

特長

- マージン電圧精度:<0.4%
- 電流設定範囲:400:1
- 対称/非対称の高電圧および低電圧マージニング
- 電源あたり1本の制御ピンー“H”、フロート、“L”
- 電源あたり1本の電流設定抵抗
- 広いV_{CC}:2.3V < V_{CC} < 6V
- 広い出力:0.6V < V_{MARGIN} < (V_{CC}-0.6V)
- 5ピンThinSOTTMパッケージのシングル・デバイス (LTC2920-1)
- 8ピンMSOPパッケージのデュアル・デバイス (LTC2920-2)

アプリケーション

- 自動PCB製造テスト
- 自動保全メンテナンス・テスト
- DC/DCコンバータ・モジュールのマージニング

概要

LTC[®]2920は、自動PCBテスト中に電源や電源モジュールの出力電圧の上げ下げを厳密に調整できます。電源のフィードバック・ノードや電圧調整ピンに電流をソースまたはシンクすることにより、電源の出力電圧を変更できます。このため、電子部品が所定の設計において電源電圧の規定された上限/下限で正確に動作することを検証することができます(このテストを電源マージニングと呼びます)。

LTC2920は1本の抵抗を使用して電圧マージニング電流を設定します。マージニング電流は400:1の範囲で調整できます。高精度のマージン電流はグランドまたはV_{CC}の0.6V以内に供給可能です。

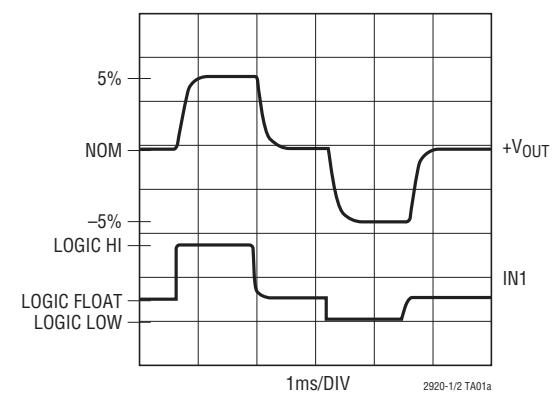
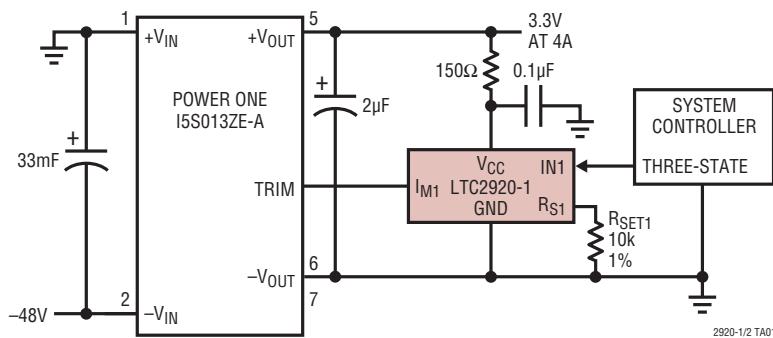
LTC2920-1はシングルのマージニング・コントローラです。LTC2920-2は個別に制御可能な2つのマージニング・チャネルを備えています。各チャネルはそれぞれ個別の制御ピンと電流設定抵抗を装備しています。LTC2920-2は2つの電源の対称マージニングや1つの電源の非対称マージニングに使用可能です。

LTC2920-1とLTC2920-2はいずれも調整された電圧リファレンスを内蔵しています。標準の電源マージニング精度は0.4%より良好です。

、LTC、LTおよびLTM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。
他のすべての商標はそれぞれの所有者に所有権があります。

標準的応用例

±5%の電圧マージニングを装備した3.3Vクオータブリック



LTC2920-1/LTC2920-2

絶対最大定格

(Note 1)

電源電圧 (V_{CC}) $-0.3V \sim 6.5V$

入力電圧

($IN1, IN2, RS1, RS2$) $-0.3V \sim (V_{CC} + 0.3V)$

出力電圧 ($IM1, IM2$) $-0.3V \sim (V_{CC} + 0.3V)$

動作温度範囲

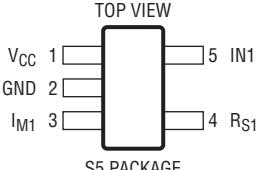
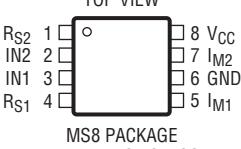
LTC2920-1C/LTC2920-2C $0^{\circ}C \sim 70^{\circ}C$

LTC2920-1/LTC2920-2I $-40^{\circ}C \sim 85^{\circ}C$

保存温度範囲 $-65^{\circ}C \sim 150^{\circ}C$

リード温度(半田付け、10秒) $300^{\circ}C$

パッケージ／発注情報

TOP VIEW  S5 PACKAGE 5-LEAD PLASTIC SOT-23 $T_{JMAX} = 125^{\circ}C, \theta_{JA} = 250^{\circ}C/W$	ORDER PART NUMBER	TOP VIEW  MS8 PACKAGE 8-LEAD PLASTIC MSOP $T_{JMAX} = 125^{\circ}C, \theta_{JA} = 200^{\circ}C/W$	ORDER PART NUMBER
	LTC2920-1CS5		LTC2920-2CMS8
	LTC2920-1IS5		LTC2920-2IMS8
	S5 PART MARKING		MS8 PART MARKING
	LTD7		LTD6
	LTD8		LTA4

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。

電気的特性

●は全動作温度範囲の規格値を意味する。 $C_{RS1} = C_{RS2} = 20pF$ 。それ以外は $T_A = 25^{\circ}C$ での値。

SYMBOL	PARAMETER	CONDITIONS	MIN	TYP	MAX	UNITS
Supplies						
V_{CC}	Supply Operating Range	(Note 2)	●	2.3	6	V
$I_{CC(SOURCE)}$	Supply Current while Sourcing Max I_{IM}	$R_{SET1} = R_{SET2} = 15k, IN1 = IN2 < V_{IL}$	●		6	mA
$I_{CC(Q)}$	Quiescent Supply Current	$R_{SET1} = R_{SET2} = 200k, IN1 = IN2 \leq V_{IL}$	●	0.23	1	mA
Current Margining Outputs I_{M1}, I_{M2}						
I_{IMLOW}	Low Range I_{MARGIN} Current—Sourcing or Sinking	R_{SET1}, R_{SET2} Tied to GND, $IN1, IN2 > V_{IH}$ or $IN1, IN2 < V_{IL}$. (Note 4)	●	5	167	μA
I_{IMHIGH}	High Range I_{MARGIN} Current—Sourcing or Sinking	R_{SET1}, R_{SET2} Tied to V_{CC} , $IN1, IN2 > V_{IH}$ or $IN1, IN2 < V_{IL}$. (Note 4)	●	0.15	2	mA
V_M	I_{M1}, I_{M2} Output Voltage Compliance	(Note 3)	●	0.55	$V_{CC} - 0.55$	V

