温度は内部ダイ温度(READ_TEMPERATURE_2)です。

PC基板のレイアウト

PC基板に対する機械的応力や半田付けに起因する応力により、LTC2974のリファレンス電圧と電圧ドリフトがシフトすることがあります。これらの応力に起因するシフトを低減するシンプルな方法は、デバイスをPC基板の短辺付近または隅に配置することです。基板の辺は応力境界として機能します。つまり、基板のたわみが最小になる部分です。

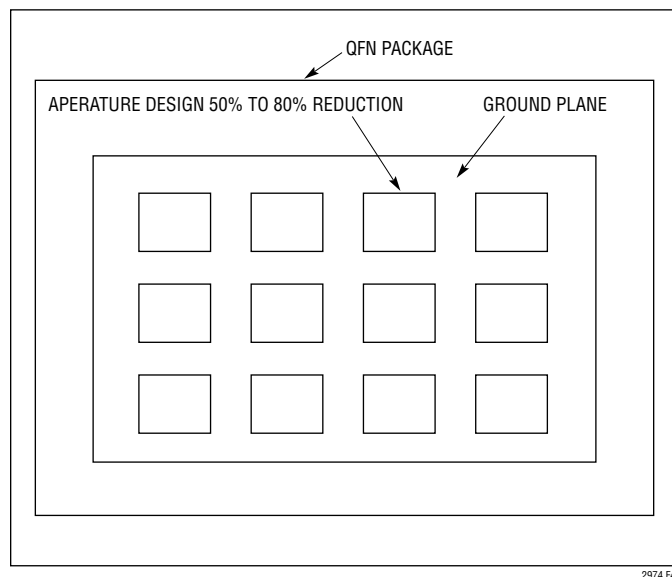
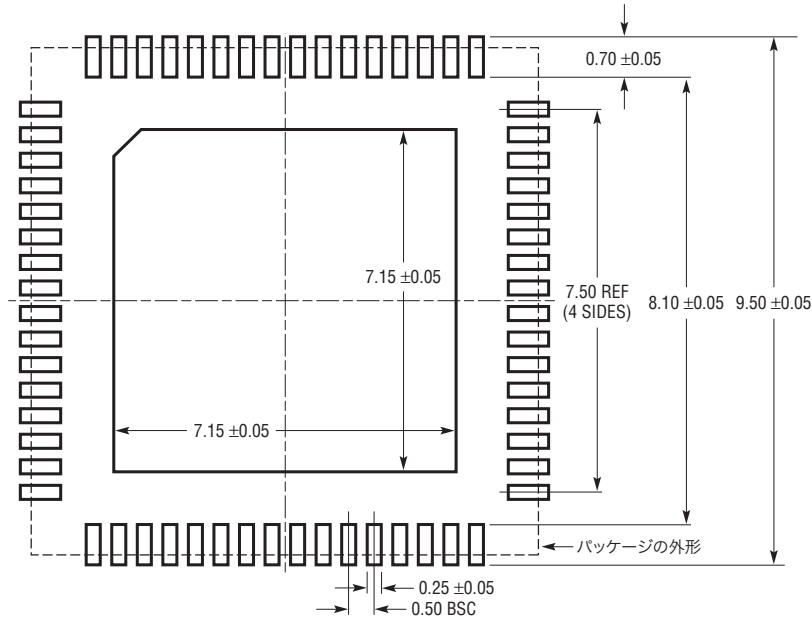


