

入力電流とエネルギーの 正確な測定を特長とする

4チャンネルPMBusパワーシステム・マネージャ

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:目標値の0.25%以内
- 入力電流をモニタ(±1%)してエネルギーを蓄積
- チャンネルごとの高速OV/UVおよびOCスーパーバイザ
- 複数のLTC PSM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、入力電流、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
- LTC2974とピン互換
- 9mm×9mm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
- ビデオおよび医療用画像処理

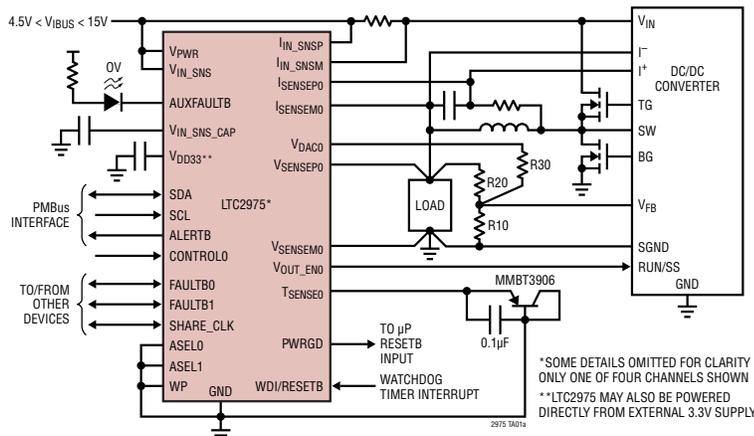
概要

LTC®2975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)、マーージニング、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、入力電圧、入力電流、およびダイ温度をモニタします。入力電力、エネルギー、および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(PSM)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。

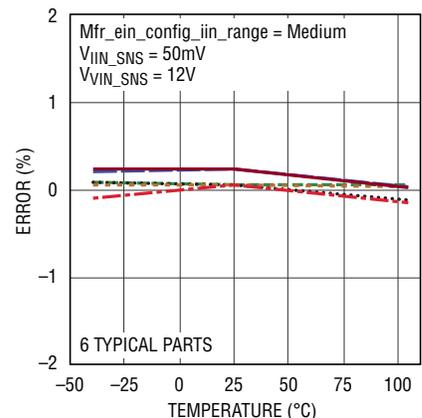
△、LT、LTC、LTM、Linear Technology、Linearのロゴ、µModuleおよびPolyPhaseはリニアテクノロジー社の登録商標です。LTpowerPlayはリニアテクノロジー社の商標です。PMBusはSMIF社の商標です。その他全ての商標の所有権は、それぞれの所有者に帰属します。7382303、7420359、8648623をはじめとする米国特許によって保護されています。

標準的応用例

入力エネルギー測定機能付き4チャンネルPMBusパワーシステム・マネージメント



電力の測定誤差



目次

特長.....	1	デバイスがビジーな場合の応答.....	47
アプリケーション.....	1	MFR_EEの消去および書き込みのプログラム時間.....	47
標準的応用例.....	1	入力電圧コマンドとリミット.....	47
概要.....	1	VIN_ON、VIN_OFF、VIN_OV_FAULT_LIMIT、VIN_OV_WARN_	
絶対最大定格.....	4	LIMIT、VIN_UV_WARN_LIMIT、VIN_UV_FAULT_LIMIT.....	47
発注情報.....	4	入力電流とエネルギー.....	48
ピン配置.....	4	エネルギーの測定と通知.....	48
電気的特性.....	5	MFR_EIN.....	48
PMBusのタイミング図.....	10	MFR_EIN_CONFIG.....	49
標準的性能特性.....	10	MFR_IIN_CAL_GAIN.....	49
ピン機能.....	14	MFR_IIN_CAL_GAIN_TC.....	50
ブロック図.....	16	出力電圧コマンドとリミット.....	50
動作.....	17	VOUT_MODE.....	51
LTC2975の動作の概要.....	17	VOUT_COMMAND、VOUT_MAX、VOUT_MARGIN_HIGH、VOUT_	
EEPROM.....	18	MARGIN_LOW、VOUT_OV_FAULT_LIMIT、VOUT_OV_WARN_LIMIT、	
AUXFAULTB.....	18	VOUT_UV_WARN_LIMIT、VOUT_UV_FAULT_LIMIT、POWER_GOOD_	
RESETB.....	19	ONおよびPOWER_GOOD_OFF.....	51
PMBusシリアル デジタル インタフェース.....	19	MFR_VOUT_DISCHARGE_THRESHOLD.....	51
PMBus.....	19	MFR_DAC.....	51
デバイス・アドレス.....	19	出力電流コマンドとリミット.....	52
処理コマンド.....	20	IOUT_CAL_GAIN.....	52
PMBusコマンドの概要.....	23	IOUT_OC_FAULT_LIMIT、IOUT_OC_WARN_LIMIT、および	
PMBusコマンドの説明.....	29	IOUT_UC_FAULT_LIMIT.....	52
アドレス指定および書き込み保護.....	29	MFR_IOUT_CAL_GAIN_TC.....	53
PAGE.....	29	外部温度コマンドとリミット.....	53
WRITE_PROTECT.....	30	OT_FAULT_LIMIT、OT_WARN_LIMIT、UT_WARN_LIMIT、	
書き込み禁止ピン.....	30	UT_FAULT_LIMIT.....	54
MFR_PAGE_FF_MASK.....	30	MFR_TEMP_1_GAINおよびMFR_TEMP_1_OFFSET.....	54
MFR_I2C_BASE_ADDRESS.....	31	MFR_T_SELF_HEAT、MFR_IOUT_CAL_GAIN_TAU_INV、	
MFR_COMMAND_PLUS.....	31	およびMFR_IOUT_CAL_GAIN_THETA.....	54
MFR_DATA_PLUS0およびMFR_DATA_PLUS1.....	31	シーケンス・タイミングのリミットとクロックの共有.....	56
MFR_STATUS_PLUS0およびMFR_STATUS_PLUS1.....	31	TON_DELAY、TON_RISE、TON_MAX_FAULT_LIMIT、および	
コマンド・プラスおよびMfr_data_plus0を使用した		TOFF_DELAY.....	56
フォルト・ログの読み出し.....	32	MFR_RESTART_DELAY.....	57
MFR_COMMAND_PLUSおよびMFR_DATA_PLUS0を		クロックの共有.....	57
使用したエネルギーの読み出し.....	33	ウォッチドッグ・タイマおよびパワーグッド.....	57
Mfr_data_plus0を使用したピーク操作.....	33	MFR_PWRGD_EN.....	57
ポーク操作のイネーブルおよびディスエーブル.....	33	MFR_POWERGOOD_ASSERTION_DELAY.....	58
Mfr_data_plus0を使用したポーク操作.....	33	ウォッチドッグの動作.....	58
オン/オフ制御、マーゼニング、および設定.....	34	MFR_WATCHDOG_T_FIRSTとMFR_WATCHDOG_T.....	58
OPERATION.....	34	フォルト応答.....	59
Mfr_data_plus1を使用したコマンド・プラス操作.....	34	ラッチされたフォルトのクリア.....	59
ON_OFF_CONFIG.....	35	VOUT_OV_FAULT_RESPONSEとVOUT_UV_FAULT_RESPONSE.....	59
MFR_CONFIG_LTC2975.....	36	IOUT_OC_FAULT_RESPONSEおよびIOUT_UC_FAULT_RESPONSE.....	60
時間ベースのシーケンス・オフ付きカスケード・シーケンス・オン.....	37	OT_FAULT_RESPONSE、UT_FAULT_RESPONSE、	
MFR_CONFIG2_LTC2975.....	38	VIN_OV_FAULT_RESPONSE、VIN_UV_FAULT_RESPONSE.....	61
MFR_CONFIG3_LTC2975.....	39	TON_MAX_FAULT_RESPONSE.....	62
トラッキング電源のオンとオフ.....	40	MFR_RETRY_DELAY.....	62
トラッキングの実装.....	43	MFR_RETRY_COUNT.....	62
MFR_CONFIG_ALL_LTC2975.....	43	共有される外部フォルト.....	63
ユーザーのEEPROM領域のプログラミング.....	45	MFR_FAULTB0_PROPAGATEおよびMFR_FAULTB1_PROPAGATE.....	63
STORE_USER_ALLとRESTORE_USER_ALL.....	45	MFR_FAULTB0_RESPONSEおよびMFR_FAULTB1_RESPONSE.....	63
ユーザーのEEPROM領域の一括プログラミング.....	45	フォルトの警告および状態.....	64
MFR_EE_UNLOCK.....	46	CLEAR_FAULTS.....	64
MFR_EE_ERASE.....	46	STATUS_BYTE.....	65
MFR_EE_DATA.....	46	STATUS_WORD.....	65

目次

STATUS_VOUT.....	66	シーケンス、サーボ、マージン、再起動動作.....	86
STATUS_IOUT.....	66	コマンド・ユニットのオン/オフ.....	86
STATUS_INPUT.....	66	オン・シーケンス.....	87
STATUS_TEMPERATURE.....	67	オン状態の動作.....	87
STATUS_CML.....	67	サーボ・モード.....	87
STATUS_MFR_SPECIFIC.....	68	DACモード.....	87
MFR_PADS.....	68	マージニング.....	88
MFR_COMMON.....	69	オフ・シーケンス.....	88
遠隔測定値.....	70	V _{OUT} オフしきい値電圧.....	88
READ_VIN.....	70	MFR_RESTART_DELAY コマンドと CONTROL ピンを介した	
READ_IIN.....	70	自動再起動.....	88
READ_PIN.....	70	フォルト管理.....	89
READ_VOUT.....	70	出力の過電圧フォルト、低電圧フォルト、過電流フォルト、	
READ_IOUT.....	71	および低電流フォルト.....	89
MFR_IIN_PEAK.....	71	出力の過電圧警告、低電圧警告、および過電流警告.....	89
MFR_IIN_MIN.....	71	AUXFAULTB 出力の設定.....	89
MFR_PIN_PEAK.....	71	マルチチャネルのフォルト管理.....	89
MFR_PIN_MIN.....	71	リニアテクノロジーの複数のパワーマネージャ間の	
READ_TEMPERATURE_1.....	71	相互接続.....	91
READ_TEMPERATURE_2.....	71	アプリケーション回路.....	91
READ_POUT.....	71	外部帰還抵抗を用いた DC/DC コンバータのトリミングと	
MFR_READ_IOUT.....	71	マージニング.....	91
MFR_IOUT_SENSE_VOLTAGE.....	73	外部帰還抵抗を用いた DC/DC コンバータでの	
MFR_VIN_PEAK.....	73	4ステップの抵抗選択手順.....	93
MFR_VOUT_PEAK.....	73	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.....	93
MFR_IOUT_PEAK.....	73	TRIM ピンを用いた DC/DC コンバータの、2ステップでの	
MFR_TEMPERATURE_1_PEAK.....	73	抵抗値、DAC フルスケール電圧選択手順.....	94
MFR_VIN_MIN.....	73	検出抵抗を使用した出力の測定.....	94
MFR_VOUT_MIN.....	73	インダクタの DCR を使用した出力の測定.....	94
MFR_IOUT_MIN.....	73	単相設計例.....	95
MFR_TEMPERATURE_1_MIN.....	74	マルチフェーズ電流の測定.....	95
フォルト・ログ.....	74	複数相の設計例.....	95
フォルト・ログの動作.....	74	アンチエイリアシング・フィルタに関する検討事項.....	95
MFR_FAULT_LOG_STORE.....	74	負電圧の検出.....	96
MFR_FAULT_LOG_RESTORE.....	74	USB - I ² C/SMBus/PMBus 間コントローラ DC1613 から	
MFR_FAULT_LOG_CLEAR.....	75	システム内の LTC2975 への接続.....	96
MFR_FAULT_LOG_STATUS.....	75	高精度の DCR 温度補償.....	97
MFR_FAULT_LOG.....	75	LTpowerPlay: パワーマネージャ向けの	
MFR_FAULT_LOG 読み出しの例.....	78	インタラクティブ GUI.....	100
識別/情報.....	82	PCB のアセンブリとレイアウトに関する推奨事項.....	101
CAPABILITY.....	83	バイパス・コンデンサの配置.....	101
PMBus_REVISION.....	83	露出パッド・ステンシルの設計.....	101
MFR_SPECIAL_ID.....	83	プリント回路基板のレイアウト.....	101
MFR_SPECIAL_LOT.....	83	未使用の ADC 検出入力.....	101
ユーザーのスクラッチパッド.....	83	設計のチェックリスト.....	102
USER_DATA_00、USER_DATA_01、USER_DATA_02、		I ² C.....	102
USER_DATA_03、USER_DATA_04、MFR_LTC_RESERVED_1、		出力イネーブル.....	102
MFR_LTC_RESERVED_2.....	83	V _{IN} の検出.....	102
アプリケーション情報.....	84	入力電流検出.....	102
概要.....	84	外部温度検出.....	102
LTC2975 への電力供給.....	84	ロジック信号.....	102
コマンド・レジスタの値の設定.....	84	不使用の入力.....	102
入力電流の測定.....	84	DAC の出力.....	102
入力電圧の測定.....	86	パッケージ.....	103
入力電力の測定.....	86	標準的応用例.....	104
入力エネルギーの測定.....	86	関連製品.....	104

LTC2975

絶対最大定格

(Note 1, 2)

電源電圧:

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

デジタル入力/出力電圧:

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

アナログ電圧:

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

動作接合部温度範囲:

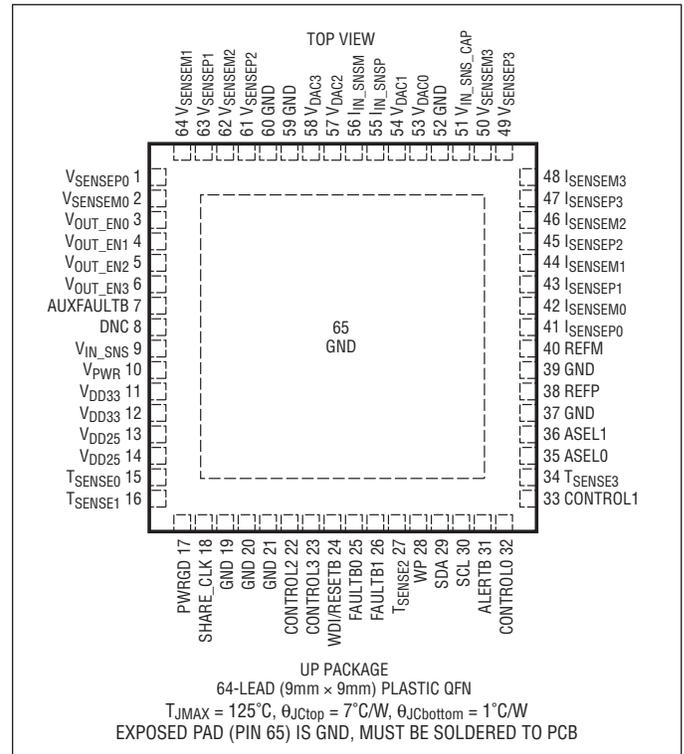
LTC2975C	0°C ~ 70°C
LTC2975I	-40°C ~ 105°C

保存温度範囲..... -65°C ~ 150°C*

最大接合部温度..... 125°C*

* 105°Cを超える温度でのEEPROMの接合部温度に対する詳細なダイ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	接合部温度範囲
LTC2975CUP#PBF	LTC2975CUP#TRPBF	LTC2975UP	64-Lead (9mm×9mm) Plastic QFN	0°C to 70°C
LTC2975IUP#PBF	LTC2975IUP#TRPBF	LTC2975UP	64-Lead (9mm×9mm) Plastic QFN	-40°C to 105°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} 、 $REFP$ 、 $REFM$ ピンはフロート状態。 $C_{VDD33} = 100\text{nF}$ 、 $C_{VDD25} = 100\text{nF}$ 、 $C_{VIN_SNS_CAP} = 10\text{nF}$ 、および $C_{REF} = 100\text{nF}$ 。

SYMBOL	PARAMETER	CONDITIONS	MIN	TYP	MAX	UNITS	
電源特性							
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	$V_{PWR} = 4.5\text{V}$, $V_{DD33} = 0\text{V}$	●	50	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の特性							
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 with $I_{OUT_CAL_GAIN} = 1\Omega$	$0\text{mV} \leq V_{IN_ADC} < 16\text{mV}$ (Note 4)		15.625			$\mu\text{A}/\text{LSB}$
		$16\text{mV} \leq V_{IN_ADC} < 32\text{mV}$		31.25			$\mu\text{A}/\text{LSB}$
		$32\text{mV} \leq V_{IN_ADC} < 63.9\text{mV}$		62.5			$\mu\text{A}/\text{LSB}$
		$63.9\text{mV} \leq V_{IN_ADC} < 127.9\text{mV}$		125			$\mu\text{A}/\text{LSB}$
$127.9\text{mV} \leq V_{IN_ADC} $		250			$\mu\text{A}/\text{LSB}$		
$TUE_ADC_VOLT_SNS$	Total Unadjusted Error	Voltage Sense Inputs $V_{IN_ADC} \geq 1\text{V}$	●		± 0.25	% of Reading	
		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	% of Reading	
		Current Sense Inputs $ V_{IN_ADC} \leq 20\text{mV}$	●		± 60	μV	
V_{OS_ADC}	Offset Error	$I_{SENSEPN}$ and $I_{SENSEMN}$ Inputs, $V_{OS} \cdot I_{OUT_CAL_GAIN}$, $I_{OUT_CAL_GAIN} = 1000\text{m}\Omega$	●		± 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	
t_{UPDATE_ADC}	Update Time	Note 5, $Mfr_ein_config_hd = 0$		190		ms	
		Note 5, $Mfr_ein_config_hd = 1$		500		ms	

LTC2975

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ピンとREFMピンはフロート状態。 $C_{VDD33} = 100\text{nF}$ 、 $C_{VDD25} = 100\text{nF}$ 、 $C_{VIN_SNS_CAP} = 10\text{nF}$ 、および $C_{REF} = 100\text{nF}$ 。

SYMBOL	PARAMETER	CONDITIONS	MIN	TYP	MAX	UNITS
f_{IN_ADC}	Input Sampling Frequency			62.5		kHz

検出入力電流特性 (Note 12)

I_{IN_VSENSE}	Input Current	$V_{SENSEPN}$ and $V_{SENSEMN}$ Inputs	●		± 15	μA
	Differential Input Current	$V_{SENSEPN}$ and $V_{SENSEMN}$ Inputs, $V_{IN_DIFF} = 6\text{V}$	●		± 30	μA
I_{IN_ISENSE}	Input Current	$I_{SENSEPN}$ and $I_{SENSEMN}$ Inputs	●		± 3	μA
	Differential Input Current	$I_{SENSEPN}$ and $I_{SENSEMN}$ Inputs, $ V_{IN_DIFF} = 0.17\text{V}$	●		± 5	μA

DAC の出力特性

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)	●		± 15	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)	$V_{IN_VS} = (V_{SENSEPN} - V_{SENSEMN})$	Low Resolution Mode	●	0		6	V
			High Resolution Mode	●	0		3.8	V
		Single-Ended Voltage: $V_{SENSEMN}$		●	-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		% of Reading
		$1.5\text{V} < V_{IN_VS} \leq 3.8\text{V}$, High Resolution Mode	●			± 1.0		% of Reading
		$0.8\text{V} \leq V_{IN_VS} \leq 1.5\text{V}$, High Resolution Mode	●			± 1.5		% of Reading
t_{S_VS}	Update Period					12.21		μs

電流スーパーバイザ特性

V_{IN_CS}	Current Sense Input Range	Single-Ended Voltage: $I_{SENSEPN}$, $I_{SENSEMN}$	●	-0.1		6		V
		Differential Voltage: $V_{IN_CS} = (I_{SENSEPN} - I_{SENSEMN})$	●	-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		$\mu\text{V}/\text{LSB}$
TUE_CS	Total Unadjusted Error	$50\text{mV} \leq V_{IN_CS} \leq 170\text{mV}$	●			± 3		% of Reading
		$ V_{IN_CS} < 50\text{mV}$	●			± 1.5		mV
V_{OS_CS}	Offset Error	$V_{IN_CS} = 0$	●			± 600		μV
t_{S_CS}	Update Period					12.21		μs

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ピンとREFMピンはフロート状態。 $C_{VDD33} = 100\text{nF}$ 、 $C_{VDD25} = 100\text{nF}$ 、 $C_{VIN_SNS_CAP} = 10\text{nF}$ 、および $C_{REF} = 100\text{nF}$ 。

SYMBOL	PARAMETER	CONDITIONS	MIN	TYP	MAX	UNITS	
V_{IN_SNS} 入力特性							
V_{IN_SNS}	V_{IN_SNS} Input Voltage Range	(Note 11)	●	0	15	V	
I_{VIN_SNS}	V_{IN_SNS} Input Current	$V_{VIN_SNS} = 4.5\text{V}$	●	80	140	200	μA
		$V_{VIN_SNS} = 12\text{V}$	●	150	250	350	μA
		$V_{VIN_SNS} = 15\text{V}$	●	180	300	420	μA
$TUE_{VIN_SNS_T}$	VIN_ON, VIN_OFF Threshold Total Unadjusted Error	$4.5\text{V} \leq V_{VIN_SNS} \leq 8\text{V}$	●		± 2.0	% of Reading	
		$V_{VIN_SNS} > 8\text{V}$	●		± 1.0	% of Reading	
TUE_{VIN}	READ_VIN Total Unadjusted Error	$4.5\text{V} \leq V_{VIN_SNS} \leq 15\text{V}$ (Note 11)	●		± 0.5	% of Reading	
DACソフト接続コンパレータ特性							
V_{OS_CMP}	Offset Voltage	$V_{DACPn} = 0.2\text{V}$	●		± 1	± 18	mV
		$V_{DACPn} = 1.3\text{V}$	●		± 2	± 26	mV
		$V_{DACPn} = 2.65\text{V}$	●		± 3	± 52	mV
入力電流検出特性							
V_{IIN}	Common Mode Input Range	$V_{IIN_SNSP} = V_{IIN_SNSM}$ (Note 11)	●	4.5	15	V	
I_{IIN}	I_{IIN_SNSP} , I_{IIN_SNSM} Input Current	$V_{IIN_SNSP} = V_{IIN_SNSM} = V_{IIN_SNS}$ (Note 2)	●		0.5	2	μA
FS_{IIN}	Full-Scale Input Current Sense Voltage Range	Referred to $(V_{IIN_SNSP} - V_{IIN_SNSM})$ High Range	●	-100	100	mV	
		Medium Range	●	-50	50	mV	
		Low Range	●	-20	20	mV	
TUE_{IIN}	Total Unadjusted Error	$ V_{IIN_SNSP} - V_{IIN_SNSM} = 100\text{mV}$, High Range	●		± 0.6	% of Reading	
		$ V_{IIN_SNSP} - V_{IIN_SNSM} = 50\text{mV}$, Medium Range	●		± 0.65	% of Reading	
		$ V_{IIN_SNSP} - V_{IIN_SNSM} = 20\text{mV}$, Low Range	●		± 0.75	% of Reading	
		$ V_{IIN_SNSP} - V_{IIN_SNSM} = 20\text{mV}$, High Range	●		± 1	% of Reading	
		$ V_{IIN_SNSP} - V_{IIN_SNSM} = 15\text{mV}$, Medium Range	●		± 1	% of Reading	
		$ V_{IIN_SNSP} - V_{IIN_SNSM} = 10\text{mV}$, Low Range	●		± 1	% of Reading	
		$ V_{IIN_SNSP} - V_{IIN_SNSM} = 0\text{mV}$, High Range	●		± 100	μV	
		$ V_{IIN_SNSP} - V_{IIN_SNSM} = 0\text{mV}$, Medium Range	●		± 75	μV	
		$ V_{IIN_SNSP} - V_{IIN_SNSM} = 0\text{mV}$, Low Range	●		± 50	μV	
$CMRR_{IIN}$	DC CMRR	$4.5\text{V} \leq V_{IIN_SNSP} = V_{IIN_SNS} \leq 15\text{V}$ $ V_{IIN_SNSP} - V_{IIN_SNSM} = 100\text{mV}$ High Range	●	85		dB	
	AC CMRR	$V_{IIN_SNSP} = V_{IIN_SNS} = 12\text{V} \pm 100\text{mV}$ $f = 62.5\text{kHz}$			85	dB	
t_{CONV_IIN}	Conversion Time			25		ms	
t_{UPDATE}	Update Rate			5.4		Hz	
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	$^\circ\text{C}$	
N_{TS}	Maximum Ideality Factor	READ_TEMPERATURE_1 = 175°C MFR_TEMP_1_GAIN = $1/N_{TS}$			1.10		
内部温度センサ特性 (READ_TEMPERATURE_2)							
TUE_{TS2}	Total Unadjusted Error				± 1	$^\circ\text{C}$	

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ピンとREFMピンはフロート状態。 $C_{VDD33} = 100\text{nF}$ 、 $C_{VDD25} = 100\text{nF}$ 、 $C_{VIN_SNS_CAP} = 10\text{nF}$ 、および $C_{REF} = 100\text{nF}$ 。

SYMBOL	PARAMETER	CONDITIONS	MIN	TYP	MAX	UNITS
--------	-----------	------------	-----	-----	-----	-------

V_{OUT} イネーブル出力 (V_{OUT_EN} [3:0]) 特性

V _{OUT_EN} _n	Output High Voltage	I _{VOUT_EN} = -5 μA , V _{DD33} = 3.13V	●	10	13	14.7	V
I _{VOUT_EN} _n	Output Sourcing Current	V _{VOUT_EN} Pull-Up Enabled, V _{VOUT_EN} = 1V	●	-5	-7	-9	μA
	Output Sinking Current	Strong Pull-Down Enabled, V _{VOUT_EN} = 0.4V	●	2.5	5	8	mA
		Weak Pull-Down Enabled, V _{VOUT_EN} = 0.4V	●	33	50	65	μA
	Output Leakage Current	Internal Pull-Up Disabled, 0V \leq V _{VOUT_EN} \leq 15V	●			± 1	μA

汎用出力 (AUXFAULTB) 特性

V _{AUXFAULTB}	Output High Voltage	I _{AUXFAULTB} = -5 μA , 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	●	2.5	5	8	mA
	Output Leakage Current	Internal Pull-Up Disabled, 0V \leq V _{AUXFAULTB} \leq 15V	●			± 1	μA

エネルギー・メーター特性

TUE_ETB	Energy Meter Time-Base Error		●			± 1.5	% of Reading
TUE_PIN	READ_PIN Total Unadjusted Error	V _{IIN_SNSP} - V _{IIN_SNSM} = 50mV, Medium Range	●			± 1	% of Reading
TUE_EIN	Energy Meter Total Unadjusted Error	V _{IIN_SNSP} - V _{IIN_SNSM} = 50mV, Medium Range	●			± 2.5	% of Reading

EEPROM 特性

Endurance	(Notes 7, 10)	0°C < T _J < 85°C During EEPROM Write Operations	●	10,000			Cycles
Retention	(Notes 7, 10)	T _J < 105°C	●	20			Years
t _{MASS_WRITE}	Mass Write Operation Time (Note 8)	STORE_USER_ALL, 0°C < T _J < 85°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 Only	●	1.85			V
V _{IL}	Low Level Input Voltage	FAULTB0, FAULTB1, SDA, SCL, WDI/RESETB, WP	●			1.5	V
		CONTROL _n Only	●			1.6	V
V _{HYST}	Input Hysteresis				20		mV
I _{LEAK}	Input Leakage Current	0V \leq V _{PIN} \leq 3.6V	●			± 2	μA
t _{SP}	Pulse Width of Spike Suppressed	FAULTB0, FAULTB1, CONTROL _n			10		μs
		SDA, SCL			98		ns
t _{FAULT_MIN}	Minimum Low Pulse Width for Externally Generated Faults			180			ms
t _{RESETB}	Pulse Width to Assert Reset	V _{WDI/RESETB} \leq 1.5V	●	300			μs
t _{WDI}	Pulse Width to Reset Watchdog Timer	V _{WDI/RESETB} \leq 1.5V	●	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 _{SHARE_CLK_IN}	Input Frequency Operating Range		●	90		110	kHz
t _{LOW}	Assertion Low Time	V _{SHARE_CLK} < 0.8V	●	0.825		1.11	μs

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ピンとREFMピンはフロート状態。 $C_{VDD33} = 100\text{nF}$ 、 $C_{VDD25} = 100\text{nF}$ 、 $C_{VIN_SNS_CAP} = 10\text{nF}$ 、および $C_{REF} = 100\text{nF}$ 。

SYMBOL	PARAMETER	CONDITIONS	MIN	TYP	MAX	UNITS
t_{RISE}	Rise Time	$V_{SHARE_CLK} < 0.8\text{V}$ to $V_{SHARE_CLK} > 1.6\text{V}$			450	ns
I_{LEAK}	Input Leakage Current	$0\text{V} \leq V_{SHARE_CLK} \leq V_{DD33} + 0.3\text{V}$			± 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	$I_{SINK} = 3\text{mA}$			0.4	V	
$f_{SHARE_CLK_OUT}$	Output Frequency Operating Range	$5.49\text{k}\Omega$ Pull-Up to V_{DD33}		90	100	110	kHz

デジタル入力 ASELO、ASEL1

V_{IH}	Input High Threshold Voltage				$V_{DD33} - 0.5$	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_{HIZ}	Hi-Z Input Current				± 24	μA
C_{IN}	Input Capacitance			10		pF

シリアル・バスのタイミング特性

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
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 (LTC2975 Receiving Data) (Note 9)			0			ns
	Data Hold Time (LTC2975 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	$Mfr_config_all_longer_pmbus_timeout = 0$			25	35	ms
		$Mfr_config_all_longer_pmbus_timeout = 1$			200	280	ms

その他のデジタル・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回復不可能な損傷を与える可能性がある。長期にわたって絶対最大定格条件に曝すと、デバイスの信頼性と寿命に悪影響を与える恐れがある。

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GND基準。 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温か低温かによってパッケージ・ストレス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 105°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: ADC変換の各回間の公称時間間隔(ADCのレイテンシ)は、いずれのチャンネルでも t_{UPDATE_ADC} である。

電気的特性

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能力は、設計、特性評価および統計学的なプロセス・コントロールとの相関で保証されている。最小保持時間仕様は、内蔵EEPROMの書き込みサイクル数が最小耐久性仕様より少ないデバイスに適用される。

Note 8: STORE_USER_ALL コマンドの実行中、LTC2975はMFR_COMMON以外のPMBusコマンドにアクノリッジを返さない。「動作」セクションを参照。

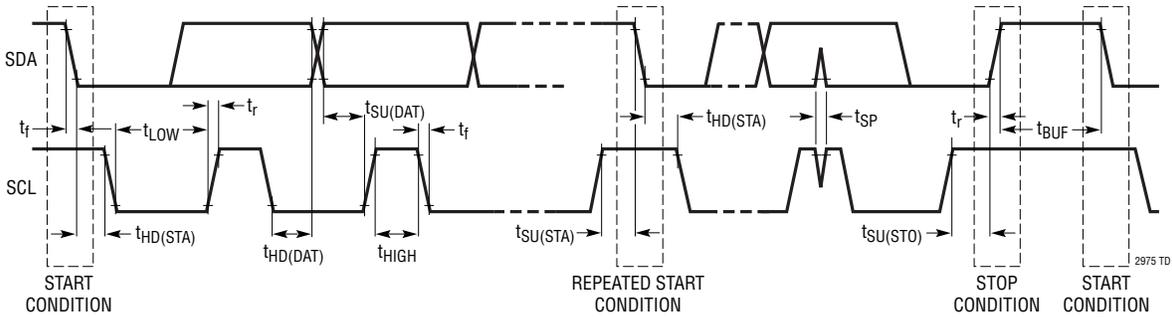
Note 9: SCLとSDAの最大容量性負荷、 C_B は400pF。データとクロックの立ち上がり時間(t_r)と立ち下がり時間(t_f)は次のとおり： $(20 + 0.1 \cdot C_B)$ (ns) $< t_r < 300$ nsおよび $(20 + 0.1 \cdot C_B)$ (ns) $< t_f < 300$ nsである。 $C_B = 1$ 本のバスラインの容量(pF)。SCLとSDAの外部プルアップ電圧、 V_{I0} は $3.13V < V_{I0} < 3.6V$ 。

Note 10: EEPROMの耐久性とデータ保持能力は $T_J > 105^\circ C$ になると低下する。

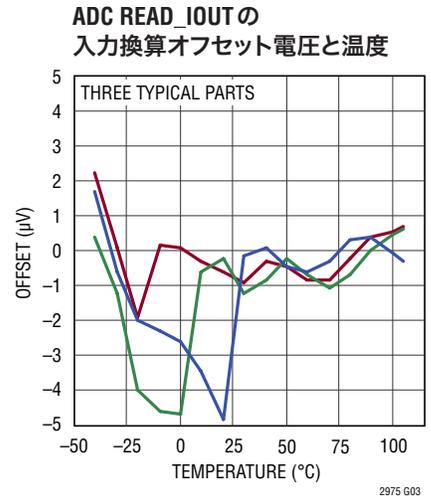
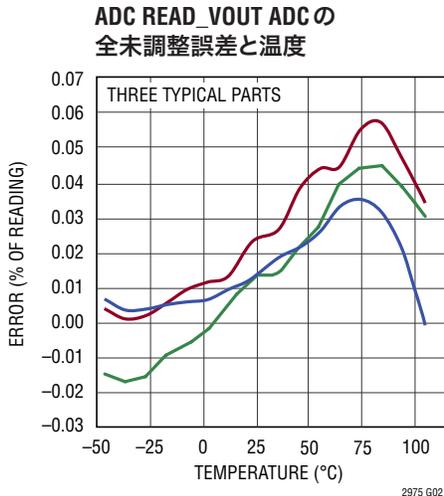
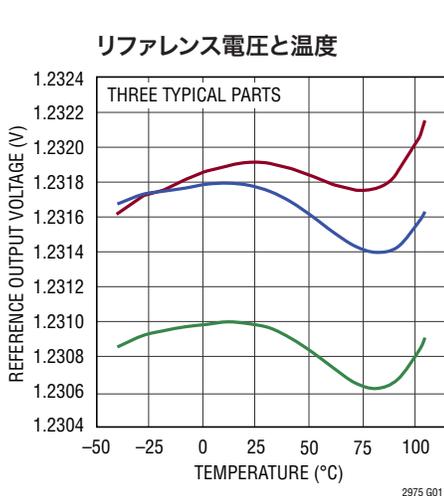
Note 11: READ_VINが $0V \leq V_{IN_SNS} \leq 15V$ で動作している間、READ_IIN、READ_PIN、およびMFR_EINの有効な動作範囲は $4.5V \leq V_{IN_SNS} \leq 15V$ である。

Note 12: V_{SENSE} および I_{SENSE} 入力電流の特性は、入力電流および入力差動電流によって決まる。入力電流は、1つのデバイス・ピンに流れ込む電流として定義される(Note 2を参照)。入力差動電流は、 $(I^+ - I^-)$ として定義される。ここで、 I^+ は正デバイス・ピンに流れ込む電流、 I^- は負デバイス・ピンに流れ込む電流。