電気的特性

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

SYMBOL	PARAMETER	CONDITIONS	MIN	TYP	MAX	UNITS
$I_{IMACCURACY}$	Low Range Current Accuracy	$100\mu\text{A} \leq I_M \leq 167\mu\text{A}$, (Note 6)				
		C-Grade		3	7.5	%
		I-Grade		3	13	%
	30 $\mu\text{A} \leq I_M < 100\mu\text{A}$, (Note 6)	C-Grade		5	11	%
		I-Grade		5	15	%
		5 $\mu\text{A} \leq I_M < 30\mu\text{A}$, (Note 6)		5	20	%
	High Range Current Accuracy	C-Grade		5	25	%
		I-Grade		5	25	%
		$1.5\text{mA} \leq I_M \leq 2\text{mA}$, (Note 7)		3	7.5	%
	600 $\mu\text{A} \leq I_M \leq 1.5\text{mA}$, (Note 7)	C-Grade		3	11	%
		I-Grade		5	15	%
		150 $\mu\text{A} \leq I_M \leq 600\mu\text{A}$, (Note 7)		5	15	%
		C-Grade		5	20	%
		I-Grade		5	20	%
I_{OZ}	I_{M1}, I_{M2} Leakage Current			●	100	nA
C_{IM}	Equivalent Capacitance At I_{M1}, I_{M2}	$V_{IN} = V_{OFF}$, (Note 5) $V_{IN} = V_{IL}$, High Range, (Note 5) $V_{IN} = V_{IL}$, Low Range, (Note 5)			10 2 30	pF nF pF

Control Inputs IN1, IN2

V_{IH}	Control Voltage for I_M Current Sinking	$V_{CC} < 2.5\text{V}$ $V_{CC} \geq 2.5\text{V}$	● ●	2.1 2.4		V V
V_{IL}	Control Voltage for I_M Current Sourcing		●		0.6	V
V_{OFF}	Control Voltage for I_M Current Off		●	1.1	1.4	V
V_{OZ}	Control Voltage when Left Floating				1.2	V
R_{IN}	IN1, IN2 Input Resistance		●	5 12	20	k Ω
I_{FLT}	Maximum Allowed Leakage at IN1, IN2 for I_M Current Off		●	-10	10	μA

Switching Characteristics

$V_{IN(DELAYON)}$	I_{M1}, I_{M2} Turn-On Time	V_{IN} Transitions from V_{OFF} to V_{IH} or V_{IL}	●	15	100	μs
$V_{IN(DELAYOFF)}$	I_{M1}, I_{M2} Turn-Off Time	V_{IN} Transitions from V_{IH} or V_{IL} to V_{OFF}	●	15	100	μs
$ I_{M(ON)}$	$ I_M $ Rise Time	$ I_M $ 5% to 95%, (Note 5)			5	μs
$ I_{M(OFF)}$	$ I_M $ Fall Time	$ I_M $ 95% to 5%, (Note 5)			0.3	μs

Note 1: 絶対最大定格値とは、それ以上の値をかけるとデバイスの寿命を損なう恐れのある値です。

Note 4: より広い I_M 电流制限仕様の製品については、弊社または弊社代理店にお問い合わせください。

Note 2: V_{CC} は、常に I_{M1} および I_{M2} の最大値から 0.2V を減じた値より高くななければなりません。『アプリケーション情報』の『電源過電圧の防止』の項を参照してください。

Note 5: 設計値であり、製品試験は実施していません。

Note 3: V_M 適合範囲は、 I_{M1} と I_{M2} が電流をソースまたはシンクすることが保証される電圧範囲です。 I_M の精度はこの範囲内で変化します。

Note 6: $|1 - (I_M \cdot R_S)| \cdot 100\% : V_{CC} \leq 4\text{V} : 0.58 \leq V_M \leq (V_{CC} - 1.1) ; V_{CC} > 4\text{V} : 0.58 \leq V_M \leq (V_{CC} - 1.4) ; C_{RS} \leq 20\text{pF}$

Note 7: $|1 - (I_M \cdot R_S/30)| \cdot 100\% : 0.79 \leq V_M \leq (V_{CC} - 0.6) ; C_{RS} \leq 20\text{pF}$

LTC2920-1/LTC2920-2

ピン機能 (S5/パッケージ / MS8/パッケージ)

V_{CC}(ピン1/ピン8): 電源入力。すべての内部回路の電源はこのピンから供給されます。V_{CC}は2.3V～6Vの低ノイズ電源に接続し、少なくとも1μFのコンデンサを使用してLTC2920に近い位置でGNDピンにバイパスする必要があります。I_Mピンからソースされる電流はV_{CC}ピンから供給されます。**V_{CC}**は制御電源がオンになる前に立ち上がっていなければなりません。

遅れると負荷が損傷する恐れがあります。電源シーケンシング時に検討すべき事項については、「アプリケーション情報」の「電源過電圧の防止」の項を参照してください。特定のアプリケーションにおいては、さらにV_{CC}のパワーソースに直列に抵抗を追加することによってV_{CC}を分離する必要が生じる場合もあります。「アプリケーション情報」の「V_{CC}電源フィルタリング」の項を参照してください。

GND(ピン2/ピン6): グランド。すべての内部回路はGNDピンに戻されます。このグランドピンは、マージニングを行う電源のグランドに接続してください。LTC2920のI_Mピンにシンクされる電流は、このピンを通じてグランドに戻されます。

R_{S1}(ピン4/ピン4): I_{M1}電流設定入力。R_{S1}ピンは、I_{M1}ピンにソースまたはシンクされるマージニング電流の設定に使用します。R_{S1}ピンは、6k～200kの外部抵抗R_{SET}とともにV_{CC}またはグランドに接続しなければなりません。R_{SET}をグランドに接続すると、I_{M1}ピンの電流は乗数1で設定されます。R_{SET}をV_{CC}に接続すると、I_{M1}ピンの電流は乗数30で設定されます。R_{SET}をグランドに接続すると、R_{S1}ピンの電圧は約1Vとなります。R_{SET}をV_{CC}に接続すると、R_{S1}ピンの電圧はおよそ(V_{CC}-1V)となります。いずれの場合も、R_{SET}を流れる電流はおよそ1V/R_{SET}となります。

