

特長

- 静止電流: 850nA
- 動作範囲: $2.5V < V_{CC} < 36V$
- 全温度範囲での精度: 1.5%(最大)
- 調整可能なリセットしきい値
- 広い温度範囲 ($-40^{\circ}C \sim 125^{\circ}C$)
- 調整可能な IN^+/IN^- しきい値
- 手動リセット入力
- 小型の $2mm \times 2mm$ 8ピン DFN パッケージおよび TSOT-23 (ThinSOT™) パッケージ

アプリケーション

- 携帯機器
- バッテリ駆動機器
- セキュリティ・システム
- 自動車用システム

LTC2960 のオプション表

オプション	入力	リセット・タイムアウト期間	出力タイプ
LTC2960-1	ADJ/ IN^+	15ms/200ms	36V オープンドレイン
LTC2960-2	ADJ/ IN^-	15ms/200ms	36V オープンドレイン
LTC2960-3	ADJ/ IN^+	200ms	アクティブ・プルアップ
LTC2960-4	ADJ/ IN^-	200ms	アクティブ・プルアップ

概要

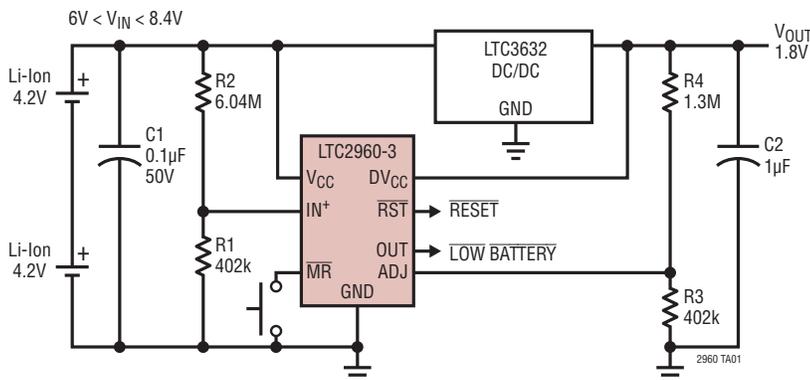
LTC®2960は、電流がnAレベルの高電圧2入力電圧モニタで、マルチセル・バッテリー・アプリケーションに最適です。個別仕様のコンパレータしきい値は、外付けの抵抗分割器で設定します。監視回路がADJ入力をモニタしており、入力電圧がしきい値より低くなると、RST出力は“L”になります。リセット・タイムアウト期間により、入力電圧がしきい値より高くなったときにRST出力が“H”状態に戻るのが遅れます。予備のコンパレータの非反転入力 IN^+ (LTC2960-1/LTC2960-3)または反転入力 IN^- (LTC2960-2/LTC2960-4)を使用することにより、電圧状態を検出できます。手動のリセット(MR)入力を備えているので、リセット出力を外部から作動させることができます。

LTC2960-1/LTC2960-2が備えるその他のオプションとして、15msまたは200msのリセット・タイムアウト期間を選択するためのリセット・タイムアウト期間選択ピン(RT)があります。LTC2960-3/LTC2960-4のリセット・タイムアウト期間は200ms固定です。RST出力とOUT出力にはアクティブ・プルアップ回路があり、出力ロジック電源ピン(LTC2960-3/LTC2960-4)または36Vのオープンドレイン出力(LTC2960-1/LTC2960-2)に接続されています。

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

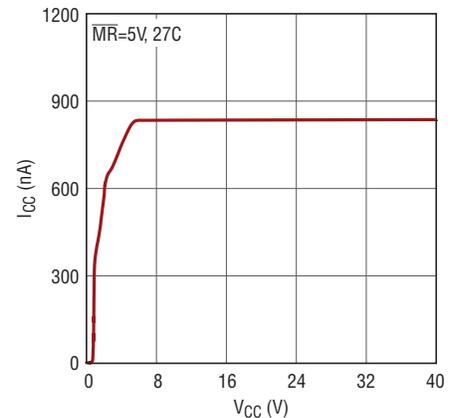
標準的応用例

バッテリーおよびレギュレータのモニタ



パワーフェールの下降しきい値 = 6.410V
リセットの下降しきい値 = 1.693V

電源電流と電源電圧



2960 TA01a

LTC2960

絶対最大定格

(Note 1, 2)

入力電圧

V_{CC} , RT, \overline{MR}	-0.3V ~ 40V
DV_{CC}	-0.3V ~ 6V
ADJ, IN^+ , IN^-	-0.3V ~ 3.5V

出力電圧 (LTC2960-1/LTC2960-2)

\overline{RST} , OUT	-0.3V ~ 40V
------------------------------	-------------

出力電圧 (LTC2960-3/LTC2960-4)

\overline{RST} , OUT ($DV_{CC} \geq 1.6V$)	-0.3V ~ ($DV_{CC} + 0.3V$)
\overline{RST} , OUT ($DV_{CC} = GND$)	-0.3V ~ 6.3V

平均電流

\overline{RST} , OUT	$\pm 5mA$
------------------------------	-----------

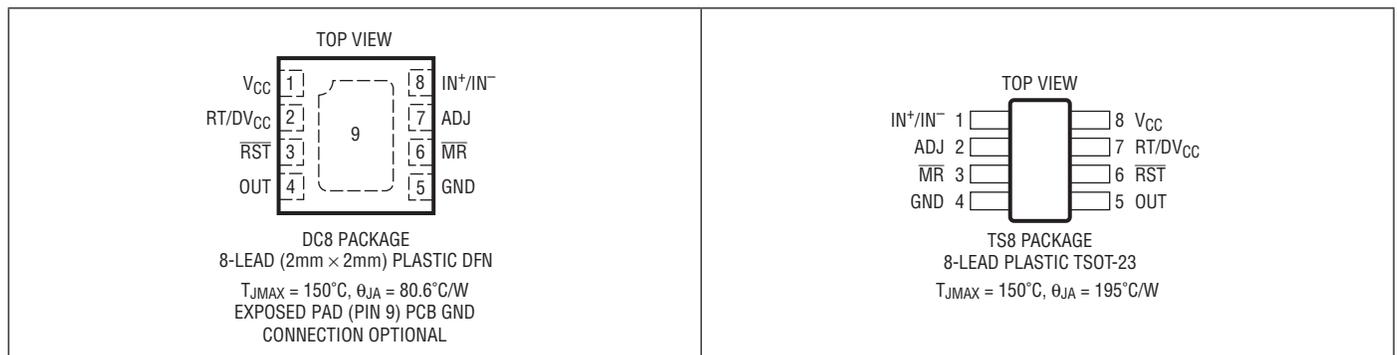
動作周囲温度範囲

LTC2960C	0°C ~ 70°C
LTC2960I	-40°C ~ 85°C
LTC2960H	-40°C ~ 125°C
保存温度範囲	-65°C ~ 150°C

リード温度 (半田付け, 10秒)

TSOT-23 パッケージ	300°C
---------------------	-------

ピン配置



発注情報

無鉛仕上げ

テープアンドリール(ミニ)	テープアンドリール	製品マーキング	パッケージ	温度範囲
LTC2960CDC-1#TRMPBF	LTC2960CDC-1#TRPBF	LFZZ	8-Lead (2mmx2mm) Plastic DFN	0°C to 70°C
LTC2960IDC-1#TRMPBF	LTC2960IDC-1#TRPBF	LFZZ	8-Lead (2mmx2mm) Plastic DFN	-40°C to 85°C
LTC2960HDC-1#TRMPBF	LTC2960HDC-1#TRPBF	LFZZ	8-Lead (2mmx2mm) Plastic DFN	-40°C to 125°C
LTC2960CDC-2#TRMPBF	LTC2960CDC-2#TRPBF	LGBC	8-Lead (2mmx2mm) Plastic DFN	0°C to 70°C
LTC2960IDC-2#TRMPBF	LTC2960IDC-2#TRPBF	LGBC	8-Lead (2mmx2mm) Plastic DFN	-40°C to 85°C
LTC2960HDC-2#TRMPBF	LTC2960HDC-2#TRPBF	LGBC	8-Lead (2mmx2mm) Plastic DFN	-40°C to 125°C
LTC2960CDC-3#TRMPBF	LTC2960CDC-3#TRPBF	LFSF	8-Lead (2mmx2mm) Plastic DFN	0°C to 70°C
LTC2960IDC-3#TRMPBF	LTC2960IDC-3#TRPBF	LFSF	8-Lead (2mmx2mm) Plastic DFN	-40°C to 85°C
LTC2960HDC-3#TRMPBF	LTC2960HDC-3#TRPBF	LFSF	8-Lead (2mmx2mm) Plastic DFN	-40°C to 125°C
LTC2960CDC-4#TRMPBF	LTC2960CDC-4#TRPBF	LGBF	8-Lead (2mmx2mm) Plastic DFN	0°C to 70°C
LTC2960IDC-4#TRMPBF	LTC2960IDC-4#TRPBF	LGBF	8-Lead (2mmx2mm) Plastic DFN	-40°C to 85°C
LTC2960HDC-4#TRMPBF	LTC2960HDC-4#TRPBF	LGBF	8-Lead (2mmx2mm) Plastic DFN	-40°C to 125°C