PMBusのタイミング図

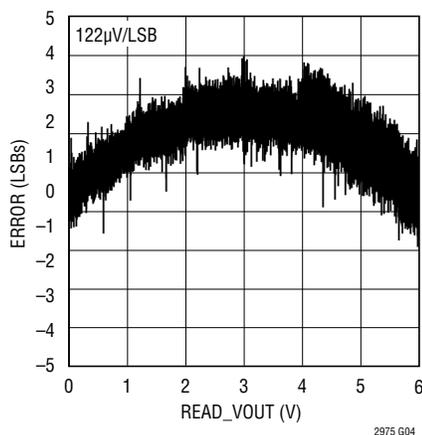


標準的性能特性

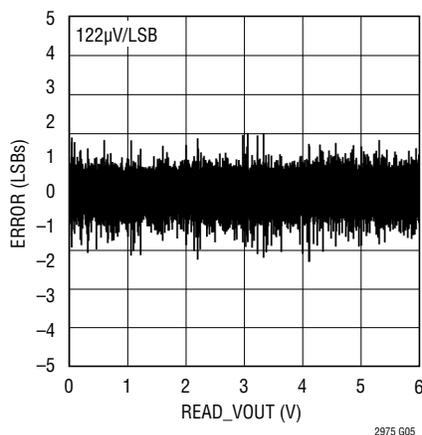


標準的性能特性

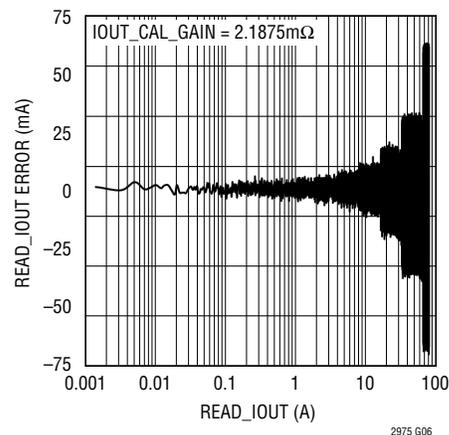
ADC READ_VOUT-INL



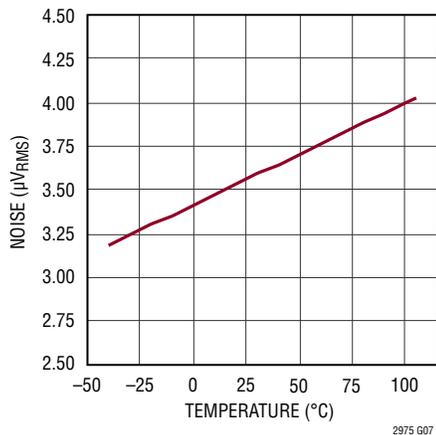
ADC READ_VOUT-DNL



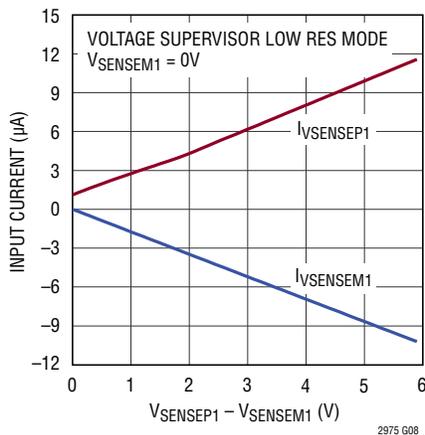
ADC READ_IOUTの誤差と READ_IOUT



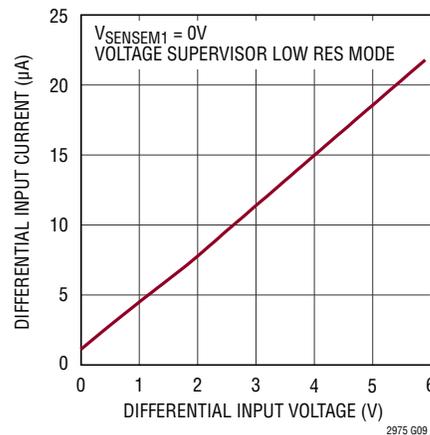
ADC READ_IOUTの 入力換算ノイズと温度



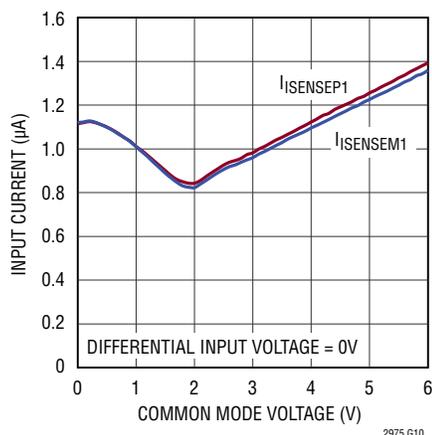
電圧検出入力電流と 差動入力電圧



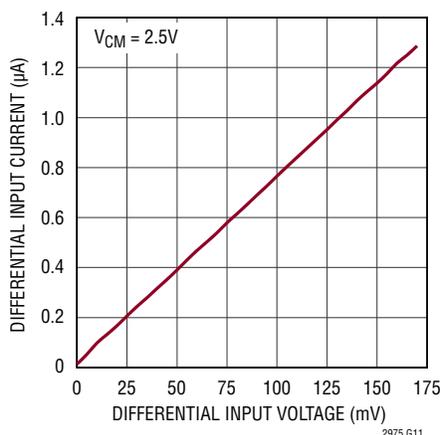
電圧検出差動入力電流と 差動入力電圧



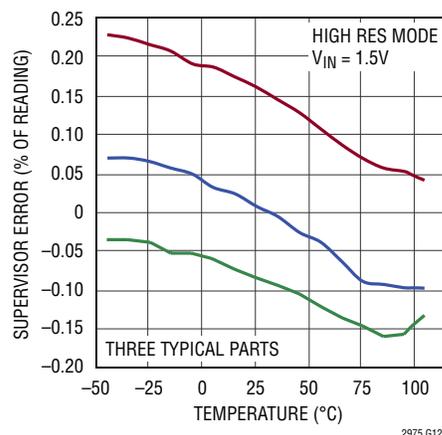
電流検出入力電流と同相電圧



電流検出差動入力電流と 差動入力電圧

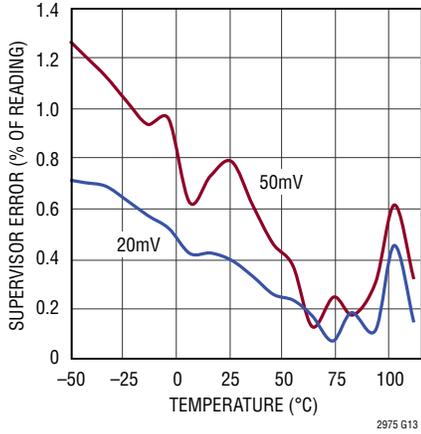


電圧スーパーバイザの 全未調整誤差と温度

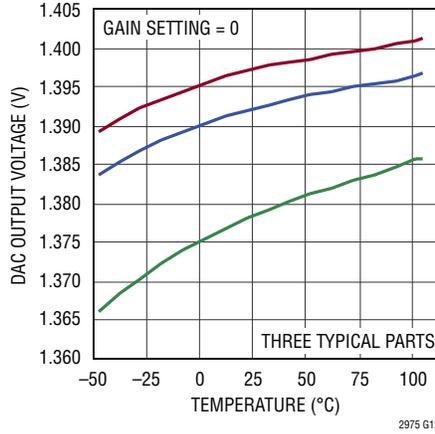


標準的性能特性

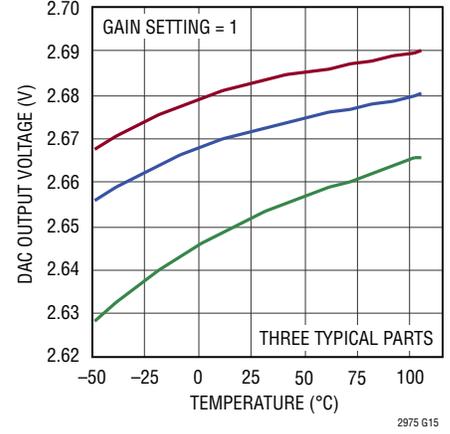
電流スーパーバイザの
全未調整誤差と温度



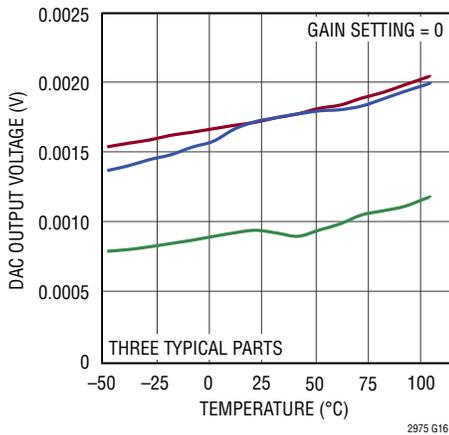
DACのフルスケール電圧と温度
(利得設定=0)



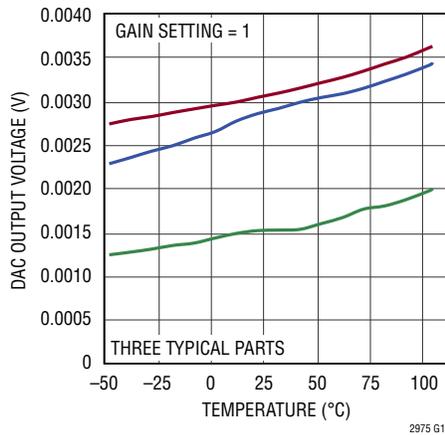
DACのフルスケール電圧と温度
(利得設定=1)



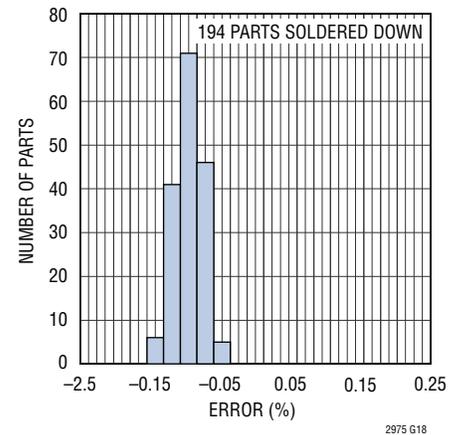
DACのオフセット電圧と温度
(利得設定=0)



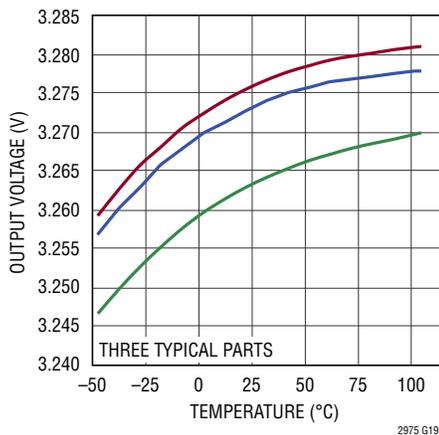
DACのオフセット電圧と温度
(利得設定=1)



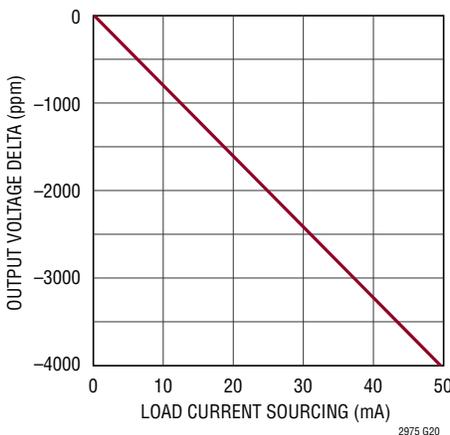
閉ループのサーボ制御誤差



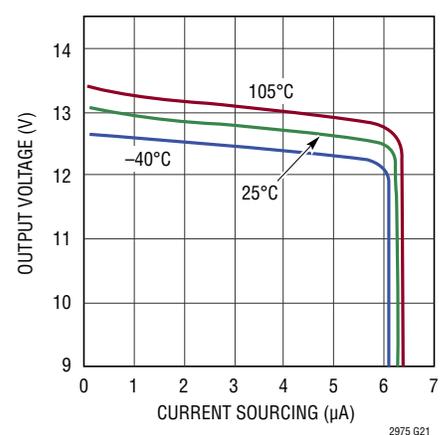
V_{DD33}レギュレータの出力電圧と
温度



V_{DD33}レギュレータの
負荷レギュレーション

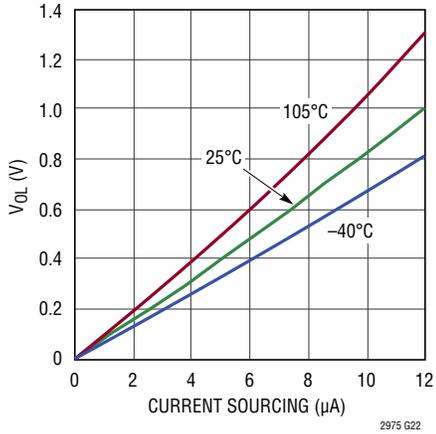


V_{OUT_EN[0:3]}およびAUXFAULTBの
出力“H”電圧と負荷電流

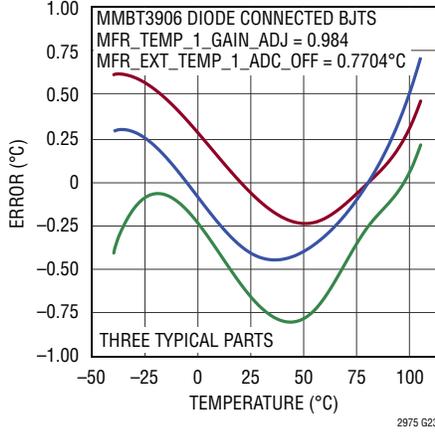


標準的性能特性

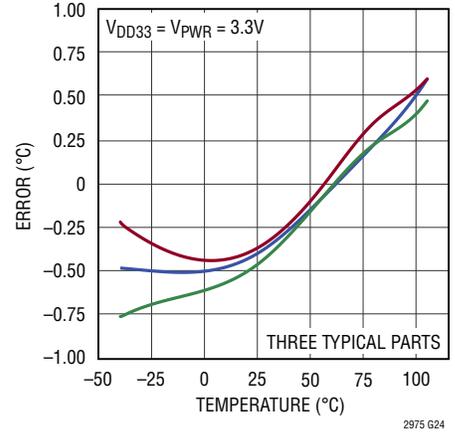
V_{OUT_EN[0:3]} および AUXFAULTB VOLと負荷電流



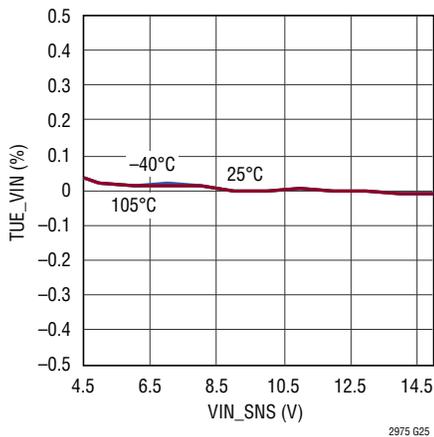
外部温度 READ_TEMPERATURE_1の誤差と温度



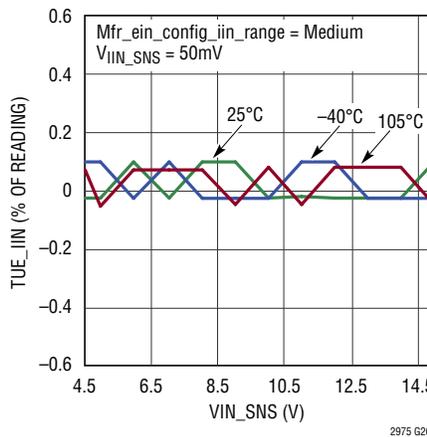
READ_TEMPERATURE_2の誤差と温度



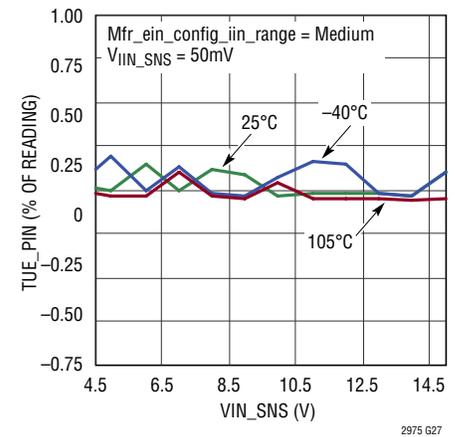
TUE_VINとVIN_SNS



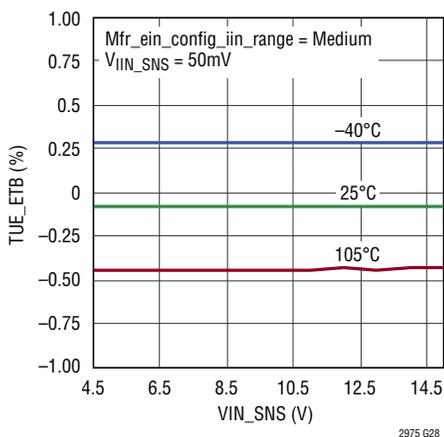
TUE_IINとVIN_SNS



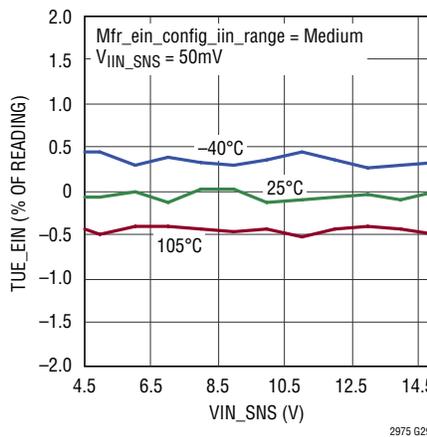
TUE_PINとVIN_SNS



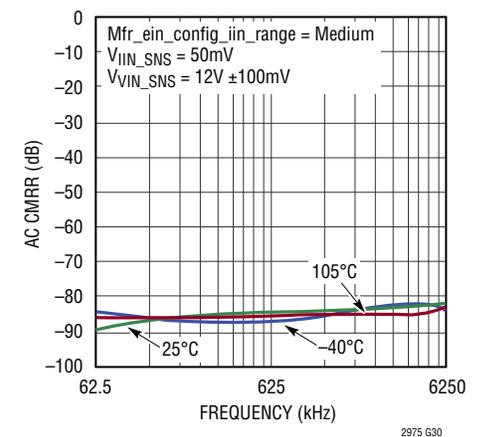
TUE_ETBとVIN_SNS



TUE_EINとVIN_SNS



READ_IINの同相利得と周波数



ピン機能

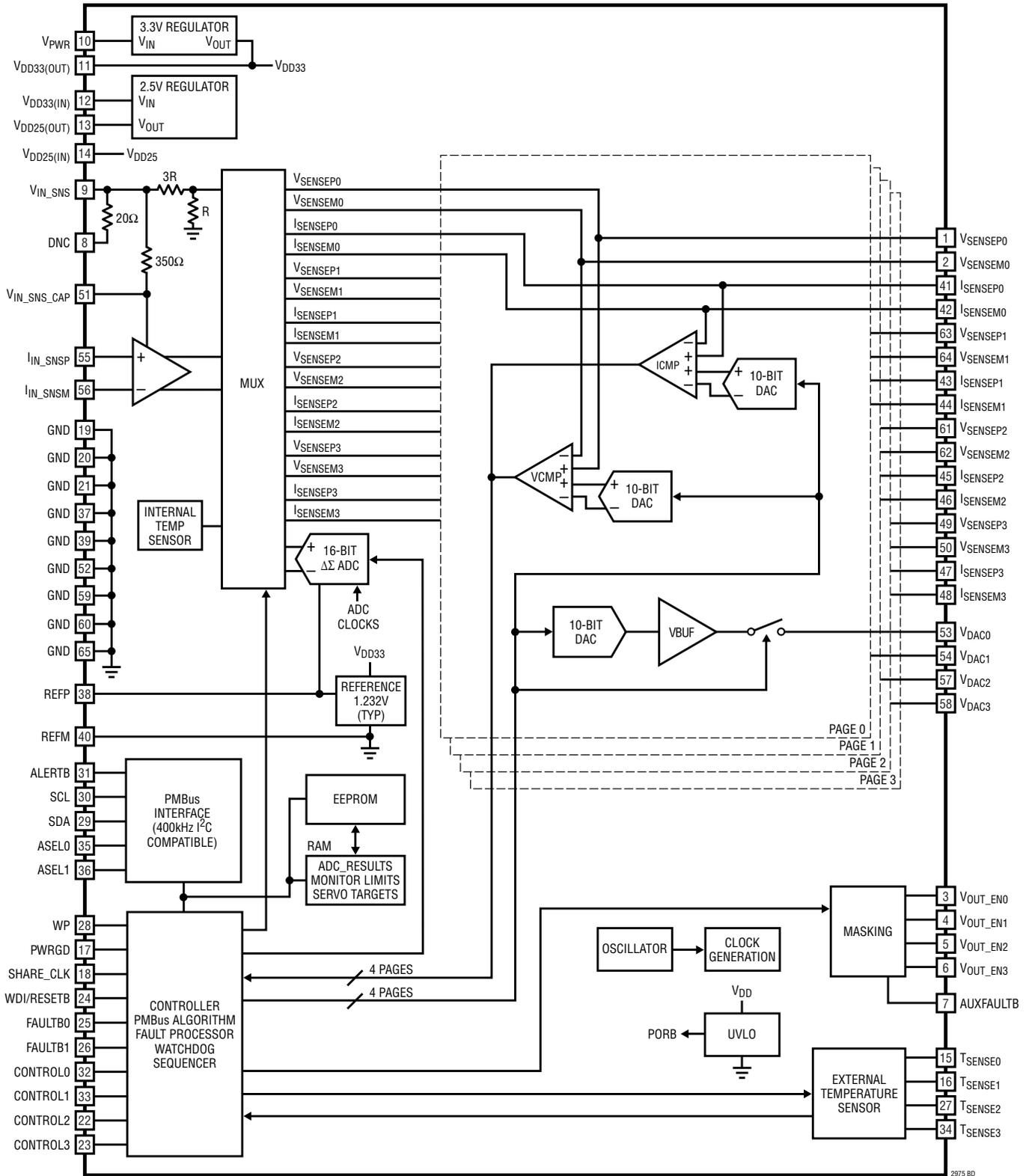
ピン名称	ピン番号	ピンのタイプ	説明
VSENSE0	1*	In	DC/DC コンバータの差動(+)出力電圧0検出ピン
VSENSE0	2*	In	DC/DC コンバータの差動(-)出力電圧0検出ピン
VOUT_EN0	3	Out	DC/DC コンバータ・イネーブル0ピン。高電圧出力。必要に応じて5 μ Aで12Vに引き上げられる。
VOUT_EN1	4	Out	DC/DC コンバータ・イネーブル1ピン。高電圧出力。必要に応じて5 μ Aで12Vに引き上げられる。
VOUT_EN2	5	Out	DC/DC コンバータ・イネーブル2ピン。高電圧出力。必要に応じて5 μ Aで12Vに引き上げられる。
VOUT_EN3	6	Out	DC/DC コンバータ・イネーブル3ピン。高電圧出力。必要に応じて5 μ Aで12Vに引き上げられる。
AUXFAULTB	7	Out	補助フォルト出力ピン。高電圧出力。必要に応じて5 μ Aで12Vに引き上げられる。0V/OC/UCの検出時に“L”に引き下げるように設定できる。
DNC	8	Do Not Connect	このピンには何も接続しない。
VIN_SNS	9	In	V _{IN} 検出入力。この電圧は、下流のDC/DC コンバータをイネーブルおよびディスエーブルするタイミングを決定するために、V _{IN} のオンおよびオフ電圧しきい値に対して比較される。
VPWR	10	In	V _{PWR} は、デバイスへの非安定化電源入力(4.5~15V)としての機能を果たす。4.5~15Vの電源電圧を使用できない場合は、VPWRをV _{DD33} に短絡し、3.3V電源からデバイスに直接電力を供給する。0.1 μ Fのコンデンサを使用してGNDにバイパスする。
VDD33	11	In/Out	VPWRに短絡した場合、3.13~3.47Vの電源入力ピンとしての機能を果たす。それ以外の場合は、内部で安定化された3.3Vの電圧出力になる(0.1 μ Fのデカップリング・コンデンサを使用してGNDに接続する)。内部レギュレータを使用してVDD33を供給する場合、他のどのデバイスのVDD33ピンにも接続しない。
VDD33	12	In	内部2.5Vサブレギュレータの入力。このピンをピン11に短絡する。
VDD25	13	In/Out	内部で安定化された2.5V電圧出力。0.1 μ Fのコンデンサを使用してGNDにバイパスする。他のどのデバイスのVDD25ピンにも接続しない。
VDD25	14	In	2.5V電源電圧入力。このピンをピン13に短絡する。
TSENSE0	15*	In/Out	チャンネル0の外部温度の電流出力および電圧入力。最大許容量は1 μ F。
TSENSE1	16*	In/Out	チャンネル1の外部温度の電流出力および電圧入力。最大許容量は1 μ F。
PWRGD	17	Out	パワーグッド・オープンドレイン出力。選択した出力がパワーグッドになったことを示す。システムのパワーオン・リセットとして使用できる。
SHARE_CLK	18	In/Out	双方向クロック共有ピン。5.49k Ω のプルアップ抵抗をV _{DD33} に接続する。システムでは、他の全てのSHARE_CLKピンに接続する。
GND	19	Ground	チップ・グランド。PCBに半田付けする必要がある。
GND	20	Ground	チップ・グランド。PCBに半田付けする必要がある。
GND	21	Ground	チップ・グランド。PCBに半田付けする必要がある。
CONTROL2	22	In	制御入力ピン2
CONTROL3	23	In	制御入力ピン3
WDI/RESETB	24	In	ウォッチドッグ・タイマ割り込みおよびデバイス・リセット入力。10k Ω のプルアップ抵抗をV _{DD33} に接続する。立ち上がりエッジでウォッチドッグ・カウンタがリセットされる。このピンをt _{RESETB} よりも長い間“L”に保つと、デバイスがリセットされる。
FAULTB0	25	In/Out	オープンドレイン出力およびデジタル入力。アクティブ“L”双方向フォルト・インジケータ0。10k Ω のプルアップ抵抗をV _{DD33} に接続する。
FAULTB1	26	In/Out	オープンドレイン出力およびデジタル入力。アクティブ“L”双方向フォルト・インジケータ1。10k Ω のプルアップ抵抗をV _{DD33} に接続する。
TSENSE2	27*	In/Out	チャンネル2の外部温度の電流出力および電圧入力。最大許容量は1 μ F。
WP	28	In	デジタル入力。書き込み保護入力ピン、アクティブ“H”。
SDA	29	In/Out	PMBus 双方向シリアル・データ・ピン
SCL	30	In	PMBus シリアル・クロック入力ピン(最大400kHz)
ALERTB	31	Out	オープンドレイン出力。フォルト/警告状態で割り込み要求を生成する。

ピン機能

ピン名称	ピン番号	ピンのタイプ	説明
CONTROL0	32	In	制御入力ピン0
CONTROL1	33	In	制御入力ピン1
TSENSE3	34*	In/Out	チャンネル3の外部温度の電流出力および電圧入力。最大許容量は1 μ F。
ASEL0	35	In	3つのアドレス選択入力ピン0。V _{DD33} またはGNDに接続するか、フロート状態にして、1～3のロジック・ステートをエンコードする。
ASEL1	36	In	3つのアドレス選択入力ピン1。V _{DD33} またはGNDに接続するか、フロート状態にして、1～3のロジック・ステートをエンコードする。
GND	37	Ground	チップ・グラウンド。PCBに半田付けする必要がある。
REFP	38	Out	リファレンス電圧出力。0.1 μ Fのデカップリング・コンデンサを使用してREFMに接続する必要がある。
GND	39	Ground	チップ・グラウンド。PCBに半田付けする必要がある。
REFM	40	Out	リファレンス・リターン・ピン。0.1 μ Fのデカップリング・コンデンサを使用してREFPに接続する必要がある。
ISENSEP0	41*	In	DC/DCコンバータの差動(+)出力電流0検出ピン
ISENSEM0	42*	In	DC/DCコンバータの差動(-)出力電流0検出ピン
ISENSEP1	43*	In	DC/DCコンバータの差動(+)出力電流1検出ピン
ISENSEM1	44*	In	DC/DCコンバータの差動(-)出力電流1検出ピン
ISENSEP2	45*	In	DC/DCコンバータの差動(+)出力電流2検出ピン
ISENSEM2	46*	In	DC/DCコンバータの差動(-)出力電流2検出ピン
ISENSEP3	47*	In	DC/DCコンバータの差動(+)出力電流3検出ピン
ISENSEM3	48*	In	DC/DCコンバータの差動(-)出力電流3検出ピン
VSENSEP3	49*	In	DC/DCコンバータの差動(+)出力電圧3検出ピン
VSENSEM3	50*	In	DC/DCコンバータの差動(-)出力電圧3検出ピン
V _{IN_SNS_CAP}	51	Out	V _{IN_SNS} フィルタ・コンデンサ・ピン。10nFのセラミック・コンデンサを使用してグラウンドにバイパスする。
GND	52	Ground	チップ・グラウンド。PCBに半田付けする必要がある。
V _{DAC0}	53	Out	DAC0の出力
V _{DAC1}	54	Out	DAC1の出力
I _{IN_SNSP}	55	In	DC/DCコンバータの差動(+)入力電流検出ピン。使用しない場合、V _{IN_SNS} に接続する。
I _{IN_SNSM}	56	In	DC/DCコンバータの差動(-)入力電流検出ピン。使用しない場合、V _{IN_SNS} に接続する。
V _{DAC2}	57	Out	DAC2の出力
V _{DAC3}	58	Out	DAC3の出力
GND	59	Ground	チップ・グラウンド。PCBに半田付けする必要がある。
GND	60	Ground	チップ・グラウンド。PCBに半田付けする必要がある。
VSENSEP2	61*	In	DC/DCコンバータの差動(+)出力電圧2検出ピン
VSENSEM2	62*	In	DC/DCコンバータの差動(-)出力電圧2検出ピン
VSENSEP1	63*	In	DC/DCコンバータの差動(+)出力電圧1検出ピン
VSENSEM1	64*	In	DC/DCコンバータの差動(-)出力電圧1検出ピン
GND	65	Ground	露出パッド。PCBに半田付けする必要がある。

* 未使用のVSENSEP_n/ISENSEP_nピン、VSENSEM_n/ISENSEM_nピン、またはTSENSE_nピンはGNDに接続します。「アプリケーション情報」セクションの「未使用のADC検出入力」を参照してください。

ブロック図



2975 BD

動作

LTC2975の動作の概要

LTC2975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、および電圧および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、出力電流、出力温度、およびLTC2975の内部温度読み出しを提供する。
- 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。LTC2975は、時間ベースのシーケンスとトラッキング・シーケンスをサポートする。時間ベースのシーケンス・オフ付きのカスケード・シーケンス・オンもサポートされている。
- 自律的に、または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コンバータの出力電圧をPMBusでプログラムされたりリミットにマーージングする。
- マージンDACへの直接アクセスにより、DC/DCコンバータの出力電圧をトリミングまたはマーージングする。
- DC/DCコンバータの入力電圧、出力電圧、負荷電流、およびインダクタ温度がPMBusでプログラムされたり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正確に処理する。この自己発熱の影響と外部温度センサの読み取り値を組み合わせ、電流スーパーバイザとADC電流測定の精度を改善する。
- 動作を無期限に継続、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、直ちにラッチオフ、TOFF_DELAY後にシーケンス制御を解除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。リトライをイネーブルし、MFR_RETRY_COUNTで全てのページのリトライ数(0~6または無制限)を設定する。
- 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、必要に応じてトリミングを再開できる。
- 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V_{DD33}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。
- LTC2975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フォルト、UVフォルト、OCフォルト、および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遠隔測定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しきい値電圧(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。
- ハイサイドの入力電流、入力電圧、入力電力、および蓄積された入力エネルギーを読み出す。
- 最小および最大の入力電圧、入力電流、入力電力、出力電圧、出力電流、および出力温度を記録する。
- RAM領域(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。社内での一括プログラミングを容易にする。
- コマンド・プラスを使用して複数のホストに対応する。

動作

EEPROM

LTC2975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。

$T_J = 105^\circ\text{C}$ を超える温度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。

105°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 105°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 105°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。

105°C を超える温度でのEEPROMの保持特性の低下は、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。

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

ここで、

AF = 加速係数

E_a = 活性化エネルギー = 1.4eV

k = $8.617 \cdot 10^{-5}$ eV/°K

T_{USE} = 105°C の規定接合部温度

T_{STRESS} = 実際の接合部温度(°C)

例: 接合部温度 125°C で10時間動作させた場合の保持特性への影響を計算します。

$T_{STRESS} = 125^\circ\text{C}$

$T_{USE} = 105^\circ\text{C}$

AF = 8.65

105°C での等価動作時間 = 86.5時間。

したがって、EEPROMの全保持時間は、 125°C の接合部温度で10時間の動作の結果として86.5時間だけ劣化しました。ただし、EEPROMの 105°C の接合部温度での175,200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、第3の出力レベルを使用して、フォルト状態が検出されたことを示すように設定できます。多重化の概念図に関しては、図1を参照してください。

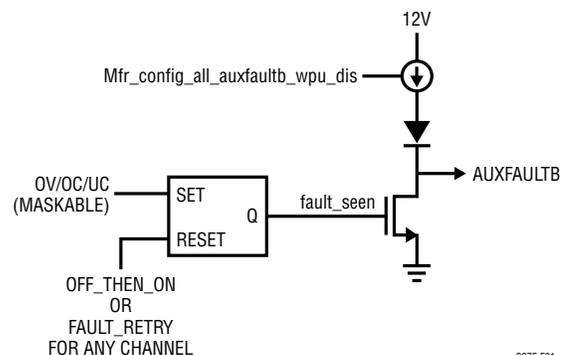


図1. AUXFAULTB MUX

MFR_CONFIG2_LTC2975コマンドとMFR_CONFIG3_LTC2975コマンドをチャンネルごとに使用して、AUXFAULTBピンを第3の出力レベル(GNDへの高速プルダウン)に駆動するフォルト状態を選択できます。AUXFAULTBピンに伝搬できるフォルトの種類は、過電圧フォルトおよび過電流/低電流フォルトのみです。

Mfr_config_all_auxfaultb_wpuは、AUXFAULTBピンを、高インピーダンス状態にするのか、 $5\mu\text{A}$ の電流を使用して約12Vに弱くプルアップするのかが選択します。図1に示すように、イネーブルされたフォルトが検出された場合、GNDへのプルダウンが優先されます。

動作

RESETB

WDI/RESETB ピンを“L”に保つ時間を t_{RESETB} より長くすると、LTC2975 はパワーオン・リセット状態に移行します。パワーオン・リセット状態中、デバイスは I²C バス通信を行いません。LTC2975 は、WDI/RESETB ピンの次の立ち上がりエッジの後、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。10k の抵抗を使用して、WDI/RESETB を V_{DD33} に接続します。WDI/RESETB ピンには 256 μ s のデグリッチ・フィルタが内蔵されているので、このピンにフィルタ容量を追加するのは推奨されません。