I_{M1}(ピン3/ピン5): I_{M1}電流出力。このピンは、電源フィードバック・ピンか電圧調整ピンに接続する必要があります(詳細については「アプリケーション情報」の項を参照)。電流は、このピンにソースまたはシンクされます。電流の方向はIN1ピンで制御します。I_{M1}ピンを通過する電流の量はR_{S1}ピンで制御します。

IN1(ピン5/ピン3): I_{M1}制御ピン。このピンは、I_{M1}ピンを制御する3レベル入力ピンです。IN1ピンがV_{IH}よりも高い値になると、I_{M1}ピンに電流がシンクされます。IN1ピンがV_{IL}よりも低い値になると、I_{M1}ピンから電流がソースされます。IN1ピンを未接続のままにするか1.1V～1.4Vの間に保持すると、I_{M1}ピンはハイ・インピーダンス出力となります。内部では、INピンは約10kの内部抵抗によって1.2V電圧源に接続されています。LTC2920は、このピンからノイズが入るのを防ぐために内部RC回路を備えています。

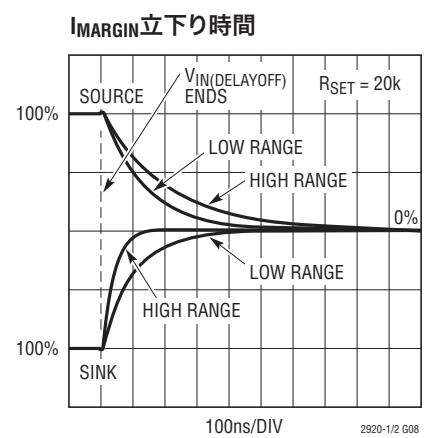
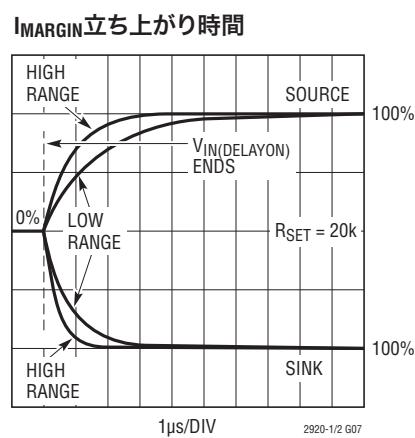
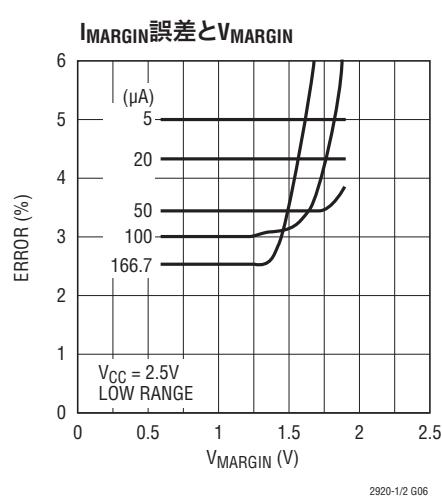
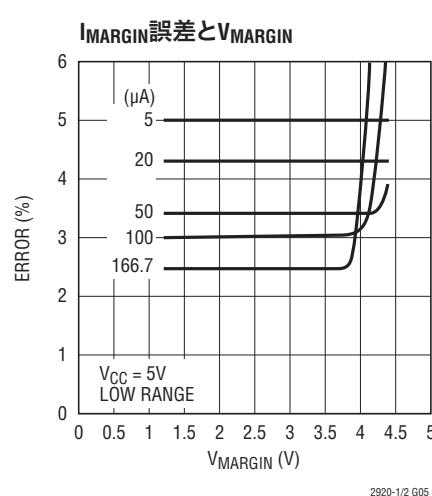
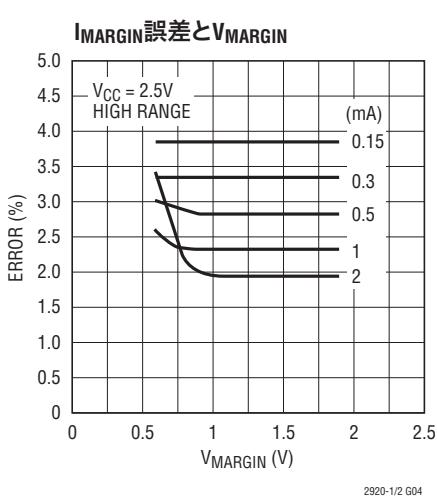
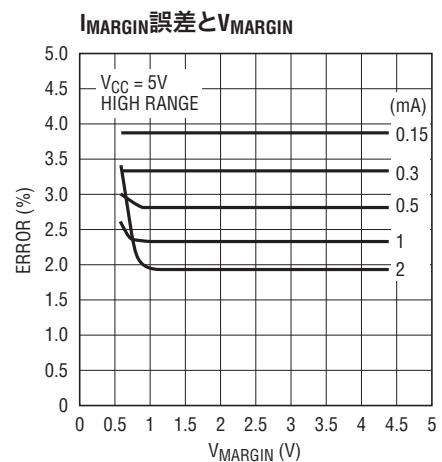
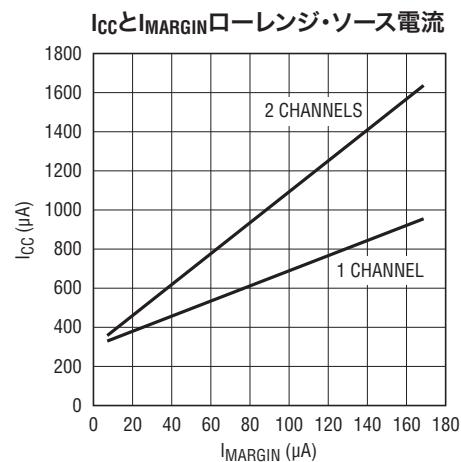
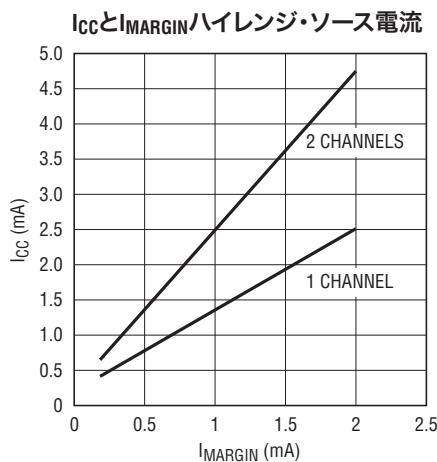
LTC2920-2のみ