2960fa

発注情報

無鉛仕上げ

テープアンドリール(ミニ)	テープアンドリール	製品マーキング	パッケージ	温度範囲
LTC2960CTS8-1#TRMPBF	LTC2960CTS8-1#TRPBF	LTFZY	8-Lead Plastic TSOT-23	0°C to 70°C
LTC2960ITS8-1#TRMPBF	LTC2960ITS8-1#TRPBF	LTFZY	8-Lead Plastic TSOT-23	-40°C to 85°C
LTC2960HTS8-1#TRMPBF	LTC2960HTS8-1#TRPBF	LTFZY	8-Lead Plastic TSOT-23	-40°C to 125°C
LTC2960CTS8-2#TRMPBF	LTC2960CTS8-2#TRPBF	LTGGB	8-Lead Plastic TSOT-23	0°C to 70°C
LTC2960ITS8-2#TRMPBF	LTC2960ITS8-2#TRPBF	LTGGB	8-Lead Plastic TSOT-23	-40°C to 85°C
LTC2960HTS8-2#TRMPBF	LTC2960HTS8-2#TRPBF	LTGGB	8-Lead Plastic TSOT-23	-40°C to 125°C
LTC2960CTS8-3#TRMPBF	LTC2960CTS8-3#TRPBF	LTFSD	8-Lead Plastic TSOT-23	0°C to 70°C
LTC2960ITS8-3#TRMPBF	LTC2960ITS8-3#TRPBF	LTFSD	8-Lead Plastic TSOT-23	-40°C to 85°C
LTC2960HTS8-3#TRMPBF	LTC2960HTS8-3#TRPBF	LTFSD	8-Lead Plastic TSOT-23	-40°C to 125°C
LTC2960CTS8-4#TRMPBF	LTC2960CTS8-4#TRPBF	LTGBD	8-Lead Plastic TSOT-23	0°C to 70°C
LTC2960ITS8-4#TRMPBF	LTC2960ITS8-4#TRPBF	LTGBD	8-Lead Plastic TSOT-23	-40°C to 85°C
LTC2960HTS8-4#TRMPBF	LTC2960HTS8-4#TRPBF	LTGBD	8-Lead Plastic TSOT-23	-40°C to 125°C

さらに広い動作温度範囲で規定されるデバイスについては、弊社または弊社代理店にお問い合わせください。
非標準の鉛仕上げの製品の詳細については、弊社または弊社代理店にお問い合わせください。

無鉛仕上げの製品マーキングの詳細については、<http://www.linear-tech.co.jp/leadfree/> をご覧ください。
テープアンドリールの仕様の詳細については、<http://www.linear-tech.co.jp/tapeandreeel/> をご覧ください。

電気的特性

● は全動作温度範囲での規格値を意味する。それ以外は $T_A = 25^\circ\text{C}$ での値。注記がない限り、 $V_{CC} = 7\text{V}$ 、 $DV_{CC} = 3.3\text{V}$ (Note 2)。

SYMBOL	PARAMETER	CONDITIONS	MIN	TYP	MAX	UNITS
V_{CC}	V_{CC} Input Supply Operating Range	●	2.5		36	V
V_{UVLO}	V_{CC} Undervoltage Lockout V_{CC} Undervoltage Lockout Hysteresis	V_{CC} Rising ●	1.85	100	2.3	V mV
I_{CC}	V_{CC} Input Supply Current	$\overline{MR} = 5\text{V}$, $V_{CC} = 36\text{V}$, $-40^\circ\text{C} \leq T_A \leq 85^\circ\text{C}$ ● $\overline{MR} = 5\text{V}$, $V_{CC} = 36\text{V}$, $-40^\circ\text{C} \leq T_A \leq 125^\circ\text{C}$ ●	400	850	1250	nA nA
DV_{CC}	DV_{CC} Input Supply Operating Range	●	1.6		5.5	V
I_{DVCC}	DV_{CC} Input Current	$RST = OUT = LOW$ $DV_{CC} = 5.5\text{V}$ ●			± 50	nA
しきい値調整入力: ADJ, IN⁺/IN⁻						
V_{TH}	ADJ/IN ⁺ Input Threshold IN ⁻ Input Threshold	Monitored Voltage Falling ● Monitored Voltage Rising ●	394	400	406	mV mV
V_{THM}	ADJ to IN ⁺ /IN ⁻ Threshold Matching	●		± 2	± 6	mV
V_{RHYS}	ADJ Threshold Hysteresis	Monitored Voltage Rising ●	8	10	15	mV
V_{HYS}^+	IN ⁺ Threshold Hysteresis	Monitored Voltage Rising ●	18	20	25	mV
V_{HYS}^-	IN ⁻ Threshold Hysteresis	Monitored Voltage Falling ●	18	20	25	mV
t_{UV}	Under Voltage Detect to RST , OUT Falling	$V = V_{TH} - 40\text{mV}$ ●	80	170	500	μs
$I_{TH(LKG)}$	Input Leakage Current	$V = 420\text{mV}$, $-40^\circ\text{C} \leq T_A \leq 85^\circ\text{C}$ ● $V = 420\text{mV}$, $-40^\circ\text{C} \leq T_A \leq 125^\circ\text{C}$ ●		± 0.1	± 1	nA nA

LTC2960

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 $T_A = 25^\circ\text{C}$ での値。注記がない限り、 $V_{CC} = 7\text{V}$ 、 $DV_{CC} = 3.3\text{V}$ (Note 2)。

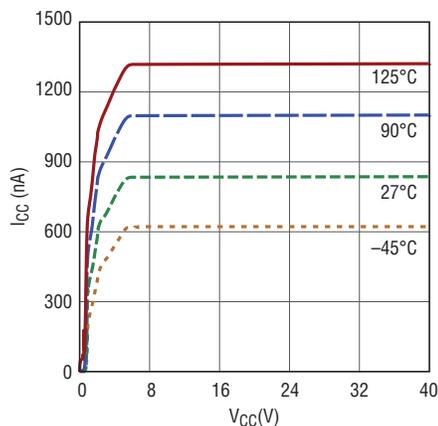
SYMBOL	PARAMETER	CONDITIONS	MIN	TYP	MAX	UNITS	
制御入力: $\overline{\text{MR}}$、RT							
V_{RT}	Control Input Threshold RT		●	0.4	1.4	V	
$V_{\overline{\text{MR}}}$	Control Input Threshold $\overline{\text{MR}}$		●	0.4	1.4	V	
t_{PW}	$\overline{\text{MR}}$ Minimum Detectable Pulse Width		●	20		μs	
t_{PD}	Propagation Delay to $\overline{\text{RST}}$ Falling	Manual Reset Falling	●	1	7	20	μs
$V_{\overline{\text{MR}}}$	Manual Reset Open Voltage	$\overline{\text{MR}}$ Open, $\overline{\text{MR}}$ Load = 100nA	●	2.6	4	V	
$I_{\overline{\text{MR}}}$	Manual Reset Low Current	$\overline{\text{MR}} = 400\text{mV}$, $V_{CC} \geq 2.5\text{V}$	●	-0.35	-1	-3	μA
I_{LK}	Input Leakage Current	RT = 15V $\overline{\text{MR}} = 15\text{V}$	● ●		± 100 ± 100	nA nA	
状態出力: $\overline{\text{RST}}$、OUT							
V_{OL}	Voltage Output Low	$V_{CC} = 1.2\text{V}$, $I = 10\mu\text{A}$ (LTC2960-1/LTC2960-3) $V_{CC} = 3\text{V}$, $I = 500\mu\text{A}$	● ●	25 100	100 400	mV mV	
V_{OH}	Voltage Output High	$I = -100\mu\text{A}$ (LTC2960-3/LTC2960-4)	●	$0.7 \cdot DV_{CC}$		V	
I_{OH}	Leakage Current, Output High	$V = 5.5\text{V}$ $V = 15\text{V}$ (LTC2960-1/LTC2960-2) $V = 5.5\text{V}$, $DV_{CC} = \text{GND}$	● ● ●		± 50 ± 100 ± 50	nA nA nA	
I_{SC}	Output Short-Circuit Current	$\overline{\text{RST}} = \text{GND}$, $DV_{CC} = 6\text{V}$ (LTC2960-3/ LTC2960-4) OUT = GND, $DV_{CC} = 6\text{V}$ (LTC2960-3/ LTC2960-4)	● ●	0.8 0.8	3 3	mA mA	
t_{RST}	Reset Timeout Period	LTC2960-3/LTC2960-4 RT Input High RT Input Low	● ● ●	140 140 10	200 200 15	280 280 25	ms ms ms