PMBus シリアル デジタル インタフェース

LTC2975 は、標準の 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。

LTC2975 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 LTC2975 と通信することができます。

- マスタ・トランスミッタ、スレーブ・レシーバ
- マスタ・レシーバ、スレーブ・トランスミッタ

以下の SMBus コマンドがサポートされています。

- バイト書き込み、ワード書き込み、バイト送信
- バイト読み出し、ワード読み出し、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 2～14 に示します。全てのトランザクションが PEC (パケット・エラー・チェック) と GCP (グループ・コマンド・プロトコル) に対応しています。ブロック読み出しは、戻り値のデータとして 255 バイトをサポートします。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 を基盤として構築され、両者の間にはタイミング、DC パラ

メータ、プロトコルにいくつかのわずかな差異が存在します。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パケット・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。通常、I²C 通信用に構成できるマスタ・デバイスは、ハードウェアまたはファームウェアにわずかな変更を加えるか、まったく変更なしに PMBus にも適用できます。

PMBus で適用された SMBus に対する軽微な拡張や例外については、『PMBus Specification Part 1 Revision 1.1』のセクション 5 「Transport」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 の相違点については、『System Management Bus (SMBus) Specification Version 2.0』の付録 B 「Differences between SMBus and I²C」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

LTC2975 の I²C/SMBus アドレスはベースアドレス + N と等しく、N は 0～8 までの数です。N は ASEL0 と ASEL1 ピンを V_{DD33}、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 N 値を使用すると、9つの LTC2975s を共に接続して 36 個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。こうしておくことで設計上の心配事が減ります。

LTC2975 は ASEL ピン と MFR_I2C_BASE_ADDRESS レジスタの状態に関係なく、グローバル・アドレスと SMBus Alert Response アドレスに常に応答します。

2975f

LTC2975

動作

処理コマンド

LTC2975は、専用の処理ブロックを使用して、全てのコマンドに対して迅速に応答できるようにしています。数少ない例外として、コマンド処理中に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、デバイスがビジー状態でも必ず読み込まれる特殊なコマンドです。この方法により、ホストはLTC2975が処理中かどうかを判定できます。

EEPROM 関連のコマンド

コマンド	標準的遅延時間*	注釈
STORE_USER_ALL	$t_{\text{MASS_WRITE}}$	「電気的特性」の表参照。LTC2975は、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・バイトにはNACKが返される。MFR_COMMONは常に読み取りが可能。
RESTORE_USER_ALL	30ms	LTC2975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・バイトにはNACKが返される。MFR_COMMONは常に読み取りが可能。
MFR_FAULT_LOG_CLEAR	175ms	LTC2975は、フォルト・ログのEEPROM領域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・バイトにはNACKが返される。MFR_COMMONは常に読み取りが可能。
MFR_FAULT_LOG_STORE	20ms	LTC2975は、フォルト・ログのRAMバッファをEEPROM領域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・バイトにはNACKが返される。MFR_COMMONは常に読み取りが可能。
内部フォルト・ログ	20ms	内部フォルトログ・イベントは、フォルトに反応してフォルト・ログの内容をEEPROMにアップロードする1回限りのイベント。内部フォルト・ログ機能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は常に読み取りが可能。
MFR_FAULT_LOG_RESTORE	2ms	LTC2975は、EEPROMのデータをフォルト・ログRAM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・バイトにはNACKが返される。MFR_COMMONは常に読み取りが可能。

*標準遅延時間は、コマンドの停止から次のコマンドの開始までの時間を測定。

その他のコマンド

コマンド	標準的遅延時間*	注釈
MFR_CONFIG	<50 μ s	LTC2975は、このコマンドの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・バイトにはNACKが返される。MFR_COMMONは常に読み取りが可能。
IOUT_CAL_GAIN	<500 μ s	LTC2975は、このコマンドの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・バイトにはNACKが返される。MFR_COMMONは常に読み取りが可能。

*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

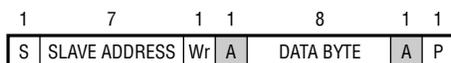
コマンド	注釈
CLEAR_FAULTS	LTC2975はこのコマンドの処理中もコマンドを受け付けるが、関連するステータス・フラグは最長500 μ sの間クリアされない。

動作

表 1.MFR_I2C_BASE_ADDRESSを7ビット0x5Cに設定したLTC2975のアドレス・ルックアップ・テーブル

アドレス・ピン		説明	デバイス・アドレス(16進)		デバイス・アドレス(2進)							R/W
ASEL1	ASEL0		7ビット	8ビット	6	5	4	3	2	1	0	
X	X	Alert Response	0C	19	0	0	0	1	1	0	0	1
X	X	Global	5B	B6	1	0	1	1	0	1	1	0
L	L	N = 0	5C*	B8	1	0	1	1	1	0	0	0
L	NC	N = 1	5D	BA	1	0	1	1	1	0	1	0
L	H	N = 2	5E	BC	1	0	1	1	1	1	0	0
NC	L	N = 3	5F	BE	1	0	1	1	1	1	1	0
NC	NC	N = 4	60	C0	1	1	0	0	0	0	0	0
NC	H	N = 5	61	C2	1	1	0	0	0	0	1	0
H	L	N = 6	62	C4	1	1	0	0	0	1	0	0
H	NC	N = 7	63	C6	1	1	0	0	0	1	1	0
H	H	N = 8	64	C8	1	1	0	0	1	0	0	0

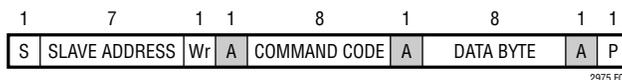
H = VDD33に接続、NC = 接続しない、オープンまたはフロート、L = GNDに接続、X = ドントケア
 *MFR_I2C_BASE_ADDRESS = 7ビット0x5C(製造時のデフォルト値)



- S START CONDITION
- Sr REPEATED START CONDITION
- Rd READ (BIT VALUE OF 1)
- Wr WRITE (BIT VALUE OF 0)
- \bar{A} NOT ACKNOWLEDGE (HIGH)
- A ACKNOWLEDGE (LOW)
- P STOP CONDITION
- PEC PACKET ERROR CODE
- MASTER TO SLAVE
- SLAVE TO MASTER
- CONTINUATION OF PROTOCOL

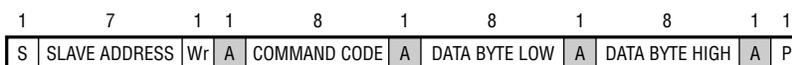
2975 F02

図2. PMBus パケット・プロトコル図の凡例



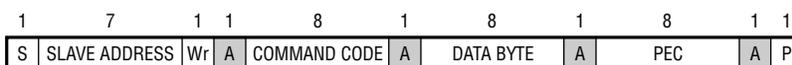
2975 F03

図3. バイト書き込みプロトコル



2975 F04

図4. ワード書き込みプロトコル



2975 F05

図5. PEC 付きバイト書き込みプロトコル

動作

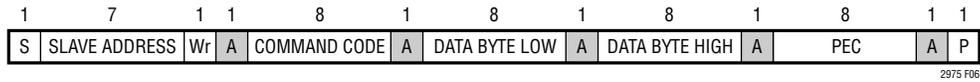


図 6. PEC 付きワード書き込みプロトコル

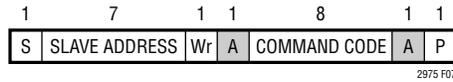


図 7. バイト送信プロトコル

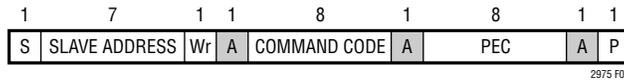


図 8. PEC 付きバイト送信プロトコル

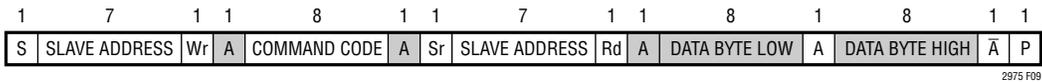


図 9. ワード読み出しプロトコル

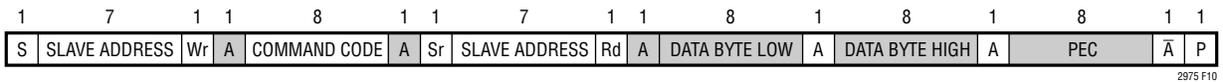


図 10. PEC 付きワード読み出しプロトコル

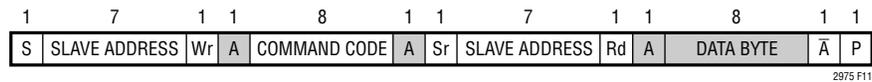


図 11. バイト読み出しプロトコル

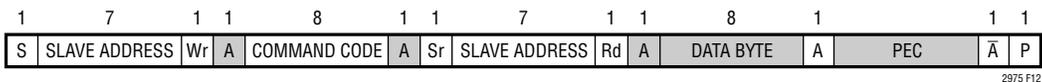


図 12. PEC 付きバイト読み出しプロトコル

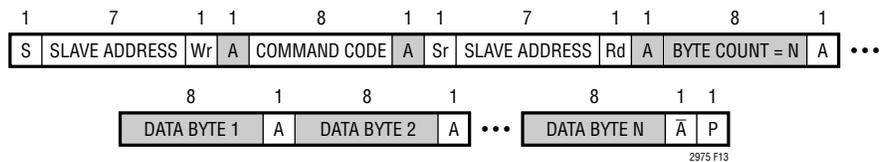


図 13. ブロックでの読み出し

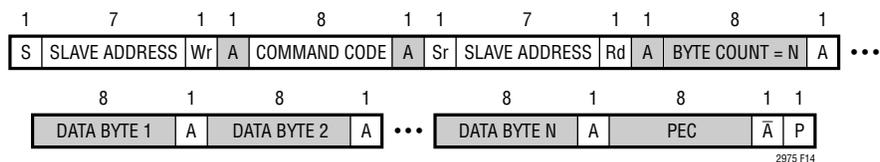


図 14. PEC 付きのブロックでの読み出し

PMBus コマンドの概要

まとめの表

コマンド名	CMD コード	説明	タイプ	ページ 指定	データ 形式	単位	EEPROM	デフォルト値 浮動小数点数 16進数	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 Byte	N	Reg			0x00	29
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 Byte	Y	Reg		Y	0x00	34
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 Byte	Y	Reg		Y	0x1E	35
CLEAR_FAULTS	0x03	セットされている全フォルト・ビットをクリア。	Send Byte	Y				NA	64
WRITE_PROTECT	0x10	偶発的な変更に対してデバイスが提供する 保護のレベル。	R/W Byte	N	Reg		Y	0x00	30
STORE_USER_ALL	0x15	動作メモリ全体をEEPROMに格納。	Send Byte	N				NA	45
RESTORE_USER_ALL	0x16	動作メモリ全体をEEPROMからリストア。	Send Byte	N				NA	45
CAPABILITY	0x19	デバイスがサポートするPMBusオプション 通信プロトコルの要約。	R Byte	N	Reg			0xB0	83
VOUT_MODE	0x20	出力電圧データ形式および仮数のべき数 (2^{-13})。	R Byte	Y	Reg			0x13	51
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 Word	Y	L16	V	Y	1.0 0x2000	51
VOUT_MAX	0x24	他のいかなるコマンドにも関係なく、 デバイスが指示できる出力電圧の上限。	R/W Word	Y	L16	V	Y	4.0 0x8000	51
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 Word	Y	L16	V	Y	1.05 0x219A	51
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 Word	Y	L16	V	Y	0.95 0x1E66	51
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 Word	N	L11	V	Y	10.0 0xD280	47
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。TOFF_DELAYの経過後に、 全てのVOUT_ENピンが直ちにオフされるか、 シーケンス・オフされる (Mfr_config_track_enを参照)。	R/W Word	N	L11	V	Y	9.0 0xD240	47
IOUT_CAL_GAIN	0x38	電流検出素子の公称抵抗値(mΩ)。	R/W Word	Y	L11	mΩ	Y	1.0 0xBA00	52
VOUT_OV_FAULT_LIMIT	0x40	出力過電圧フォルト・リミット。	R/W Word	Y	L16	V	Y	1.1 0x2333	51
VOUT_OV_FAULT_RESPONSE	0x41	出力過電圧フォルトが検出されたときの デバイスの動作。	R/W Byte	Y	Reg		Y	0x80	59
VOUT_OV_WARN_LIMIT	0x42	出力の過電圧警告リミット。	R/W Word	Y	L16	V	Y	1.075 0x2266	51
VOUT_UV_WARN_LIMIT	0x43	出力の低電圧警告リミット。	R/W Word	Y	L16	V	Y	0.925 0x1D9A	51
VOUT_UV_FAULT_LIMIT	0x44	出力低電圧フォルト・リミット。Ton_max_fault およびパワーグッドのデアサートに 使用される。	R/W Word	Y	L16	V	Y	0.9 0x1CCD	51

注記: データ形式の略号はこの表の末尾で説明しています

PMBus コマンドの概要

まとめの表

コマンド名	CMD コード	説明	タイプ	ページ 指定	データ 形式	単位	EEPROM	デフォルト値 浮動小数点数 16進数	参照 ページ
VOUT_UV_FAULT_RESPONSE	0x45	出力低電圧フォルトが検出されたときのデバイスの動作。	R/W Byte	Y	Reg		Y	0x7F	59
IOUT_OC_FAULT_LIMIT	0x46	出力過電流フォルト・リミット。	R/W Word	Y	L11	A	Y	10.0 0xD280	60
IOUT_OC_FAULT_RESPONSE	0x47	出力過電流フォルトが検出されたときのデバイスの動作。	R/W Byte	Y	Reg		Y	0x00	60
IOUT_OC_WARN_LIMIT	0x4A	出力の過電流警告リミット。	R/W Word	Y	L11	A	Y	5.0 0xCA80	52
IOUT_UC_FAULT_LIMIT	0x4B	出力低電流フォルト・リミット。逆電流の検出に使用されるため、負値にする必要がある。	R/W Word	Y	L11	A	Y	-1.0 0xB400	52
IOUT_UC_FAULT_RESPONSE	0x4C	出力低電流フォルトが検出されたときのデバイスの動作。	R/W Byte	Y	Reg		Y	0x00	60
OT_FAULT_LIMIT	0x4F	外部温度センサの過熱フォルト・リミット。	R/W Word	Y	L11	°C	Y	65.0 0xEA08	54
OT_FAULT_RESPONSE	0x50	外部温度センサで過熱フォルトが検出されたときのデバイスの動作。	R/W Byte	Y	Reg		Y	0xB8	61
OT_WARN_LIMIT	0x51	外部温度センサの過熱警告リミット。	R/W Word	Y	L11	°C	Y	60.0 0xE3C0	54
UT_WARN_LIMIT	0x52	外部温度センサの低温警告リミット。	R/W Word	Y	L11	°C	Y	0 0x8000	54
UT_FAULT_LIMIT	0x53	外部温度センサの低温フォルト・リミット。	R/W Word	Y	L11	°C	Y	-5.0 0xCD80	54
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のデバイスの動作。	R/W Byte	Y	Reg		Y	0xB8	61
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 Word	N	L11	V	Y	15.0 0xD3C0	47
VIN_OV_FAULT_RESPONSE	0x56	入力の過電圧フォルトが検出されたときのデバイスの動作。	R/W Byte	N	Reg		Y	0x80	61
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 Word	N	L11	V	Y	14.0 0xD380	47
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 Word	N	L11	V	Y	0 0x8000	47
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 Word	N	L11	V	Y	0 0x8000	47
VIN_UV_FAULT_RESPONSE	0x5A	入力の低電圧フォルトが検出されたときのデバイスの動作。	R/W Byte	N	Reg		Y	0x00	61
POWER_GOOD_ON	0x5E	パワーグッドをアサートする出力電圧の下限。	R/W Word	Y	L16	V	Y	0.96 0x1EB8	51
POWER_GOOD_OFF	0x5F	Mfr_config_all_pwrgrd_off_uses_uv がクリアされたときにパワーグッドをデアサートする出力電圧の上限。	R/W Word	Y	L16	V	Y	0.94 0x1E14	51
TON_DELAY	0x60	CONTROL ピンおよび/または OPERATION コマンド = ON から VOUT_EN ピン = ON までの時間	R/W Word	Y	L11	mS	Y	1.0 0xBA00	56

PMBus コマンドの概要

まとめの表

コマンド名	CMD コード	説明	タイプ	ページ 指定	データ 形式	単位	EEPROM	デフォルト値 浮動小数点数 16進数	参照 ページ
TON_RISE	0x61	V _{OUT_EN} 7 ピンが“H”になってから、LTC2975が必要に応じて内蔵のDACをソフト接続して出力電圧を目的の値までサーボ制御し始めるまでの時間。	R/W Word	Y	L11	mS	Y	10.0 0xD280	56
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 Word	Y	L11	mS	Y	15.0 0xD3C0	56
TON_MAX_FAULT_RESPONSE	0x63	TON_MAX_FAULT イベントが検出されたときのデバイスの動作。	R/W Byte	Y	Reg		Y	0xB8	62
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 Word	Y	L11	mS	Y	1.0 0xBA00	56
STATUS_BYTE	0x78	ユニットのフォルト状態の1バイトの要約。	R Byte	Y	Reg			NA	65
STATUS_WORD	0x79	ユニットのフォルト状態の2バイトの要約。	R Word	Y	Reg			NA	65
STATUS_VOUT	0x7A	出力電圧のフォルトおよび警告の状態。	R Byte	Y	Reg			NA	66
STATUS_IOUT	0x7B	出力電流のフォルトおよび警告の状態。	R Byte	Y	Reg			NA	66
STATUS_INPUT	0x7C	入力電源フォルトおよび警告の状態。	R Byte	N	Reg			NA	66
STATUS_TEMPERATURE	0x7D	READ_TEMPERATURE_1 の外部温度フォルトおよび警告の状態。	R Byte	Y	Reg			NA	67
STATUS_CML	0x7E	通信およびメモリのフォルトおよび警告の状態。	R Byte	N	Reg			NA	67
STATUS_MFR_SPECIFIC	0x80	メーカー固有のフォルトおよび状態の情報。	R Byte	Y	Reg			NA	67
READ_VIN	0x88	入力電源電圧。	R Word	N	L11	V		NA	70
READ_IIN	0x89	DC/DC コンバータの入力電流。	R Word	Y	L11	A		NA	70
READ_VOUT	0x8B	DC/DC コンバータ出力電圧。	R Word	Y	L16	V		NA	70
READ_IOUT	0x8C	DC/DC コンバータ出力電流。	R Word	Y	L11	A		NA	71
READ_TEMPERATURE_1	0x8D	外付けダイオードの接合部温度。IOUT_CAL_GAIN をはじめとする、全ての温度関連処理に使用される値。	R Word	Y	L11	°C		NA	71
READ_TEMPERATURE_2	0x8E	内部接合部温度。	R Word	N	L11	°C		NA	71
READ_POUT	0x96	DC/DC コンバータ出力電力。	R Word	Y	L11	W		NA	71
READ_PIN	0x97	DC/DC コンバータ入力電力。	R Word	Y	L11	W		NA	70
PMBUS_REVISION	0x98	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 Byte	N	Reg			0x11	83
USER_DATA_00	0xB0	メーカーが LTpowerPlay 用に確保。	R/W Word	N	Reg		Y	NA	83
USER_DATA_01	0xB1	メーカーが LTpowerPlay 用に確保。	R/W Word	Y	Reg		Y	NA	83
USER_DATA_02	0xB2	OEM が確保。	R/W Word	N	Reg		Y	NA	83
USER_DATA_03	0xB3	スクラッチパッドの場所。	R/W Word	Y	Reg		Y	0x0000	83
USER_DATA_04	0xB4	スクラッチパッドの場所。	R/W Word	N	Reg		Y	0x0000	83
MFR_LTC_RESERVED_1	0xB5	メーカーが確保。	R/W Word	Y	Reg		Y	NA	83

PMBus コマンドの概要

まとめの表

コマンド名	CMD コード	説明	タイプ	ページ 指定	データ 形式	単位	EEPROM	デフォルト値 浮動小数点数 16進数	参照 ページ
MFR_T_SELF_HEAT	0xB8	出力電流検出デバイスの自己発熱に起因する、外部温度センサによって測定された値からの計算された温度上昇。	R Word	Y	L11	°C		NA	54
MFR_IOUT_CAL_GAIN_TAU_INV	0xB9	$4 \cdot t_{\text{CONV_SENSE}}$ によって大きさが変更される Mfr_t_self_heat の変化の時定数の逆数。	R/W Word	Y	L11		Y	0.0 0x8000	54
MFR_IOUT_CAL_GAIN_THETA	0xBA	インダクタ・コアから、外部温度センサによって測定される点までの熱抵抗。	R/W Word	Y	L11	°C/W	Y	0.0 0x8000	54
MFR_READ_IOUT	0xBB	READ_IOUT の代替データ形式。 1 LSB = 2.5mA。	R Word	Y	CF	2.5mA		NA	71
MFR_LTC_RESERVED_2	0xBC	メーカーが確保。	R/W Word	Y	Reg			NA	83
MFR_EE_UNLOCK	0xBD	MFR_EE_ERASE コマンドと MFR_EE_DATA コマンドによるアクセスのために、ユーザーの EEPROM のロックを解除する。	R/W Byte	N	Reg			NA	46
MFR_EE_ERASE	0xBE	MFR_EE_DATA による一括プログラミングのために、ユーザーの EEPROM を初期化する。	R/W Byte	N	Reg			NA	46
MFR_EE_DATA	0xBF	PMBus ワードの順次読み出しまたは書き込みによって EEPROM との間で伝送されるデータ。一括プログラミングをサポートする。	R/W Word	N	Reg			NA	46
MFR_EIN	0xC0	入力エネルギーのデータ・バイト。	R Block	N	Reg			NA	48
MFR_EIN_CONFIG	0xC1	エネルギーおよび入力電流の設定レジスタ。	R/W Byte	N	Reg		Y	0x00	49
MFR_SPECIAL_LOT	0xC2	工場プログラムされ、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 Byte	Y	Reg		Y	NA	83
MFR_IIN_CAL_GAIN_TC	0xC3	IIN_CAL_GAIN に適用される温度係数。	R/W Word	N	CF	ppm	Y	0x0000	49
MFR_IIN_PEAK	0xC4	READ_IIN の最大測定値。	R Word	Y	L11	A		NA	71
MFR_IIN_MIN	0xC5	READ_IIN の最小測定値。	R Word	Y	L11	A		NA	71
MFR_PIN_PEAK	0xC6	READ_PIN の最大測定値。	R Word	Y	L11	W		NA	71
MFR_PIN_MIN	0xC7	READ_PIN の最小測定値。	R Word	Y	L11	W		NA	71
MFR_COMMAND_PLUS	0xC8	ブロック読み出しとその他のデータに対する代替アクセス。全ての追加ホスト用のコマンド。	R/W Word	N	Reg				31
MFR_DATA_PLUS0	0xC9	ブロック読み出しとその他のデータに対する代替アクセス。追加ホスト0のデータ。	R/W Word	N	Reg				31
MFR_DATA_PLUS1	0xCA	ブロック読み出しとその他のデータに対する代替アクセス。追加ホスト1のデータ。	R/W Word	N	Reg				31
MFR_CONFIG_LTC2975	0xD0	チャンネル固有の構成ビット。	R/W Word	Y	Reg		Y	0x0080	36
MFR_CONFIG_ALL_LTC2975	0xD1	全てのページで共通の構成ビット。	R/W Word	N	Reg		Y	0x0F7B	43
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 Byte	Y	Reg		Y	0x00	63
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 Byte	Y	Reg		Y	0x00	63

PMBus コマンドの概要

まとめの表

コマンド名	CMD コード	説明	タイプ	ページ 指定	データ 形式	単位	EEPROM	デフォルト値 浮動小数点数 16進数	参照 ページ
MFR_PWRGD_EN	0xD4	WDI/RESETBの状態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 Word	N	Reg		Y	0x0000	57
MFR_FAULTB0_RESPONSE	0xD5	FAULTB0ピンが“L”にアサートされたときの デバイスの動作。	R/W Byte	N	Reg		Y	0x00	63
MFR_FAULTB1_RESPONSE	0xD6	FAULTB1ピンが“L”にアサートされたときの デバイスの動作。	R/W Byte	N	Reg		Y	0x00	63
MFR_IOUT_PEAK	0xD7	READ_IOUTの最大測定値。	R Word	Y	L11	A		NA	73
MFR_IOUT_MIN	0xD8	READ_IOUTの最小測定値。	R Word	Y	L11	A		NA	73
MFR_CONFIG2_LTC2975	0xD9	チャンネル固有の構成ビット。	R/W Byte	N	Reg		Y	0x00	38
MFR_CONFIG3_LTC2975	0xDA	チャンネル固有の構成ビット。	R/W Byte	N	Reg		Y	0x00	39
MFR_RETRY_DELAY	0xDB	フォルト再試行モードでの再試行間隔。	R/W Word	N	L11	mS	Y	200 0xF320	62
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 Word	N	L11	mS	Y	400 0xFB20	57
MFR_VOUT_PEAK	0xDD	READ_VOUTの最大測定値。	R Word	Y	L16	V		NA	73
MFR_VIN_PEAK	0xDE	READ_VINの最大測定値。	R Word	N	L11	V		NA	73
MFR_TEMPERATURE_1_ PEAK	0xDF	READ_TEMPERATURE_1の最大測定値。	R Word	Y	L11	°C		NA	73
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 Word	Y	Reg			0x0000	51
MFR_POWERGOOD_ ASSERTION_DELAY	0xE1	パワーグッド出力のアサートの遅延。	R/W Word	N	L11	mS	Y	100 0xEB20	58
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 Word	N	L11	mS	Y	0 0x8000	58
MFR_WATCHDOG_T	0xE3	ウォッチドッグ・タイマの時間間隔。	R/W Word	N	L11	mS	Y	0 0x8000	58
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 Byte	N	Reg		Y	0x0F	30
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 Word	N	Reg			NA	68
MFR_I ² C_BASE_ADDRESS	0xE6	I ² C/SMBus アドレス・バイトのベース値。	R/W Byte	N	Reg		Y	0x5C	31
MFR_SPECIAL_ID	0xE7	LTC2975を識別するメーカーのコード。	R Word	N	Reg		Y	547 0x0223	83
MFR_IIN_CAL_GAIN	0xE8	入力電流検出素子の公称抵抗 (mΩ)。	R/W Word	N	L11	mΩ	Y	1.0 0xBA00	49
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 Word	Y	L11		Y	2.0 0xC200	51
MFR_FAULT_LOG_STORE	0xEA	RAMからEEPROMへのフォルト・ログの 伝送を命令する。	Send Byte	N				NA	74

PMBus コマンドの概要

まとめの表

コマンド名	CMD コード	説明	タイプ	ページ 指定	データ 形式	単位	EEPROM	デフォルト値 浮動小数点数 16進数	参照 ページ
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。	Send Byte	N				NA	74
MFR_FAULT_LOG_CLEAR	0xEC	フォルト・ログのために確保された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する。	Send Byte	N				NA	75
MFR_FAULT_LOG_STATUS	0xED	フォルト記録のステータス。	R Byte	N	Reg		Y	NA	75
MFR_FAULT_LOG	0xEE	フォルト・ログのデータ・バイト。この順次取得データを使用して完全なフォルト・ログをアセンブルする。	R Block	N	Reg		Y	NA	75
MFR_COMMON	0xEF	複数のLTCチップに共通するメーカー・ステータス・ビット。	R Byte	N	Reg			NA	69
MFR_IOUT_CAL_GAIN_TC	0xF6	IOUT_CAL_GAINに適用される温度係数。	R/W Word	Y	CF	ppm	Y	0x0000	53
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全ての条件の再試行数。	R/W Byte	N	Reg		Y	0x07	62
MFR_TEMP_1_GAIN	0xF8	外部ダイオード温度の非理想係数の逆数。 1 LSB = 2^{-14} 。	R/W Word	Y	CF		Y	1 0x4000	54
MFR_TEMP_1_OFFSET	0xF9	外部温度のオフセット値。	R/W Word	Y	L11	°C	Y	0 0x8000	54
MFR_IOUT_SENSE_VOLTAGE	0xFA	VISENSEP - VISENSEMの絶対値。 1 LSB = 3.05µV。	R Word	Y	CF	3.05µV		NA	73
MFR_VOUT_MIN	0xFB	READ_VOUTの最小測定値。	R Word	Y	L16	V		NA	73
MFR_VIN_MIN	0xFC	READ_VINの最小測定値。	R Word	N	L11	V		NA	73
MFR_TEMPERATURE_1_MIN	0xFD	READ_TEMPERATURE_1の最小測定値。	R Word	Y	L11	°C		NA	74

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の補数の指数で、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PMBusコマンド・レジスタの詳細解説で定義されている
CF	カスタム形式	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。多くの場合、MFR固有の一定の倍率が掛けられる、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

アドレス指定および書き込み保護

コマンド名	CMD コード	説明	タイプ	ページ 指定	形式	単位	EEPROM	デフォルト 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 Byte	N	Reg			0x00	29
WRITE_PROTECT	0x10	偶発的な変更に対してデバイスが 提供する保護のレベル。	R/W Byte	N	Reg		Y	0x00	30
MFR_I ² C_BASE_ADDRESS	0xE6	I ² C/SMBus アドレス・バイトのベース値。	R/W Byte	N	Reg		Y	0x5C	31
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 Byte	N	Reg		Y	0x0F	30
MFR_COMMAND_PLUS	0xC8	ブロック読み出しとその他のデータに 対する代替アクセス。 全ての追加ホスト用のコマンド。	R/W Word	N	Reg				31
MFR_DATA_PLUS0	0xC9	ブロック読み出しとその他のデータに 対する代替アクセス。 追加ホスト0のデータ。	R/W Word	N	Reg				31
MFR_DATA_PLUS1	0xCA	ブロック読み出しとその他のデータに 対する代替アクセス。 追加ホスト1のデータ。	R/W Word	N	Reg				31

PAGE

LTC2975 には、管理できる DC/DC コンバータの 4 つのチャンネルに対応する 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・ページ・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。その他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 でページ化されたどの 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 フォルトが発生します。PAGE = 0xFF 非対応のページを PAGE = 0xFF で書き込んでも無視され、CML フォルトが発生します。

PAGE のデータの内容

ビット	シンボル	動作
b[7:0]	Page	ページ・オペレーション。 0x00: 全ての PMBus コマンドがチャンネル/ページ0 をアドレス指定する。 0x01: 全ての PMBus コマンドがチャンネル/ページ1 をアドレス指定する。 0x02: 全ての PMBus コマンドがチャンネル/ページ2 をアドレス指定する。 0x03: 全ての PMBus コマンドがチャンネル/ページ3 をアドレス指定する。 0xFF: 規定されていない全ての値は予備。 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。

PMBus コマンドの説明

WRITE_PROTECT

WRITE_PROTECT コマンドは、LTC2975 のコマンド・レジスタが誤ってプログラムされないよう保護します。サポートされる全てのコマンドは WRITE_PROTECT の設定にかかわらずそのパラメータを読み込み、また EEPROM の内容も WRITE_PROTECT の設定にかかわらず読み込むことができます。

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むことができます。この設定は EEPROM に格納可能です。

WRITE_PROTECT のデータの内容

ビット	シンボル	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 コマンド以外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 コマンド以外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備。

書き込み禁止ピン

WP ピンにより、LTC2975 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の保護を実現します。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無効になります。例えば、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	シンボル	動作
b[7:4]	Reserved	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) アクセスに対するチャンネル3のマスキング 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) アクセスに対するチャンネル2のマスキング 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) アクセスに対するチャンネル1のマスキング 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

PMBus コマンドの説明

MFR_PAGE_FF_MASK のデータの内容

ビット	シンボル	動作
b[0]	Mfr_page_ff_mask_chan0	グローバル・ページ・コマンド (PAGE=0xFF) アクセスに対するチャンネル0のマスキング 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。0～8 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응答します。例えば、MFR_I2C_BASE_ADDRESS の製造時のデフォルト値が 5C、ASEL1 と ASEL0 の両方が“H” (オフセット N=2) では、デバイス・アドレスは 0x5C+2 = 0x5E になります。

MFR_I2C_BASE_ADDRESS のデータの内容

ビット	シンボル	動作
b[7]	Reserved	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」のセクションの「デバイス・アドレス」を参照してください。

MFR_COMMAND_PLUS

MFR_DATA_PLUS0 および MFR_DATA_PLUS1

MFR_STATUS_PLUS0 および MFR_STATUS_PLUS1

PAGEレジスタと同様に、これらのレジスタを使用して、間接的にメモリのアドレスを指定できます。これらのレジスタは、下で説明するように、メモリの読み出しや書き込みを行う高度な操作に使用できます。

コマンド・プラス操作では、一連のワード・コマンドを使用して以下をサポートします。

- 標準的な順次ワード読み出しを使用してブロック・データを読み出す代替方法。
- 最大2つの追加ホストにより、PMBus ワード・プロトコルを使用して内部レジスタを読み出すことができるピーク操作 (各ホストには固有のページあり)。
- 最大2つの追加ホストにより、PMBus ワード・プロトコルを使用して内部レジスタに書き込むことができるポーク操作 (各ホストには固有のページあり)。
- ピーク、ポーク、およびコマンド・プラスによるブロック読み出しは、通常の PMBus アクセスまたは PAGE で設定したページ値に妨害を与えることはない。これにより、最大3つのホストのマルチマスタ・サポートが可能。

MFR_COMMAND_PLUS のデータの内容

ビット	シンボル	動作
b[15]	Mfr_command_plus_reserved	予備。常に0を返す。
b[14]	Mfr_command_plus_id	コマンド・プラスのホスト ID 0: Mfr_command_plus ポインタおよびページはキャッシュに格納され、全ての Mfr_data_plus0 アクセスに対して使用される。 1: Mfr_command_plus ポインタおよびページはキャッシュに格納され、全ての Mfr_data_plus1 アクセスに対して使用される。

PMBus コマンドの説明

MFR_COMMAND_PLUSのデータの内容

b[13:9]	Mfr_command_plus_page	Mfr_data_plus0またはMfr_data_plus1を介してピーク処理またはポーク処理を行うときに使用するページ。使用できる値は0~3。このページの値は、このレジスタが書き込まれるときに、Mfr_command_plus_idの値に基づいてMfr_data_plus0およびMfr_data_plus1のキャッシュに別個に格納される。
b[7:0]	Mfr_command_plus_pointer	Mfr_data_plus0またはMfr_data_plus1によってアクセスされる内部メモリの位置。Mfr_data_plus0ポインタとMfr_data_plus1ポインタは別個のキャッシュに格納される。正しい値は「PMBusコマンドの概要」の表の「コマンド・コード」列に示す。その他の値は全て予備。ただし、「ポーク操作のイネーブルおよびディスエーブル」セクションに示す特殊なポーク・イネーブル/ディスエーブル値と、Mfr_status_plus0およびMfr_status_plus1について以下に示すコマンド値を除く。