R_{S2}(NA/ピン1): I_{M2}電流設定入力。I_{M2}電流を設定します。R_{S1}を参照してください。

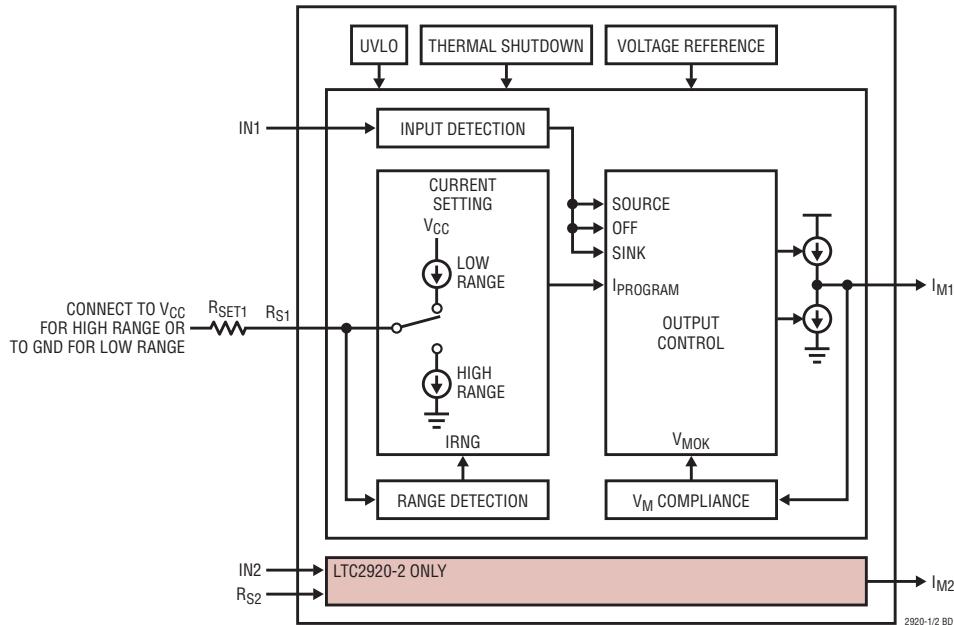
I_{M2}(NA/ピン7): I_{M2}電流設定出力。このピンは、LTC2920の第2のマージン電流出力です。I_{M1}を参照してください。

IN2(NA/ピン2): I_{M2}制御ピン。このピンはI_{M2}ピンの電流を制御します。IN1を参照してください。

標準的性能特性



機能ブロック図



アプリケーション情報

概要

電源電圧のマージニング

信頼性の高いPCBを製造してテストするにあたっては、所定の設計における電源電圧の上限と下限でシステムの機能と性能をテストすることが望まれます（「電源マージニング」と呼ばれます）。このようなテストを行えば、システムの全寿命期間を通じて信頼性を大幅に向上させることができます。

LTC2920は、以下のような特徴を備えた電源電圧のマージンテスト機能を備えています。

- 柔軟性が高い
- 設計が容易
- 必要なPCBボードスペースがごくわずか

対称/非対象電源電圧マージニング

LTC2920のチャンネルは、公称電源電圧の上下で対称マージングを行う場合、いずれも1本の外部抵抗しか必要としません。LTC2920-2を使用すれば、2つの異なる電源の対称マージングを行うことができます。また、ある設計に対し公称電源

電圧の上下において異なる電圧でマージングを行う必要がある場合も、LTC2920-2を使用できます。この場合は1つのチャンネルを公称電源電圧よりも高い電圧に使用し、他のチャンネルを公称電圧よりも低い電圧に使用します。

フィードバック・ピンを使用した電源の電圧マージニング

LTC2920がサポートする一般的な電源アーキテクチャの1つが、1本のフィードバック・ピンと2本のフィードバック抵抗を持つ電源です。複雑なスイッチング電源であっても、リファレンス電圧1つと2抵抗フィードバック・ネットワークを備えた単純なアンプとして標準モデル化することができます（図1）。

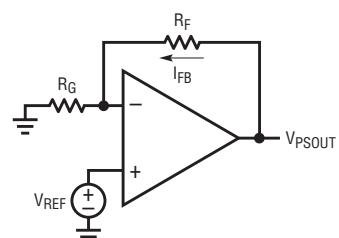


図1

アプリケーション情報

抵抗 R_F と R_G 、および電圧 V_{REF} が分かれれば、 V_{PSOUT} は次式で計算できます：

$$V_{PSOUT} = V_{REF} \cdot [1 + (R_F/R_G)]$$

オペアンプはその反転端子と非反転端子を同電圧に保つので、 R_F と R_G の間にある反転端子の電圧は V_{REF} となります。フィードバック抵抗ネットワークに流れ込む電流が分かれれば、 V_{PSOUT} は次式で計算できます：

$$V_{PSOUT} = V_{REF} + (I_{FB} \cdot R_F)$$

これは、 R_F の一方にかかる電圧に R_F 両端の電圧を加えた値です。この式は、LTC2920が電源出力電圧をどのように変化させるのかを理解する助けとなります。

図2はLTC2920を加えた場合の単純化モデルです。

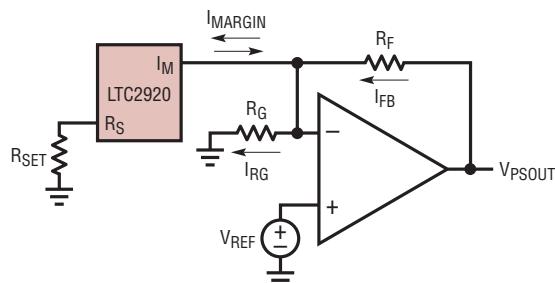


図2. 単純化した電源モデル

この回路でも、オペアンプは V_{REF} におけるその反転入力と同じ値に電圧を保ちます。このノードにおける電流を増減させると、そのデルタ電流は常に I_{FB} に対する増減値となり、 I_{RG} には影響しません(符号付きのIMARGIN値ではなく“ \pm IMARGIN”を使用するのは、フィードバック・ピンの電流が増減するという事実を強調するためです)。このため、 R_F 両端の電圧は次のようにになります：

$$V_{RF} = (I_{FBNOM} \pm I_{MARGIN}) \cdot R_F$$

または

$$V_{RF} = (I_{FBNOM} \cdot R_F) \pm (I_{MARGIN} \cdot R_F)$$

従って次式が得られます。

$$V_{PSOUT} = V_{REF} + (I_{FBNOM} \cdot R_F) \pm (I_{MARGIN} \cdot R_F)$$

つまりデルタ電圧 V_{MARGIN} は、 R_G と V_{REF} ではなく、 I_{MARGIN} と R_F のみによって決まります。

電源モジュール電圧のマージニング

電圧マージニングを実行するもう1つの方法は、電圧調整ピンを持つ電源「ブリック」モジュールに有効です。通常、電源メーカーは、トリム・ピンに接続した外部抵抗を使用して電源の出力電圧上げ下げの調整できるように設計します。これらの抵抗の値は、通常、メーカーが提供する2つの異なる式を使用して設計技術者が計算します。通常は、電圧をトリムアップするための式とトリムダウンするための式がそれぞれ1つずつあります。ほとんどの場合、電源モジュールは「ブラックボックス」のように扱われ、内部回路の視点からどのようにトリミングを行っているのかについての情報はほとんど与えられていません。