Note 1: 絶対最大定格に記載された値を超えるストレスはデバイスに永続的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: 注記がない限り、ピンに流れ込む電流はすべて正で、すべての電圧はGNDを基準にしている。

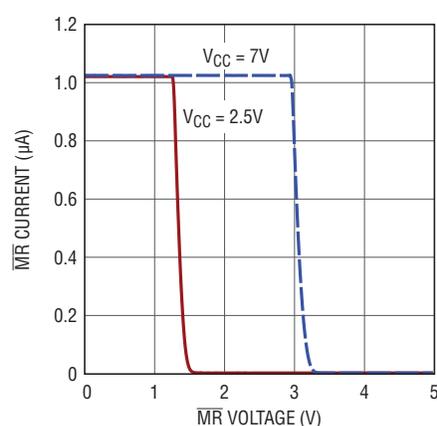
標準的性能特性

電源電流と電源電圧



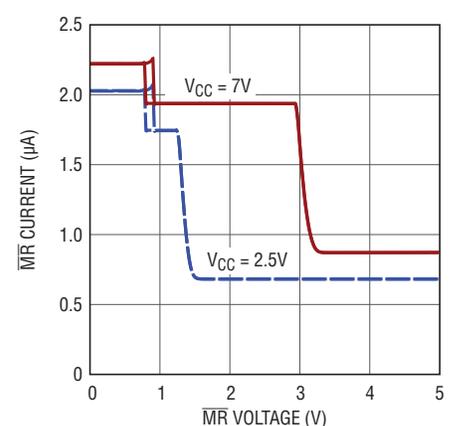
2960 G01

$\overline{\text{MR}}$ の電流と $\overline{\text{MR}}$ の電圧



2960 G02

電源電流と $\overline{\text{MR}}$ の電圧

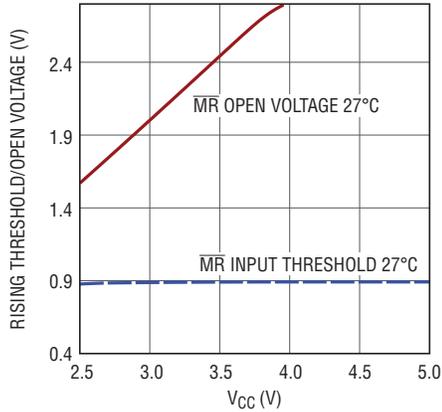


2960 G03

2960fa

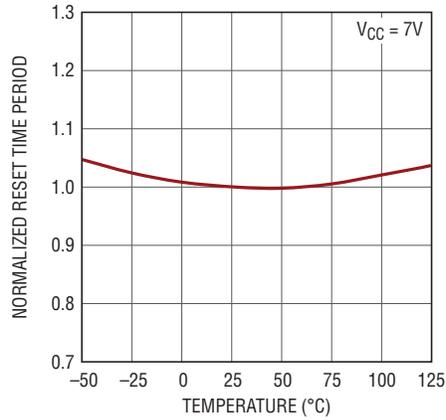
標準的性能特性

MRの上昇しきい値/開放電圧とV_{CC}



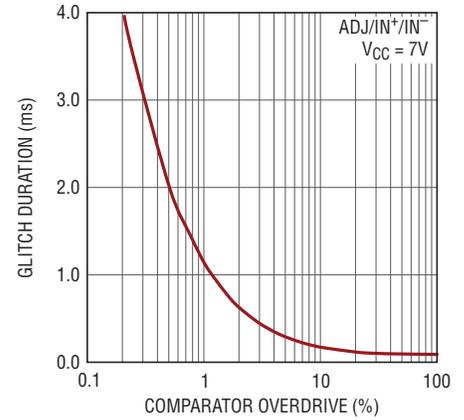
2960 G04

正規化されたリセット・タイムアウト期間と温度



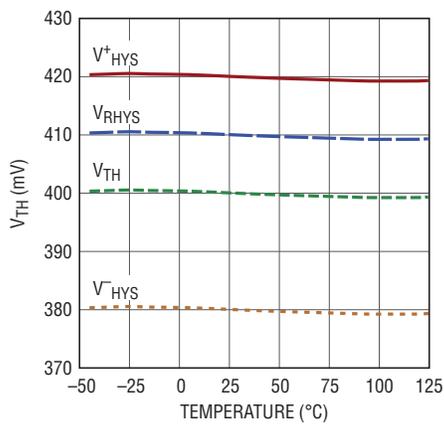
2960 G05

コンパレータの過電圧/低電圧グリッチ耐性



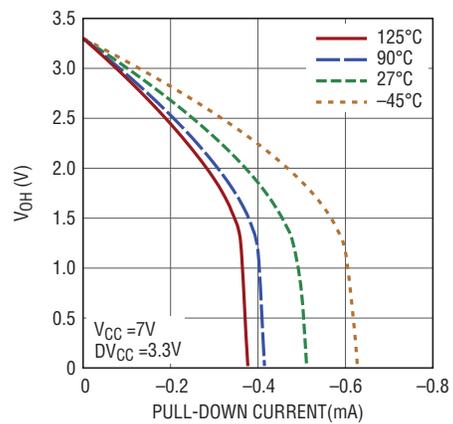
2960 G06

ADJ、IN⁺、IN⁻ しきい値と温度



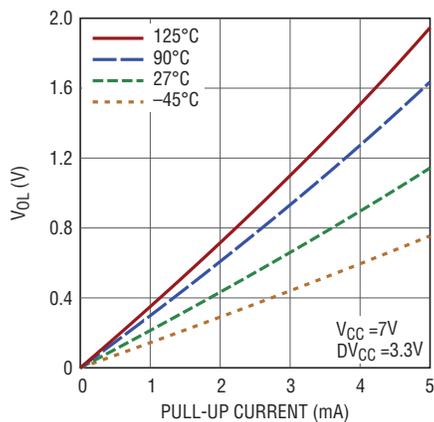
2960 G07

電圧出力“H”状態とプルダウン電流 (RST/OUT)



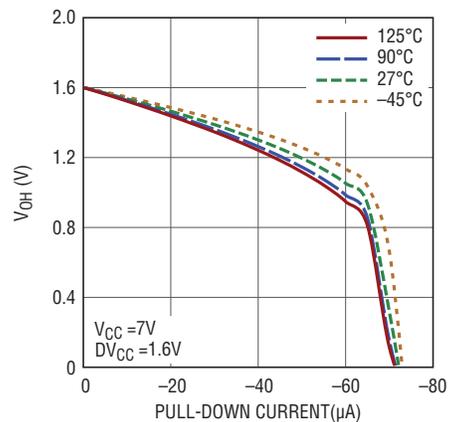
2960 G08

電圧出力“L”状態とプルアップ電流 (RST/OUT)



2960 G09

電圧出力“H”状態とプルダウン電流 (RST/OUT)



2960 G08

ピン機能

ADJ: リセットしきい値の調整入力。抵抗分割器に接続して望みのリセットしきい値を設定します。

DV_{CC}: (LTC2960-3/LTC2960-4) ロジック電源入力。RST出力とOUT出力のロジック振幅を設定するのに使用します。V_{CC}とは異なるロジック電圧とのインタフェースに便利です。DV_{CC}は0.1μFでGNDにバイパスします。DV_{CC}を接地することにより、OUTとRSTをオープンドレイン出力として動作させることができます。

露出パッド (DFNのみ): 露出パッドはフロート状態のままにするか、デバイスのグラウンドに接続することができます。

GND: デバイスのグラウンド。

IN⁻: (LTC2960-2/LTC2960-4) IN⁻しきい値の調整入力。抵抗分割器に接続して望みのしきい値を設定します。使用しない場合はGNDに接続します。

IN⁺: (LTC2960-1/LTC2960-3) IN⁺しきい値の調整入力。抵抗分割器に接続して望みのしきい値を設定します。使用しない場合はGNDに接続します。

MR: 手動リセット入力。この入力とグラウンドの間にプッシュボタン・スイッチまたはロジック信号を接続します。この入力をロジック“L”にするとRSTが“L”になります。MR入力がロジック“H”に戻ると、リセット・タイムアウト期間が経過した後でRSTが“H”に戻ります。使用しない場合、開放のままにします。