MFR_DATA_PLUS0およびMFR_DATA_PLUS1のデータの内容

ビット	シンボル	動作
b[15:0]	Mfr_data_plus0 Mfr_data_plus1	このレジスタからの読み出しでは、最後に一致するMfr_command_plusの書き込みで参照されたデータが返される。より具体的には、host 0 update Mfr_data_plus0によるMfr_command_plusへの書き込みと、host1 update Mfr_data_plus1によるMfr_command_plusへの書き込み。pointer=Mfr_fault_Logの間の複数回の順次読み出しによってブロック読み出しバッファの全内容が返される。バッファの終わりを超えてブロック読み出しを行うと、ゼロが返される。 「Mfr_data_plus0を使用したポーク操作」セクションに説明されているポーク操作手順に従った場合、このレジスタへの書き込みにより、最後に一致するMfr_command_plus_pointerが参照した場所にデータが転送される。

MFR_STATUS_PLUS0およびMFR_STATUS_PLUS1のデータの内容

ビット	シンボル	動作
b[7:2]	Reserved	
b[1]	Mfr_status_plus_block_peek_failed0 Mfr_status_plus_block_peek_failed1	ホストを照合するための最新のブロック・ピークのステータス。 0:最後のブロック・ピークは中断されなかった。 1:途中で発生したEEPROMへのフォルト・ログの書き込み、MFR_FAULT_LOG_STOREコマンド、またはMFR_FAULT_LOGの標準的なPMBusブロック読み出しが原因で、最後のブロック・ピークは中断された。中途介入操作は必ず最後まで完了する。
b[0]	Mfr_status_plus_poke_failed0 Mfr_status_plus_poke_failed1	ホストを照合するための最新のポークのステータス。 0:最後のポーク操作は失敗しなかった。 1:「ポーク操作のイネーブルおよびディスエーブル」セクションで説明するように、ポークがイネーブルされていなかったため最後のポーク操作は失敗した。

MFR_STATUS_PLUS0はコマンド位置0x2Cにあり、MFR_STATUS_PLUS1はコマンド位置0x2Dにある。これらは予備のPMBusコマンド位置に対応する。これら2つのステータス・レジスタはコマンド・プラスのピーク操作を介してのみ読み出すことができる。

コマンド・プラスおよびMfr_data_plus0を使用したフォルト・ログの読み出し

Mfr_command_plus_pointer = 0xEEをMfr_command_plus_page = 0およびMfr_command_plus_id = 0と組み合わせて書き込みます。

Mfr_data_plus0からデータを読み出します。各読み出しにより、MFR_FAULT_LOGコマンドの次のデータ・ワードが返されます。

- 最初のワード読み出しはByte_count[15:0]=0x00FFです。
- 次の一連のワード読み出しは、2バイトを1ワードにパックしたプリアンブルです。詳細については「フォルト・ログ」のセクションを参照してください。
- 次の一連のワード読み出しは、1ワード当たり2バイトの循環ループ・データです。詳細については「フォルト・ログ」のセクションを参照してください。
- 余計な読み出しを行うと、ゼロが返されます。
- PMBusのワード・コマンドとバイト・コマンドを交互に配置すると、進行中のコマンド・プラス・ブロック読み出しを妨げません。
- MFR_FAULT_LOGのPMBusブロック読み出しを交互に配置すると、このコマンドは中断されます。

PMBus コマンドの説明

ステータスをチェックして、先ほど読み出したデータが全て有効であったことを確認します。

- Mfr_command_plus_pointer=0x2CをMfr_command_plus_page = 0およびMfr_command_plus_id = 0と組み合わせて書き込みます。
- Mfr_data_plus0からデータを読み出して、Mfr_status_plus_block_peek_failed0 = 0であることを確認します。

MFR_COMMAND_PLUSおよびMFR_DATA_PLUS0を使用したエネルギーの読み出し

Mfr_command_plus_pointer = 0xC0をMfr_command_plus_page = 0およびMfr_command_plus_id = 0と組み合わせて書き込みます。

Mfr_data_plus_0からデータを読み出します。各読み出しにより、MFR_EIN コマンドの次のデータ・ワードが返されます。

- Byte_count[15:0] = 0x000C
- Energy_value[15:0]
- Energy_value[31:16]
- Energy_value[47:32]
- Energy_time[15:0]
- Energy_time[31:16]
- Energy_time[47:32]

Mfr_data_plus0を使用したピーク操作

内部のワードおよびバイトはコマンド・プラスを使用して読み出すことができます。

Mfr_command_plus_pointer=CMD_CODEをMfr_command_plus_page = pageおよびMfr_command_plus_id = 0と組み合わせて書き込みます。

CMD_CODEは「PMBus コマンドの概要」の表に示します。

Mfr_data_plus0からデータを読み出します。データはワード読み出しを使用して常に読み出されます。上位バイトが0にセットされたバイト・データが返されます。

ポーク操作のイネーブルおよびディスエーブル

Mfr_data_plus0に対するポーク操作は、Mfr_command_plus = 0x0BF6を書き込むことによってイネーブルされます。

Mfr_data_plus0に対するポーク操作は、Mfr_command_plus = 0x01F6を書き込むことによってディスエーブルされます。

Mfr_data_plus1に対するポーク操作は、Mfr_command_plus = 0x4BF6を書き込むことによってイネーブルされます。

Mfr_data_plus1に対するポーク操作は、Mfr_command_plus = 0x41F6を書き込むことによってディスエーブルされます。

Mfr_data_plus0を使用したポーク操作

内部のワードおよびバイトはコマンド・プラスを使用して書き込むことができます。

Mfr_data_plus0へのポーク・アクセスをイネーブルします。これを実行するのは、起動後またはWDIリセット後1回のみにする必要があります。

Mfr_command_plus_pointer=CMD_CODEをMfr_command_plus_page = pageおよびMfr_command_plus_id = 0と組み合わせて書き込みます。

CMD_CODEは「PMBus コマンドの概要」の表に示します。

新しいデータ値をMFR_DATA_PLUS0に書き込みます。

PMBus コマンドの説明

必要に応じて、ステータスをチェックしてデータが希望どおりに書き込まれていることを確認します。

- Mfr_command_plus_pointer=0x2CをMfr_command_plus_page = 0およびMfr_command_plus_id = 0と組み合わせて書き込みます。
- Mfr_data_plus0からデータを読み出して、Mfr_status_plus_poke_failed0 = 0であることを確認します。

Mfr_data_plus1を使用したコマンド・プラス操作

Mfr_command_plus_idの値を1に置き換えることにより、以前の操作にはMfr_data_plus1を使用して全てアクセスできます。ポーク操作はMfr_data_plus1に対してイネーブルする必要があります。

オン/オフ制御、マーージニング、および設定

コマンド名	CMD コード	説明	タイプ	ページ 指定	形式	単位	EEPROM	デフォルト 値	参照 ページ
OPERATION	0x01	動作モードの制御。オン/オフ、 マーージンハイおよびマーージンロー。	R/W Byte	Y	Reg		Y	0x00	34
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 Byte	Y	Reg		Y	0x1E	35
MFR_CONFIG_LTC2975	0xD0	チャンネル固有の構成ビット。	R/W Word	Y	Reg		Y	0x0080	36
MFR_CONFIG2_LTC2975	0xD9	チャンネル固有の構成ビット。	R/W Byte	N	Reg		Y	0x00	38
MFR_CONFIG3_LTC2975	0xDA	チャンネル固有の構成ビット。	R/W Byte	N	Reg		Y	0x00	39
MFR_CONFIG_ALL_LTC2975	0xD1	全てのページで共通の構成ビット。	R/W Word	N	Reg		Y	0x0F7B	43

OPERATION

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ตอบสนอง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。最大サイクルを完了する遠隔測定ループ時間をADCに与えるために、デバイスをオフにしてからオンに戻すために使用されるどのOPERATIONコマンド間でも、最小待機時間 t_{OFF_MIN} を守る必要があります。

OPERATIONデータの内容(On_off_config_use_pmbus=1)

シンボル ビット	動作	Operation_control[1:0]	Operation_margin[1:0]	Operation_fault[1:0]	予備(読み出し専用)	
		b[7:6]	b[5:4]	b[3:2]	b[1:0]	
機能	即座にオフ	00	XX	XX	00	
	シーケンス・オン	10	00	XX	00	
	下方マーージン(フォルトと警告を無視)	10	01	01	00	
	下方マーージン	10	01	10	00	
	上方マーージン(フォルトと警告を無視)	10	10	01	00	
	上方マーージン	10	10	10	00	
	マーージン値から公称値へ移行する シーケンス・オフ	01	00		XX	00
	下方マーージンでのシーケンス・オフ (フォルトと警告を無視)	01	01	01	01	00
	下方マーージンでのシーケンス・オフ	01	01	10	10	00
	上方マーージンでのシーケンス・オフ (フォルトと警告を無視)	01	10	01	01	00
	上方マーージンでのシーケンス・オフ	01	10	10	10	00
予備		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

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

ON_OFF_CONFIG

ON_OFF_CONFIG コマンドは、次の表に示すように、LTC2975 をオン/オフする (起動時の動作も含む) のに必要な PMBus コマンドと、CONTROL ピンの入力との組み合わせを設定します。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わった後、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されるには、VIN_ON のしきい値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、デバイスは通常 tUNIT を必要とします。電圧と電流の読み出しにはさらに tUPDATE_ADC 待つことが必要な場合があります。デバイスをオフするための CONTROL ピンのトグル動作と、再度オンするためのトグル動作の間で、最小 tOFF_MIN 待機時間を守る必要があります。

ON_OFF_CONFIG のデータの内容

ビット	シンボル	動作
b[7:5]	Reserved	ドントケア。常に 0 を返す。
b[4]	On_off_config_controlled_on	デフォルトの自律的パワーアップ動作を制御します。 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 ピンによる命令、またはシリアル・バス上での OPERATION コマンドによる命令がない限り、デバイスは起動しない。On_off_config[3:2] = 00 である場合、デバイスは決して起動しない。
b[3]	On_off_config_use_pmbus	シリアル・バスから受信したコマンドに対するデバイスの応答方法を制御する。 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、デバイスを起動するために CONTROL ピンをアサートする必要がある。 On_off_config_use_pmbus によっては、OPERATION コマンドがデバイスの起動を指示することが必要になることもある。
b[1]	Reserved	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 ピンのターンオフ動作。 0: プログラムされた TOFF_DELAY を使用する。 1: 出力をオフし、可能な限り迅速にエネルギー伝送を停止する。デバイスは、出力電圧の立ち下がり時間を短縮するための電流シンクを行わない。

PMBus コマンドの説明

MFR_CONFIG_LTC2975

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

MFR_CONFIG_LTC2975 のデータの内容

ビット	シンボル	動作
b[15]	Reserved	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・オンのため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・オフは用意されていない。時間ベースのシーケンス・オフ・オプションの説明を参照。
b[13:12]	Mfr_config_controln_sel[1:0]	このチャンネルのアクティブ制御入力ピン (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	出力電圧のマーキ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	電圧スーパーバイザの分解能を選択する。 0: 高分解能 = 4mV/LSB、 $V_{VSENSEPH} - V_{VSENSEM7}$ の範囲は 0V ~ 3.8V。 1: 低分解能 = 8mV/LSB、 $V_{VSENSEPH} - V_{VSENSEM7}$ の範囲は 0V ~ 6.0V。
b[9:8]	Reserved	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のサーボ制御を行うべきかどうかを選択する。Mfr_config_dac_mode = 00b の場合にのみ適用される。 0: 最初のターゲット到達後はVOUTのサーボ制御を継続しない。 1: VOUTを継続してターゲットにサーボ制御する。
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 の場合にのみ適用する。 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、デバイスがVOUTをターゲットにサーボ制御し直すことができる。 $V_{OUT} \geq V(V_{out_ov_warn_limit})$ 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: ソフトコネクタ (必要に応じて) とターゲットへのサーボ。 01: DACが接続されない。 10: MFR_DAC コマンドからの値を使用して直ちにDACが接続される。これがリセット後またはRESTORE_USER_ALL 実行後の設定である場合、MFR_DACは未定義となり、目的の値を書き込む必要がある。 11: DACがソフト接続される。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 ピンがチャージ・ポンプされ、電流制限された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 ピンがチャージ・ポンプされ、電流制限されたプルダウンがイネーブルする。 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_LTC2975 のデータの内容

ビット	シンボル	動作
b[1]	Mfr_config_dac_gain	DAC バッファの利得。 0: DAC バッファの利得として dac_gain_0 を選択する (フルスケール 1.38V)。 1: DAC バッファの利得として 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。

時間ベースのシーケンス・オフ付きカスケード・シーケンス・オン

各電源のパワーグッド出力をチェーン内の次の電源の制御ピンに接続することで、カスケード・シーケンス・オンにより、マスタ電源は一連のスレーブ電源を順次オンにすることができます。このパワーグッド信号は電源の信号であり、LTC2975 の内部パワーグッド処理から生成された信号ではないことに注意してください。パワーグッドに基づくカスケード・シーケンス・オフは、サポートされていません。即時または時間ベースのシーケンス・オフを使用してオフ・シーケンスを管理する必要があります。「トラッキングに基づくシーケンス」セクションも参照してください。

カスケード・シーケンス・オンを図 15 に示します。スレーブ・チャンネルごとに Mfr_config_cascade_on が“H”にアサートされ、それに関連付けられた制御入力が前の電源のパワーグッド出力に接続されています。この構成では、各スレーブ・チャンネルの起動は、前の電源がパワーアップするまで遅延します。

カスケード・シーケンス・オフは、直接的に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反転する方法には、以下の選択肢があります。

- 適切なオフ遅延を設定して OPERATION コマンドを使用し、全てのチャンネルをオフにする。
- 適切なオフ遅延を設定して FAULT ピンを使用し、全てのチャンネルを直ちにまたは順番に停止する。

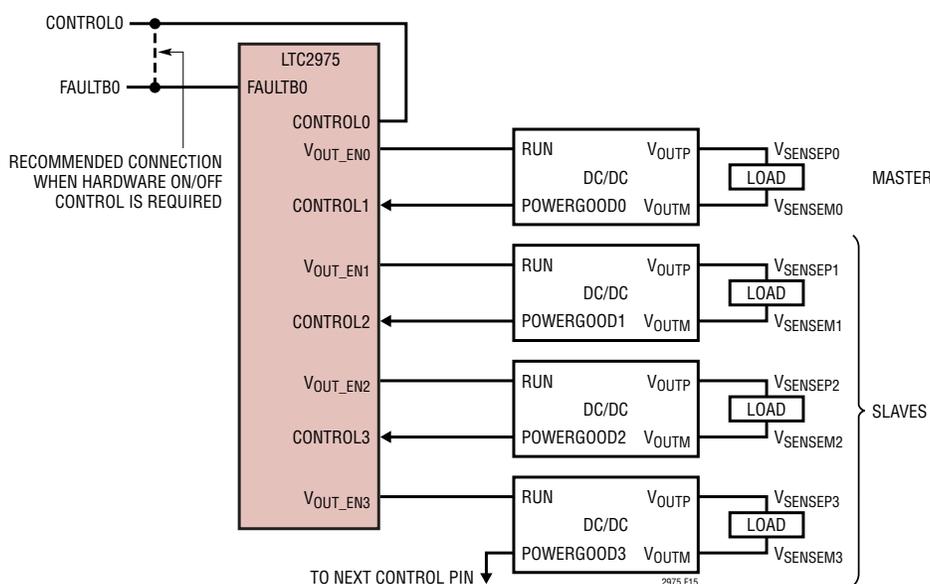


図 15. カスケード・シーケンス・オンおよび時間ベースのシーケンス・オフに構成された LTC2975

PMBus コマンドの説明

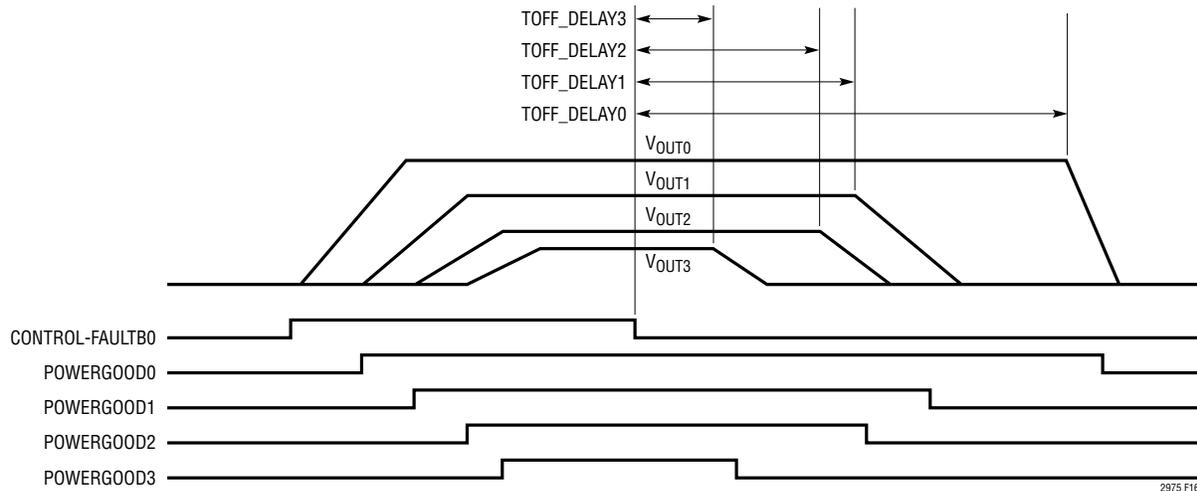


図 16. FAULT0 での時間ベースの停止シーケンス付きカスケード・シーケンス・オン

Mfr_config_cascade_on は、アサートされるとスレーブ・チャンネルをイネーブルし、その制御ピンが“L”の場合でもフォルトの再試行を実行できるようにします。さらに、システムがゼロ回または有限回の再試行後にフォルトによって停止した場合、スレーブの制御ピンが“L”のときに、OPERATION コマンドを使用して全てのカスケード・チャンネルをオフにしてからオンにして、フォルトによるオフ状態をクリアすることができます。このため、制御ピンは、再定義されてシーケンス・ピンと呼ばれています。

図 16 の波形は、図 15 に示した構成を使用したカスケード・シーケンス・オンおよび時間ベースのシーケンス・オフを示しています。この例では、FAULTB0 ピンをブロードキャスト・オフ信号として使用しています。FAULTB0 を使用してシステムをオフにするには、Mfr_faultb0_response_chann を“H”にアサートして全てのスレーブ・チャンネルを構成する必要があります。システムがオフになると、LTC2975 は ALERTB をアサートし、全てのスレーブ・チャンネルが Status_mfr_fault0_in イベントを示します。

MFR_CONFIG2_LTC2975

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} の過電圧フォルトまたは過電流フォルトによって AUXFAULTB ピンが“L”に引き下げられるかどうか決定されます。

MFR_CONFIG2_LTC2975 のデータの内容

ビット	シンボル	動作
b[7]	Mfr_auxfaultb_oc_fault_response_chan3	チャンネル3の IOUT_OC_FAULT に対する応答。 1 = 高速プルダウンによって AUXFAULTB を“L”に引き下げる。 0 = AUXFAULTB を“L”に引き下げない。
b[6]	Mfr_auxfaultb_oc_fault_response_chan2	チャンネル2の IOUT_OC_FAULT に対する応答。 1 = 高速プルダウンによって AUXFAULTB を“L”に引き下げる。 0 = AUXFAULTB を“L”に引き下げない。
b[5]	Mfr_auxfaultb_oc_fault_response_chan1	チャンネル1の IOUT_OC_FAULT に対する応答。 1 = 高速プルダウンによって AUXFAULTB を“L”に引き下げる。 0 = AUXFAULTB を“L”に引き下げない。
b[4]	Mfr_auxfaultb_oc_fault_response_chan0	チャンネル0の IOUT_OC_FAULT に対する応答。 1 = 高速プルダウンによって AUXFAULTB を“L”に引き下げる。 0 = AUXFAULTB を“L”に引き下げない。
b[3]	Mfr_auxfaultb_ov_fault_response_chan3	チャンネル3の VOUT_OV_FAULT に対する応答。 1 = 高速プルダウンによって AUXFAULTB を“L”に引き下げる。 0 = AUXFAULTB を“L”に引き下げない。

2975f

PMBus コマンドの説明

MFR_CONFIG2_LTC2975 のデータの内容

ビット	シンボル	動作
b[2]	Mfr_auxfaultb_ov_fault_response_chan2	チャンネル2のVOUT_OV_FAULTに対する応答。 1 = 高速プルダウンによってAUXFAULTBを“L”に引き下げる。 0 = AUXFAULTBを“L”に引き下げない。
b[1]	Mfr_auxfaultb_ov_fault_response_chan1	チャンネル1のVOUT_OV_FAULTに対する応答。 1 = 高速プルダウンによってAUXFAULTBを“L”に引き下げる。 0 = AUXFAULTBを“L”に引き下げない。
b[0]	Mfr_auxfaultb_ov_fault_response_chan0	チャンネル0のVOUT_OV_FAULTに対する応答。 1 = 高速プルダウンによってAUXFAULTBを“L”に引き下げる。 0 = AUXFAULTBを“L”に引き下げない。

MFR_CONFIG3_LTC2975

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}の低電流フォルトによってAUXFAULTBピンが“L”に引き下げられるかどうかが決まります。このコマンドを使用して、任意のチャンネルに対するトラッキングをイネーブルすることもできます。

MFR_CONFIG3_LTC2975 のデータの内容

ビット	シンボル	動作
b[7]	Mfr_auxfaultb_uc_fault_response_chan3	チャンネル3のIOUT_UC_FAULTに対する応答。 1 = 高速プルダウンによってAUXFAULTBを“L”に引き下げる。 0 = AUXFAULTBを“L”に引き下げない。
b[6]	Mfr_auxfaultb_uc_fault_response_chan2	チャンネル2のIOUT_UC_FAULTに対する応答。 1 = 高速プルダウンによってAUXFAULTBを“L”に引き下げる。 0 = AUXFAULTBを“L”に引き下げない。
b[5]	Mfr_auxfaultb_uc_fault_response_chan1	チャンネル1のIOUT_UC_FAULTに対する応答。 1 = 高速プルダウンによってAUXFAULTBを“L”に引き下げる。 0 = AUXFAULTBを“L”に引き下げない。
b[4]	Mfr_auxfaultb_uc_fault_response_chan0	チャンネル0のIOUT_UC_FAULTに対する応答。 1 = 高速プルダウンによってAUXFAULTBを“L”に引き下げる。 0 = AUXFAULTBを“L”に引き下げない。
b[3]	Mfr_track_en_chan3	チャンネル3がトラッキング対象電源システムのスレープである場合に選択する。 0: チャンネルはトラッキング対象電源システムのスレープではない。 1: チャンネルはトラッキング対象電源システムのスレープである。このビットを設定すると、TOFF_DELAYの間のUVおよびUCの検出がディスエーブルされる。
b[2]	Mfr_track_en_chan2	チャンネル2がトラッキング対象電源システムのスレープである場合に選択する。 0: チャンネルはトラッキング対象電源システムのスレープではない。 1: チャンネルはトラッキング対象電源システムのスレープである。このビットを設定すると、TOFF_DELAYの間のUVおよびUCの検出がディスエーブルされる。
b[1]	Mfr_track_en_chan1	チャンネル1がトラッキング対象電源システムのスレープである場合に選択する。 0: チャンネルはトラッキング対象電源システムのスレープではない。 1: チャンネルはトラッキング対象電源システムのスレープである。このビットを設定すると、TOFF_DELAYの間のUVおよびUCの検出がディスエーブルされる。
b[0]	Mfr_track_en_chan0	チャンネル0がトラッキング対象電源システムのスレープである場合に選択する。 0: チャンネルはトラッキング対象電源システムのスレープではない。 1: チャンネルはトラッキング対象電源システムのスレープである。このビットを設定すると、TOFF_DELAYの間のUVおよびUCの検出がディスエーブルされる。

PMBus コマンドの説明

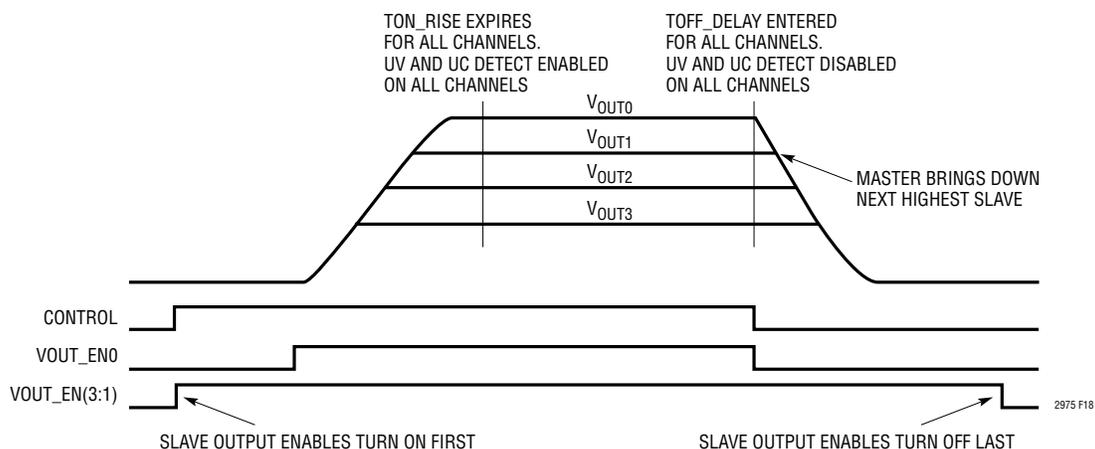


図18. 全て電源電圧の稼働と停止をトラッキングする制御ピン

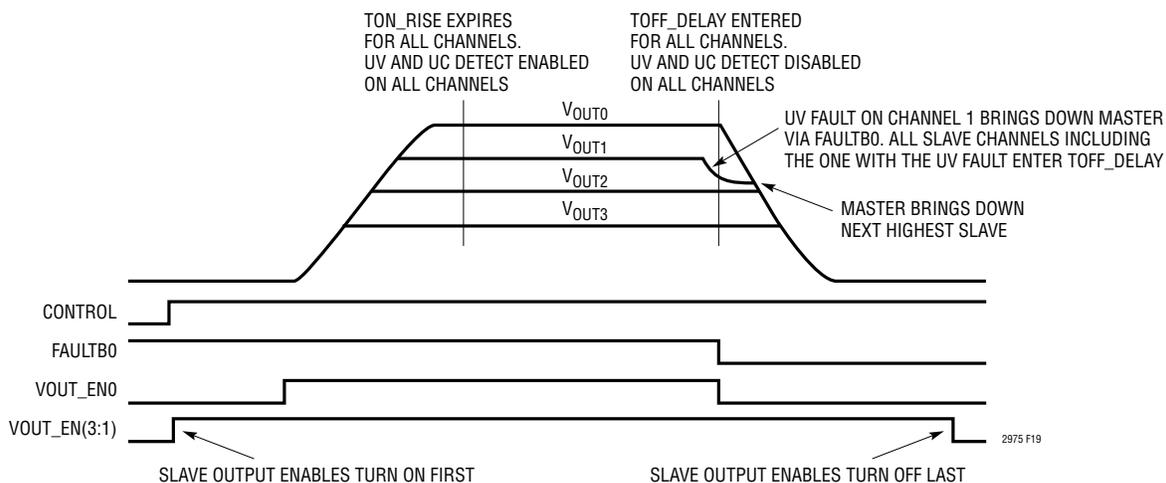


図19. 全ての電源の停止をトラッキングするチャンネル1でのフォルト

PMBus コマンドの説明

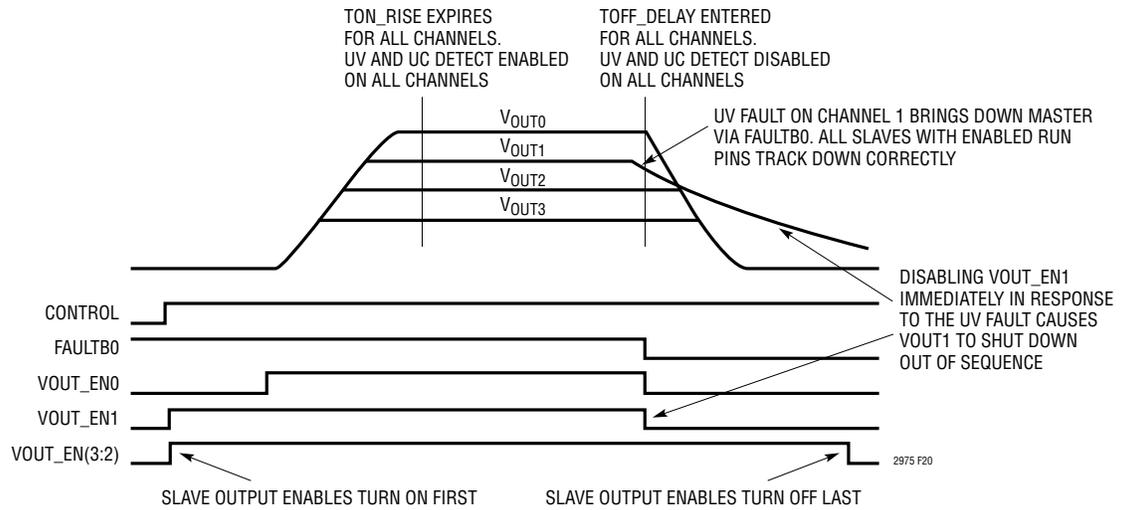


図20. フォルトが発生しているチャンネルでフォルトに対する応答が不適切に設定されると、トラッキングが中断する

PMBus コマンドの説明

トラッキングの実装

LTC2975 は `Ton_delay`、`Ton_rise`、`Toff_delay`、`Mfr_track_en_chann` の協調的なプログラミングにより、トラッキングをサポートします。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、`VOUT_EN` ピンの立ち上がりではなく、`TRACK` ピンの立ち上がりを基準にして終了するように、スレーブ上で長くする必要があります。

`Mfr_track_en_chann` がイネーブルされた場合、チャンネルは次のように再構成されます。

- フォルト、`VIN_OFF`、`SHARE_CLK` “L”、または `RESTORE_USER_ALL` により停止シーケンス制御を行う。
- `TOFF_DELAY` の時間中は低電圧および低電流が無視される。`TON_RISE` と `TON_MAX_FAULT` の時間中は、このビットの設定内容にかかわらず常に低電圧および低電流が無視される。