従来このような電源モジュールのマージニングは、2本の抵抗を計算し、アナログスイッチまたはリレーを使ってそれぞれを交互に V_{CC} またはグランドに接続することにより行われていました。図3は、LTC2920がこのようなアプリケーションにも使用できることを示したものです。このようなアプリケーションにLTC2920を使用すれば、PCBの面積とコストを大幅に削減することができます。

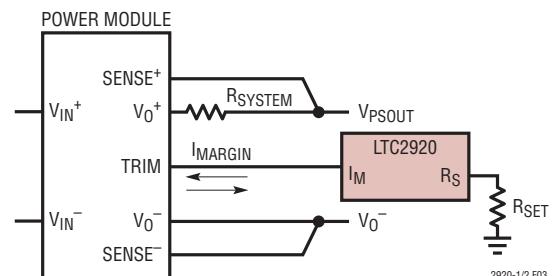


図3. 電源モジュールのマージニング

電源モジュールに関する検討事項

通常、 V_{O+} には実用上の制限があります。たとえば、 V_{O+} には通常、電源モジュール・メーカーが指定する上限と下限があります。一般的な値は、電源モジュールの定格出力電圧の上側10%、下側20%です。この制限には、 V_{MARGIN} と R_{SYSTEM} 前後の電圧降下が含まれています。詳細については、メーカーの定める電源モジュール仕様を参照してください。モジュール使用時の R_{SET} 選択方法については、このデータシートの「 R_{SET} 抵抗の選択」の項を参照してください。

LTC2920-1/LTC2920-2

アプリケーション情報

R_{SET}抵抗の選択

フィードバック・ピンと2つのフィードバック抵抗を持つ既存電源を使用する場合のR_{SET}の選択

フィードバック・ピンを持つ電源を使用する場合の電流設定抵抗R_{SET}の計算は簡単です。既存の電源設計にLTC2920を追加する場合、電源フィードバック抵抗R_FとR_Gはすでに選択済みです。R_F、電源出力電圧V_{PSOUT}、およびマージンの大きさ%changeが分かれば、R_{SET}を計算することができます。

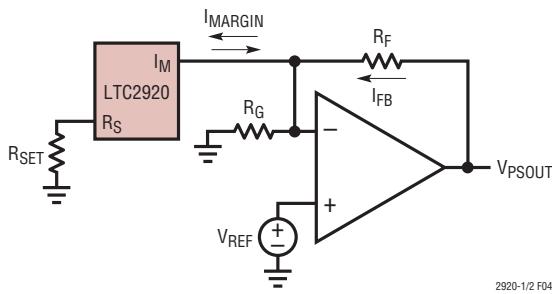


図4. 単純化した電源モデル

最初に、マージニング電圧 ΔV_{PSOUT} は、電源電圧V_{PSOUT}の必要変化幅のパーセンテージが分かれば計算できます。

$$\Delta V_{PSOUT} = \% \text{Change} \cdot V_{PSOUT}$$

例: 3.3V電源を5%でマージニングする場合は次のようになります:

$$\Delta V_{PSOUT} = 0.05 \cdot 3.3V = 0.165V$$

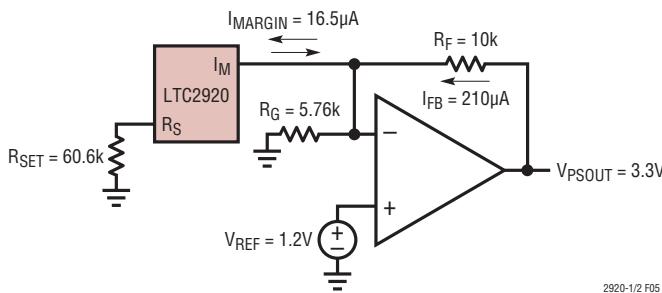


図5. 3.3V電源を5%でマージニング(ローレンジ)

「概要」の項で述べたように ΔV_{PSOUT} はR_F上に現れてくるので、マージン電流IMARGINは次式で計算できます:

$$I_{\text{MARGIN}} = \Delta V_{\text{PSOUT}} / R_F$$

例: $\Delta V_{\text{PSOUT}} = 0.165V$ 、R_F = 10kの場合は次のようになります:

$$I_{\text{MARGIN}} = 0.165 / 10k = 16.5\mu\text{A}$$

IMARGINが5μA～167μAの範囲の場合は、LTC2920の低電流レンジを使用します。したがって、R_{SET}は次式で計算できます:

$$R_{\text{SET}} = 1V / I_{\text{MARGIN}} = 1V / 16.5\mu\text{A} = 60.6k$$

この場合、R_{SET}はR_Sピンとグランドの間に接続します。

IMARGINが150μA～2mA範囲の場合は、LTC2920の高電流レンジを使用します。したがって、R_{SET}は次式で計算できます:

$$R_{\text{SET}} = 1V / (I_{\text{MARGIN}} / 30)$$

あるいは単に:

$$R_{\text{SET}} = 30V / I_{\text{MARGIN}}$$

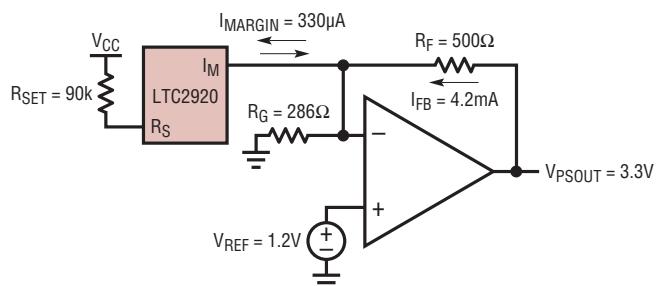


図6. 3.3V電源を5%でマージニング(ハイレンジ)

例: 上の例において、フィードバック抵抗R_Fが500Ωの場合は次のようになります:

$$\Delta V_{\text{PSOUT}} = 0.05 \cdot 3.3V = 0.165V$$

$$I_{\text{MARGIN}} = 0.165V / 500\Omega = 330\mu\text{A}$$

$$R_{\text{SET}} = 30V / I_{\text{MARGIN}} = 30V / 330\mu\text{A} = 90.1k$$

この場合、R_{SET}はR_SピンとV_{CC}の間に接続します。

IMARGINが5μA未満の場合、あるいは2mAよりも大きい場合は、電源フィードバック抵抗R_FとR_G両方の調整が必要になります。この場合もプロセスは単純です。変化量は、上記で計算したIMARGIN電流を必要な新しいIMARGIN電流で除することにより、容易に計算できます。