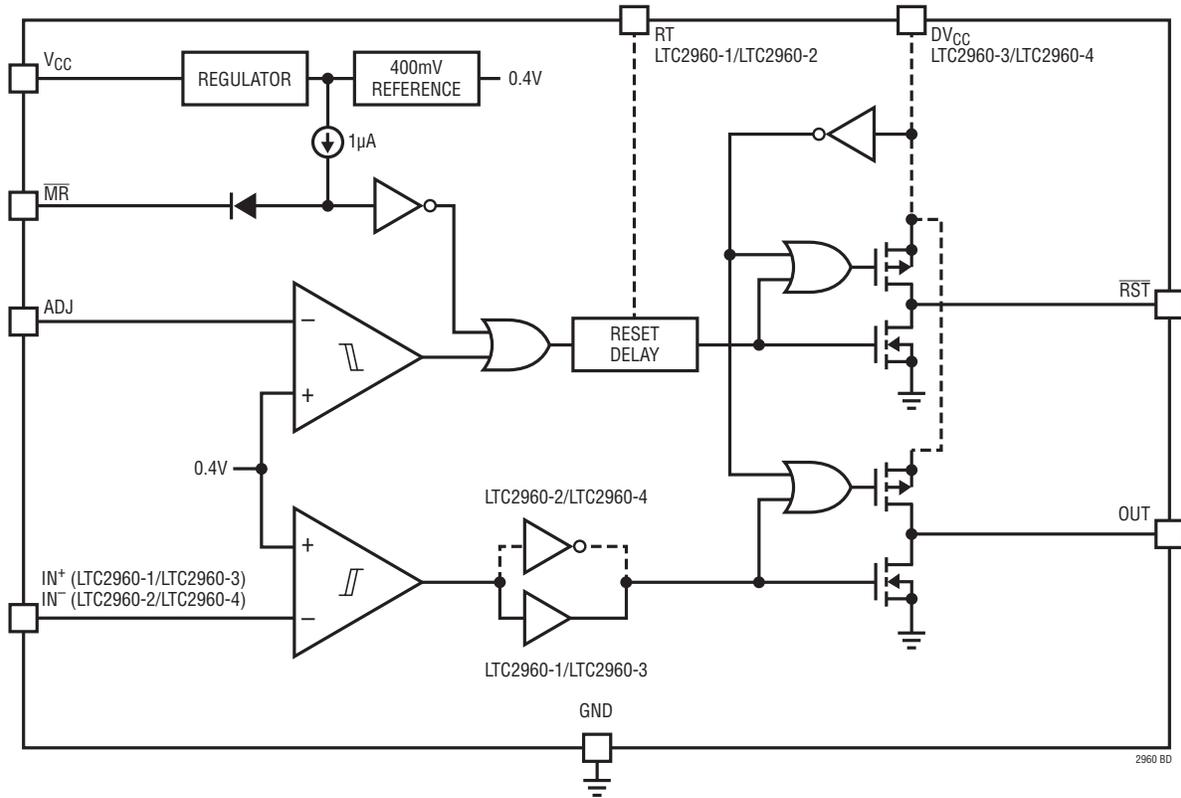
OUT: (LTC2960-1/LTC2960-3) モニタされる電圧がIN⁺しきい値を下回ると“L”になります。IN⁺の電圧がIN⁺のしきい値を5%上回ると解放されます。LTC2960-3の場合、OUTはロジック“H”のときにDV_{CC}によってドライブされます。DV_{CC}が接地されると、OUTはオープンドレインになります。使用しない場合、開放のままにします。(LTC2960-2/LTC2960-4) モニタされる電圧がIN⁻しきい値を上回ると“L”になります。モニタされる電圧がIN⁻しきい値を5%下回ると解放されます。LTC2960-4の場合、OUTはDV_{CC}までドライブされてロジック“H”になります。DV_{CC}が接地されると、OUTはオープンドレインになります。使用しない場合、開放のままにします。

RST: リセット出力。モニタされる電圧がリセット(ADJ)しきい値を下回ると“L”になります。モニタされる電圧がリセットしきい値に2.5%のヒステリシスを加えた値を超えてから、リセット・タイムアウト期間が経過すると、RSTは解放されます。LTC2960-3/LTC2960-4の場合、RSTはDV_{CC}までドライブされてロジック“H”になります。DV_{CC}が接地されると、RSTはオープンドレインになります。使用しない場合、開放のままにします。

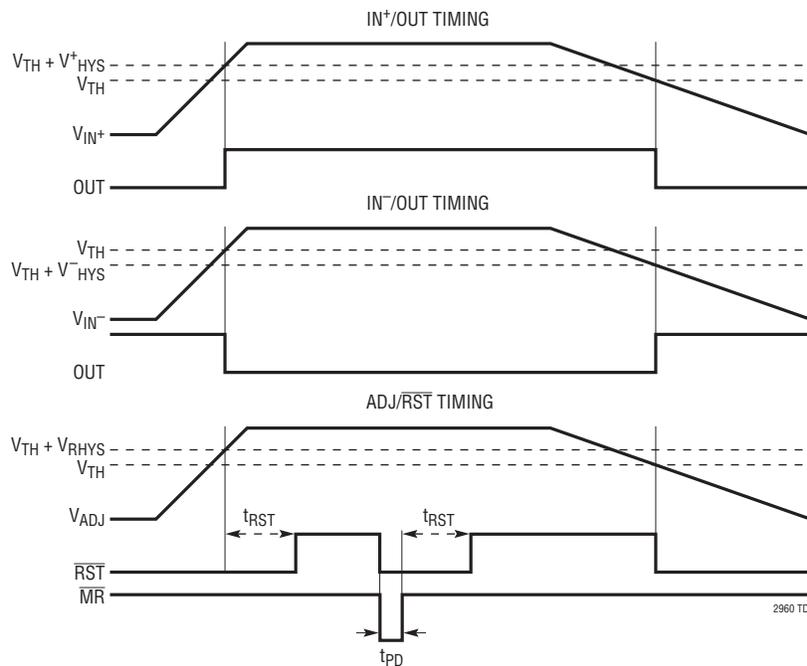
RT: (LTC2960-1/LTC2960-2) リセット・タイムアウト期間の選択入力。遅延時間を15msにするにはGNDに接続します。遅延時間を200msにするにはV_{CC}に接続します。

V_{CC}: 電源入力。V_{CC}が下降時UVLOしきい値を下回ると、出力は“L”に引き下げられます。V_{CC}が1.2Vを下回ると、出力のロジック状態は保証できません。V_{CC}は0.1μFでGNDにバイパスします。バイパス・コンデンサには適正な電圧定格のものを使用します。

ブロック図



タイミング図



アプリケーション情報

電圧モニタ

LTC2960は、静止電流がわずか850nAで最大36Vの広い動作電圧範囲を備えた電圧監視デバイスです。この監視デバイスには、システムのパワーアップ、パワーダウン、および電圧低下状態の電圧モニタ機能を備えた、RSTとOUTの2つの出力があります。組み込みヒステリシスとリセット・タイムアウト期間により、負荷トランジェントや電源ノイズによる変動が状態出力のチャタリングを生じないようにします。LTC2960はマイクロプロセッサ・ベースのシステムにリセット信号や電圧ステータス信号を提供することができます。また、DC/DCスイッチャ用の低電圧ロックアウト(UVLO)やバッテリー駆動システム制御用のLDOとして使用することも可能です。

モニタされる電圧がリセットしきい値を下回ると、ADJ入力が0.4Vに2.5%のヒステリシスを加えた値を上回るまで、RSTは“L”になります。内部リセット・タイムによってRST出力が“H”状態に戻るのが遅れることにより、モニタされた電圧が安定化する時間と初期化時間が確保されます。RST出力は通常、プロセッサのリセット入力に接続します。

モニタされる電源電圧がIN⁺しきい値(LTC2960-1/LTC2960-3)まで低下すると、予備のコンパレータがOUTを“L”に引き下げます。IN⁺入力が0.4Vに5%のヒステリシスを加えた値を上回るまでOUTは“L”に保たれます。OUTは通常、シャットダウン制御の準備を知らせるのに使用されます。たとえば、OUT出力をプロセッサのマスク不可能割り込み(NMI)に接続することができます。割り込みが発生すると、プロセッサは電源シーケンシングや不揮発性メモリのシステム状態の保存/消去などのシャットダウン手順を開始します。

モニタされる電源電圧がIN⁻しきい値(LTC2960-2/LTC2960-4)まで上昇すると、予備のコンパレータがOUTを“L”に引き下げます。IN⁻が0.4Vから5%のヒステリシスを引いた値を下回るまでOUTは“L”に保たれます。LTC2960-2/LTC2960-4は、低電圧モニタおよび過電圧モニタとして動作します。

信頼性の高い動作をさせるために必要な外付け部品は、たとえあるとしてもわずかです。ただし、V_{CC}とグラウンドの間にデカップリング・コンデンサを接続することを推奨します(最小0.01μF)。適した電圧定格のコンデンサを使用してください。