以下の例では、LTC2975 を 1 つのマスタ・チャンネルと 3 つのスレーブ・チャンネル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
```

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` > マスタ電源が立ち下がる時間。

制御ピンの切り替えに対するこのシステムの応答を図 18 に示します。

スレーブ・チャンネルの低電圧フォルトに対するこのシステムの応答を図 19 に示します。

MFR_CONFIG_ALL_LTC2975

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。

PMBus コマンドの説明

MFR_CONFIG_ALL_LTC2975のデータの内容

ビット	シンボル	動作
b[15:12]	Reserved	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 デアサート・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12 μ s
b[10]	Mfr_config_all_fast_fault_log	フォルト・ログ・メモリをEEPROMに転送する前に完了するADC測定値の数を制御する。 0: フォルト・ログをEEPROMに転送する前に、全てのADC遠隔測定値を更新する。低速。 1: 遠隔測定値は、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。高速。
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)。
b[7]	Mfr_config_all_fault_log_enable	フォルトにตอบสนองしてのフォルトのEEPROMへの記録をイネーブルする。 0: EEPROMへのフォルトの記録をディスエーブルする。 1: EEPROM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で、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共有クロック・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”に保たれた共有クロックにตอบสนองして全てのチャンネルをオフにする。 0: 共有クロック禁止がディスエーブルされる。 1: 共有クロック禁止がイネーブルされる。
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を受け取るが必要としない。 1: PECはイネーブルされます。
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倍にしない。 1: PMBus タイムアウト間隔を8倍にする。
b[0]	Mfr_config_all_auxfaultb_wpu_dis	AUXFAULTBがチャージポンプされ、電流制限されたブルアップが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ブルアップを使用する。 1: 弱いブ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。

PMBus コマンドの説明

ユーザーのEEPROM 領域のプログラミング

コマンド名	CMD コード	説明	タイプ	ページ 指定	形式	単位	EEPROM	デフォルト 値	参照 ページ
STORE_USER_ALL	0x15	動作メモリ全体をEEPROMに格納。	Send Byte	N				NA	45
RESTORE_USER_ALL	0x16	動作メモリ全体をEEPROMからリストア。	Send Byte	N				NA	45
MFR_EE_UNLOCK	0xBD	MFR_EE_ERASE コマンドと MFR_EE_DATA コマンドによるアクセスのために、ユーザーのEEPROMのロックを解除する。	R/W Byte	N	Reg			NA	46
MFR_EE_ERASE	0xBE	MFR_EE_DATA による一括プログラミングのために、ユーザーのEEPROMを初期化する。	R/W Byte	N	Reg			NA	46
MFR_EE_DATA	0xBF	PMBus ワードの順次読み出しまたは書き込みによってEEPROMとの間で伝送されるデータ。一括プログラミングをサポートする。	R/W Word	N	Reg			NA	46

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領域へのアクセスを提供します。コマンドは、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るリセット・ピンが切り替えら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、デバイスはビジー状態であることを示します。[47](#) ページの「デバイスがビジー状態の場合の応答」を参照してください。

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領域の一括プログラミング

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対して、PMBus コマンド間の順序依存性や遅延に関係なくLTC2975を簡単にプログラムする方法を提供します。全てのデータ伝送はEEPROMとの間で直接行われ、現在デバイスを設定している揮発性RAM領域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。次にMFR_EE_UNLOCKとMFR_EE_DATAを使用して、ユーザーのEEPROM領域にある全てのデータを順次ワードとして読み出します。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・デバイスと一致するようにクローンが作成され、マスタHEXファイルからデータを伝送することができます。これらのコマンドは、RAM領域に格納されたデバイスの設定には関係なく直接EEPROMに作用します。EEPROMへのアクセス中は、デバイスは後述のようにビジー状態を示します。

簡単なプログラミング器具をサポートするため、一括プログラミング機能はPMBusワード・コマンドとPMBus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、各操作後にアドレス・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操作で設定されます。

PMBus コマンドの説明

MFR_EE_UNLOCK

MFR_EE_UNLOCK コマンドは、通常動作時に EEPROM に誤ってアクセスすることを防ぎ、一括初期化、順次書き込みまたは読み出しに必要な EEPROM 一括プログラミング・モードを設定します。MFR_EE_UNLOCK は書き込み保護によって提供される保護機能を補います。必要な動作のためにデバイスをアンロックすると、内部のアドレス・ポインタがリセットされ、一連の MFR_EE_DATA 読み出しまたは書き込みによって、ブロック読み出しやブロック書き込みと同様にデータを順次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た 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 (デバイスがロックされている場合はゼロ) が返されます。

MFR_EE_UNLOCK のデータの内容

ビット	シンボル	動作
b[7:0]	Mfr_ee_unlock[7:0]	<p>PEC が可能な Mfr_ee_erase および Mfr_ee_data の読み出しまたは書き込み操作のためにユーザー EEPROM 領域をアンロックするには: 0x2b を書き込み、次いで 0xd4 を書き込む。</p> <p>PEC を必要とする Mfr_ee_erase および Mfr_ee_data の読み出しまたは書き込み操作のためにユーザー EEPROM 領域をアンロックするには: 0x2b を書き込み、次いで 0xd5 を書き込む。</p> <p>PEC が可能な Mfr_ee_data の読み出し専用操作のためにユーザーおよびメーカーの EEPROM 領域をアンロックするには: 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 の読み出し専用操作のためにユーザーおよびメーカーの EEPROM 領域をアンロックするには: 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 領域の内容を全て消去し、この領域を設定して新しいプログラム・データを受け付けられるようにします。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	シンボル	動作
b[7:0]	Mfr_ee_erase[7:0]	<p>ユーザーの EEPROM 領域を消去し、新しいデータを受け付けるように設定する方法:</p> <ol style="list-style-type: none"> 適切な Mfr_ee_unlock シーケンスを使用し、PEC ありまたは PEC なしで Mfr_ee_erase コマンド用に設定する。 0x2B を Mfr_ee_erase に書き込む。 <p>このデバイスは、以下に詳述する仕組みにより、EEPROM の消去でビジー状態であることを示す。</p>

MFR_EE_DATA

MFR_EE_DATA コマンドを使用すると、RAM 領域に影響を与えずに EEPROM との間でデータを直接転送できます。

ユーザー EEPROM 領域を読み出すには、適切な Mfr_ee_unlock コマンドを出し、EEPROM の内容が完全に読み出されるまで Mfr_ee_data 読み出しを行います。それ以上の読み出しを行うとデバイスがロックされ、ゼロが返されます。最初の読み出しでは、16 ビットの EEPROM パッキング・リビジョン ID が返され、これは ROM に格納されます。2 回目の読み出しでは、利用できる 16 ビット・ワードの数が返されます。これは全てのメモリ位置にアクセスする読み出しまたは書き込みの数です。それ以降の読み出しでは、最下位アドレスから始まる EEPROM のデータが返されます。

ユーザー EEPROM 領域に書き込むには、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 が満杯になるまで Mfr_ee_data ワードを書き込み続けます。それ以上の書き込みを行うとデバイスがロックします。最初の書き込みは、最下位アドレスに対して実行されます。

Mfr_ee_data 読み出しと書き込みは一緒に使用できません。

PMBus コマンドの説明

MFR_EE_DATAのデータの内容

ビット	シンボル	動作
b[7:0]	Mfr_ee_data[7:0]	ユーザーの領域を読み出す方法 1) 適切な Mfr_ee_unlockシーケンスを使用し、PECありまたはPECなしで Mfr_ee_data コマンド用に設定する。 2) Mfr_ee_data[0] = PackingId (MFR に固有の ID) を読み込む。 3) 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。 4) Mfr_ee_data[2] から Mfr_ee_data[NumberOfWord+1] まで (ユーザー EEPROM のデータの内容) を読み出す。 ユーザーの領域に書き込む方法 1) MFR_EE_ERASE コマンドで説明した手順を使用してユーザー・メモリを初期化する。 2) 適切な Mfr_ee_unlockシーケンスを使用し、PECありまたはPECなしで Mfr_ee_data コマンド用に設定する。 3) Mfr_ee_data[0] から Mfr_ee_data[NumberOfWord-1] まで (書き込む予定のユーザー EEPROM データの内容) を書き込む。 このデバイスは、以下に詳述する仕組みにより、EEPROM の消去でビジー状態であることを示す。

デバイスがビジーな場合の応答

このデバイスは、以下の仕組みにより、EEPROM へのアクセスでビジー状態であることを示します。

- 1) MFR_COMMON レジスタの Mfr_common_busyb をクリアします。このバイトは常に読み出しが可能で、デバイスがビジー状態の場合でもバイト読み出し要求に対して NACK を返しません。
- 2) MFR_COMMON 以外のコマンドに対して NACK を返します。

MFR_EE の消去および書き込みのプログラム時間

ワードあたりのプログラム時間は標準で 0.17ms なので、I²C/SMBus での書き込み間隔を 0.17ms より長くして、書き込みが完了したことを保証することが必要です。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

コマンド名	CMD コード	説明	タイプ	ページ 指定	形式	単位	EEPROM	デフォルト 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 Word	N	L11	V	Y	10.0 0xD280	47
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。全ての V _{OUT_EN} ピンが直ちにオフになるか、TOFF_DELAY の経過後、シーケンス・オフする (Mfr_config_track_enn を参照)。	R/W Word	N	L11	V	Y	9.0 0xD240	47
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 Word	N	L11	V	Y	15.0 0xD3C0	47
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 Word	N	L11	V	Y	14.0 0xD380	47
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 Word	N	L11	V	Y	0 0x8000	47
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 Word	N	L11	V	Y	0 0x8000	47

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、入力電圧 (V_{IN_SNS}) のリミットを監視する電圧を提供します。

PMBus コマンドの説明

入力電流とエネルギー

コマンド名		説明	タイプ	ページ指定	形式	単位	EEPROM	デフォルト値	参照ページ
MFR_EIN	0xC0	入力エネルギーのデータ・バイト。	R Block	N	Reg			NA	48
MFR_EIN_CONFIG	0xC1	エネルギーおよび入力電流の設定レジスタ。	R/W Byte	N	Reg		Y	0x00	49
MFR_IIN_CAL_GAIN_TC	0xC3	IIN_CAL_GAIN に適用される温度係数。	R/W Word	N	CF	ppm	Y	0x0000	49
MFR_IIN_CAL_GAIN	0xE8	電流検出素子の公称抵抗値 (mΩ)。	R/W Word	N	L11	mΩ	Y	1.0 0xBA00	49

エネルギーの測定と通知

入力エネルギーの測定とモニタでは、以下がサポートされています。

- READ_VIN と READ_IIN の積を累算することから求める入力エネルギー。
- mJ 単位の 48 ビット整数での入力エネルギー値の通知。ジュール単位で値を返すため、ホストは時間を管理する必要がありません。
- ms 単位の 48 ビット整数での入力エネルギー時間の通知。入力エネルギー時間とは、エネルギーのモニタが最後にリセットされてから経過した時間のことです。
- MFR_EIN_CONFIG が書き込まれた場合の時間とエネルギーの累算器のリセット。
- 時間とエネルギーの累算器が最大値に達した場合に最低値に戻る。
- A/D コンバータの全ての測定の中で READ_VIN と READ_IIN の測定を A/D コンバータに強制することによって、優先的にエネルギーを測定できるようにするオプションの HD モード。
- 分かりやすいエネルギー値と時間値の通知。
- チャンネルがオフのときの修正とノイズの蓄積を防ぐために、エネルギーの値を減らす機能。エネルギーは、ゼロを下回って減らすことはできません。

MFR_EIN

読み出し専用。この 12 バイトのデータ・ブロックは、入力エネルギー値および時間を返します。このブロックの読み出しが開始されると、MFR_EIN の更新は、ブロックの読み出しが完了するまで一時停止されます。ただし、ブロックの読み出しの間、エネルギーと時間の累算は内部で継続されます。

表 2. MFR_EIN データ・ブロックの内容

データ	バイト*	説明
Energy_value [7:0]	0	エネルギー値 (mJ 単位)。Mfr_ein_config が最後に書き込まれてから累算されたエネルギー。
Energy_value [15:8]	1	
Energy_value [23:16]	2	
Energy_value [31:24]	3	
Energy_value [39:32]	4	
Energy_value [47:40]	5	
Energy_time [7:0]	6	エネルギー時間 (ミリ秒単位)。Mfr_ein_config が最後に書き込まれてから経過した時間。
Energy_time [15:8]	7	
Energy_time [23:16]	8	
Energy_time [31:24]	9	
Energy_time [39:32]	10	
Energy_time [47:40]	11	

2975f

PMBus コマンドの説明

MFR_EIN_CONFIG

このコマンドは、エネルギーと入力電流に関連するパラメータを設定します。

MFR_EIN_CONFIG のデータの内容

ビット	シンボル	動作
b[7:3]	Mfr_ein_config_reserved	ドントケア。常に0を返す。
b[2]	Mfr_ein_config_hd	入力エネルギー測定 of 解像度を高めるために、A/D コンバータのポーリング・シーケンスを最適化します。 0: 標準の A/D コンバータのポーリング・シーケンス 1: Read_vin と Read_iin の測定が、A/D コンバータの他の全ての測定の間に交互に配置されます。
b[1:0]	Mfr_ein_config_iin_range	入力検出アンプの範囲設定。 0: 高電圧範囲 1: 中電圧範囲 2: 低電圧範囲 3: 予備 この範囲は、フルスケール入力電圧範囲 (FS_IIN) を設定します。範囲設定を低くすると、入力換算ノイズが低くなります。

MFR_IIN_CAL_GAIN

MFR_IIN_CAL_GAIN コマンドは、入力電流検出ピンでの、検出電流に対する電圧の比率の設定に使用されます。固定電流検出抵抗を使用するデバイスの場合、これは、検出抵抗の抵抗値 (単位は mΩ) と同じ値になります。MFR_IIN_CAL_GAIN の値は、内部で 0.01mΩ ~ 1,000mΩ の範囲に制限されます。レジスタの読み出し値は常に最後に書き込まれた値を返し、内部の制限値を反映しません。

MFR_IIN_CAL_GAIN を使用した計算は次のようになります。

$$READ_IIN = \frac{V_{IIN_SNSPn} - V_{IIN_SNSMn}}{(MFR_IIN_CAL_GAIN) \cdot T_{CORRECTION}}$$

ここで、

$$T_{CORRECTION} = [1 + MFR_IIN_CAL_GAIN_TC \cdot 1E-6 \cdot (READ_TEMPERATURE_2 - 25.0)]$$

注記:

T_{CORRECTION} の値は、ハードウェアによって 0.25 ~ 4.0 の範囲に制限されます。

READ_TEMPERATURE_2 は、内部ダイ温度です。

Mfr_ein_config_iin_range[1:0] を使用して、検出抵抗値の低いシステムのノイズを最小限に抑えることができます。

PMBus コマンドの説明

MFR_IIN_CAL_GAIN_TC

MFR_IIN_CAL_GAIN_TCは、MFR_IIN_CAL_GAINレジスタの値の温度係数(ppm/°C)を設定します。このコマンドは、内部ダイ温度を使用します。

適切な使用方法の詳細については、MFR_IIN_CAL_GAINを参照してください。

MFR_IOUT_CAL_GAIN_TCのデータの内容

ビット	シンボル	動作
b[15:0]	Mfr_iin_cal_gain_tc	温度係数を表す16ビット、2の補数の整数。 値 = Y。ここで、Y = b[15:0]は2の補数。 例： Mfr_iin_cal_gain_tc = 3900ppm b[15:0] = 0x0F3Cの場合、 値 = 3900

出力電圧コマンドとリミット

コマンド名	CMD コード	説明	タイプ	ページ 指定	形式	単位	EEPROM	デフォルト 値	参照 ページ
VOUT_MODE	0x20	出力電圧データ形式および仮数のべき数(2 ⁻¹³)。	R Byte	Y	Reg			0x13	51
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 Word	Y	L16	V	Y	1.0 0x2000	51
VOUT_MAX	0x24	他のいかなるコマンドにも関係なく、デバイスが指示できる出力電圧の上限。	R/W Word	Y	L16	V	Y	4.0 0x8000	51
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 Word	Y	L16	V	Y	1.05 0x219A	51
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 Word	Y	L16	V	Y	0.95 0x1E66	51
VOUT_OV_FAULT_LIMIT	0x40	出力過電圧フォルト・リミット。	R/W Word	Y	L16	V	Y	1.1 0x2333	47
VOUT_OV_WARN_LIMIT	0x42	出力の過電圧警告リミット。	R/W Word	Y	L16	V	Y	1.075 0x2266	47
VOUT_UV_WARN_LIMIT	0x43	出力の低電圧警告リミット。	R/W Word	Y	L16	V	Y	0.925 0x1D9A	47
VOUT_UV_FAULT_LIMIT	0x44	出力低電圧フォルト・リミット。Ton_max_faultおよびパワーグッドのデアサートに使用される。	R/W Word	Y	L16	V	Y	0.9 0x1CCD	47
POWER_GOOD_ON	0x5E	パワーグッドをアサートする出力電圧の下限。	R/W Word	Y	L16	V	Y	0.96 0x1EB8	51
POWER_GOOD_OFF	0x5F	Mfr_config_all_pwr_gd_off_uses_uvがクリアされたときにパワーグッドをデアサートする出力電圧の上限。	R/W Word	Y	L16	V	Y	0.94 0x1E14	51
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 Word	Y	L11		Y	2.0 0xC200	51
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 Word	Y	Reg			0x0000	51

PMBus コマンドの説明

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 ページのデータ形式を参照。

VOUT_MODE のデータの内容

ビット	シンボル	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 (10 進数の -13) に固定されている。

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、さまざまなサーボ制御、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しきい値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、ALERTBn ピンは“L”にアサートされます。さらに、出力がオフしきい値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 FAULTBn ピンを使用してオフに保っておくことができます (MFR_FAULTBn_RESPONSE レジスタと MFR_FAULTBn_PROPOGATE レジスタ参照)。

MFR_DAC

このコマンド・レジスタを使用すると、10 ビット 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_LTC2975 b[5:4] = 10b または 11b である必要があります。MFR_CONFIG_LTC2975 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_LTC2975 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	シンボル	動作
b[15:10]	Reserved	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

出力電流コマンドとリミット

コマンド名	CMD コード	説明	タイプ	ページ 指定	形式	単位	EEPROM	デフォルト 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 Word	Y	L11	mΩ	Y	1.0 0xBA00	52
IOUT_OC_FAULT_LIMIT	0x46	出力過電流フォルト・リミット。	R/W Word	Y	L11	A	Y	10.0 0xD280	52
IOUT_OC_WARN_LIMIT	0x4A	出力の過電流警告リミット。	R/W Word	Y	L11	A	Y	5.0 0xCA80	52
IOUT_UC_FAULT_LIMIT	0x4B	出力低電流フォルト・リミット。逆電流の検出に使用されるため、負値にする必要がある。	R/W Word	Y	L11	A	Y	-1.0 0xB400	52
MFR_IOUT_CAL_GAIN_TC	0xF6	IOUT_CAL_GAIN に適用される温度係数。	R/W Word	Y	CF	ppm	Y	0x0000	53

IOUT_CAL_GAIN

IOUT_CAL_GAIN コマンドは、検出電流に対する電流検出ピンの電圧の比率の設定に使用されます。固定電流検出抵抗を使用するデバイスの場合、その抵抗の抵抗値と同じ値 (単位は mΩ) になります。IOUT_CAL_GAIN の値は、内部で 0.01mΩ ~ 1,000mΩ の範囲に制限されます。レジスタの読み出し値は常に最後に書き込まれた値を返し、内部の制限値を反映しません。

IOUT_CAL_GAIN を使用した計算は次のとおりです。

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

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

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:

$T_{CORRECTION}$ の値は、ハードウェアによって 0.25 ~ 4.0 の範囲に制限されます。

対応する 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、 $READ_TEMPERATURE_1$ が $READ_TEMPERATURE_2$ に置き換えられます。詳細は、 $READ_TEMPERATURE_1$ を参照してください。

IOUT_OC_FAULT_LIMIT、IOUT_OC_WARN_LIMIT、および IOUT_UC_FAULT_LIMIT

I_{OUT} 監視のフォルト・リミットおよび警告リミット。

$IOUT_OC_FAULT_LIMIT$ の値は、内部でゼロ以上に制限されます。レジスタの読み出し値は常に最後に書き込まれた値を返し、内部の制限値を反映しません。

$IOUT_UC_FAULT_LIMIT$ の値は、内部でゼロ未満に制限されます。レジスタの読み出し値は常に最後に書き込まれた値を返し、内部の制限値を反映しません。

PMBus コマンドの説明

MFR_IOUT_CAL_GAIN_TC

MFR_IOUT_CAL_GAIN_TCは、IOUT_CAL_GAINレジスタの値の温度係数 (ppm/°C) を設定するページ・コマンドです。このコマンドは、対応するページの外部の温度ダイオードで測定された温度を使用します。

適切な使用方法の詳細については、IOUT_CAL_GAINを参照してください。

MFR_IOUT_CAL_GAIN_TCのデータの内容

ビット	シンボル	動作
b[15:0]	Mfr_iout_cal_gain_tc	温度係数を表す 16 ビット、2 の補数の整数。 値 = Y。ここで、Y = b[15:0] は 2 の補数。 例： Mfr_iout_cal_gain_tc = 3900ppm b[15:0] = 0x0F3C の場合、 値 = 3900

外部温度コマンドとリミット

コマンド名	CMD コード	説明	タイプ	ページ 指定	形式	単位	EEPROM	デフォルト 値	参照 ページ
OT_FAULT_LIMIT	0x4F	外部温度センサの過熱フォルト・リミットの設定。	R/W Word	Y	L11	°C	Y	65.0 0xEA08	54
OT_WARN_LIMIT	0x51	外部温度センサの過熱警告リミット。	R/W Word	Y	L11	°C	Y	60.0 0xE3C0	54
UT_WARN_LIMIT	0x52	外部温度センサの低温警告リミット。	R/W Word	Y	L11	°C	Y	0 0x8000	54
UT_FAULT_LIMIT	0x53	外部温度センサの低温フォルト・リミット。	R/W Word	Y	L11	°C	Y	-5.0 0xCD80	54
MFR_TEMP_1_GAIN	0xF8	外部ダイオード温度の非理想係数の逆数。1 LSB = 2 ⁻¹⁴ 。	R/W Word	Y	CF		Y	1 0x4000	54
MFR_TEMP_1_OFFSET	0xF9	外部温度のオフセット値。	R/W Word	Y	L11	°C	Y	0 0x8000	54
MFR_T_SELF_HEAT	0xB8	出力電流検出デバイスの自己発熱に起因する、外部温度センサによって測定された値からの計算された温度上昇。	R Word	Y	L11	°C		NA	54
MFR_IOUT_CAL_GAIN_TAU_INV	0xB9	4・tCONV_SENSEによって大きさが変更されるMfr_t_self_heatの変化の時定数の逆数。	R/W Word	Y	L11		Y	0.0 0x8000	54
MFR_IOUT_CAL_GAIN_THETA	0xBA	インダクタ・コアから、外部温度センサによって測定される点までの熱抵抗。	R/W Word	Y	L11	°C/W	Y	0.0 0x8000	54

PMBus コマンドの説明

OT_FAULT_LIMIT, OT_WARN_LIMIT, UT_WARN_LIMIT, UT_FAULT_LIMIT

これらのコマンドは、外部ダイオードで測定される温度に対するリミットの監視機能を提供します。

MFR_TEMP_1_GAIN および 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 を使用すると、測定された温度にオフセットを適用できます。

これらのページ・コマンドを使用した計算は次のとおりです。

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

ここで、

T_{EXT} は、測定された外部温度 (ケルビン単位) です。

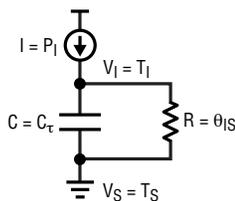
対応する T_{SENSE} ネットワークが有効な温度を検出できなかった場合、READ_TEMPERATURE_1 が READ_TEMPERATURE_2 に置き換えられます。そのような条件では、MFR_TEMP_1_GAIN および MFR_TEMP_1_OFFSET は無効になります。詳細は、READ_TEMPERATURE_1 を参照してください。

MFR_TEMP_1_GAIN のデータの内容

ビット	シンボル	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 ビット整数。値は $Y \cdot 2^{14}$ 。ここで、 $Y = b[15:0]$ は符号なし整数です。 例: MFR_TEMP_1_GAIN = 1.0 b[15:0] = 0x4000 の場合、 値 = $16384 \cdot 2^{-14} = 1.0$

MFR_T_SELF_HEAT, MFR_IOUT_CAL_GAIN_TAU_INV, および MFR_IOUT_CAL_GAIN_THETA

LTC2975 は革新的な (特許出願中) アルゴリズムを用いて、外付け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 に必要とされる最終的な温度補正の計算に使われます。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、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付け温度センサの配置場所に関する要件を緩和し、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的および過渡的温度誤差を補償します。



- P_l = CURRENT REPRESENTING THE POWER DISSIPATED BY THE INDUCTOR ($V_{\text{DCR}} \cdot \text{READ_IOUT}$ WHERE $V_{\text{DCR}} = (V_{\text{ISENSEP}} - V_{\text{ISENSM}})$)
- C_t = CAPACITANCE REPRESENTING THERMAL HEAT CAPACITY OF THE INDUCTOR (INCLUDED IN MFR_IOUT_CAL_GAIN_TAU_INV)
- T_l = 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

2975 F21

図 21. インダクタ温度モデルの電子回路的表現

PMBus コマンドの説明

インダクタ内部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。上のモデルの一階微分方程式は、次の差分方程式で近似することができます。

$$P_I - T_I/\theta_{IS} = C_\tau \Delta T_I/\Delta t \text{ (式1) } (T_S = 0 \text{ の場合})$$

これより、

$$\Delta T_I = \Delta t (P_I \theta_{IS} - T_I) / (\theta_{IS} C_\tau) \text{ (式2) または}$$

$$\Delta T_I = (P_I \theta_{IS} - T_I) \cdot \tau_{INV} \text{ (式3)}$$

ここで、

$$\tau_{INV} = \Delta t / (\theta_{IS} C_\tau) \text{ (式4)}$$

Δt は外部温度 ADC のサンプリング周期。

LTC2975 は、次の値と、式3および式4を用いて自己発熱のアルゴリズムを実装しています。

$$\Delta T_I = \Delta \text{MFR_T_SELF_HEAT}$$

$$P_I = \text{READ_IOUT} \cdot (V_{\text{SENSEP}} - V_{\text{SENSEM}})$$

$$T_S = \text{READ_TEMPERATURE_1}$$

$$T_I = \text{MFR_T_SELF_HEAT} + T_S$$

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

$$\tau_{INV} = \text{MFR_IOUT_CAL_GAIN_TAU_INV}$$

$$\theta_{IS} = \text{MFR_IOUT_CAL_GAIN_THETA}$$

自己発熱の初期値はゼロに設定されています。各温度測定後、自己発熱は、前回の自己発熱の値を $\Delta \text{MFR_T_SELF_HEAT}$ だけ増加または減少させた値で更新されます。

実際の C_τ の値は不要です。重要な値は、熱時定数 $\tau_{INV} = (\theta_{IS} C_\tau)$ です。例えば、インダクタの熱時定数 $\tau_{INV} = 5$ 秒の場合、次のように計算できます。

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

θ_{IS} と τ_{INV} の校正の詳細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。

対応する 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、 $\text{READ_TEMPERATURE_1}$ が $\text{READ_TEMPERATURE_2}$ に置き換えられます。そのような条件では、内部ダイ温度を使用して、 $T_S = \text{READ_TEMPERATURE_2}$ および自己発熱補正が適用されます。詳細は、 $\text{READ_TEMPERATURE_1}$ 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 の範囲に限る。

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 の場合は MFR_T_SELF_HEAT をゼロに設定する。

PMBus コマンドの説明

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 の場合は MFR_T_SELF_HEAT をゼロに設定する。 値 ≥ 1 の場合は MFR_T_SELF_HEAT を MFR_IOUT_CAL_GAIN_THETA · READ_IOUT · (VISENSEP - VISENSEM) に設定する。

シーケンス・タイミングのリミットとクロックの共有

コマンド名	CMD コード	説明	タイプ	ページ 指定	形式	単位	EEPROM	デフォルト 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 ピン = ON までの時間	R/W Word	Y	L11	mS	Y	1.0 0xBA00	56
TON_RISE	0x61	VOUT_EN _n ピンが“H”になってから、LTC2975が必要に応じて内蔵の DAC をソフト接続して出力電圧を目的の値までサーボ制御し始めるまでの時間。	R/W Word	Y	L11	mS	Y	10.0 0xD280	56
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 Word	Y	L11	mS	Y	15.0 0xD3C0	56
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 Word	Y	L11	mS	Y	1.0 0xBA00	56
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 Word	N	L11	mS	Y	400 0xFB20	57

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、オン・シーケンス開始後、その VOUT_EN ピンが DC/DC コンバータをイネーブルするまでチャンネルが待機する時間(単位:ミリ秒)を設定します。この遅延は SHARE_CLK のみを使用してカウントされます。

TON_RISE は、Mfr_dac_mode = 00b のとき、電源がイネーブルされてから LTC2975 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る。

TON_MAX_FAULT_LIMIT は、LTC2975 によって制御される電源が、VOUT_UV_FAULT_LIMIT に達することなく出力の起動を試み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、LTC2975 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。

上の TON および TOFF の遅延は全て内部で 655ms に制限されており、10μs ごとに丸められています。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。

PMBus コマンドの説明

MFR_RESTART_DELAY

このコマンドは、基本的に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。

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デバイス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、他の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ます。このためには、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・タイマおよびパワーグッド