アプリケーション情報

2つあるLTC2920のIMARGINレンジの一方に納まる新しいIMARGIN電流を選択して、倍率を計算します：

$$I_{\text{FACTOR}} = I_{\text{MARGIN(OLD)}} / I_{\text{MARGIN(NEW)}}$$

したがって、新しいフィードバック抵抗は次式で求められます：

$$R_F(\text{NEW}) = R_F(\text{OLD}) \cdot I_{\text{FACTOR}}$$

$$R_G(\text{NEW}) = R_G(\text{OLD}) \cdot I_{\text{FACTOR}}$$

さらに、 R_{SET} は上に述べた要領で計算できます。

と電源の負電圧出力(グランド)の間に置かれます。電圧トリムとトリム抵抗配置の極性はメーカーが選択します。通常、抵抗値と必要な出力電圧変化の関係を記述する式は非線形ですが、幸いなことに、通常、トリム・ピン電流と出力電圧変化の関係は線形です。電流トリムの式は、通常、出力電圧が増減しても同じです(量的に)。トリム電流の式が決まれば、トリム抵抗の場合よりも使い方は簡単です。これを明らかにするために、図8に電源モジュールの標準的な抵抗トリムダウン曲線を示します。図9は、同じ電源モジュールの標準的な電流トリムダウン曲線です。

警告

スイッチング電源のフィードバック抵抗を調整すると、場合によっては電源の再較正が必要になることがあります。詳細については電源付属のアプリケーション情報を参照してください。

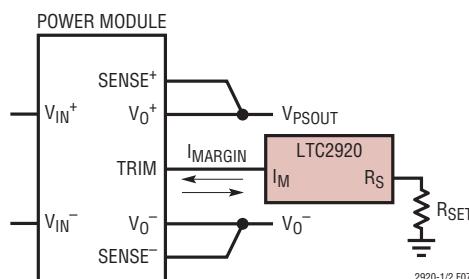


図7. 電源モジュールのトリム・ピンを使用した電圧マージニング

「ブリック」タイプ電源モジュールの電圧トリム・ピンを使用した R_{SET} 抵抗の選択

多くの「ブリック」電源モジュールには、電圧マージニングに使用できるトリム・ピンがあります。図7に、LTC2920を使用して電源モジュールの電圧マージニングを行うための標準的な接続例を示します。

電源モジュールの出力電圧調整に必要な電流の量は、通常、電源モジュールのメーカーから直接指定されていません。しかし、メーカーが提供する情報を使用することにより、測定を行って、電源モジュールの電圧マージニングに使用できる簡単な式を決定することができます。

通常、メーカーはトリム抵抗を選択するために、2つの異なる式を提供しています。1つは出力電圧をトリムアップするための式で、もう1つはトリムダウンするための式です。トリム抵抗は、普通、トリム・ピンと電源の正電圧出力の間、またはトリム・ピン

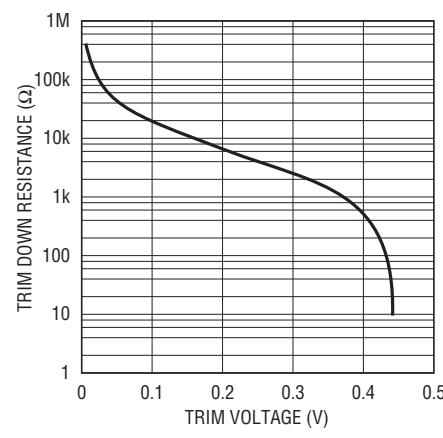


図8. 標準的なトリム電圧とトリム抵抗の関係

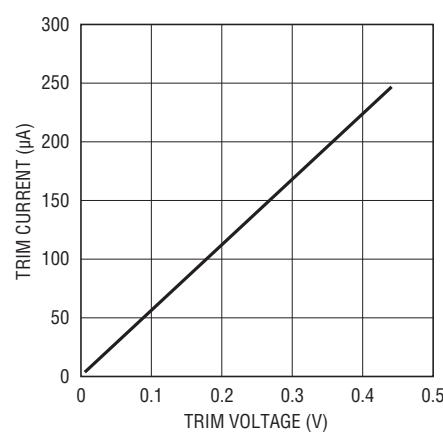


図9. 標準的なトリム電圧とトリム電流の関係

アプリケーション情報

メーカーがトリム電流の式を直接提供していない場合でも、簡単な測定を行えば、 I_{TRIM} の関数として V_{TRIM} の式を計算することができます。

この計算を行うには、トリム・ピンとグランドの間にトリム抵抗を置きます(図10参照)。

トリム抵抗をグランドに接続し、電源モジュール出力電圧の変化の方向を確認してください。これは、LTC2920のIN制御ピンが V_{IH} を超えてHIGHになった時の電源モジュール出力電圧の変化方向です。この構成における電圧トリムの方向は電源モジュールによって異なることがあります、場合によっては同一メーカーの電源モジュールでも異なることがあります。

メーカーの式から抵抗値を計算するか、チャートから選択します(メーカーからチャートが提供されている場合)。抵抗値は、トリム抵抗範囲の中央に近い値を取ってください。選択した抵抗を入手し、抵抗計で抵抗値を測定します。あるいは、精度0.1%の抵抗を使用してください。この抵抗の正しい値を知ることは、良好な結果を得る上で極めて重要です。このテスト抵抗をトリム・ピンと電源モジュールの負の出力ピンに一度接続し、また取り外すことができるよう準備しておきます(図10)。

電源電圧、最小および最大出力電圧、センス・ピン接続(センス・ピンがある場合)、最小および最大電流負荷などに関してメーカーが提供する他のアプリケーションノートに十分注意を払い、その内容に従ってください。定められた内容に従わなかつた場合は、電源モジュールに回復不能な損傷を与えてしまう恐れがあります。