しきい値の設定

LTC2960は、デバイスの入力IN⁺/IN⁻およびADJに印加される電圧をモニタします。モニタされる電圧とグラウンドの間に抵抗分割器を使って入力をバイアスします。1つの電圧(V₁)に基づいて入力を生成する方法を図1に示します。3本の抵抗のみを必要とします。これらの値を計算するため、V_{IN⁺} > V_Rでの望みの下降時リセット(V_R)しきい値とIN⁺(V_{IN⁺})しきい値を指定します。たとえば、

$$V_{IN^+} = 6.4V, V_R = 6V \text{とします。}$$

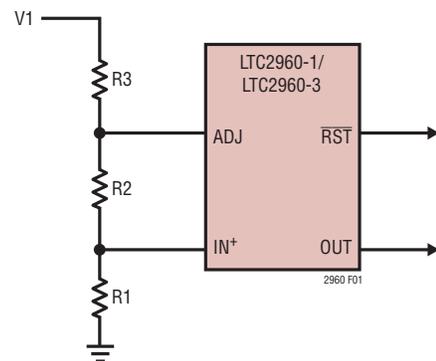


図1. シングル電圧モニタの構成

R₁, R₂, R₃を解くと3つの式と3つの未知数が求められます。抵抗の最大値は最大入力漏れ電流によって決定されます。LTC2960の場合、85°C以下での最大入力漏れ電流は1nAです。両方の入力電流による最大誤差を1%にするには、抵抗分割器の電流を漏れ電流の合計の少なくとも100倍(つまり0.2μA)にします。この例で示すように、分割器の抵抗の合計を8MΩとなるようにした場合、リセットしきい値での電流は750nAとなるので、漏れ電流の誤差は1%以下に十分取まります。つまり、R_{sum} = 8MΩの場合、

$$R_{SUM} = R_1 + R_2 + R_3$$

下降時リセットしきい値とIN⁺しきい値のどちらも0.4Vになるので次のようになります。

$$R_1 = \frac{V_{TH} \cdot R_{SUM}}{V_{IN^+}} = \frac{0.4V \cdot 8M\Omega}{6.4V} = 500k$$

最も近い1%抵抗値は499kです。R₂は以下の式から求められます。

$$R_2 = \frac{V_{TH} \cdot R_{SUM}}{V_R} - R_1 = \frac{0.4V \cdot 8M\Omega}{6V} - 499k$$

$$R_2 = 34.33k$$

アプリケーション情報

最も近い1%抵抗値は34kです。R3は以下の式から容易に求められます。

$$R3 = R_{SUM} - R1 - R2 = 8M - 499k - 34k$$

$$R3 = 7.467M\Omega$$

最も近い1%抵抗値は7.5M Ω です。この標準値を式に戻すと、下降時リセット電圧とIN⁺電圧の設計値は以下のようになります。

$$V_{IN^+} = 6.4V, V_{RST} = 6.028V$$

2つの電圧(V1、V2)をモニタするための入力のバイアス方法を図2に示します。この例では4本の抵抗が必要になります。次式を使って各分割器の比を計算し、望みの下降時きい値(V_{FT})を求めます。

$$\frac{RnB}{RnA} = \frac{V_{FT}}{V_{TH}} - 1 = \frac{V_{FT}}{0.4V} - 1$$

図2では、OUTがMR入力に接続され、RST出力の状態がV1とV2の両方によって決まります。V1とV2の両方が設定された下降時きい値にヒステリシスを加えた値を超えると、RSTを“H”にすることができます。状態出力を個別に動作させる必要がある場合、単にOUTとMRの接続を解除します。

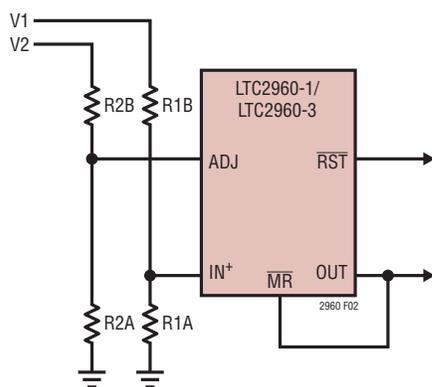


図2. デュアル電圧モニタ

出力ロジック形式の選択

LTC2960の状態出力は、オープンドレイン(LTC2960-1/LTC2960-2)、またはRTピンをDV_{CC}に置き換えたアクティブ・プルアップ(LTC2960-3/LTC2960-4)の2つのオプションを使用可能です。オープンドレインのオプションでは、出力をユー

ザーが決める最大36Vの電圧に抵抗でプルアップすることができます。オープンドレインのプルアップ電圧はV_{CC}より高くすることができます。望みの出力立ち上がり時間と負荷電流仕様に適した抵抗を選択してください。LTC2960-1のOUTの標準的な出力特性を図3に示します。状態出力が“L”のとき、プルアップ抵抗で電力が消費されます。

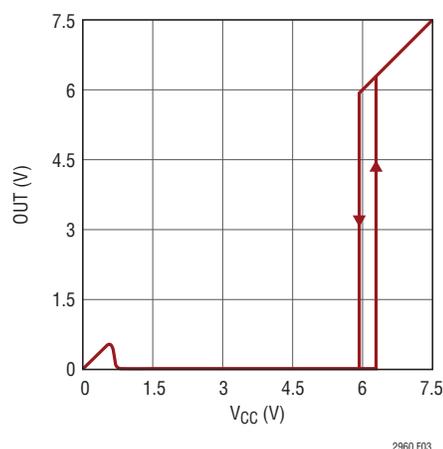


図3. プルアップ抵抗を介してRSTをV_{CC}に接続することにより、6Vしきい値に外部設定したOUTとV_{CC}(LTC2960-1)

LTC2960-3とLTC2960-4のどちらの出力も、低電圧のアクティブ・プルアップまたはオープンドレインとして構成できます。これは、DV_{CC}ピンを電源またはGNDに接続することによって行われます。(DV_{CC}を電源に接続した)アクティブ・プルアップ構成を使用すると、出力が“L”のときにプルアップ抵抗を流れる静止電流をなくすことによって電力損失が低減され、出力の立ち上がり時間が短くなります。図4(a)では、LTC2960-3は、DV_{CC}を1.6V～5.5Vの電源に接続することによって構成されるアクティブ・プルアップ出力を備えています。図4(b)では、LTC2960-3は、DV_{CC}ピンをグラウンドに接続することによって構成されるオープンドレイン出力を備えています。DV_{CC}をグラウンドに接続する場合、両方の出力がオープンドレインになるのでプルアップ抵抗が必要です。

アプリケーションによっては、DV_{CC}がV_{CC}に接続されているときにV_{CC}をグラウンドに引き下げることによってRST出力やOUT出力を有効にする必要があります。アクティブ・プルアップでは、出力からグラウンドにオプションの外付け抵抗を追加することにより、この要件を満たします。この抵抗は漏れ電流の経路を確保し、出力が(CMOSロジック入力などの)高インピーダンスに接続されているとき不確定な電圧にフロートするのを防ぎます。抵抗値は有効にプルダウンできるように十分

アプリケーション情報

小さくしますが、プルアップ回路に過度の負荷をかけないようにします。ほとんどのアプリケーションでは出力からグラウンドに100kの抵抗を接続すれば十分です。状態出力が“H”のとき、プルダウン抵抗で電力が消費されます。

V_{CC}が下降時UVLOしきい値を下回ると、出力はグラウンドに引き下げられます。出力は、V_{CC}が1.2V以上の場合、出力のロジック構成に関係なく、“L”を維持することが保証されます。V_{CC}が1.2Vより低い場合、アクティブ・プルアップ出力はプルアップ抵抗を備えたオープンドレイン出力と同じ動作をします。