コマンド名	CMD コード	説明	タイプ	ページ 指定	形式	単位	EEPROM	デフォルト 値	参照 ページ
MFR_PWRGD_EN	0xD4	WDI/RESETBの状態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 Word	N	Reg		Y	0x0000	57
MFR_POWERGOOD_ASSERTION_DELAY	0xE1	パワーグッド出力のアサートの遅延。	R/W Word	N	L11	mS	Y	100 0xEB20	58
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 Word	N	L11	mS	Y	0 0x8000	58
MFR_WATCHDOG_T	0xE3	ウォッチドッグ・タイマの時間間隔。	R/W Word	N	L11	mS	Y	0 0x8000	58

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	シンボル	動作
b[15:9]	Reserved	読み出し専用、常に0を返す。
b[8]	Mfr_pwrgd_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]	Reserved	常に0000bを返す。
b[3]	Mfr_pwrgd_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。

2975f

PMBus コマンドの説明

MFR_PWRGD_EN のデータの内容

ビット	シンボル	動作
b[2]	Mfr_pwrzd_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。
b[1]	Mfr_pwrzd_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_pwrzd_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ソースはMfr_config_all_pwrzd_off_uses_uvで制御されます。パワーグッドの高速デアサートが必要なシステムでは、Mfr_config_all_pwrzd_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_pwrzd_off_uses_uv=0とセットしてください。これはより低速のADCポーリング・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_WATCH_DOG_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ピン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ピンがウォッチドッグ・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・タイマの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655msに制限されており、10 μ sごとに丸められています。

両方のタイマは、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

コマンド名	CMD コード	説明	タイプ	ページ 指定	形式	単位	EEPROM	デフォルト 値	参照 ページ
VOUT_OV_FAULT_RESPONSE	0x41	出力過電圧フォルトが検出されたときのデバイスの動作。	R/W Byte	Y	Reg		Y	0x80	59
VOUT_UV_FAULT_RESPONSE	0x45	出力低電圧フォルトが検出されたときのデバイスの動作。	R/W Byte	Y	Reg		Y	0x7F	59
IOUT_OC_FAULT_RESPONSE	0x47	出力過電流フォルトが検出されたときのデバイスの動作。	R/W Byte	Y	Reg		Y	0x00	60
IOUT_UC_FAULT_RESPONSE	0x4C	出力低電流フォルトが検出されたときのデバイスの動作。	R/W Byte	Y	Reg		Y	0x00	60
OT_FAULT_RESPONSE	0x50	外部温度センサで過熱フォルトが検出されたときのデバイスの動作。	R/W Byte	Y	Reg		Y	0xB8	61
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のデバイスの動作。	R/W Byte	Y	Reg		Y	0xB8	61
VIN_OV_FAULT_RESPONSE	0x56	入力の過電圧フォルトが検出されたときのデバイスの動作。	R/W Byte	N	Reg		Y	0x80	61
VIN_UV_FAULT_RESPONSE	0x5A	入力の低電圧フォルトが検出されたときのデバイスの動作。	R/W Byte	N	Reg		Y	0x00	61
TON_MAX_FAULT_RESPONSE	0x63	TON_MAX_FAULT イベントが検出されたときのデバイスの動作。	R/W Byte	Y	Reg		Y	0xB8	62
MFR_RETRY_DELAY	0xDB	フォルト再試行モードでの再試行間隔。	R/W Word	N	L11	mS	Y	200 0xF320	62
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全ての条件の再試行数。	R/W Byte	N	Reg		Y	0x07	62

ラッチされたフォルトのクリア

ラッチされたフォルトをリセットするには、CONTROL ピンを切り替えるか、OPERATION コマンドを使用するか、または VIN_SNS ピンへのバイアス電圧の印加をいったん解除してから再度印加します。フォルト状態および警告状態が生じると、ALERTB ピンは必ず“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、フォルトによるオフ状態をクリアせず、チャンネルをオンに戻すこともできません。

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、LTC2975 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 レジスタの該当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。

PMBus コマンドの説明

VOUT_OV_FAULT_RESPONSE と VOUT_UV_FAULT_RESPONSE のデータの内容

ビット	シンボル	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、ts_vs のインクリメントで動作を継続する。「電气的特性」の表参照。遅延時間終了後でもまだフォルトがある場合、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)。シャットダウン後、デバイスはビット [5:3] の再試行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・オフする (Mfr_config_track_enn 参照)。シャットダウン後、デバイスはビット [5:3] の再試行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>応答再試行動作:</p> <p>000b: リトライ設定の値が 0 の場合、デバイスは再起動を試みない。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になる。</p> <p>001b-111b: PMBus デバイスは、(CONTROL ピンまたは OPERATION コマンドまたはその両方で) オフになるように命令されるか、バイアス電源が取り外されるか、または別のフォルト状態が原因でデバイスがシャットダウンされるまで、グローバルの Mfr_retry_count[2:0] によって指定される回数だけ再起動を試みる。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。</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デバイス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、ts_vs のサンプリング周期 (標準 12.2μs) で b[2:0] 回サンプルするデグリッチ期間の間、デグリッチされる。</p>

IOUT_OC_FAULT_RESPONSE および 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、LTC2975 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	シンボル	動作
b[7:6]	Iout_oc_fault_response_action, Iout_uc_fault_response_action	<p>応答動作:</p> <p>00b および 01b: デバイスは中断せずに動作を続ける。電流は、Iout_oc_fault_limit または Iout_uc_fault_limit の値に制限されない。</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。遅延時間終了後でもまだフォルトがある場合、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)。シャットダウン後、デバイスはビット [5:3] の再試行設定に従って応答する。電流は、Iout_oc_fault_limit または Iout_uc_fault_limit の値に制限されない。</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・オフする (Mfr_config_track_enn 参照)。シャットダウン後、デバイスはビット [5:3] の再試行設定に従って応答する。</p>

PMBus コマンドの説明

IOUT_OC_FAULT_RESPONSE と IOUT_UC_FAULT_RESPONSE のデータの内容

ビット	シンボル	動作																
b[5:3]	lout_oc_fault_response_retry, lout_uc_fault_response_retry	<p>応答再試行動作:</p> <p>000b: リトライ設定の値が0の場合、デバイスは再起動を試みない。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になる。</p> <p>001-111b: PMBus デバイスは、(CONTROL ピンまたは OPERATION コマンドまたはその両方で) オフになるように命令されるか、バイアス電源が取り外されるか、または別のフォルト状態が原因でデバイスがシャットダウンされるまで、グローバルの Mfr_retry_count[2:0] によって指定される回数だけ再起動を試みる。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。</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デバイス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、下に従って b[2:0] で選択した時間間隔の間、デグリッチされる。</p> <table border="1"> <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																	

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、LTC2975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	シンボル	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・オフする (Mfr_config_track_enr 参照)。シャットダウン後、デバイスはビット [5:3] の再試行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>応答再試行動作:</p> <p>000b: リトライ設定の値が0の場合、デバイスは再起動を試みない。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になる。</p> <p>001b-111b: PMBus デバイスは、(CONTROL ピンまたは OPERATION コマンドまたはその両方で) オフになるように命令されるか、バイアス電源が取り外されるか、または別のフォルト状態が原因でデバイスがシャットダウンされるまで、グローバルの Mfr_retry_count[2:0] によって指定される回数だけ再起動を試みる。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。</p>
b[2:0]	Ot_fault_response_delay, Ut_fault_response_delay, Vin_ov_fault_response_delay, Vin_uv_fault_response_delay	000b にハードコードされている: 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 TON_MAX_FAULT に対する LTC2975 の応答を定義します。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、この設定に加えて以下の応答を示します。

- 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。
- ALERTB 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	シンボル	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・オフする (Mfr_config_track_enr 参照)。シャットダウン後、デバイスはビット [5:3] の再試行設定に従って応答する。
b[5:3]	Ton_max_fault_response_retry	応答再試行動作: 000b: リトライ設定の値が 0 の場合、デバイスは再起動を試みない。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になる。 001b-111b: PMBus デバイスは、(CONTROL ピンまたは OPERATION コマンドまたはその両方で) オフになるように命令されるか、バイアス電源が取り外されるか、または別のフォルト状態が原因でデバイスがシャットダウンされるまで、グローバルの Mfr_retry_count[2:0] によって指定される回数だけ再起動を試みる。 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 にハードコードされている: 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。

MFR_RETRY_DELAY

このコマンドは、LTC2975 がフォルト状態に応答して再試行モードになっているときの再試行間隔を決定します。この遅延は SHARE_CLK のみを使用してカウントされます。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、再試行数を設定するグローバル・コマンドで、フォルト応答再試行フィールドをゼロ以外の値に設定することにより、いずれかのチャンネルがフォルトでオフになったときに行う再試行数を設定します。

同じチャンネルに再試行フォルトが複数あるか、繰り返し起こる場合、再試行の総数は MFR_RETRY_COUNT に等しくなります。チャンネルがフォルトによってオフになることが 16 秒以上発生しなかった場合、その再試行カウンタはクリアされます。チャンネルの CONTROL ピンをオフしてからオンに切り替えるか、OPERATION のオフ・コマンドを出してからオン・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	シンボル	動作
b[7:3]	Reserved	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。

2975f

PMBus コマンドの説明

共有される外部フォルト

コマンド名	CMD コード	説明	タイプ	ページ 指定	形式	単位	EEPROM	デフォルト 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 Byte	Y	Reg		Y	0x00	63
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 Byte	Y	Reg		Y	0x00	63
MFR_FAULTB0_RESPONSE	0xD5	FAULTB0ピンが“L”にアサートされたときのデバイスの動作。	R/W Byte	N	Reg		Y	0x00	63
MFR_FAULTB1_RESPONSE	0xD6	FAULTB1ピンが“L”にアサートされたときのデバイスの動作。	R/W Byte	N	Reg		Y	0x00	63

MFR_FAULTB0_PROPAGATEおよび**MFR_FAULTB1_PROPAGATE**

これらのメーカー固有のコマンドは、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、フォルトによってオフしているチャンネルをイネーブルします。MFR_FAULTB0_PROPAGATEを使用して、任意のチャンネルのフォルトによるオフ状態をFAULTB0ピンに伝えることができます。MFR_FAULTB1_PROPAGATEを使用して、任意のチャンネルのフォルトによるオフ状態をFAULTB1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Ignore (0x0)と呼ばれます。

MFR_FAULT0_PROPAGATEのデータの内容

ビット	シンボル	動作
b[7:1]	Reserved	ドントケア。常に0を返す。
b[0]	Mfr_faultb0_propagate	フォルトの伝達をイネーブルする。 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	シンボル	動作
b[7:1]	Reserved	ドントケア。常に0を返す。
b[0]	Mfr_faultb1_propagate	フォルトの伝達をイネーブルする。 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。

MFR_FAULTB0_RESPONSEおよび**MFR_FAULTB1_RESPONSE**

これらのメーカー固有のコマンドは同じフォーマットを共有し、FAULTBn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シャットオフされるチャンネルを決定します。MFR_FAULTB1_RESPONSEは、FAULTB1ピンが“L”にアサートされたときにシャットオフされるチャンネルを決定します。FAULTBnピンに応答してチャンネルがシャットオフされる場合ALERTBn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。図での説明については、「図32. チャンネルのフォルト管理のブロック図」の左側にあるスイッチを参照してください。

フォルトは、MFR_FAULTBn_RESPONSEが0に設定されているチャンネルには伝搬しません。チャンネルは中断せずに動作を続けます。なお、このフォルトに対する応答は、LTpowerPlayではNo Actionと呼ばれます。

PMBus コマンドの説明

MFR_FAULTB0_RESPONSE と MFR_FAULTB1_RESPONSE のデータの内容

ビット	シンボル	動作
b[7:4]	Reserved	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ます。 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ます。 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ます。 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ます。 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。

フォルトの警告および状態

コマンド名	CMD コード	説明	タイプ	ページ 指定	形式	単位	EEPROM	デフォルト 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。	Send Byte	Y				NA	64
STATUS_BYTE	0x78	ユニットのフォルト状態の1バイトの要約。	R Byte	Y	Reg			NA	65
STATUS_WORD	0x79	ユニットのフォルト状態の2バイトの要約。	R Word	Y	Reg			NA	65
STATUS_VOUT	0x7A	出力電圧のフォルトおよび警告の状態。	R Byte	Y	Reg			NA	66
STATUS_IOUT	0x7B	出力電流のフォルトおよび警告の状態。	R Byte	Y	Reg			NA	66
STATUS_INPUT	0x7C	入力電源フォルトおよび警告の状態。	R Byte	N	Reg			NA	66
STATUS_TEMPERATURE	0x7D	READ_TEMPERATURE_1の外部温度フォルトおよび警告の状態。	R Byte	Y	Reg			NA	67
STATUS_CML	0x7E	通信およびメモリのフォルトおよび警告の状態。	R Byte	N	Reg			NA	67
STATUS_MFR_SPECIFIC	0x80	メーカー固有のフォルトおよび状態の情報。	R Byte	Y	Reg			NA	67
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 Word	N	Reg			NA	68
MFR_COMMON	0xEF	複数のLTCチップに共通するメーカー・ステータス・ビット。	R Byte	N	Reg			NA	69

CLEAR_FAULTS

CLEAR_FAULTS コマンドは、現在までにセットされているステータス・ビットをクリアするために使われます。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が残る場合は、フォルト状態ビットが再びセットされて、ホストには通常の方法で通知されます。

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

PMBus コマンドの説明

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	シンボル	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

STATUS_WORD

STATUS_WORD コマンドは、デバイスのフォルト状態を要約した、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	シンボル	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 を参照。
b[11]	Status_word_power_not_good	PWRGD ピンがイネーブルされている場合、取り消される。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。

PMBus コマンドの説明

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	シンボル	動作
b[7]	Status_vout_ov_fault	過電圧フォルト。
b[6]	Status_vout_ov_warn	過電圧の警告。
b[5]	Status_vout_uv_warn	低電圧の警告。
b[4]	Status_vout_uv_fault	低電圧フォルト。
b[3]	Status_vout_max_warn	VOUT_MAX の警告。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_warn をクリアした後、チャンネルが遷移 (オフした後オン) を完了するか、VOUT_MAX で許容される値よりも低い有効な出力電圧が設定されるまでは、Status_vout_max_warn は新たな警告を報告しない。
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	サポートされていない。常に 0 を返す。
b[0]	Status_vout_tracking_error	サポートされていない。常に 0 を返す。

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	シンボル	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	シンボル	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 の過電流フォルト	サポートされていない。常に 0 を返す。
b[1]	IIN の過電流警告	サポートされていない。常に 0 を返す。
b[0]	PIN の過電力警告	サポートされていない。常に 0 を返す。

PMBus コマンドの説明

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。なお、この情報はページ化され、対応する外部ダイオードの温度を参照します。

STATUS_TEMPERATURE のデータの内容

ビット	シンボル	動作
b[7]	Status_temperature_ot_fault	過熱フォルト。
b[6]	Status_temperature_ot_warn	過熱警告。
b[5]	Status_temperature_ut_warn	低温警告。
b[4]	Status_temperature_ut_fault	低温フォルト。
b[3]	Reserved	予備。常に0を返す。
b[2]	Reserved	予備。常に0を返す。
b[1]	Reserved	予備。常に0を返す。
b[0]	Reserved	予備。常に0を返す。

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	シンボル	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 = フォルトは生じていない。
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 = フォルトは生じていない。
b[5]	Status_cml_pec_fault	1 = パケット・エラー・チェック・フォルトが発生した。注記：LTC2975 では、PEC 検査は常にアクティブ。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 = フォルトは生じていない。
b[4]	Status_cml_memory_fault	1 = EEPROM でフォルトが生じた。 0 = フォルトは生じていない。
b[3]	Status_cml_processor_fault	サポートされていない、常に0を返す。
b[2]	Reserved	予備、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 = フォルトは生じていない。
b[0]	Status_cml_unknown_fault	サポートされていない、常に0を返す。

PMBus コマンドの説明

STATUS_MFR_SPECIFIC

STATUS_MFR_SPECIFIC コマンドはメーカー固有のステータス・フラグを返します。CHANNEL = All でマークされたビットはページングされません。STICKY = Yes でマークされたビットは、CLEAR_FAULTS が発行されるか、チャンネルがユーザーのコマンドによってオンされるまで、セットされたまま残ります。ALERT = Yes でマークされたビットは、セットされると ALERTB を“L”に引き下げます。OFF = Yes でマークされたビットは、そのチャンネルをオフにするイベントを別の場所で設定できることを示しています。

STATUS_MFR_SPECIFIC のデータの内容

ビット	シンボル	動作	CHANNEL	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} 放電フォルトが生じた。 0 = V _{OUT} 放電フォルトは発生していない。	Current Page	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 を設定した場合、フォルトが発生したチャンネルの Status_mfr_fault1_in も設定されることがあります。	Current Page	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 を設定した場合、フォルトが発生したチャンネルの Status_mfr_fault0_in も設定されることがあります。	Current Page	Yes	Yes	Yes
b[4]	Status_mfr_servo_target_reached	サーボの目標値に達した。	Current Page	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。	Current Page	No	No	No
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。	Current Page	Yes	No	No
b[1]	Status_mfr_auxfaultb_faulted_off	V _{OUT} または I _{OUT} のフォルトにより、AUXFAULTB がデアサートされた。	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・フォルトは生じていない。	All	Yes	Yes	No

MFR_PADS

MFR_PADS コマンドは、デジタル・パッド (ピン) への読み出し専用のアクセスを行います。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	シンボル	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]	次に従って、bit[1] は FAULTB0 パッドに使用され、bit[0] は FAULTB1 パッドに使用される。 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]	Reserved[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: 予備。 00: ASEL1 入力パッドで論理レベル“L”が検出された。

PMBus コマンドの説明

MFR_PADS のデータの内容

ビット	シンボル	動作
b[7:6]	Mfr_pads_asel0[1:0]	11: ASEL0 入力パッドで論理レベル“H”が検出された。 10: ASEL0 入力パッドはフロートしている。 01: 予備。 00: ASEL0 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]	次に従って、bit[1] は FAULTB0 パッドに使用され、bit[0] は FAULTB1 パッドに使用される。 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)、および書き込み保護ピン (WP) のステータス情報を返します。

これは、LTC2975 が EEPROM や他のコマンドの処理でビジー状態である場合でも読み出すことができる唯一のコマンドです。このコマンドをホストによってポーリングすることで、LTC2975 がいつ PMBus コマンドを処理できるかを調べることができます。ビジー状態のデバイスは、そのアドレスに対して常に ACK を返しますが、直ち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・バイトに対して NACK を返し、Status_byte_busy と Status_word_busy をセットします。この場合、ALERTB は“L”にアサートされません。

MFR_COMMON のデータの内容

ビット	シンボル	動作
b[7]	Mfr_common_alertb	アラート・ステータスを返す。 1: ALERTB は“H”にアサートされる。 0: ALERTB は“L”にアサートされる。
b[6]	Mfr_common_busyb	デバイスがビジー・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: デバイスはビジー状態なので、PMBus コマンドに対して NACK を返す。
b[5:2]	Reserved	読み出し専用、常に 1 を返す。
b[1]	Mfr_common_share_clk	共有クロック・ピンのステータスを返す。 1: 共有クロック・ピンは“L”に保たれている。 0: 共有クロック・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”。

PMBus コマンドの説明

遠隔測定値

コマンド名	CMD コード	説明	タイプ	ページ 指定	形式	単位	EEPROM	デフォルト 値	参照 ページ
READ_VIN	0x88	入力電源電圧。	R Word	N	L11	V		NA	70
READ_IIN	0x89	DC/DC コンバータの入力電流。	R Word	Y	L11	A		NA	70
READ_PIN	0x97	DC/DC コンバータ入力電力。	R Word	Y	L11	W		NA	70
READ_VOUT	0x8B	DC/DC コンバータ出力電圧。	R Word	Y	L16	V		NA	70
READ_IOOUT	0x8C	DC/DC コンバータ出力電流。	R Word	Y	L11	A		NA	71
READ_TEMPERATURE_1	0x8D	外付けダイオードの接合部温度。IOUT_CAL_GAIN をはじめとする、全ての温度関連処理に使用される値。	R Word	Y	L11	°C		NA	71
READ_TEMPERATURE_2	0x8E	内部接合部温度。	R Word	N	L11	°C		NA	71
READ_POOUT	0x96	DC/DC コンバータ出力電力。	R Word	Y	L11	W		NA	71
MFR_READ_IOOUT	0xBB	READ_IOOUT の代替データ形式。1 LSB = 2.5mA。	R Word	Y	CF	2.5mA		NA	71
MFR_IIN_PEAK	0xC4	READ_IIN の最大測定値。	R Word	Y	L11	A		NA	71
MFR_IIN_MIN	0xC5	READ_IIN の最小測定値。	R Word	Y	L11	A		NA	71
MFR_PIN_PEAK	0xC6	READ_PIN の最大測定値。	R Word	Y	L11	W		NA	71
MFR_PIN_MIN	0xC7	READ_PIN の最小測定値。	R Word	Y	L11	W		NA	71
MFR_IOOUT_SENSE_VOLTAGE	0xFA	VISENSEP – VISENSEM の絶対値。1 LSB = 3.05µV。	R Word	Y	CF	3.05µV		NA	73
MFR_VIN_PEAK	0xDE	READ_VIN の最大測定値。	R Word	N	L11	V		NA	73
MFR_VOUT_PEAK	0xDD	READ_VOUT の最大測定値。	R Word	Y	L16	V		NA	73
MFR_IOOUT_PEAK	0xD7	READ_IOOUT の最大測定値。	R Word	Y	L11	A		NA	73
MFR_TEMPERATURE_1_PEAK	0xDF	READ_TEMPERATURE_1 の最大測定値。	R Word	Y	L11	°C		NA	73
MFR_VIN_MIN	0xFC	READ_VIN の最小測定値。	R Word	N	L11	V		NA	73
MFR_VOUT_MIN	0xFB	READ_VOUT の最小測定値。	R Word	Y	L16	V		NA	73
MFR_IOOUT_MIN	0xD8	READ_IOOUT の最小測定値。	R Word	Y	L11	A		NA	73
MFR_TEMPERATURE_1_MIN	0xFD	READ_TEMPERATURE_1 の最小測定値。	R Word	Y	L11	°C		NA	74

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_IIN

このコマンドは、IIN_SNSP ピンおよび IIN_SNSM ピン間の電圧差から求められた入力電流の、ADC による最新の測定値を返します。通知される READ_IIN の値は、Mfr_ein_config_iin_range[1:0] によって選択された範囲を考慮して、自動的に補正されます。

READ_PIN

このコマンドは、入力電力の ADC による最新の測定値 (ワット単位) を返します。この測定値は、READ_IIN と READ_VIN の積になります。

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。

PMBus コマンドの説明

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。

MFR_IIN_PEAK

このコマンドは、入力電流の ADC による最大の測定値を返します。このレジスタは、LTC2975 がパワーオン・リセットから戻るか、または CLEAR_FAULTS コマンドが実行されると、0x7C00(-2²⁵) にリセットされます。

MFR_IIN_MIN

このコマンドは、入力電流の ADC による最小の測定値を返します。このレジスタは、LTC2975 がパワーオン・リセットから戻るか、または CLEAR_FAULTS コマンドが実行されると、0x7BFF(約 2²⁵) にリセットされます。

MFR_PIN_PEAK

このコマンドは、入力電力の ADC による最大の測定値を返します。このレジスタは、LTC2975 がパワーオン・リセットから戻るか、または CLEAR_FAULTS コマンドが実行されると、0x7C00(-2²⁵) にリセットされます。

MFR_PIN_MIN

このコマンドは、入力電力の ADC による最小の測定値を返します。このレジスタは、LTC2975 がパワーオン・リセットから戻るか、または CLEAR_FAULTS コマンドが実行されると、0x7BFF(約 2²⁵) にリセットされます。

READ_TEMPERATURE_1

このコマンドは、外部ダイオード温度(°C)の最新の測定値を返します。この値は、温度に関連する全ての演算および計算に使用されます。このコマンドは、ページ化されます。対応する 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、READ_TEMPERATURE_1 が READ_TEMPERATURE_2 に置き換えられます。

T_{SENSE} ネットワークは、以下の条件の場合に、有効な温度の検出に失敗します。

- T_{SENSE} ピンが定電圧に短絡した。

- 検出ダイオードが、最大値 N_{TS} よりも高い理想係数を持っている。

READ_TEMPERATURE_2

このコマンドは、LTC2975 の内部温度センサによって測定される接合部温度(°C)の ADC による最新の測定値を返します。このレジスタは、情報を目的としており、READ_TEMPERATURE_1 として使用されない限り、どのフォルト、警告も生成せず、他のどのレジスタや内部の計算にも影響を与えません。このコマンドは、ページ化されません。

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、READ_TEMPERATURE_1 が READ_TEMPERATURE_2 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(ワット単位)の ADC による最新の測定値を返します。

MFR_READ_IOUT

このコマンドは、カスタム形式を使用して、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。このカスタム形式は、2A ~ 82A の絶対値を持つ電流について、READ_IOUT コマンドよりも粒度の細かい数値表現を提供します。

PMBus コマンドの説明

MFR_READ_IOUT のデータの内容

ビット	シンボル	動作
b[15:0]	Mfr_read_iout[15:0]	高電流での分解能を改善するためにカスタム形式で表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 = $2 \cdot 2.5 = 5\text{mA}$

返される値の粒度は常に2.5mAであり、返される値は±81.92Aの範囲内に制限されます。これよりも大きい電流には、READ_IOUT コマンドを使用します。返される値の精度は、「電気的特性」セクションに示されたADCの特性によって常に制限されます。