電源モジュールに指定の入力電圧を加えます。トリム抵抗接続前と接続後の電源出力電圧 V_{PS} と V_T の電圧を測定してください。

トリム前(V_{PSNOM})の電源出力電圧からトリム後(V_{PSTRIM})の電源出力電圧を引いて、トリム電圧(V_{DELTA})を求めます:

$$V_{DELTA} = V_{PSNOM} - V_{PSTRIM}$$

トリム電流は次式で得られます:

$$I_{TRIM} = V_{TRIM}/R_{TRIM}$$

線形電流トリム定数 K_{TRIM} を求めます:

$$K_{TRIM} = V_{DELTA}/I_{TRIM}$$

必要な V_{MARGIN} に対しては次式が成り立ちます:

$$I_{TRIM} = V_{MARGIN}/K_{TRIM}$$

以上で、LTC2920の R_{SET} を計算できます。

$5\mu A \leq I_{TRIM} \leq 167\mu A$ の場合:

$$R_{SET} = 1V/I_{TRIM}$$

R_{SET} は R_S ピンとLTC2920のグランド・ピンの間に接続します。

$167\mu A < I_{TRIM} \leq 2mA$ の場合:

$$R_{SET} = 1V/(I_{TRIM}/30)$$

R_{SET} は R_S ピンとLTC2920の V_{CC} ピンの間に接続します。

I_{TRIM} がこの範囲に入らない場合、そのアプリケーションにLTC2920を使うことはできません。

LTC2920が電流をソースまたはシンクできるのは、 I_M ピンの電圧が0.6ボルトから($V_{CC}-0.6$)ボルトの範囲内にある場合に限られます。このアプリケーションでLTC2920を正しく作動させるには、 V_T ノードがこの範囲に収まるようにします。これを実現するには、電源モジュールのトリム出力ピンの実効出力抵抗 R_{VT} を計算します(図10を参照)。上に述べた測定値を使用すると、開回路電圧は次のようになります:

$$V_{REF} = V_{TNOM}$$

R_{VT} を計算するには、上記で測定したトリム前電圧 V_{TNOM} からトリム後電圧 V_{TTRIM} を引きます:

$$V_{TDELTA} = V_{TNOM} - V_{TTRIM}$$

したがって、有効なTRIMピンソース抵抗は次式で計算できます:

$$R_{VT} = V_{TDELTA}/I_{TRIM}$$

以上で、両方の電圧マージン方向について、任意の I_{TRIM} に対するLTC2920の I_{MARGIN} ピンの電圧を計算できます。図10において:

$$V_{TSINK} = V_{REF} - (R_{VT} \cdot I_{TRIM})$$

$$V_{TSOURCE} = V_{REF} + (R_{VT} \cdot I_{TRIM})$$

注: V_{TSINK} と $V_{TSOURCE}$ が $I_{MACCURACY}$ 仕様で指定されたLTC2920の V_M 電圧範囲内にあることを確認するには、必ずこの式を使ってください。

アプリケーション情報

V_T がこの範囲に入らない場合、そのアプリケーションに LTC2920を使うことはできません。

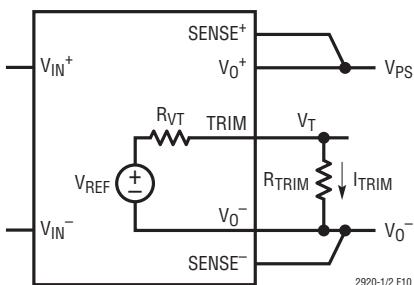


図10. 電源モジュール I_{TRIM} モデル

マージニング時の電源電圧の精度

マージニング時の電源電圧の精度は、いくつかの要素に左右されます。図11は、以下で詳細に検討した誤差の程度を、電源マージニング・パーセンテージの関数として示したものです。

標準的なフィードバック・モデル(図12)では、デルタ電圧は、マージン電流 I_{MARGIN} とフィードバック抵抗 R_F の関数となります。

$$V_{MARGIN} = I_{MARGIN} \cdot R_F$$

V_{MARGIN} の誤差は、 I_{MARGIN} と R_F の誤差に正比例します。 I_{MARGIN} に5%の誤差があれば、 V_{MARGIN} にも5%の誤差が生じます。この例では、3.3V電源が2.5%、つまり0.0825Vから3.3825Vにマージニングされています。 V_{MARGIN} に5%の誤差があると、実際のマージン電圧は0.0866Vで、電源電圧は3.3866Vとなります。したがって、予想電圧の誤差は次のようになります：

$$\text{誤差} = |1 - (3.3866/3.3825)| \cdot 100 = 0.12\%$$

同様に、 R_{SET} 抵抗の精度が1%だとすると、予想電源マージニング電圧の誤差はわずか0.024%です。結局、 R_{SET} 抵抗あるいはLTC2920によって生じる I_{MARGIN} の誤差は、電圧マージニングのパーセンテージによって軽減されます。

R_F 抵抗の精度は、マージニングされた電源電圧に2つの誤差をもたらします。1つ目が V_{MARGIN} ($I_{MARGIN} \cdot R_F$)の誤差です。この誤差の程度は上述の誤差と同じで、一般に非常に小さい値となります(この例では0.024%)。もう1つは電源初期設定

点の精度です。この例では、 R_F 抵抗の精度が1%なので、電源に0.6%の初期設定点誤差が生じます。マージニングされた電源電圧は電源初期設定点の電圧から電圧 V_{MARGIN} だけ変化した値なので、この誤差はマージニングされた電源電圧に現れてきます。これら2つの誤差を組み合わせると、誤差は次のようになります：

$$\text{誤差} = |1 - (3.4043/3.3825)| \cdot 100 = 0.65\%$$

主要な誤差源は電源初期設定点の電圧なので、 R_G に1%の誤差がある場合に生じる誤差も同様の値になります。

R_F と R_G によって生じる誤差は、電圧マージン誤差の大きな要因となり得ます。多くの場合は、 R_F と R_G の両方に精度0.1%の抵抗を使用するのが、電圧マージン精度と電源初期精度を改善する上で最良の選択です。

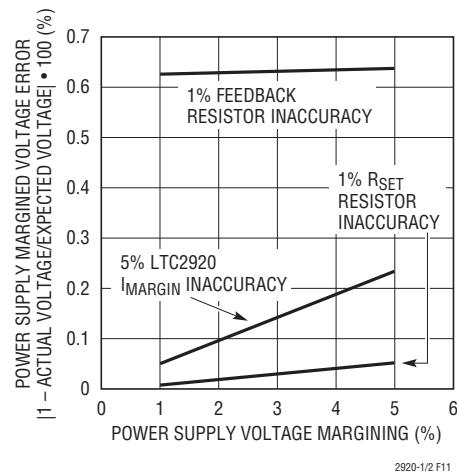


図11. 電源マージニング電圧の誤差源

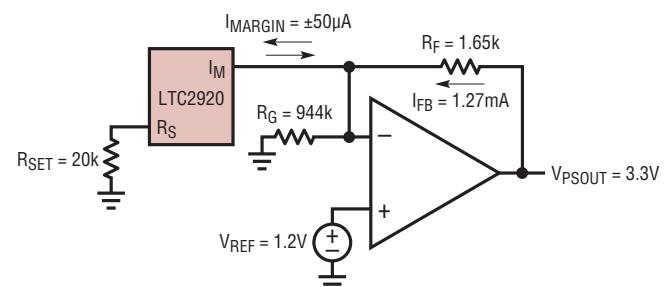


図12. 電源電圧マージン・モデル

LTC2920-1/LTC2920-2

アプリケーション情報

電源過電圧の防止

LTC2920のパワーソースを選ぶ時は注意が必要です。LTC2920のV_{CC}に電源が供給されていない状態でマージニング対象電源をオンにすると、LTC2920のI_Mピンに望ましくないI_Mフォールト電流が流れ込むことがあります。この場合はマージニングされた電源が過電圧状態に陥り、電源とその負荷に深刻な損傷を与えてしまう恐れがあります。最も良いソリューションは、マージニング対象電源がオンになった時にオンになることが保証されたパワーソースにLTC2920を接続することです。多くの場合は、マージニング対象電源の入力または出力電圧がこれにあたります。アプリケーションに合った最良のソリューションについては、以下に示す設計ガイドラインを参照してください。また、LTC2920の他の設計仕様にも必ず従ってください。