図42. ダイアタッチ・パッドの推奨スクリーン・パターン

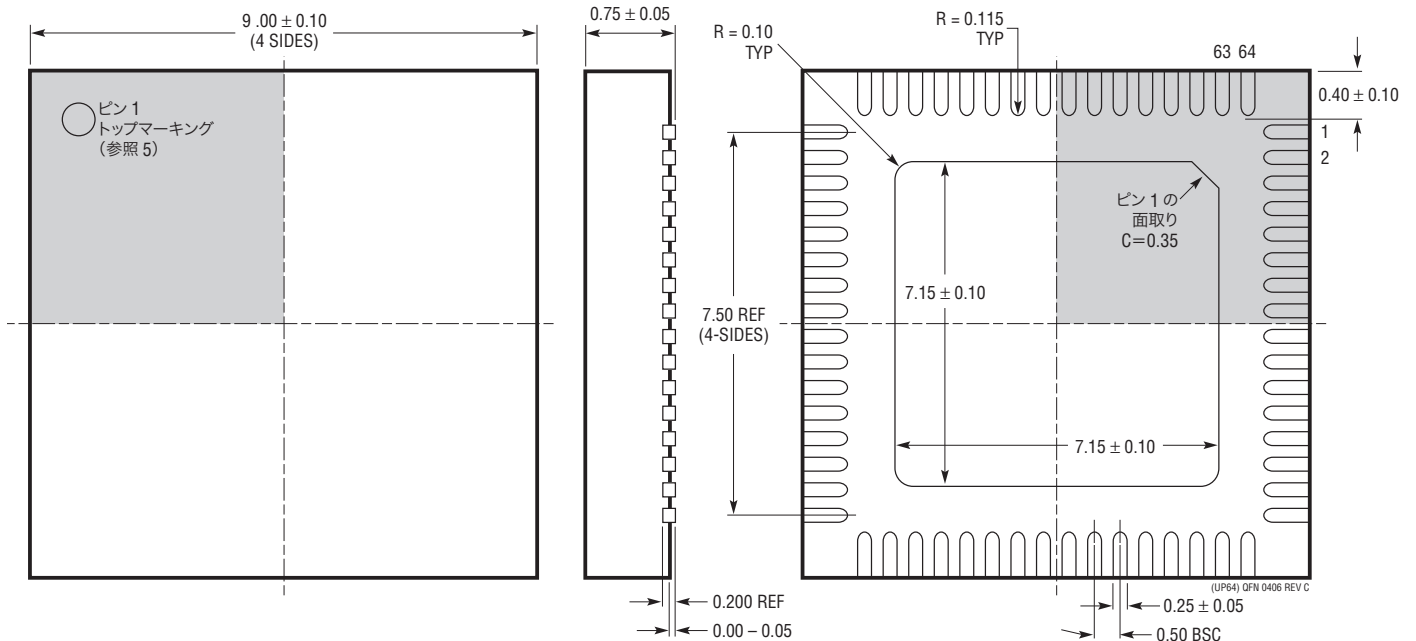
パッケージ

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

UP Package
64-Lead Plastic QFN (9mm × 9mm)
 (Reference LTC DWG # 05-08-1705 Rev C)



推奨する半田パッドのピッチと寸法
 半田付けされない領域には半田マスクを使用する



NOTE:

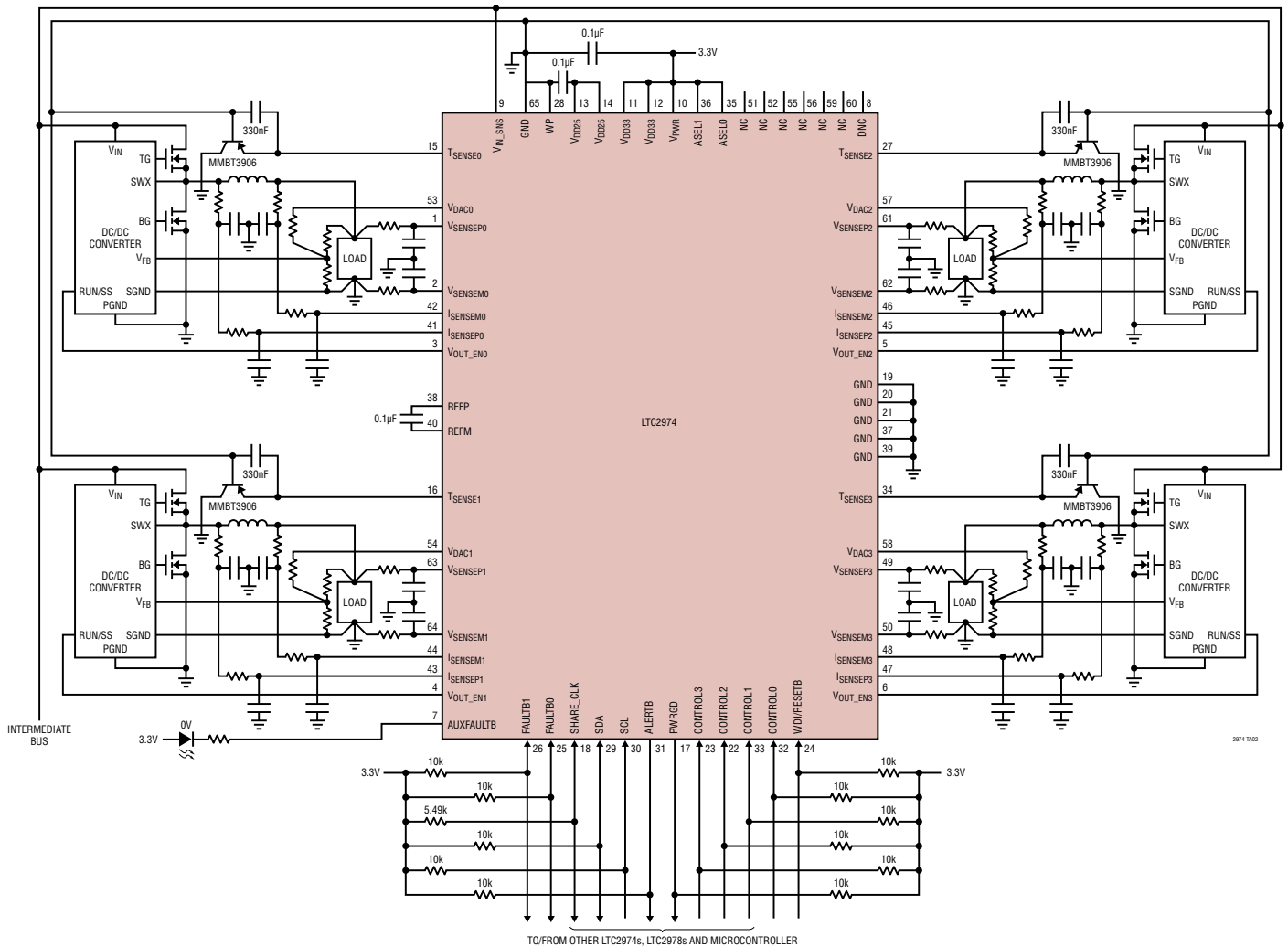
1. 図は JEDEC のパッケージ外形 M0-220 のバリエーション WNJR-5 に適合
2. すべての寸法はミリメートル
3. パッケージ底面の露出パッドの寸法にはモールドのバリを含まない
モールドのバリは(もしあれば)各サイドで 0.20 mm を超えないこと
4. 露出パッドは半田メッキとする
5. 網掛けの部分はパッケージの上面と底面のピン 1 の位置の参考に過ぎない
6. 図は実寸とは異なる