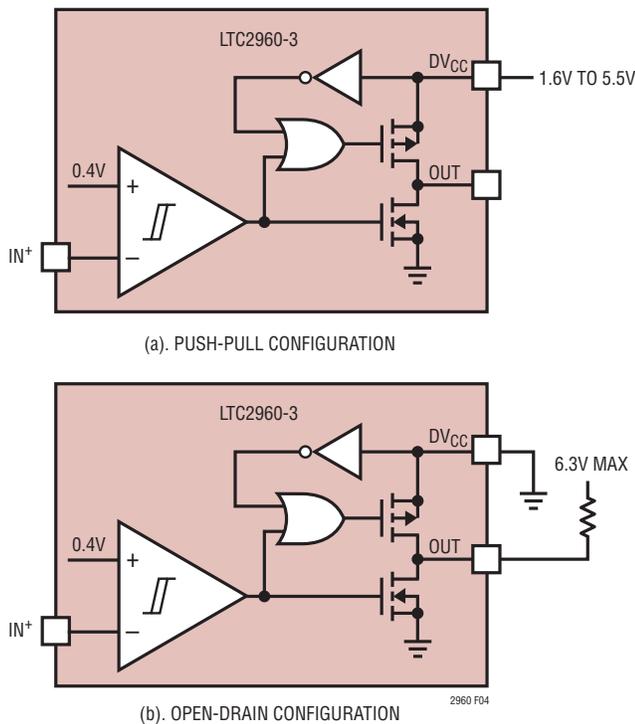


図4. LTC2960-3 (LTC2960-4) のRST出力およびOUT出力はプッシュプルまたはオープンドレインとして構成可能

手動リセット入力

ADJがリセットしきい値を超え、手動リセット入力(MR)が“L”に引き下げられると、RST出力は“L”に強制されます。手動リセット入力解除されて“H”になった後、RSTは選択されたリセット・タイムアウト期間の間“L”に留まります。手動リセット入力は、1μAの電流源を介して内部バイアス電圧に内部でプルアップされています(「電気的特性」を参照)。外部漏れ電流が手動リセット入力をロジックしきい値より低い電圧に引き下げることがある場合、V_{CC}とMRの間に設置したプルアップ抵抗がこの問題を解決します。MR入力は最大36Vま

でプルアップ可能なので、内部回路に影響を与えません。MR入力は多くの場合、プッシュボタン・スイッチを使用することによってプルダウンします。

リセット・タイムアウト期間の選択

RT入力(LTC2960-1/LTC2960-2)を使って、固定された2つのリセット・タイムアウト期間から選択します。15msのタイムアウトを選択するにはRTをグラウンドに接続します。200msのタイムアウトを選択するにはRTをV_{CC}に接続します。リセット・タイムアウト期間は、ADJ入力がしきい値より上にドライブされて、MR入力がロジックしきい値より上に遷移してから生じます。図5に示すように、リセット・タイムアウト期間の後、RST出力は“H”状態にプルアップされます。LTC2960-3/LTC2960-4のオプションではRT入力はDV_{CC}入力に置き換えられ、リセット・タイムアウト期間はデフォルトで200msになります。

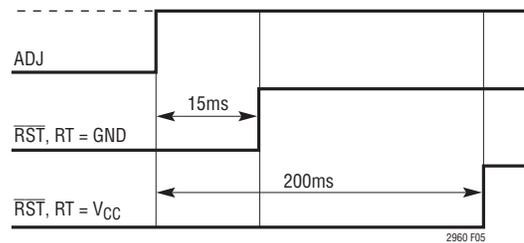


図5. 選択可能なリセット・タイムアウト期間

外部ヒステリシス

LTC2960のIN⁺コンパレータのヒステリシスは20mV(V⁺_{HYS})、つまりV_{TH}の5%です。アプリケーションによっては、本来の組み込みヒステリシスより大きな値を必要とします。図6のアプリケーション回路には、標準的な減衰器ネットワークに1本の抵抗(R6)が追加されています。以下の手順を使ってR6の値を決定し、本来のヒステリシスより大きくします。この例では、本来のヒステリシスを300mVから2倍の600mVにし、6Vの下降時しきい値を得ることを目的としています。

R6を追加する前の上昇時しきい値(V_R)は6.293V、下降時しきい値(V_F)は5.993Vです。V_Aを基準にしたヒステリシスは次式で計算されます。

$$V_{\text{HYST}(V_A)} = V_{\text{PHYS}} \left(1 + \frac{R_4}{R_5} \right) = 20\text{mV} \cdot 15 = 300\text{mV}$$

アプリケーション情報

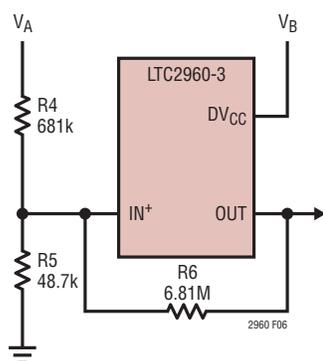


図6. 外部ヒステリシス

R6を追加することにより、OUTはIN⁺の加算点に電流をシンクまたはソースすることができます。内部スイッチ抵抗を無視し、R6 >> R5と仮定すると、外部で修正する(V_Aを基準にした)ヒステリシスは次のようになります。

$$V_{\text{HEXT}} \approx V_{\text{HYS}}(V_A) + V_B \left(\frac{R_4}{R_6} \right)$$

ヒステリシスの大きさを2倍にするため、上式の2つ目の項を約300mVにする必要があります。3Vに等しいロジック電源V_Bでは、R4/R6の比を約0.1にします。R6に6.81Mを選択すると設計基準を満たします。

R6を追加することにより、本来R4とR5によって決まる上昇しきい値と下降しきい値を修正します。修正される上昇しきい値は以下のようになります。

$$\begin{aligned} V_R &= (V_{\text{TH}} + V_{\text{HYS}}) \cdot \left(1 + \frac{R_4}{R_5} + \frac{R_4}{R_6} \right) \\ &= (400\text{mV} + 20\text{mV}) \cdot (1 + 13.98 + 0.1) \\ &= 6.3336\text{V} \end{aligned}$$

R4/R6の項が上昇しきい値にあまり大きな影響を与えないことは明らかなので、変化はわずか+0.645%です。R6を追加した下降しきい値は以下のようになります。

$$\begin{aligned} V_F &= V_{\text{TH}} \left(1 + \frac{R_4}{R_5} + \frac{R_4}{R_6} \left(\frac{V_{\text{TH}} - V_B}{V_{\text{TH}}} \right) \right) \\ &= 0.4\text{V} \cdot (1 + 13.98 - 0.65) = 5.732\text{V} \end{aligned}$$

R5の値を小さくすることにより、下降しきい値を元の値に戻すことができます。R6を追加した上昇しきい値への影響が無視できると仮定した場合、新たなR4/R5の比は次式のように計算できます。

$$\frac{R_4}{R_5} = \frac{V_R}{(V_{\text{TH}} + V_{\text{HYS}})} - 1 = \frac{6.6\text{V}}{420\text{mV}} - 1 = 14.71$$

R4/R5の比が与えられた場合、R5の最も近い1%抵抗値は46.4kです。実際の抵抗値が分かったので、上式にこの値を挿入することによって最終的なしきい値を計算し、次のようにV_RとV_Fを求めることができます。

$$V_R = 6.626\text{V}, V_F = 6.010\text{V}, V_{\text{HYST}} = 616\text{mV}$$

R6を流れる電流要素が追加される結果として、図6のプルアップ電圧V_Bと相関関係がある誤差項が存在します。

40Vを超える電源トランジェントおよびホットスワップでの動作

図7(a)の回路では、LTC2960は高電圧トランジェントに耐えられます。吸収可能な電圧トランジェントの大きさはRZの電圧定格によって設定されます。公称電圧定格が200VのTT-IRCのパルス耐性型表面実装1206抵抗を使用します。外付けの30Vツェナー・ダイオード(Z1)および143kΩ電流制限抵抗(RZ)がLTC2960のV_{IN}電源ピンを保護します。この例では、RZとC1によって決まる14.3msの時定数に相当する速度低下が生じる点に注意してください。V_{IN}が30Vより低いと、LTC2960の静止電流に依存するRZ両端の電圧降下が生じます。この値は公称で150mV未満ですが、MRが“L”に引き下げられると、最大290mVになる可能性があります。最大電圧降下は、最大規定I_{CC}とMRのプルアップ電流によって決まります。ツェナー・ダイオードに電流が流れている状態では、LTC2960の静止電流が小さいことにより、マイクロアンペアの範囲でツェナー・ダイオードをバイアスすることができます。150Vの電源電圧では、ツェナー・ダイオードのバイアス電流は1mAより小さい値です。入力ピンをV_{IN}の検出に使用する場合、入力ピンADJ/IN⁺/IN⁻の3.5Vの絶対最大定格を超えてはなりません。この条件を満たすための可能な最大V_{IN}は最小設定しきい値の8.75倍です。150Vの最大V_{IN}では、設定可能な最小しきい値は17Vより高い値です。

アプリケーション情報

電源電圧を入力にいきなり接続すると、直列インダクタンスに起因して共振リングが生じる可能性があります。ピーク電圧が上昇可能な値は入力電源の2倍ですが、電圧係数が大きなコンデンサがある場合には実際に2.5倍に達する可能性があります。12V電源が活線挿入されると、その結果生じるリングはV_{CC}の絶対最大定格に達する可能性があります。入力が7Vを超えるすべての回路はリングに対して精査する必要があります。わずか10nHの回路基板のトレース・インダクタンスが大きなリングを生じる可能性があります。