数値形式による粒度の比較

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	Saturated
$128\text{A} \leq I_{\text{OUT}} < 256\text{A}$	250mA	Saturated

PMBus コマンドの説明

MFR_IOUT_SENSE_VOLTAGE

このコマンドは、温度補正されない最後の READ_IOUT の ADC 変換時に $I_{SENSEPN}$ と $I_{SENSEMn}$ の間で測定された電圧の絶対値を返します。

MFR_IOUT_SENSE_VOLTAGE のデータの内容

ビット	シンボル	動作
b[15:0]	Mfr_iout_sense_voltage	$I_{SENSEPN}$ と $I_{SENSEMn}$ の間で測定された補正されない電圧変換の絶対値。 値 = $Y \cdot 0.025 \cdot 2^{-13}$ 。ここで、 $Y = b[15:0]$ は符号なし整数。 例： MFR_IOUT_SENSE_VOLTAGE = 1.544mV b[15:0] = 0x1FA=506 の場合、 値 = $506 \cdot 0.025 \cdot 2^{-13} = 1.544\text{mV}$

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、LTC2975 がパワーオン・リセットから戻るか、または CLEAR_FAULTS コマンドが実行されると、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、LTC2975 がパワーオン・リセットから戻るか、または CLEAR_FAULTS コマンドが実行されると、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、LTC2975 がパワーオン・リセットから戻るか、または CLEAR_FAULTS コマンドが実行されると、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 ($^{\circ}\text{C}$) の最大測定値を返します。このレジスタは、LTC2975 がパワーオン・リセットから戻ったとき、または CLEAR_FAULTS コマンドの実行時に、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、LTC2975 がパワーオン・リセットから戻るか、または CLEAR_FAULTS コマンドが実行されると、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、LTC2975 がパワーオン・リセットから戻るか、または CLEAR_FAULTS コマンドが実行されると、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) がイネーブルされると、更新はディスエーブルされます。

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、LTC2975 がパワーオン・リセットから戻るか、または CLEAR_FAULTS コマンドが実行されると、0x7BFF (約 2^{25}) にリセットされます。

PMBus コマンドの説明

MFR_TEMPERATURE_1_MIN

このコマンドは、外部ダイオード温度(°C)の最小測定値を返します。このレジスタは、LTC2975がパワーオン・リセットから戻ったとき、またはCLEAR_FAULTS コマンドの実行時に、0x7BFF(約-2²⁵)にリセットされます。

フォルト・ログ

コマンド名	CMD コード	説明	タイプ	ページ 指定	形式	単位	EEPROM	デフォルト 値	参照 ページ
MFR_FAULT_LOG_STORE	0xEA	RAMからEEPROMへのフォルト・ログの伝送を命令する。	Send Byte	N				NA	74
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。	Send Byte	N				NA	74
MFR_FAULT_LOG_CLEAR	0xEC	フォルト・ログのために確保された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する。	Send Byte	N				NA	75
MFR_FAULT_LOG_STATUS	0xED	フォルト記録のステータス。	R Byte	N	Reg		Y	NA	75
MFR_FAULT_LOG	0xEE	フォルト・ログのデータ・バイト。この順次取得データを使用して完全なフォルト・ログをアセンブルする。	R Block	N	Reg		Y	NA	75

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LTC2975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、出力電流、出力温度、入力電圧の測定値、およびこれらの値のピーク値と最小値は、継続的に更新される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。

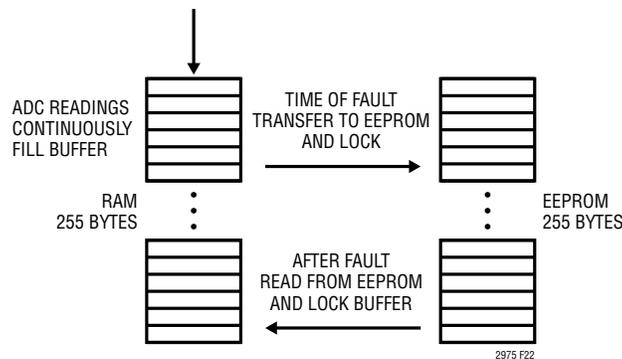


図22. フォルト・ログ

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、EEPROMへのフォルト・ログRAMのロギング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、正常に実行されたMFR_FAULT_LOG コマンドによってのみクリアされます。

MFR_FAULT_LOG_STATUSのデータの内容

ビット	シンボル	動作
b[7:2]	Reserved	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_eeprom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_enable = 1およびMfr_fault_log_status_eeprom = 0の場合は、LTC2975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バッファのデータは必ずEEPROMに転送されます。この転送は、Mfr_config_all_fast_fault_logがクリアされると、ADCが全てのチャンネルのREAD値を更新するまで遅延されます。それ以外の場合は24ms以内に転送されます。このオプションの遅延を使用することにより、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、ADCがモニタする、更新の遅い値が全て確実に更新されるようにすることができます。

RAMバッファのデータがEEPROMに転送されると、Mfr_fault_log_status_eepromは“H”にセットされ、LTC2975がリセットされるかLTC2975の電源を切断しても、Mfr_fault_log_clearを受け取るまではクリアされません。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。

Mfr_fault_logの読み出し時に、表2で定義されたデータが一度に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遠隔測定値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に相当する遠隔測定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200μs。
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_iin_peak[7:0]	23	
Mfr_iin_peak[15:8]	24	
Mfr_iin_min[7:0]	25	
Mfr_iin_min[15:8]	26	
Mfr_pin_peak[7:0]	27	
Mfr_pin_peak[15:8]	28	
Mfr_pin_min[7:0]	29	
Mfr_pin_min[15:8]	30	
Mfr_vout_peak1[7:0]	31	
Mfr_vout_peak1[15:8]	32	
Mfr_vout_min1[7:0]	33	
Mfr_vout_min1[15:8]	34	
Mfr_temperature_peak1[7:0]	35	
Mfr_temperature_peak1[15:8]	36	
Mfr_temperature_min1[7:0]	37	
Mfr_temperature_min1[15:8]	38	

表2. データ・ブロックの内容

データ	バイト*	説明
Mfr_iout_peak1[7:0]	39	
Mfr_iout_peak1[15:8]	40	
Mfr_iout_min1[7:0]	41	
Mfr_iout_min1[15:8]	42	
Mfr_vout_peak2[7:0]	43	
Mfr_vout_peak2[15:8]	44	
Mfr_vout_min2[7:0]	45	
Mfr_vout_min2[15:8]	46	
Mfr_temperature_peak2[7:0]	47	
Mfr_temperature_peak2[15:8]	48	
Mfr_temperature_min2[7:0]	49	
Mfr_temperature_min2[15:8]	50	
Mfr_iout_peak2[7:0]	51	
Mfr_iout_peak2[15:8]	52	
Mfr_iout_min2[7:0]	53	
Mfr_iout_min2[15:8]	54	
Mfr_vout_peak3[7:0]	55	
Mfr_vout_peak3[15:8]	56	
Mfr_vout_min3[7:0]	57	
Mfr_vout_min3[15:8]	58	
Mfr_temperature_peak3[7:0]	59	
Mfr_temperature_peak3[15:8]	60	
Mfr_temperature_min3[7:0]	61	
Mfr_temperature_min3[15:8]	62	
Mfr_iout_peak3[7:0]	63	
Mfr_iout_peak3[15:8]	64	
Mfr_iout_min3[7:0]	65	
Mfr_iout_min3[15:8]	66	
Status_vout0[7:0]	67	
Status_iout0[7:0]	68	
Status_mfr_specific0[7:0]	69	
Status_vout1[7:0]	70	
Status_iout1[7:0]	71	
Status_mfr_specific1[7:0]	72	
Status_vout2[7:0]	73	
Status_iout2[7:0]	74	
Status_mfr_specific2[7:0]	75	
Status_vout3[7:0]	76	
Status_iout3[7:0]	77	
Status_mfr_specific3[7:0]	78	
		プリアンブル用に71バイト

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
Fault_log [Position_last]	79	
Fault_log [Position_last-1]	80	
...		
Fault_log [Position_last-170]	237	
Reserved	238-254	
		ループの数: $(238 - 79) / 58 = 2.7$

* PMBus データバイトの数は、0ではなく1で始まる。
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79～237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79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が8の場合、ブロック読み出しで最初に返されるデータはページ0のStatus_temperatureであり、それに続いて、ページ0のRead_temperature_1[15:8]、ページ0のRead_temperature_1[7:0]という順序で返されます。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_iin[7:0]
19	Read_iin[15:8]

表3. 循環的ループ・データの解釈

位置	データ
20	Read_pin[7:0]
21	Read_pin[15:8]
22	Read_vout1[7:0]
23	Read_vout1[15:8]
24	Status_vout1[7:0]
25	Status_mfr_specific1[7:0]
26	Read_temperature_1_1[7:0]
27	Read_temperature_1_1[15:8]
28	Status_temperature1[7:0]
29	Status_iout1[7:0]
30	Read_iout1[7:0]
31	Read_iout1[15:8]
32	Read_pout1[7:0]
33	Read_pout1[15:8]
34	Read_vout2[7:0]
35	Read_vout2[15:8]
36	Status_vout2[7:0]
37	Status_mfr_specific2[7:0]
38	Read_temperature_1_2[7:0]
39	Read_temperature_1_2[15:8]
40	Status_temperature2[7:0]
41	Status_iout2[7:0]
42	Read_iout2[7:0]
43	Read_iout2[15:8]
44	Read_pout2[7:0]
45	Read_pout2[15:8]
46	Read_vout3[7:0]
47	Read_vout3[15:8]
48	Status_vout3[7:0]
49	Status_mfr_specific3[7:0]
50	Read_temperature_1_3[7:0]
51	Read_temperature_1_3[15:8]
52	Status_temperature3[7:0]
53	Status_iout3[7:0]
54	Read_iout3[7:0]
55	Read_iout3[15:8]
56	Read_pout3[7:0]
57	Read_pout3[15:8]
	Total Bytes = 58

PMBus コマンドの説明

MFR_FAULT_LOG 読み出しの例

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 でのフォルト・ログの読み出しを完全にデコードした例を示します。

データ・ブロックの内容

プリアンブル情報

バイト数 (10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_iin_peak[7:0]	
24	18		Mfr_iin_peak[15:8]	
25	19		Mfr_iin_min[7:0]	
26	1A		Mfr_iin_min[15:8]	
27	1B		Mfr_pin_peak[7:0]	

プリアンブル情報

バイト数 (10進数)	バイト数 (16進数)		データ	説明
28	1C		Mfr_pin_peak[15:8]	
29	1D		Mfr_pin_min[7:0]	
30	1E		Mfr_pin_min[15:8]	
31	1F		Mfr_vout_peak1[7:0]	
32	20		Mfr_vout_peak1[15:8]	
33	21		Mfr_vout_min1[7:0]	
34	22		Mfr_vout_min1[15:8]	
35	23		Mfr_temperature_peak1[7:0]	
36	24		Mfr_temperature_peak1[15:8]	
37	25		Mfr_temperature_min1[7:0]	
38	26		Mfr_temperature_min1[15:8]	
39	27		Mfr_iout_peak1[7:0]	
40	28		Mfr_iout_peak1[15:8]	
41	29		Mfr_iout_min1[7:0]	
42	2A		Mfr_iout_min1[15:8]	
43	2B		Mfr_vout_peak2[7:0]	
44	2C		Mfr_vout_peak2[15:8]	
45	2D		Mfr_vout_min2[7:0]	
46	2E		Mfr_vout_min2[15:8]	
47	2F		Mfr_temperature_peak2[7:0]	
48	30		Mfr_temperature_peak2[15:8]	
49	31		Mfr_temperature_min2[7:0]	
50	32		Mfr_temperature_min2[15:8]	
51	33		Mfr_iout_peak2[7:0]	
52	34		Mfr_iout_peak2[15:8]	
53	35		Mfr_iout_min2[7:0]	
54	36		Mfr_iout_min2[15:8]	
55	37		Mfr_vout_peak3[7:0]	
56	38		Mfr_vout_peak3[15:8]	
57	39		Mfr_vout_min3[7:0]	
58	3A		Mfr_vout_min3[15:8]	
59	3B		Mfr_temperature_peak3[7:0]	

PMBus コマンドの説明

プリアンブル情報

バイト数 (10進数)	バイト数 (16進数)	データ	説明
60	3C	Mfr_temperature_ peak3[15:8]	
61	3D	Mfr_temperature_ min3[7:0]	
62	3E	Mfr_temperature_ min3[15:8]	
63	3F	Mfr_iout_peak3[7:0]	
64	40	Mfr_iout_peak3[15:8]	
65	41	Mfr_iout_min3[7:0]	
66	42	Mfr_iout_min3[15:8]	
67	43	Status_vout0[7:0]	
68	44	Status_iout0[7:0]	
69	45	Status_ temperature0[7:0]	
70	46	Status_vout1[7:0]	
71	47	Status_iout1[7:0]	
72	48	Status_ temperature1[7:0]	
73	49	Status_vout2[7:0]	
74	4A	Status_iout2[7:0]	
75	4B	Status_ temperature2[7:0]	
76	4C	Status_vout3[7:0]	
77	4D	Status_iout3[7:0]	
78	4E	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 (10進数)	バイト数 (16進数)	ループ バイト数 十進数	MUX のループ 0	ループあたり 54バイト
79	4F	13	Read_pout0[15:8]	Position_last
80	50	12	Read_pout0[7:0]	
81	51	11	Read_iout0[15:8]	
82	52	10	Read_iout0[7:0]	
83	53	9	Status_iout0[7:0]	

循環的 MUX のループ・データ

バイト数 (10進数)	バイト数 (16進数)	ループ バイト数 十進数	MUX のループ 0	ループあたり 54バイト
84	54	8	Status_ temperature0[7:0]	
85	55	7	Read_ temperature_1_0[15:8]	
86	56	6	Read_ temperature_1_0[7:0]	
87	57	5	Status_mfr_ specific0[7:0]	
88	58	4	Status_vout0[7:0]	
89	59	3	Read_vout0[15:8]	
90	5A	2	Read_vout0[7:0]	
91	5B	1	Read_ temperature_2[15:8]	
92	5C	0	Read_ temperature_2[7:0]	

循環的 MUX のループ・データ

バイト数 (10進数)	バイト数 (16進数)	ループ バイト数 十進数	MUX のループ 1	ループあたり 54バイト
93	5D	57	Read_pout3[15:8]	
94	5E	56	Read_pout3[7:0]	
95	5F	55	Read_iout3[15:8]	
96	60	54	Read_iout3[7:0]	
97	61	53	Status_iout3[7:0]	
98	62	52	Status_ temperature3[7:0]	
99	63	51	Read_ temperature_1_3[15:8]	
100	64	50	Read_ temperature_1_3[7:0]	
101	65	49	Status_mfr_ specific3[7:0]	
102	66	48	Status_vout3[7:0]	
103	67	47	Read_vout3[15:8]	
104	78	46	Read_vout3[7:0]	
105	69	45	Read_pout2[15:8]	
106	6A	44	Read_pout2[7:0]	
107	6B	43	Read_iout2[15:8]	
108	6C	42	Read_iout2[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 (10進数)	バイト数 (16進数)	ループ バイト数 十進数	MUXのループ1	ループあたり 54バイト
109	6D	41	Status_iout2[7:0]	
110	6E	40	Status_temperature2[7:0]	
111	6F	39	Read_temperature_1_2[15:8]	
112	70	38	Read_temperature_1_2[7:0]	
113	71	37	Status_mfr_specific2[7:0]	
114	72	36	Status_vout2[7:0]	
115	73	35	Read_vout2[15:8]	
116	74	34	Read_vout2[7:0]	
117	75	33	Read_pout1[15:8]	
118	76	32	Read_pout1[7:0]	
119	77	31	Read_iout1[15:8]	
120	78	30	Read_iout1[7:0]	
121	79	29	Status_iout1[7:0]	
122	7A	28	Status_temperature2[7:0]	
123	7B	27	Read_temperature_1_1[15:8]	
124	7C	26	Read_temperature_1_1[7:0]	
125	7D	25	Status_mfr_specific1[7:0]	
126	7E	24	Status_vout1[7:0]	
127	7F	23	Read_vout1[15:8]	
128	80	22	Read_vout1[7:0]	
129	81	21	Read_pin[15:8]	
130	82	20	Read_pin[7:0]	
131	83	19	Read_in[15:8]	
132	84	18	Read_in[7:0]	
133	85	17	0x0	
134	86	16	Status_input[7:0]	
135	87	15	Read_vin[15:8]	
136	88	14	Read_vin[7:0]	
137	89	13	Read_pout0[15:8]	
138	8A	12	Read_pout0[7:0]	
139	8B	11	Read_iout0[15:8]	
140	8C	10	Read_iout0[7:0]	

循環的 MUX のループ・データ

バイト数 (10進数)	バイト数 (16進数)	ループ バイト数 十進数	MUXのループ1	ループあたり 54バイト
141	8D	9	Status_iout0[7:0]	
142	8E	8	Status_temperature0[7:0]	
143	8F	7	Read_temperature_1_0[15:8]	
144	90	6	Read_temperature_1_0[7:0]	
145	91	5	Status_mfr_specific0[7:0]	
146	92	4	Status_vout0[7:0]	
147	93	3	Read_vout0[15:8]	
148	94	2	Read_vout0[7:0]	
149	95	1	Read_temperature_2[15:8]	
150	96	0	Read_temperature_2[7:0]	

循環的 MUX のループ・データ

バイト数 (10進数)	バイト数 (16進数)	ループ バイト数 十進数	MUXのループ2	ループあたり 54バイト
151	97	57	Read_pout3[15:8]	
152	98	56	Read_pout3[7:0]	
153	99	55	Read_iout3[15:8]	
154	9A	54	Read_iout3[7:0]	
155	9B	53	Status_iout3[7:0]	
156	9C	52	Status_temperature3[7:0]	
157	9D	51	Read_temperature_1_3[15:8]	
158	9E	50	Read_temperature_1_3[7:0]	
159	9F	49	Status_mfr_specific3[7:0]	
160	A0	48	Status_vout3[7:0]	
161	A1	47	Read_vout3[15:8]	
162	A2	46	Read_vout3[7:0]	
163	A3	45	Read_pout2[15:8]	
164	A4	44	Read_pout2[7:0]	
165	A5	43	Read_iout2[15:8]	
166	A6	42	Read_iout2[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 (10進数)	バイト数 (16進数)	ループ バイト数 十進数	MUXのループ2	ループあたり 54バイト
167	A7	41	Status_iout2[7:0]	
168	A8	40	Status_temperature2[7:0]	
169	A9	39	Read_temperature_1_2[15:8]	
170	AA	38	Read_temperature_1_2[7:0]	
171	AB	37	Status_mfr_specific2[7:0]	
172	AC	36	Status_vout2[7:0]	
173	AD	35	Read_vout2[15:8]	
174	AE	34	Read_vout2[7:0]	
175	AF	33	Read_pout1[15:8]	
176	B0	32	Read_pout1[7:0]	
177	B1	31	Read_iout1[15:8]	
178	B2	30	Read_iout1[7:0]	
179	B3	29	Status_iout1[7:0]	
180	B4	28	Status_temperature2[7:0]	
181	B5	27	Read_temperature_1_1[15:8]	
182	B6	26	Read_temperature_1_1[7:0]	
183	B7	25	Status_mfr_specific1[7:0]	
184	B8	24	Status_vout1[7:0]	
185	B9	23	Read_vout1[15:8]	
186	BA	22	Read_vout1[7:0]	
187	BB	21	Read_pin[15:8]	
188	BC	20	Read_pin[7:0]	
189	BD	19	Read_in[15:8]	
190	BE	18	Read_in[7:0]	
191	BF	17	0x0	
192	C0	16	Status_input[7:0]	
193	C1	15	Read_vin[15:8]	
194	C2	14	Read_vin[7:0]	
195	C3	13	Read_pout0[15:8]	
196	C4	12	Read_pout0[7:0]	
197	C5	11	Read_iout0[15:8]	
198	C6	10	Read_iout0[7:0]	
199	C7	9	Status_iout0[7:0]	

循環的 MUX のループ・データ

バイト数 (10進数)	バイト数 (16進数)	ループ バイト数 十進数	MUXのループ2	ループあたり 54バイト
200	C8	8	Status_temperature0[7:0]	
201	C9	7	Read_temperature_1_0[15:8]	
202	CA	6	Read_temperature_1_0[7:0]	
203	CB	5	Status_mfr_specific0[7:0]	
204	CC	4	Status_vout0[7:0]	
205	CD	3	Read_vout0[15:8]	
206	CE	2	Read_vout0[7:0]	
207	CF	1	Read_temperature_2[15:8]	
208	D0	0	Read_temperature_2[7:0]	

循環的 MUX のループ・データ

バイト数 (10進数)	バイト数 (16進数)	ループ バイト数 十進数	MUXのループ3	ループあたり 54バイト
209	D1	57	Read_pout3[15:8]	
210	D2	56	Read_pout3[7:0]	
211	D3	55	Read_iout3[15:8]	
212	D4	54	Read_iout3[7:0]	
213	D5	53	Status_iout3[7:0]	
214	D6	52	Status_temperature_3[7:0]	
215	D7	51	Read_temperature_1_3[15:8]	
216	D8	50	Read_temperature_1_3[7:0]	
217	D9	49	Status_mfr_specific3[7:0]	
218	DA	48	Status_vout3[7:0]	
219	DB	47	Read_vout3[15:8]	
220	DC	46	Read_vout3[7:0]	
221	DD	45	Read_pout2[15:8]	
222	DE	44	Read_pout2[7:0]	
223	DF	43	Read_iout2[15:8]	
224	E0	42	Read_iout2[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 (10進数)	バイト数 (16進数)	ループ バイト数 十進数	MUXのループ3	ループあたり 54バイト
225	E1	41	Status_iout2[7:0]	
226	E2	40	Status_ temperature2[7:0]	
227	E3	39	Read_ temperature_1_2[15:8]	
228	E4	38	Read_ temperature_1_2[7:0]	
229	E5	37	Status_mfr_ specific2[7:0]	
230	E6	36	Status_vout2[7:0]	
231	E7	35	Read_vout2[15:8]	
232	E8	34	Read_vout2[7:0]	
233	E9	33	Read_pout1[15:8]	
234	EA	32	Read_pout1[7:0]	
235	EB	31	Read_iout1[15:8]	
236	EC	30	Read_iout1[7:0]	
237	ED	29	Status_iout1[7:0]	最終の有効 フォルト・ログ・ バイト
238	EE		0x00	バイト EE - FE は 0x00 を返す

循環的 MUX のループ・データ

バイト数 (10進数)	バイト数 (16進数)	ループ バイト数 十進数	MUXのループ3	ループあたり 54バイト
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の バイト255。Mfr_ fault_log_status_ ramをクリアする には、これを読み 出す必要がある。

識別/情報

コマンド名	CMD コード	説明	タイプ	ページ 指定	形式	単位	EEPROM	デフォルト 値	参照 ページ
CAPABILITY	0x19	デバイスがサポートする PMBus オプション 通信プロトコルの要約。	R Byte	N	Reg			0xB0	83
PMBUS_REVISION	0x98	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 Byte	N	Reg			0x11	83
MFR_SPECIAL_ID	0xE7	LTC2975 を識別するメーカーのコード。	R Word	N	Reg		Y	547 0x0223	83
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 Byte	Y	Reg		Y	NA	83

PMBus コマンドの説明

CAPABILITY

CAPABILITY コマンドは、ホスト・システムが LTC2975 のいくつかの主要機能を判別する手段を提供します。

CAPABILITY のデータの内容

ビット	シンボル	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	01b にハードコードされており、サポートされている最大のバス速度は 400kHz であることが示される。
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]	Reserved	常に 0 を返す。

PMBus_REVISION

PMBus_REVISION のデータの内容

ビット	シンボル	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

このレジスタには LTC2975 のメーカー ID が格納されています。常に 0x0223 を返します。

MFR_SPECIAL_LOT

これらのページング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

コマンド名	CMD コード	説明	タイプ	ページ 指定	形式	単位	EEPROM	デフォルト 値	参照 ページ
USER_DATA_00	0xB0	メーカーが LTpowerPlay 用に確保。	R/W Word	N	Reg		Y	NA	83
USER_DATA_01	0xB1	メーカーにより、LTpowerPlay 用に予約。	R/W Word	Y	Reg		Y	NA	83
USER_DATA_02	0xB2	OEM が確保。	R/W Word	N	Reg		Y	NA	83
USER_DATA_03	0xB3	スクラッチパッドの場所。	R/W Word	Y	Reg		Y	0x0000	83
USER_DATA_04	0xB4	スクラッチパッドの場所。	R/W Word	N	Reg		Y	0x0000	83
MFR_LTC_RESERVED_1	0xB5	メーカーが確保。	R/W Word	Y	Reg		Y	NA	83
MFR_LTC_RESERVED_2	0xBC	メーカーが確保。	R/W Word	Y	Reg			NA	83

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 および USER_DATA_04 は、ユーザーのスクラッチパッド用として使用できます。これらの 10 バイト（ページングされていないワード 1 個とページングされたワード 4 個）は、シリアル番号、基板モデル番号、組み立て場所、組み立て日などのトレーサビリティまたはリビジョン情報のために使用できます。

アプリケーション情報

概要

LTC2975は、シーケンス制御、マーージニング、調整、出力電圧の過電圧/低電圧の監視、出力電流の過電流/低電流の監視、フォルト・マネージメント、DC/DCコンバータの4つのチャネルの電圧/電流/温度の読み出し、ハイサイドの入力電流、入力電圧、入力電力、入力エネルギー、および接合部温度の読み出しを行うことができる4チャンネル・パワーシステム・マネージメント・デバイスです。複数のリニアテクノロジーのパワーシステム・マネージャでは、SHARE_CLK、FAULTB、CONTROLピンを使用して動作を連携できます。LTC2975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。

LTC2975への電力供給

LTC2975には、2つの方法で電力を供給できます。第1の方法は4.5V～15VをV_{PWR}ピンに印加することです。図23を参照してください。内部のリニア・レギュレータがV_{PWR}を3.3Vに変換し、これでLTC2975の全ての内部回路を駆動します。

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に印加することで、3.13V～3.47Vの電圧を使用します。図24参照。V_{PWR}はV_{DD33}ピンに接続します。この第2の方

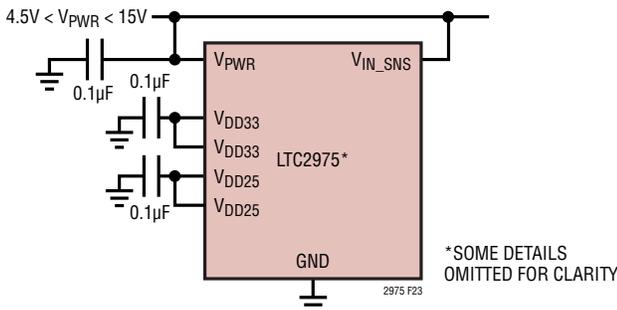


図23. 中間バスからのLTC2975への直接電力供給

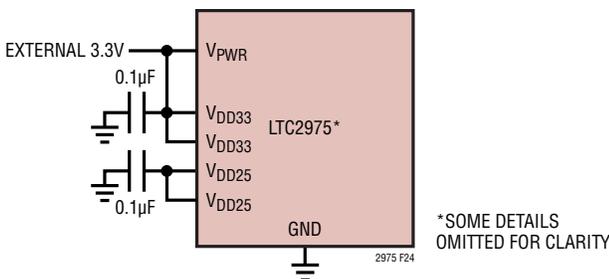


図24. 外部3.3V電源からLTC2975への電力供給

法でも全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、参考用として、またソフトウェア開発環境におけるレジスタの理解を目的に提供します。実際には、DC1613 USB - I²C/SMBus/PMBus間コントローラと直感的なメニュー形式オブジェクトを使用したソフトウェアGUIにより、LTC2975を単独動作用に完全に設定することができます。

入力電流の測定

LTC2975は、入力電源の電流の測定を行うことができます。このデバイスは、入力電源電圧を測定して入力電力を計算することもできます。LTC2975は、正確な内部タイム・ベースを備えており、入力エネルギーを計算することができます。これは、エネルギーが電力と時間の積から得られるためです。測定される各パラメータの単位は、アンペア、ボルト、ワット、およびミリジュールです。

入力電流は、図25に示すように、検出抵抗(R_{SENSE})を目的の電流負荷経路と直列に接続することによって測定されます。R_{SENSE}が低い熱ドリフト特性を備えている場合は、MFR_IIN_CAL_GAIN_TCレジスタの値をゼロに設定できます。そうでない場合は、MFR_IIN_CAL_GAIN_TCの値をppm/°C単位で設定し、R_{SENSE}の熱ドリフトを補正します。

最適な結果を得るために、R_{SENSE}をLTC2975に近づけて配置し、LTC2975と等温にすることを推奨します。

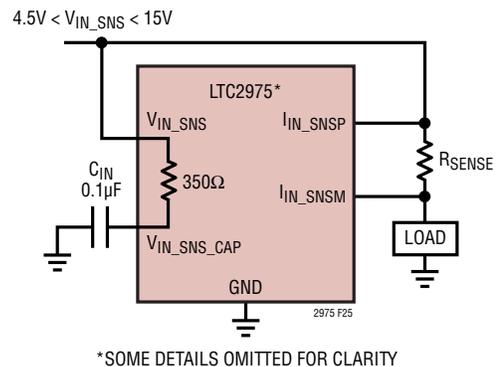


図25. 外部3.3V電源からLTC2975への電力供給

アプリケーション情報

入力電圧の測定

READ_VINは、VIN_SNSピンの入力電圧を返します。TUE_VINは、READ_VINの測定誤差を示しています。VIN_SNSピンでの大きなリップルは、READ_VIN、READ_PIN、およびMFR_EINの精度に影響を与える場合があります。リップルによって生じる測定誤差を減らすために、図28に示すオプションのアンチエイリアシング・フィルタ部品を追加することを検討してください。R3とC3は、62.5kHzでの30dBの減衰により、VIN_SNSをフィルタリングします。R1、R2、C1、C2は、IIN_SNS入力にフィルタを追加して、内部ダイオード(D1～D4)がオンになるのを防ぎます。

入力電力の測定

READ_PINは、最新のVIN_SNSとIIN_SNSの測定値の積から計算された入力電力をワット単位で返します。電気的特性表は、標準的条件でのREAD_PINの全未調整誤差(TUE_PIN)のみを規定していますが、実際は、TUE_PINはTUE_IINとTUE_VINの合計によって制限されます。

$$TUE_PIN \leq TUE_IIN + TUE_VIN$$

例えば、電流検出アンプを中電圧範囲に設定し、 $15\text{mV} < |V_{IIN_SNS}| < 50\text{mV}$ の場合、TUE_IINは1%以下、TUE_PINは $1\%(TUE_IIN) + 0.5\%(TUE_VIN) = 1.5\%$ 未満になります。

電流検出範囲には正入力と負入力が含まれているため、READ_PINは、電力転送の大きさと方向を示す符号付きの値を返します。

入力エネルギーの測定

12バイトのデータ・ブロックMFR_EINには、48ビットの累積エネルギー測定値Energy_value[47:0] (mJ単位)、およびエネルギーの累積が開始されてからの48ビットの経過時間Energy_time[47:0] (ミリ秒単位)が格納されます。累積エネルギー・データおよび経過時間データへのアクセス方法については、「入力電流とエネルギー」セクションおよびPMBusコマンドの説明の「MFR_COMMAND_PLUS」セクションを参照してください。Energy_valueは、最大で $(2^{48}-1)$ mJまでのエネルギーを累積することができ、これを超えると最低値に戻ります。エネルギーは、 $(2^{48}-1)$ ms (約8925年)の間、累積することができ、これを超えるとEnergy_timeはゼロに戻ります。負の電力測定値の累積によってEnergy_valueが減少し、エネルギー・メーターは、0ミリジュールに達すると変化しなくなります。

エネルギー・メーターのタイム・ベースの誤差(TUE_ETB)は、内部エネルギーのタイム・ベースの精度を規定します。Energy_timeの精度は、TUE_ETBの最大誤差によって決まります。累積エネルギーには、電流検出測定値、電圧検出測定値、および内部タイム・ベースの誤差が含まれています。Energy_valueの誤差(TUE_EIN)は、TUE_IIN、TUE_VIN、およびTUE_ETBの合計によって、次のように制限されます。