改訂履歴

REV	日付	概要	ページ番号
A	5/13	タイトル、特長、概要を改訂。	1
		t_{INIT} 、 t_{UPDATE_ADC} 、 t_{OFF_MIN} の仕様を追加。	5、9
		V_{FS_VDAC} の最小値を1.32と2.53から1.3と2.5に変更	6
		グラフG08: Y軸の単位をmAから μ Aに修正。	10
		ブロック図を改訂。	15
		RESETBセクション: I2Cの無効化、10k抵抗、コンデンサを明確化。	18
		EEPROM関連のコマンドの表の標準的遅延の数値を更新。	19
		TON_RISEの説明: 「出力が上昇し始めてから」を「 V_{OUT_ENn} ピンが“H”になってから」に変更。	24、51
		MFR_DACとMFR_1 ² C_BASE_ADDRESSのデータ形式をU16からRegに変更。MFR_SPECIAL_IDのデフォルト値を0x212から0x213に変更。	26、44
		データ形式の表からU16の行を削除。	27
		動作およびON_OFF_CONFIGセクション: t_{OFF_MIN} の待ち時間に関する文章を追加。	30、31
		b[5:4]動作: 未決定のMFR_DACについての警告を追加。	32
		b[3]~b[0]動作: これらのビットをセットすることによりUVとUCがディスエーブルされることを明確化。	36
		MFR_RETRY_COUNTのデータ形式をU16からRegに変更。	54
		STATUS_VOUT b[3]動作: ビットがクリアされた後の振る舞いを明確化。	62
		STATUS_MFR_SPECIFIC セクション: STICKY、ALERT、OFFの欄を追加、フォルトの欄を削除。表の上に欄の定義を追加。	64
STATUS_MFR_SPECIFIC b[6]およびb[5]: MFR_TRACK_EN_CHANnがセットされている場合の振る舞いを明確化。	64		
MFR_VOUT_MIN: いつ更新が無効であるかを明確化。	69		
MFR_FAULT_LOG_CLEAR: このコマンドが発行される前の条件を明確化。	71		
MFR_SPECIAL_ID: 値を0x0210から0x213に変更。	78、79		
セクション追加: 「使用されていないADC検出入力」。	94		
B	8/13	V_{OS_CMP} Offset Voltageの仕様を更新。	7
		V_{VOUT_ENn} Output High Voltageの最小値の仕様を11.6Vから10Vに変更。	7
C	10/13	$V_{AUXFAULTB}$ Output High Voltageの最小値の仕様を12Vから10Vに変更。	7

LTC2974

標準的応用例



関連製品

製品番号	説明	注釈
LTC2970	I ² C インタフェース付き、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	5V ~ 15V、0.5% TUE 14ビットADC、8ビットDAC、温度センサ
LTC2977	8チャンネルPMB us パワーシステム・マネージャ	TUEが0.25%の16ビットADC、電圧/温度の監視
LTC3880	デュアル出力、PolyPhase 降圧DC/DC コントローラ	TUEが0.5%の16ビットADC、電圧/電流/温度の監視
LTC3883	シングル出力、PolyPhase 降圧DC/DC コントローラ	TUEが0.5%の16ビットADC、電圧/電流/温度の監視