リングを除去する1つの有効な手段は、図7(b)に示すV_{CC}のコンデンサの前に電源入力と直列に10～100Ωの抵抗を追加することです。これにより、回路共振を減衰させることができますが、V_{CC}に時定数を生じます。図7(b)の場合、R_SとC1の時定数は2μsです。

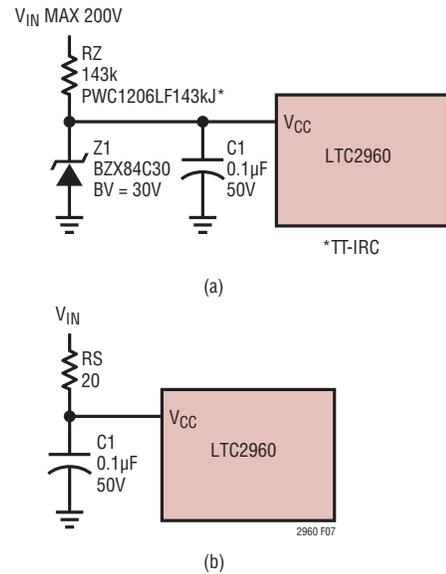


図7. 高電圧トランジェントおよびホットスワップでの動作

標準的応用例

設定可能なレギュレータのUVLOとローバッテリー・インジケータ

図8の回路では、高電圧オープンドレインのOUT出力が、スイッチング・レギュレータの設定可能なUVLO信号として使用されています。リチウムイオン・バッテリーは、端子電圧が2.5Vに達すると内部スイッチによって端子を開放状態にする保護

回路を備えている場合があります。LTC2960のOUT出力のしきい値は5.537Vであるため、これが生じる前に負荷をディスエーブルし、バッテリーの損傷を防ぎます。UVLO信号に加えて、LTC2960はシステムのローバッテリー・インジケータを備えています。LTC2960が3.3Vレギュレータの出力をモニタしてリセット信号を供給する別の回路を図9に示します。

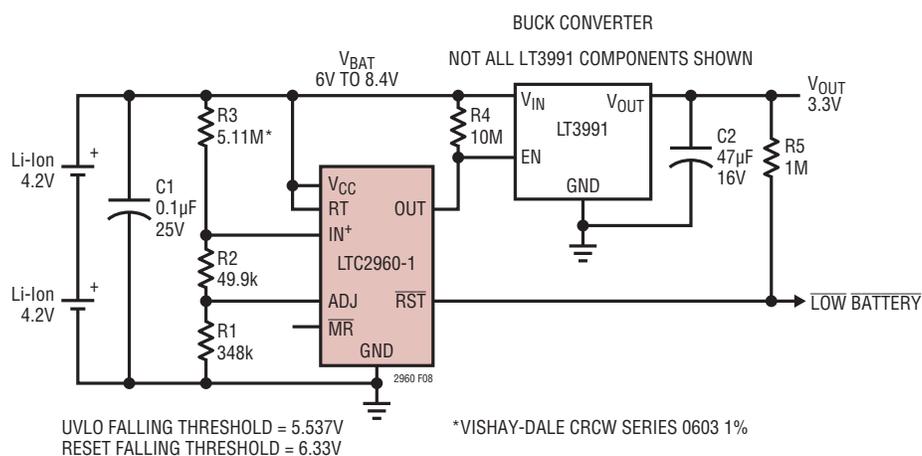


図8. 設定可能なレギュレータのUVLOとローバッテリー・インジケータ

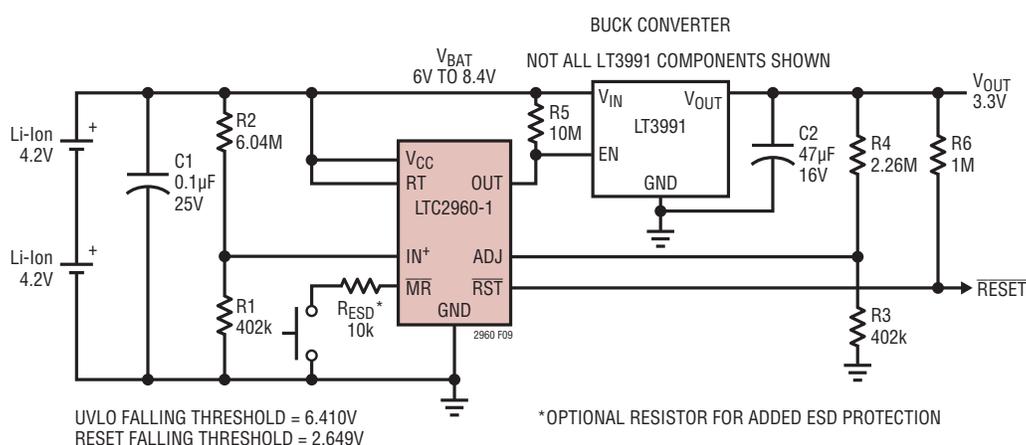


図9. 設定可能なレギュレータのUVLOと監視回路

標準的応用例

図10のLTC2960-2は、バッテリーの過放電を防ぐもう1つの方法を提供します。低電圧状態が生じた場合、高電圧のOUT出力を使ってPMOSスイッチのゲートをドライブし、V_{OUT}への経路を遮断します。バッテリー・スタック電圧がIN⁻の5.972Vの上昇時しきい値を超えると、PMOSスイッチがオンします。また、LTC2960-2はV_{OUT}を監視して、間近に迫っているシャットダウンの早期警告としてローバッテリー信号を発生します。逆バッテリー状態が生じたときに電流を制限するため、V_{CC}ピンと直列に10kの抵抗を追加します。3つのすべての例では、負荷

が標準で2.5μA以下まで減少するので、過度のバッテリー流出が防止されます。

自動車用監視回路(LTC2960 Hグレード)

図11の回路では、車載環境の最大125°Cの温度で動作可能な低電圧監視デバイスとしてLTC2960-3(Hグレード)を使用しています。LT4356サージ・ストッパーは、オルタネータが負荷遮断状態のときにV_{IN}を27Vに制限します。LTC2960と組み合わせたLT3991降圧レギュレータは、無負荷の静止電流