$$TUE_EIN \leq TUE_IIN + TUE_VIN + TUE_ETB$$

例えば、電流検出アンプを高電圧範囲に設定し、VIN_SNSが20mVの場合、TUE_IINの誤差は1%未満になり、TUE_VINの誤差は0.5%未満になり、TUE_ETBの誤差は1.5%未満になります。したがって、エネルギー測定誤差(TUE_EIN)は、3%未満になります。

シーケンス、サーボ、マージン、再起動動作

コマンド・ユニットのオン/オフ

特定のチャンネルのオン、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、およびVIN_SNSピンで測定された入力電圧(VIN)の値です。どのような場合でも、デバイスがCONTROLピンまたはOPERATIONコマンドに応答できるようにするには、VINがVIN_ONを上回る必要があります。VINがVIN_OFFより低くなると、全てのチャンネルがTOFF_DELAY経過後直ちにオフになるか、シーケンス・オフとなります(Mfr_config_track_enmを参照)。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、VINがVIN_ONを超えたときに常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。

アプリケーション情報

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機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ていると、TON_RISE の値によって、デバイスが DAC をソフト接続して DC/DC コンバータの出力を V_{OUT_COMMAND} 値にサーボ制御する時間が決定されます。TON_MAX_FAULT_LIMIT の値により、デバイスが低電圧条件を確認する時間が決定されます。TON_MAX_FAULT が発生した場合は、DC/DC コンバータをディスエーブルし、双方向の FAULTB ピンを使用してフォルトを他のチャネルに伝えるように該当チャネルを設定できます。図 29 に、CONTROL ピンを用いた典型的なオン・シーケンスを示します。過電圧フォルトは、デバイスがパワーアップされている間常に V_{OUT_OV_FAULT_LIMIT} 値に対してチェックされ、リセット状態中や過電圧を無視したマーギニング時にはチェックされません。

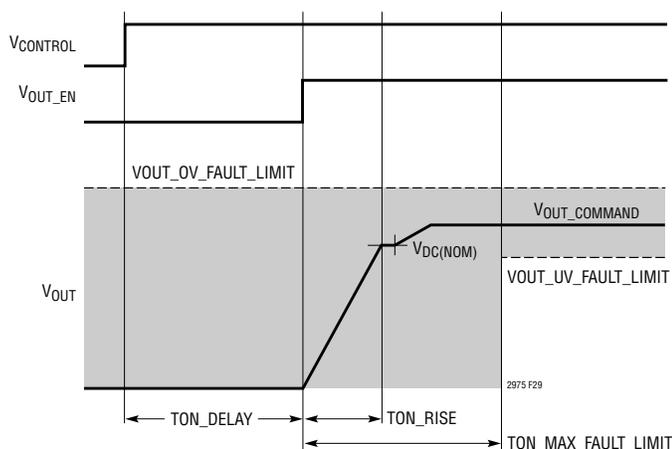


図 29. CONTROL ピンを使用した標準的なオン・シーケンス

オン状態の動作

チャネルがオン状態に達しているとき、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ギン、下方マーギンに設定するか、または V_{OUT_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、チャネルが DC/DC コンバータの出力を V_{OUT_COMMAND} 電圧に連続的に調整するように設定するか、またはチャネルの V_{DACn} 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 (V_{DACn}(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_LTC2975 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に設定できます。サーボのターゲットは希望の出力電圧です。

連続/非連続調整モード：MFR_CONFIG_LTC2975 b[7]。連続調整モードでは、サーボは V_{OUT} の測定値を取得するたびに DAC を閉ループ式に更新します。更新レートは、サーボ制御信号が ADC のマルチプレクサをたどる所要時間で決まりますが、これが t_{UPDATE_ADC} より長いことはありません。「電気的特性」の表の Note 5 を参照してください。非連続調整モードでは、サーボは ADC が目的の出力電圧を測定するまで DAC を駆動し、その時点で DAC の更新を停止します。

連続/非連続調整モードの一部として、高速サーボ・モードを使用して、マーギン・コマンドやオン・イベントなどの大規模な出力遷移を高速化することができます。これを使用するには、Mfr_config_fast_servo_off=0 に設定します。高速サーボ・モードをイネーブルすると、目標電圧の変更や新規のソフト接続によって高速サーボが起動します。新しいターゲット電圧に近くなるまで、DAC は t_{S_VDAC} 間隔ごとに、1LSB ずつランプされます。新しいターゲット電圧に近づくと、オーバーシュートを避けるために低速サーボ・モードに入ります。

警告モードでの非連続サーボ：MFR_CONFIG_LTC2975 b[7] = 0, b[6] = 1。非連続モードでは、出力がドリフトして過電圧または低電圧の警告リミットを超える場合、LTC2975 は出力を再調整(再サーボ制御)します。

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_LTC2975 を参照してください。

- ソフト接続。リニアテクノロジーが特許を持つソフト接続機能を採用することにより、DAC 出力は接続前に DC/DC コンバータの帰還ノードの電圧の 1LSB 以内まで駆動され、出力にトランジェントが発生するのを防ぎます。このモードは出力電圧をサーボ制御するときに使用されます。起動時に、LTC2975 は TON_RISE が期限切れになるまで待機してから DAC に接続します。これが最も標準的な動作モードです。
- 切断。DAC 出力は高インピーダンスになります。

アプリケーション情報

- 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って起動します。
- 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って起動します。

マージニング

LTC2975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、マージニングと調整をします。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要求は無視されます。

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値は、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しきい値を決定することができます。オフしきい値電圧は、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しきい値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。出力電圧がオフしきい値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全てのVOUT_ENピンをディスエーブルし、その後全てのDC/DCコンバータを該当するTON_DELAYに従って起動します。(図30を参照)。VOUT_ENピンはMFR_CONFIG_LTC2975コマンドでCONTROLピンのいずれか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。

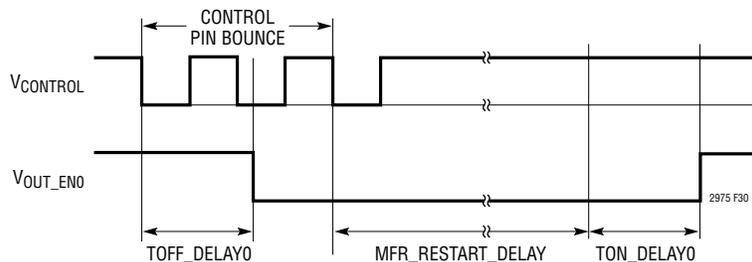


図30. 自動リスタートを使用したオフ・シーケンス

アプリケーション情報

フォルト管理

出力の過電圧フォルト、低電圧フォルト、過電流フォルト、および低電流フォルト

高速電圧スーパーバイザのOVフォルトしきい値およびUVフォルトしきい値は、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、高速電流スーパーバイザのOCフォルトしきい値およびUCフォルトしきい値は、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に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、LTC2975は再試行1～6回、制限回数なしで継続的に再試行、またはラッチオフを設定できます。リトライ・インターバルはMFR_RETRY_DELAYコマンドによって指定されます。ラッチされたフォルトをリセットするには、CONTROLピンを切り替えるか、OPERATIONコマンドを使用するか、またはVIN_SNSピンへのバイアス電圧の印加をいったん解除してから再度印加します。フォルト状態および警告状態が生じると、ALERTBピンは必ず“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。

出力の過電圧警告、低電圧警告、および過電流警告

OV、UV、およびOCの警告しきい値は、LTC2975のADCによって処理されます。これらのしきい値はそれぞれVOUT_OV_WARN_LIMITコマンド、VOUT_UV_WARN_LIMITコマンド、およびIOUT_OC_WARN_LIMITコマンドによって設定されます。IOUTのUC警告しきい値はありませんので、注意してください。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出力を使用して、出力のOVフォルト、OCフォルト、またはUCフォルトを示すことができます。MFR_CONFIG2_LTC2975レジスタとMFR_CONFIG3_LTC2975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ตอบสนองしてAUXFAULTBピンを“L”にアサートするように設定します。LTC2975が、フォルトによるオフ状態の後で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。

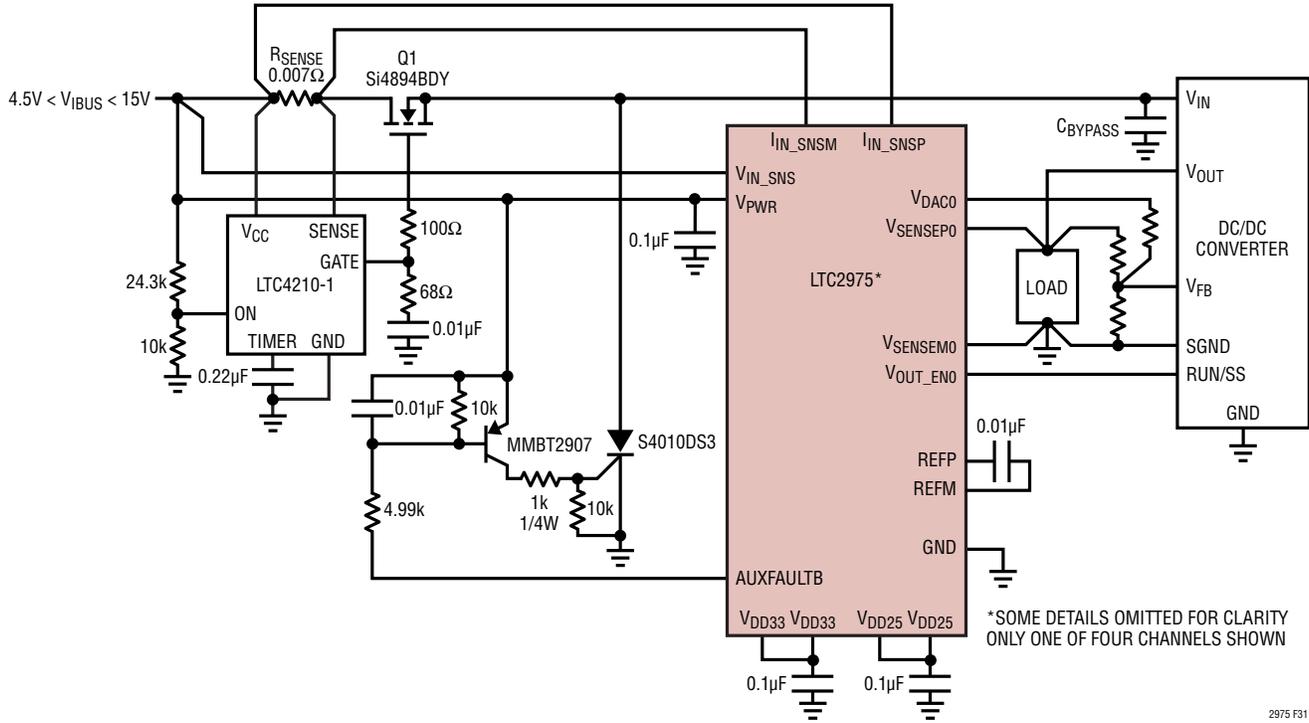
AUXFAULTB出力には、12Vにプルアップしてチャージ・ポンプされた5 μ Aも出力されています。詳細については「PMBusコマンドの説明」のMFR_CONFIG_ALL_LTC2975レジスタの説明を参照してください。

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31に示します。

マルチチャネルのフォルト管理

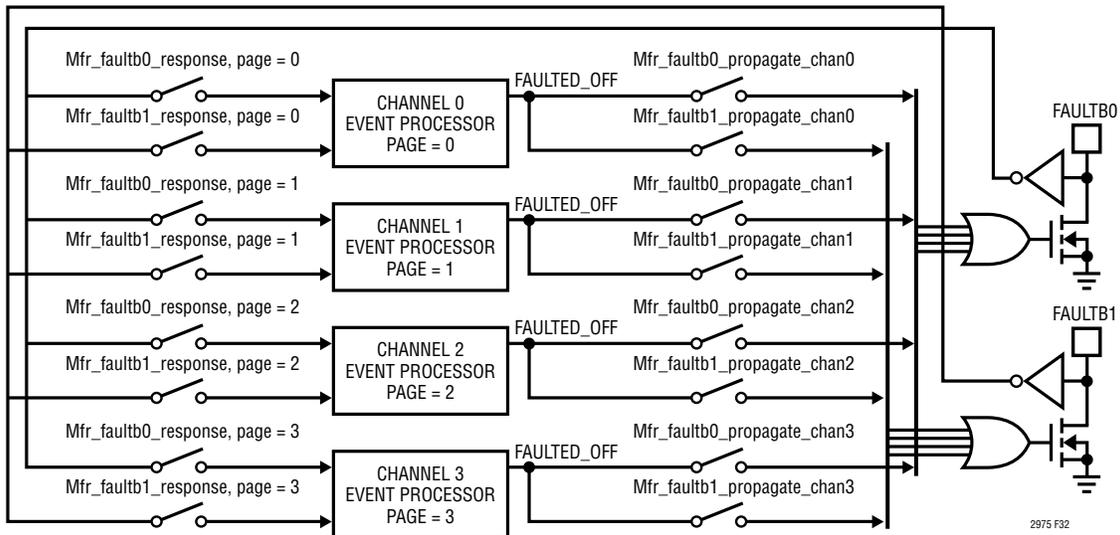
マルチチャネルのフォルト管理は、2方向性のFAULTBピンを使用して処理します。図32はチャネルとFAULTBピンの間の接続を示します。

- MFR_FAULTB_n_PROPAGATEコマンドは、特定のチャネル(PAGE)からのフォルト・オフ状態が、いずれかの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_FAULTB_n_RESPONSEコマンドは、FAULTBピンのどのような組み合わせにもตอบสนองしてどのチャネルでもシャットダウンさせるような各チャ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ตอบสนองするチャネルは、そのFAULTBピンがフォルトの起きたチャ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、10 μ s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。



2975 F31

図31. 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



2975 F32

図32. 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

リニアテクノロジーの複数のパワーマネージャ間の相互接続

複数のLTC2975の標準的なアレーのピンを相互接続する方法を図33に示します。

- V_{IN_SNS} への配線は全て V_{IN} 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、LTC2975を V_{IN} に基づいて起動し、CONTROLラインとOPERATIONコマンドを無視するようにON_OFF_CONFIGが設定されている場合のタイミング誤差が最小になります。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しきい値およびVIN_OFFしきい値に反応して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_LTC2975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。LTC2975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を使用して、LTC2975をパワーオン・リセット状態にすることができます。この状態に移行するには、少なくとも t_{RESETB} の間WDI/RESETBを“L”にしてください。

- 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33に、いずれかのFAULTBにフォルトがあった場合にその他全てを“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33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。

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ジニング

図35は、外部の帰還回路網を用いて電源をトリミング、マージニングする標準的な回路例です。 $V_{SENSEPO}$ および $V_{SENSEMO}$ 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 V_{DAC0} ピンに補正電圧が生成されます。 V_{DAC0} 出力は抵抗 R_{30} 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。

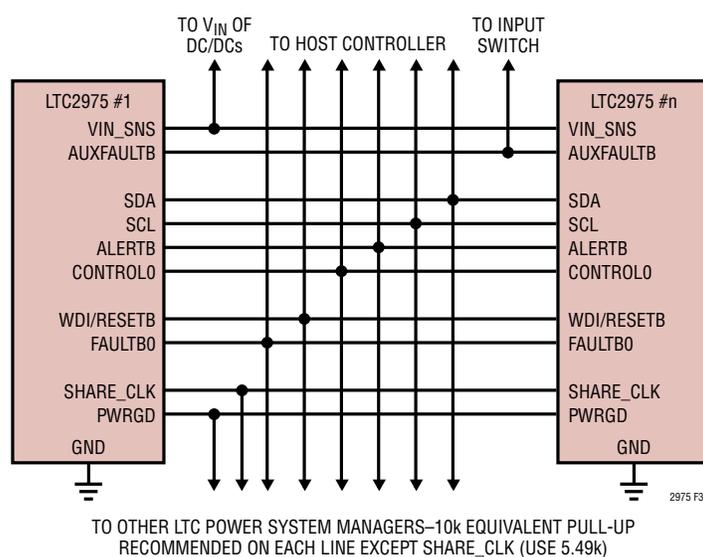


図33. リニアテクノロジーの複数のパワーシステム・マネージャ間の標準的接続

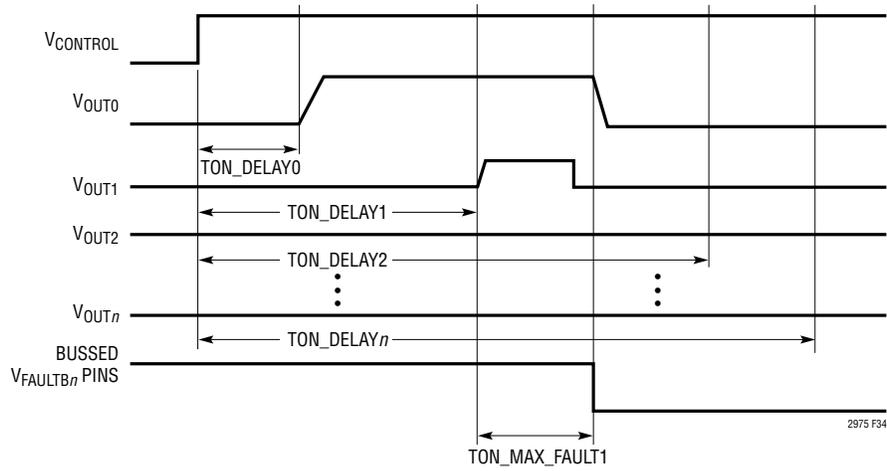


図 34. チャンネル1 短絡のために中断されたオン・シーケンス

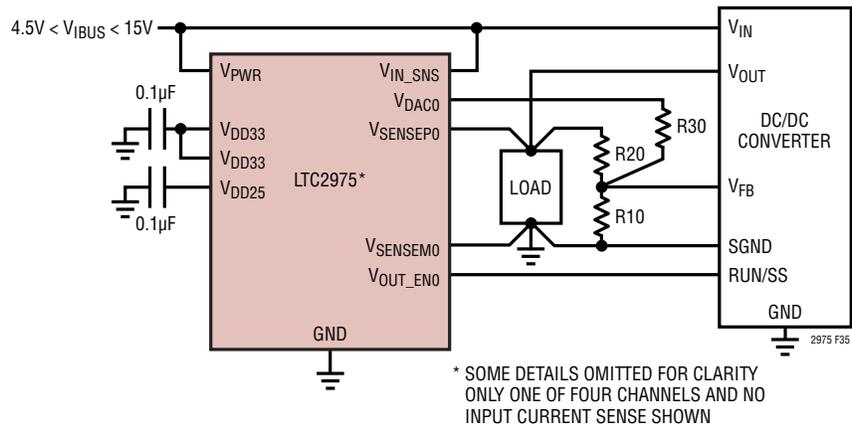


図 35. 外付け帰還抵抗を使用した DC/DC コンバータのアプリケーション回路

アプリケーション情報

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35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。

LTC2975の V_{DAC0} 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 $V_{DC(MIN)}$ を与えるのに必要な 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_{FS_VDAC} に必要な最小出力電圧を次のように計算します。

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

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ニング分解能を再度計算します。

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

$$V_{DC(MIN)} = V_{DC(NOM)} - \frac{R20}{R30} \cdot (V_{FS_VDAC} - V_{FB}) \quad (5)$$

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

$$V_{RES} = \frac{R20}{R30} \cdot \frac{V_{FS_VDAC}}{1023} \text{ V/DAC LSB} \quad (7)$$

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ニング

図36は、TRIMピンでのDC/DCコンバータ出力電圧のトリミング、マーージニングを行う標準的な応用回路を示します。LTC2975の V_{DAC0} ピンは、抵抗R30を介してTRIMピンに接続します。この構成では、MFR_CONFIG_LTC2975のDAC極性ビットMfr_config_dac_polを1にセットしてください。

TRIMピンを備えたDC/DCコンバータでは通常、TRIMピンと、 V_{SENSEP} ピンまたは V_{SENSEM} 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ージンまたは下方マー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 $\Delta\%$ の変化の関係は、一般に以下のように表されます。

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

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

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。 $\Delta_{UP}\%$ と $\Delta_{DOWN}\%$ はそれぞれ上方マーージニング、下方マー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。

アプリケーション情報

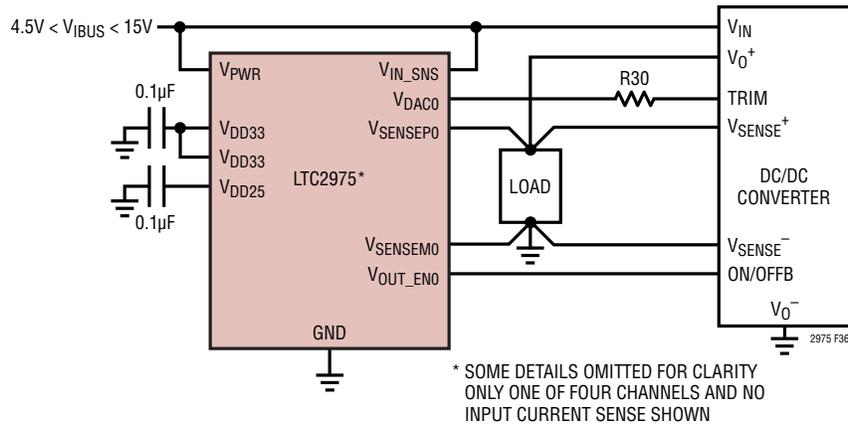


図36. トリム・ピンを使用したDC/DCコンバータのアプリケーション回路

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36参照)。

1. R30を求めます。

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

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のコンバータ全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。リニアテクノロジーのフィールド・アプリケーション・エンジニアにお問い合わせください。

検出抵抗を使用した出力の測定

検出抵抗を使用した電流測定回路を図37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共通モード、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1kΩを推奨します。

インダクタのDCRを使用した出力の測定

図38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RC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1kΩを推奨します。C_{CM1}はDCRとインダク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 · 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

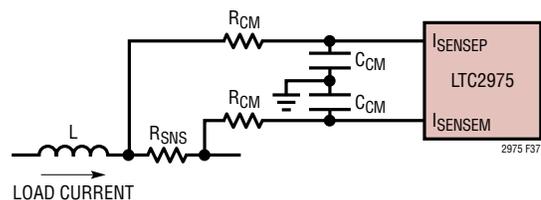


図37. 検出抵抗の電流検出回路

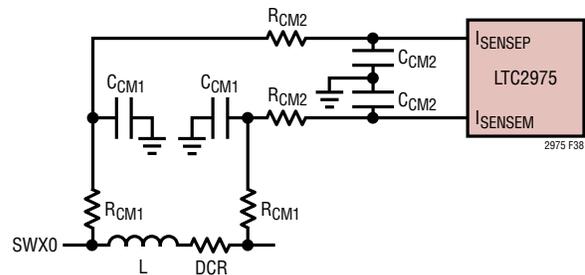


図38. DCRによる電流検出回路

アプリケーション情報

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、 $L = 2.2\mu\text{H}$ 、 $\text{DCR} = 10\text{m}\Omega$ 、 $F_{\text{SW}} = 500\text{kHz}$ を仮定します。

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

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

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

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

$C_{\text{CM2}} = 3.3\text{nF}$ 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 $3\mu\text{s}$ です。

マルチフェーズ電流の測定

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39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、 IOUT_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。

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 $3\text{k}\Omega$ となります。同様に、 IOUT_CAL_GAIN の値は $\text{DCR}/3 = 3.33\text{m}\Omega$ 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、LTC2975のADCの入力にアンチエイリアシング・フィルタが必要です。図40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 C_{10} 、 C_{20} 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、 $\tau \cong 10\mu\text{s}$ ($R = 100\Omega$, $C = 0.10\mu\text{F}$)。

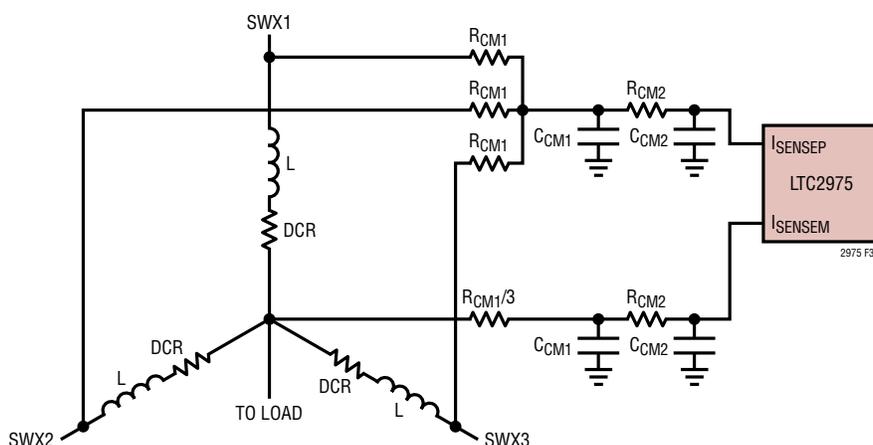


図39. 複数相のDCRによる電流検出回路

アプリケーション情報

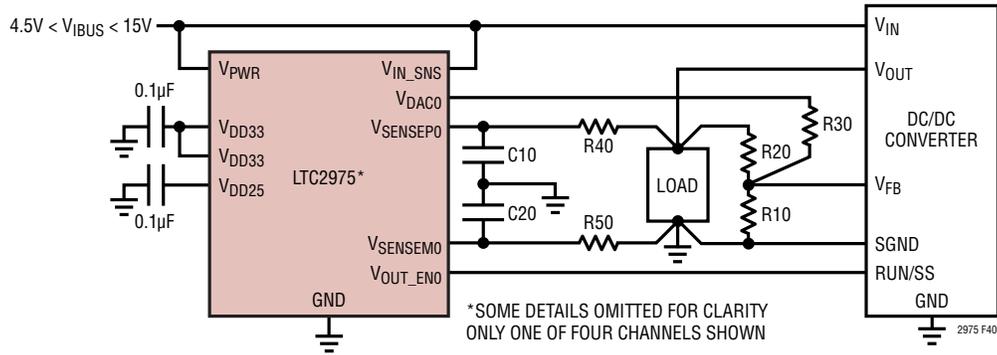


図40. VSENSE ラインのアンチエイリアシング・フィルタ

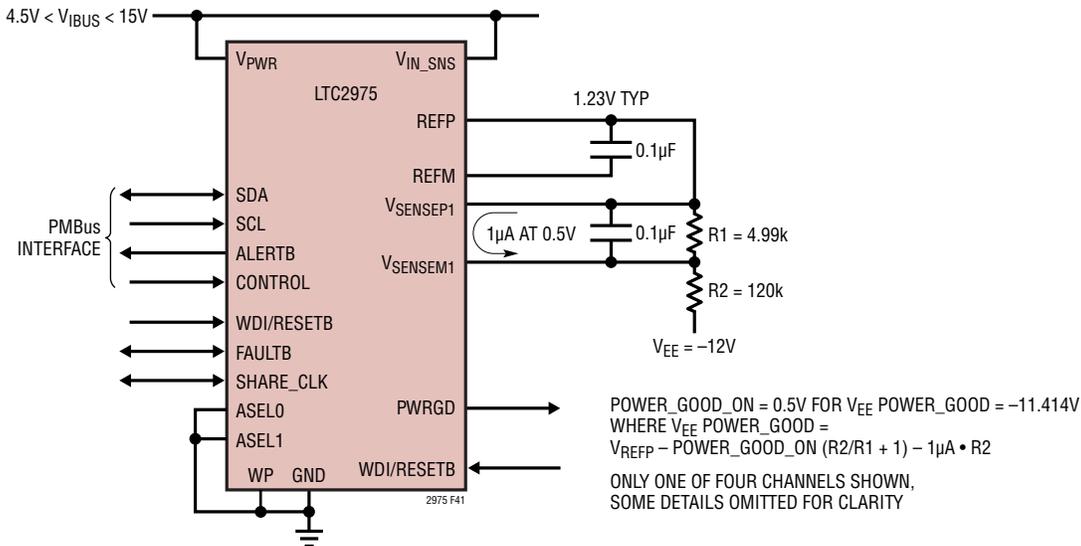


図41. 負電圧の検出

負電圧の検出

LTC2975が負電源 (V_{EE}) を検出する回路を図41に示します。R1/R2の抵抗分割器は負の電源をLTC2975のVSENSE1入力に変換し、VSENSE1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。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、VSENSE1n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次式で与えられます。

$$V_{EE} = V_{REFP} - (\text{READ_VOUT}) \cdot \left(\frac{R2}{R1} + 1 \right) - 1\mu\text{A} \cdot R2$$

ここで、READ_VOUTはVSENSE1 - VSENSE1nを返します。

USB - I²C/SMBus/PMBus間コントローラDC1613からシステム内のLTC2975への接続

USB - I²C/SMBus/PMBus間コントローラDC1613は、プログラミング、遠隔測定およびシステム・デバッグのために、ユーザーの基板上的LTC2975とのインタフェースを行うことができます。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。遠隔測定値、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生成し、LTC2975のEEPROMに格納することができます。

アプリケーション情報

システム電源が存在するか否かに関係なく、リニアテクノロジーのI²C/SMBus/PMBusコントローラを介して、1つ以上のLTC2975に対する給電、プログラミングおよび通信を行うアプリケーション回路図を図42と図43に示します。

図42は、LTC2975がシステムの間接バスからV_{PWR}ピンを介して電力を供給されているときに使用する推奨回路図を示します。

図43は、LTC2975がシステムの3.3V電源からそのV_{DD33}ピンとV_{PWR}ピンを介して電力を供給されているときに使用する推奨回路図を示します。LTC4412理想OR接続回路を使用すると、コントローラとシステムのいずれか一方がLTC2975に電力を供給できます。

コントローラの電流ソース能力が制限されているので、LTC2975、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LTC2975と共有している他のデバイスも、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。

リニアテクノロジーのコントローラの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LTC2975のV_{DD33}ピンは並列にすることができます。これは、これらの電圧を発生するリニアテクノロジーのLDOを逆駆動して、流れる電流を10μA未満にすることができるからです。コントローラの3.3Vの電流制限は100mAです。

高精度の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、電力損失が増えないこと、回路を簡素化し低コスト化を図れるとい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を正確に測定するのは困難であることから、電流測定に誤差を生じます。銅の場合、わずか1°Cのインダクタ温度の変化は、約0.39%の電流利得の変化に対応します。図44に、集積化された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。このコンバータは、1.8V、1.5Aを出力負荷に供給します。

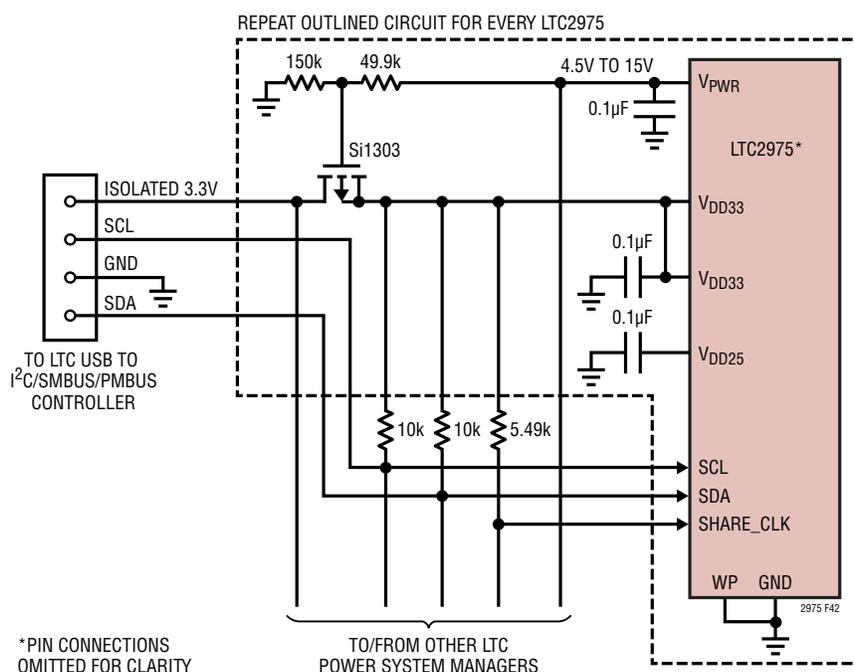


図42. V_{PWR}を使用する場合のリニアテクノロジーのコントローラの接続

アプリケーション情報

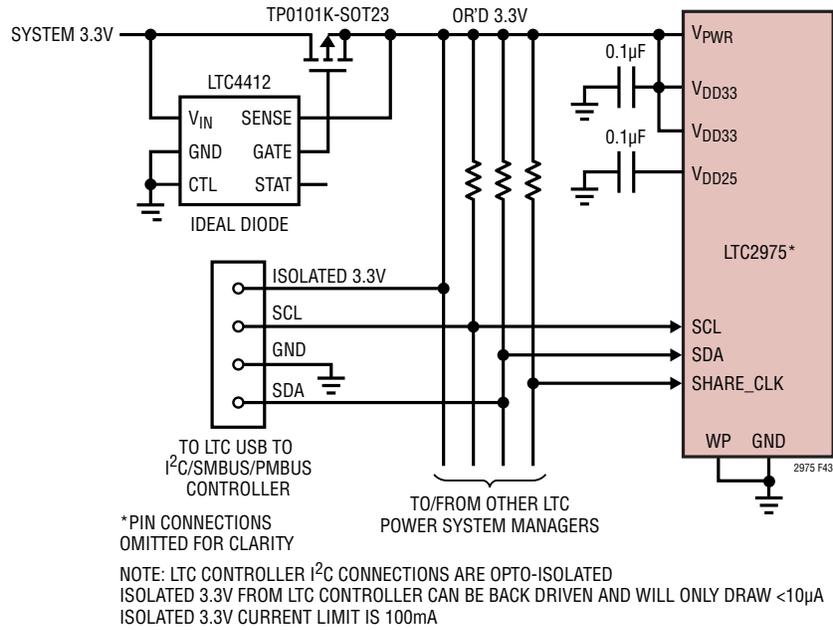


図 43. LTC2975 が直接 3.3V で電力供給されている場合のリニアテクノロジーのコントローラの接続

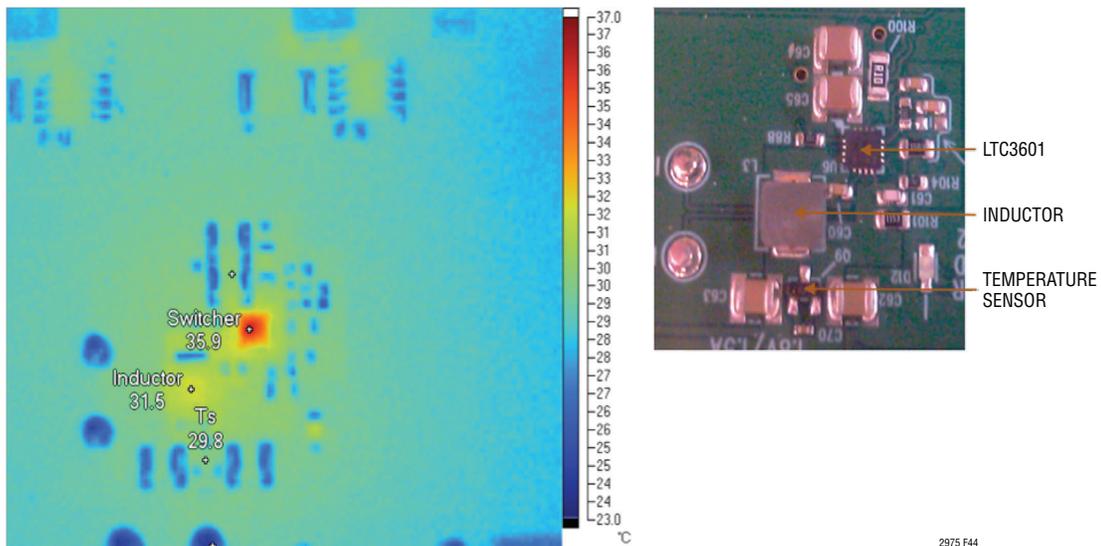


図 44. 実際のインダクタ温度と温度検出点の間の違いを示す DC/DC コンバータの熱画像

アプリケーション情報

高負荷条件におけるインダクタの発熱は、インダクタと温度センサの間に過渡的および定常的な熱勾配を生み出し、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。この温度勾配は図44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速い場合は、過渡誤差を低減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つの課題には、2つのパラメータすなわち、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 を追加することで対処できます。熱抵抗 θ_{IS} [$^{\circ}\text{C}/\text{W}$]は、インダクタの特定の電力損失 P_I に対して、検出された T_S とインダクタ内部温度 T_I の定常状態における差を計算するために使用します。

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

インダクタのDC抵抗 R_I をより正確に推定するために、追加温度上昇を次式のように使用します。

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

これらの式において、 V_{DCR} はインダクタのDC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DC抵抗、 α は抵抗値の温度係数です。ほとんどのインダクタは銅でできているので、温度係数 $\alpha_{CU} = 3900\text{ppm}/^{\circ}\text{C}$ に近いと予測できます。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つの温度で較正できます。

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

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

インダクタの抵抗 $R_K = V_{DCR}(K) / I_{OUT}(K)$ 、電力損失 $P_K = V_{DCR}(K) \cdot I_{OUT}(K)$ 、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つの負荷電流をシステムの電流範囲の $I_1 = 10\%$ 、 $I_2 = 90\%$ 程度になるよう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次熱応答をモデル化し、負荷トランジェントの間のDCRを正確に補償できるようにします。低負荷電流から高負荷電流への遷移時には、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 I_1 から高電流 I_2 へと1段階の負荷ステップを適用すると、インダクタの両端の電圧は、即座に $I_1 R_1$ から $I_2 R_1$ へと変化し、その後ゆっくりと $I_2 R_2$ に近づきます。ここで、 R_1 は特定の温度と負荷電流 I_1 における定常状態抵抗値、 R_2 は負荷電流 I_2 によるインダクタの自己発熱のためにわずかに増加した直流抵抗値です。電気的時定数 $\tau_{EL} = L/R$ は熱時定数よりも数桁短く、「即座に」とは熱時定数に比べての表現であることに注意してください。この2つの落ち着いた領域から2組のデータ(I_1, T_1, R_1, P_1)と(I_2, T_2, R_2, P_2)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 R_0 を(これまでに評価した平均 α を前提に)求めます。定常状態の式(1.2)を用いて計算した相対的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。

$$\frac{\Delta I}{I}(t) = \alpha \theta_{IS} (V_2 \cdot I_2 - V_1 \cdot I_1) e^{-t/\tau} \quad (1.5)$$

時定数 τ は、最適近似直線 $y = \ln(\Delta I/I) = a_1 + a_2 t$ の傾きから次のように求めます。

$$\tau = -\frac{1}{a_2} \quad (1.6)$$

以上をまとめると、DCR電流測定を較正するには、負荷電流を1回ステップさせるだけで良いということです。応答の安定した部分から、熱抵抗 θ_{IS} と公称DC抵抗 R_0 が得られ、セトリング特性を使用し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、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44では検出用のバイポーラ・トランジスタをインダクタの近く、スイッチ用デバイスからは離して配置しています。PNPのコレクタをベースに接続します。ベースとエミッタを別々LTC2975に配線します。ベースとコレクタを、LTC2975に近づけて信号グラウンドに接続します。

アプリケーション情報

LTpowerPlay: パワーマネージャ向けのインタラクティブ GUI

LTpowerPlayはWindows上での強力な開発環境で、LTC2975のような、リニアテクノロジーのEEPROM 装備のパワーマネージャICに対応しています。このソフトウェアは、さまざまな作業を幅広く支援します。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。過去に例のない高度な診断とデバッグ機能も装備されました。このソフトウェアは、システムのパワー・マネジメント方式を設定して基板を開発する際に役立つ診断ツールになり

ます。LTpowerPlayはリニアテクノロジーのUSB - I²C/SMBus/PMBus 間コントローラDC1613を利用して、デモ基板セットDC2022、ソケット付きプログラミング基板DC1508、お客様のターゲット・システムなど、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。

www.linear-tech.co.jp/ltpowerplay

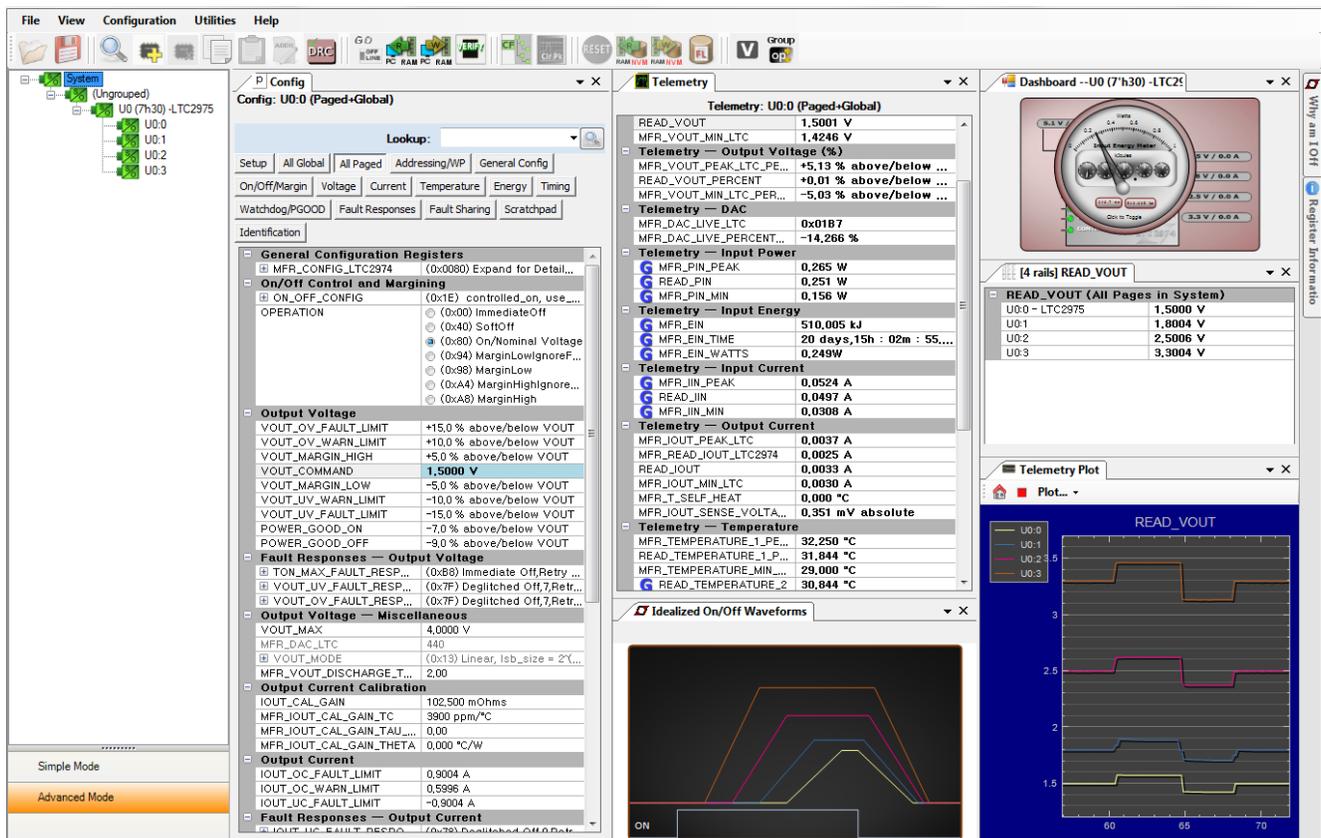


図 45. LTpowerPlay のスナップショット

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

LTC2975では、 V_{DD33} ピンとGNDの間、 V_{DD25} ピンとGNDの間、およびREFPピンとREFMピンの間に $0.1\mu\text{F}$ のバイパス・コンデンサが必要であり、VIN_SNS_CAPピンとGNDの間に 10nF の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 $0.1\mu\text{F}$ 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

LTC2975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46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。

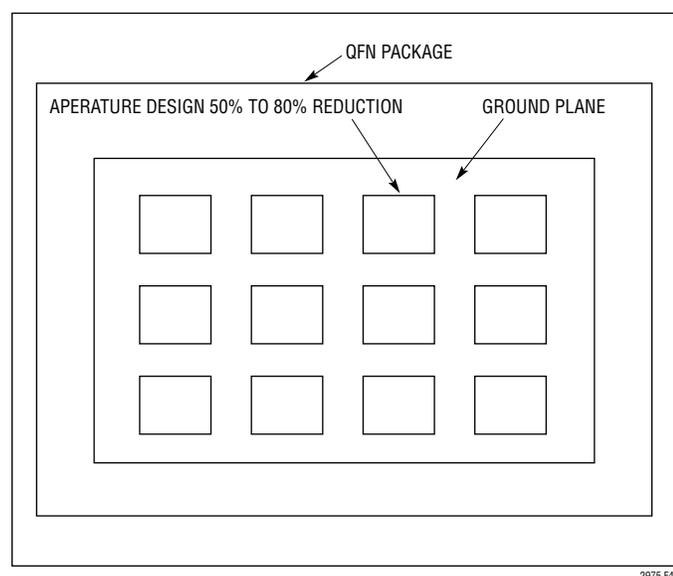


図46. ダイアタッチ・パッドの推奨スクリーン・パターン

プリント回路基板のレイアウト

プリント回路基板のに対する機械的応力や半田付けに起因する応力により、LTC2975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。

LTC2975のREAD_IIN入力電流検出アンプは、極めて低いオフセットを備えており、高精度の電流、電力、およびエネルギーの測定を可能にします。温度勾配の存在下で、差動配線経路が異種金属の境界と交差する場合、電流検出入力へのPCB配線によって熱電圧オフセットが生じる場合があります。熱電圧を最小限に抑えるには、差動電流検出入力を互いにできるだけ近づけて配線し、ビアの数を最小にします。ビアが必要な場合は、正電流検出経路と負電流検出経路の両方のビアを互いに近づけて、温度差を最小限に抑えます。

未使用のADC検出入力

未使用のADC検出入力(V_{SENSEp_n} または V_{SENSEM_n})は全てGNDに接続してください。これらの入力を取り外し可能なカードに接続されていて、かつ、ある状況でフローティング状態のままになる可能性があるシステムでは、これらの入力は 100k 抵抗を使ってGNDに接続する必要があります。この 100k の抵抗は図47に示すように、あらゆるフィルタ素子の手前に接続し、フィルタが負荷となることを防ぎます。

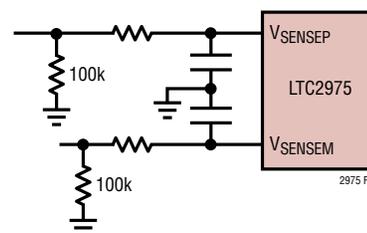


図47. 未使用の入力をGNDに接続

アプリケーション情報

設計のチェックリスト

I²C

- アドレス選択ピン(ASEL_n)は3レベルのピンです。表1を確認してください。
- アドレスを調べて、バス上の他のデバイスおよびグローバル・アドレスと衝突しないかどうか確認してください。

出力イネーブル

- 全てのV_{OUT_EN_n}ピンに適切なプルアップ抵抗を使用してください。
- V_{OUT_EN_n}ピンの絶対最大定格を超えていないことを確認してください。

V_{IN}の検出

- V_{IN}を検出するのに抵抗分割器を外付けする必要はありません。V_{IN_SNS}には校正済みの抵抗分割器が既に内蔵されています。

入力電流検出

- I_{IN_SNSP}ピンとI_{IN_SNSM}ピンが絶対最大定格を超えていないことを確認してください。
- 10nFのコンデンサをV_{IN_SNS_CAP}に追加してください。

外部温度検出

- PNP検出抵抗がインダクタの近くにあり、他の大きな熱源から離れていることを確認してください。
- PNP検出トランジスタのエミッタがLTC2975に配線され、ベースとコレクタがLTC2975の近くで信号グラウンドに接続されていることを確認してください。

ロジック信号

- デジタル・ピン(SCL、SDA、ALERTB、FAULTB_n、CONTROL_n、SHARE_CLK、WDI、ASEL_n、PWRGD)の絶対最大定格を超えていないことを確認してください。
- システム内の全てのSHARE_CLKピンを互いに接続し、5.49kの抵抗で3.3Vにプルアップしてください。
- CONTROL_nピンはフロート状態のままにしないでください。10kの抵抗で3.3Vにプルアップしてください。
- 10kの抵抗を使用して、WDI/RESETBをV_{DD33}に接続します。コンデンサをWDI/RESETBピンに接続してはなりません。
- WPをV_{DD33}またはGNDのいずれかに接続します。このピンはフロート状態のままにしないでください。

不使用の入力

- 未使用のV_{SENSE_nP}ピン、V_{SENSE_nM}ピン、I_{SENSE_nP}ピン、I_{SENSE_nM}ピン、T_{SENSE_n}ピンをすべてGNDに接続してください。不使用のピンをフロート状態にしないでください。「アプリケーション情報」セクションの「未使用のADC検出入力」を参照してください。
- 使用しない場合、I_{IN_SNSP}ピンとI_{IN_SNSM}ピンをV_{IN_SNS}ピンに接続してください。

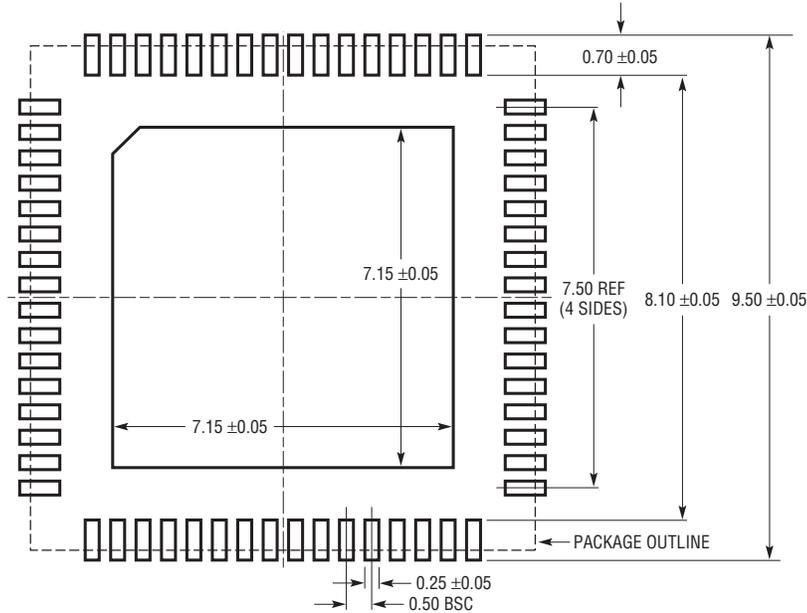
DACの出力

- 必要なマージン範囲を達成するために適切な抵抗を選択してください。LTpowerPlayの抵抗選択ツールが役立ちます。
- より詳細な設計上の検討事項と回路図のチェックリストについては、LTpowerPlayのヘルプ・メニューを参照してください。

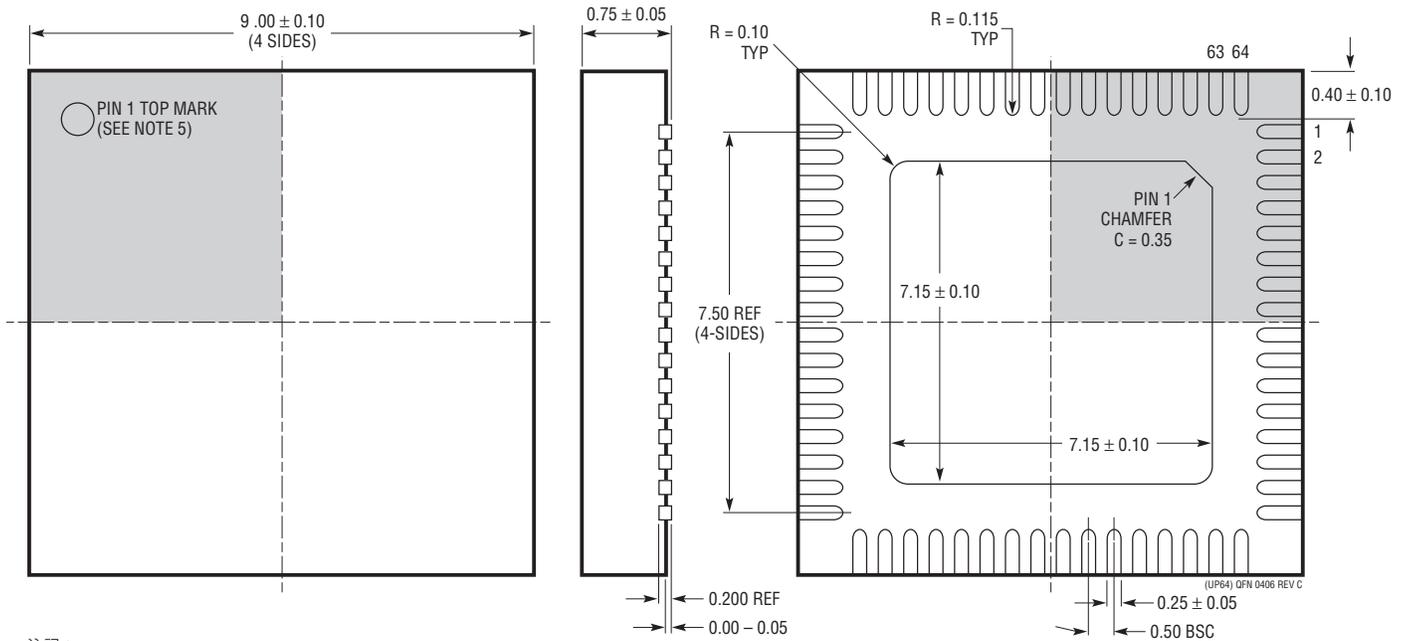
パッケージ

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)



RECOMMENDED SOLDER PAD PITCH AND DIMENSIONS
APPLY SOLDER MASK TO AREAS THAT ARE NOT SOLDERED

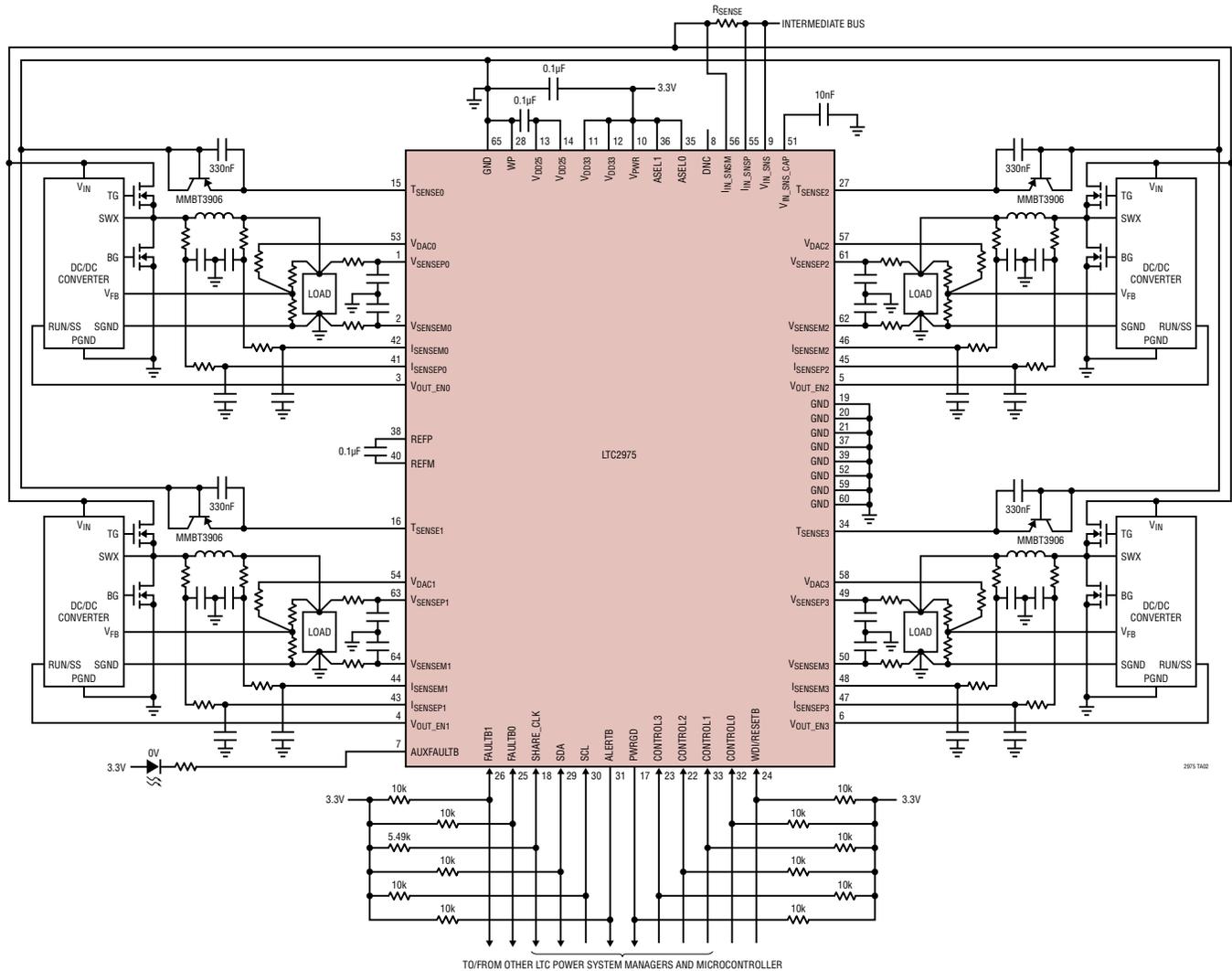


BOTTOM VIEW—EXPOSED PAD

- 注記:
1. 図面は 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 0.20mm を超えないこと
 4. 露出パッドは半田メッキとする
 5. 灰色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

LTC2975

標準的応用例



関連製品

製品番号	説明	注釈
LTC2970	デュアルI ² C電源モニタおよびマーキング・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
LTC2974	4チャンネルのパワーシステム・マネージャ	全未調整誤差が0.25%の16ビットADC、電圧/電流/温度モニタおよび監視
LTC2977	8チャンネルのパワーシステム・マネージャ	全未調整誤差が0.25%の16ビットADC、電圧/温度の監視および管理
LTM2987	16チャンネルのμModule PMBus パワーシステム・マネージャ	全未調整誤差が0.25%の16ビットADC、電圧/温度の監視および管理
LTC3880	デュアル出力PolyPhase 降圧DC/DCコントローラ	全未調整誤差が0.5%の16ビットADC、電圧/電流/温度モニタおよび監視
LTC3883	シングル出力PolyPhase 降圧DC/DCコントローラ	全未調整誤差が0.5%の16ビットADC、電圧/電流/温度モニタおよび監視
LTM4676	デジタル・パワー・システム・マネージメント機能付き、デュアル13Aまたはシングル26A μModuleレギュレータ	全未調整誤差が1%の16ビットADC、電圧/電流/温度モニタおよび監視

2975f