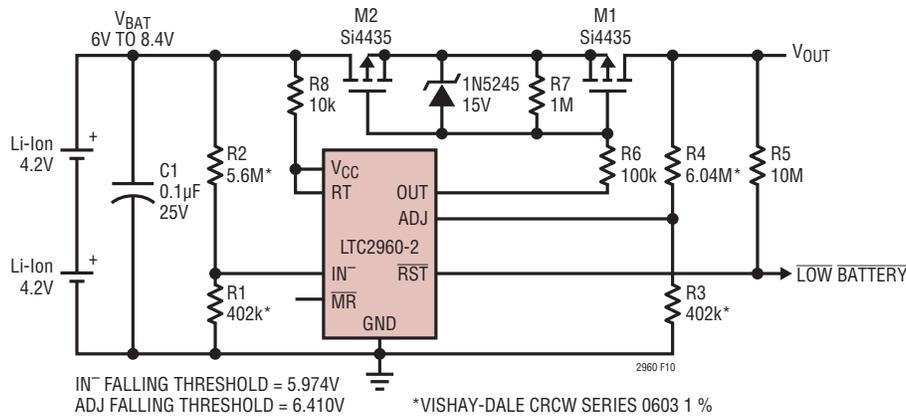


図10. 深放電を防ぐためのバッテリー切断

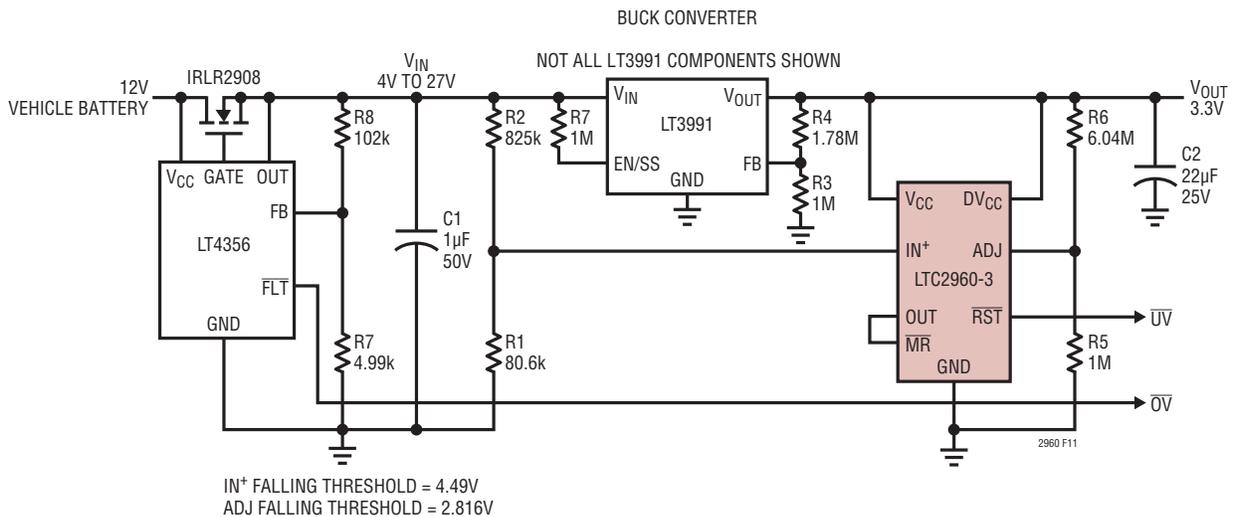


図11. 自動車用監視回路

が10 μ A以下なので、長い休止期間の後でも自動車用バッテリーの流出電流を制限します。

高電圧入力のウィンドウ・コンパレータ

LTC2960-4は、図12に示すように、高電圧の電源やバッテリー・スタックをモニタするウィンドウ・コンパレータとして構成できます。V_{IN}が安定化されていないと、フォルト信号が発生します。LTC2960-4のOUT出力が $\overline{\text{MR}}$ 入力に戻されていて、 $\overline{\text{RST}}$ 出力をドライブします。出力に流れる静止電流が小さくなるように、マイクロパワーのLDOがアクティブ・プルアップのDV_{CC}電源にバイアス電流を供給します。

マイクロパワーの電源シーケンサおよび監視回路

電源システムに複数のLTC2960を使用した回路を図13に示します。U1は電源シーケンサであり、IN⁺入力でV_{IN}をモニタし、5Vスイッチング・レギュレータをイネーブルします。ADJ入力で5Vスイッチング・レギュレータの出力をモニタし、16msのリセット・タイムアウト期間の後で1.8V LDOをイネーブルします。U2は5V出力と1.8V出力をモニタする監視デバイスです。OUT出力は、 $\overline{\text{MR}}$ ピンにより、1.8V電源が動作可能になるまで $\overline{\text{RST}}$ 出力を“L”に保ちます。

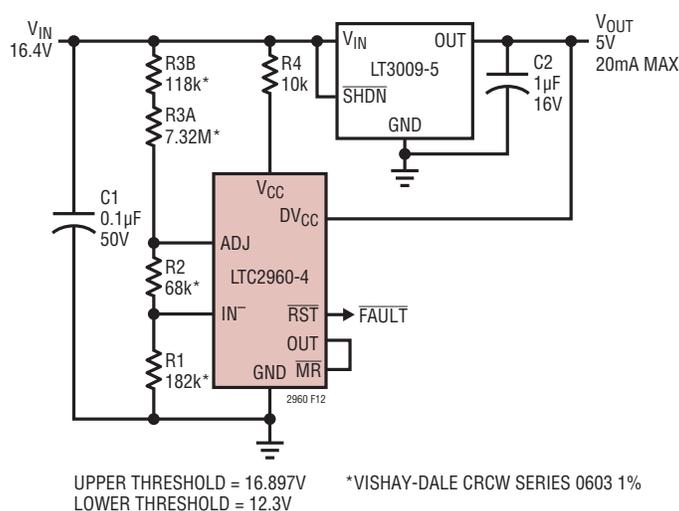


図12. 高電圧入力のウィンドウ・コンパレータ

改訂履歴

REV	日付	概要	ページ番号
A	12/13	IN-/OUTのタイミング図のOUTの波形を反転。	7

標準的応用例

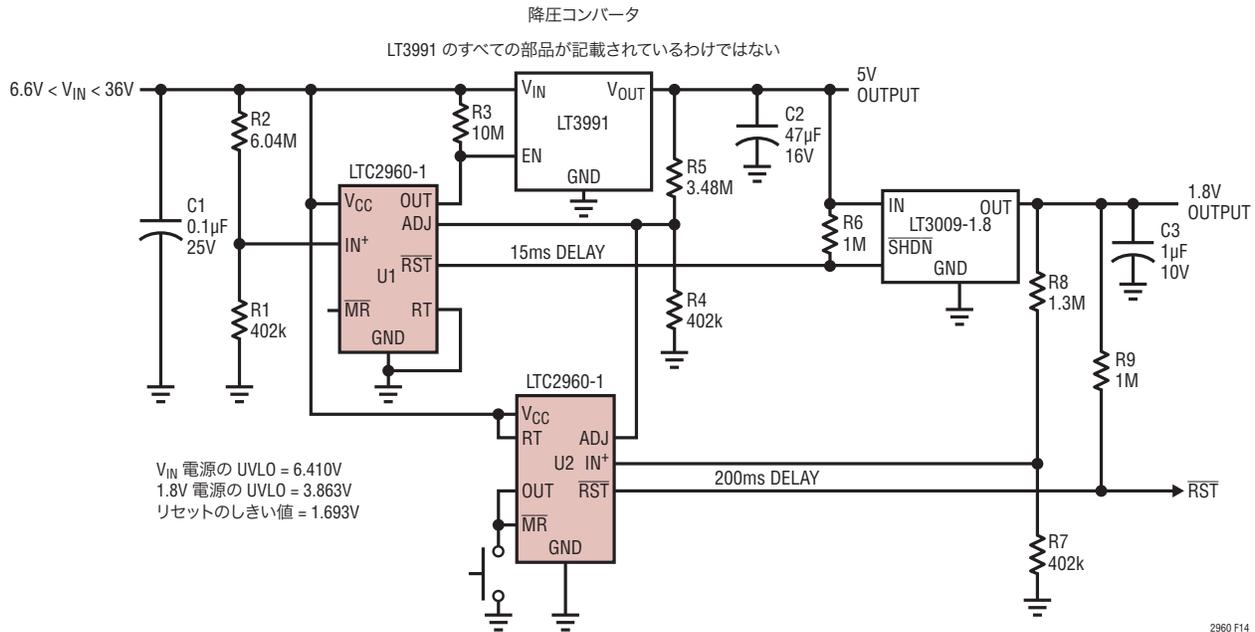


図 13. マイクロパワーの電源シーケンサおよび監視回路

関連製品

製品番号	説明	注釈
LTC1326	マイクロパワー・トリプル電源モニタ (5V/2.5V、3.3V および可変)	しきい値: 4.725V、3.118V、1V ($\pm 0.75\%$)、および可変電源
LTC1726	マイクロパワー・トリプル電源モニタ (2.5V/5V、3.3V および可変)	調整可能なりセットおよびウォッチドッグ・タイムアウト
LTC1727	オープン・ドレインのリセット付きマイクロパワー・トリプル電源モニタ	個別のモニタ出力、MSOP
LTC1728	オープン・ドレインのリセット付きマイクロパワー・トリプル電源モニタ	5ピン SOT-23 パッケージ
LTC1985	プッシュアップのリセット出力付きマイクロパワー・トリプル電源モニタ	5ピン SOT-23 パッケージ
LTC2900/LTC2901/ LTC2902	プログラム可能なクワッド電源モニタ	調整可能なりセット、ウォッチドッグ・タイム、および許容誤差、10ピン MSOP および DFN パッケージ
LTC2903	高精度クワッド電源モニタ	6ピン SOT-23 および DFN パッケージ
LTC2904/LTC2905/ LTC2906/LTC2907	スリーステートのプログラム可能な高精度デュアル電源モニタ	8ピン SOT-23 および DFN パッケージ
LTC2908	高精度 6 電源モニタ (4つは固定、2つは調整可能)	8ピン SOT-23 および DFN パッケージ
LTC2909	高精度トリプル/デュアル入力の UV、 \overline{OV} 、および負電圧モニタ	シャント安定化 V_{CC} ピン、調整可能なしきい値およびリセット、8ピン SOT-23 および DFN パッケージ
LTC2910	オクタル正電圧/負電圧モニタ	個別の V_{CC} ピン、8 入力、最大 2 個の負電圧モニタ、調整可能なりセット・タイム、16ピン SSOP および DFN パッケージ
LTC2912/LTC2913/ LTC2914	シングル/デュアル/クワッド UV および \overline{OV} 電圧モニタ	個別の V_{CC} ピン、調整可能なりセット・タイム
LTC2915/LTC2916/ LTC2917/LTC2918	27 種類のしきい値をピンで選択可能なシングル電圧監視デバイス	手動リセットおよびウォッチドッグ機能、8ピンおよび 10ピンの TSOT-23、MSOP、および DFN パッケージ
LTC2934	ADJ 入力と PFI 入力を備えた超低消費電力監視デバイス	静止電流: 500nA、2mm \times 2mm 8ピン DFN および TSOT-23 パッケージ
LTC2935	8 種類のしきい値をピンで選択可能な超低消費電力監視デバイス	静止電流: 500nA、2mm \times 2mm 8ピン DFN および TSOT-23 パッケージ