少なくとも、LTC2920のV_{CC}ピンの電圧は、I_{M1}およびI_{M2}ピンの最大電圧から0.2V減じた値よりも高い値に維持しなければなりません。これによって、I_Mフォールト電流を5 μ A未満に維持することができます。I_{M1}ピンとI_{M2}ピンの電圧は、通常、電源のフィードバック・ノードにおける電圧です。この電圧については、電源メーカーのデータシートを参照してください。

ITC2920-1のIMフォールト電流防止

マージニング対象電源の V_{IN} または V_{OUT} に V_{CC} を接続

条件が許せば、LTC2920-1のVCCをV_{IN}またはV_{OUT}に接続するのが最良の選択です。この場合、外付け部品は不要で、電源過電圧に対する最良の保護対策を実現できます。

マージニング対象電源にLTC2920のV_{CC}範囲内のV_{IN}電圧がある場合は、LTC2920-1のV_{CC}ピンをその電源のV_{IN}に接続します(図13)。

また、マージニング対象電源にLTC2920のV_{CC}範囲内のV_{OUT}電圧がある場合は、LTC2920-1のV_{CC}ピンをその電源のV_{OUT}に接続します(図14)。電源のマージニングを行う場合は、その電源電圧がLTC2920のV_{CC}仕様の範囲内であることを確認してください。

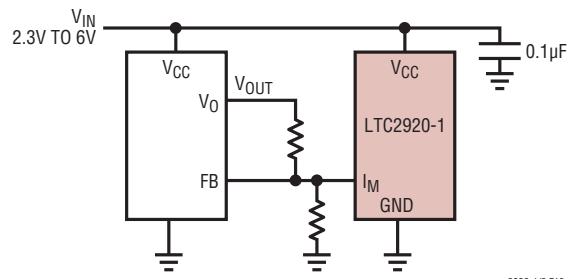


図13. LTC2920-1をV_{IN}に接続

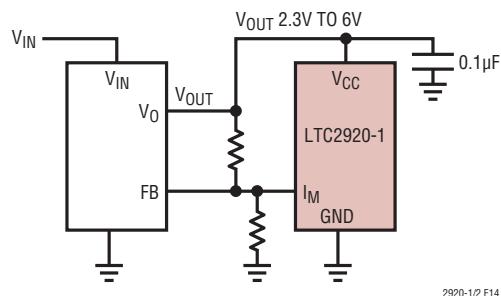


図14. LTC2920-1をV_{OUT}に接続

マージニング対象電源以外のパワーソースにV_{CC}を接続

マージニング対象電源のVINまたはVOUTをLTC2920-1に接続することが現実的でない場合は、ショットキーダイオードを使用してLTC2920-1のVCCピンを接続します。このソリューションは、1.5V未満の電源フィードバック電圧と30 μ Aを超えるIMARGIN電流で作動します。LTC2920-1のVCCおよびVMARGINに関する仕様を満たすために、あらゆる温度域におけるダイオード電圧降下を考慮に入れてください。

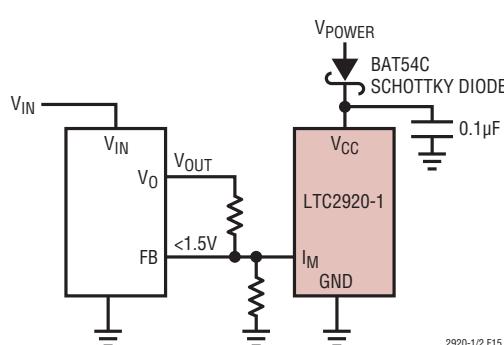


図15. ダイオード接続されたV_{CC}

アプリケーション情報

LTC2920-2のIMフォールト電流防止

共通のVINにVCCを接続

条件が許せば、LTC2920-2のVCCをVINに接続するのが最良の選択です。この場合、外付け部品は不要で、電源過電圧に対する最良の保護対策を実現できます(図16)。

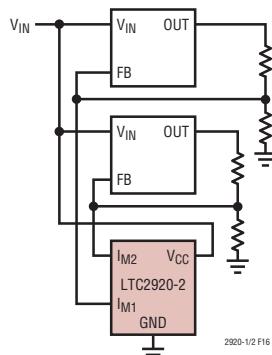


図16. VCCをVINに接続

ダイオードORされた電源にVCCを接続

マージニング対象電源が異なるソースからVINを取っている場合、あるいは、共通のVINをLTC2920-2のパワーソースに使用できない場合は、ダイオードOR接続を使用してLTC2920-2に電源を供給します。この例では、電源2の出力が1.8Vである点に注意してください。電源1は、通常の動作状態にあるLTC2920-2に電源を供給します。電源1が故障した場合、ある

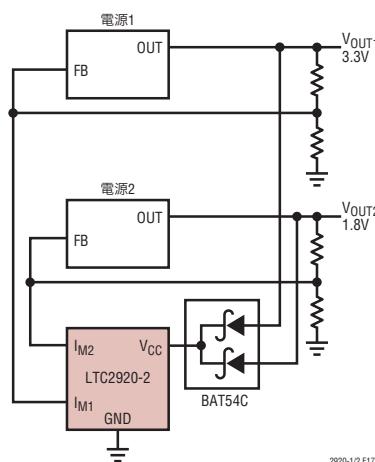


図17. デュアル・ダイオードが接続されたVCC

いは電源2の後に電源1が立ち上げられる場合は、LTC2920がIM1ピンとIM2ピンにフォールト電流をシンクしないようにできる程度の十分な電圧を電源2が供給します。これらの状態下ではLTC2920-2は通常通りの動作をしませんが、過電圧状態を引き起こすことはありません。

マージニング対象電源以外のパワーソースにVCCを接続

マージニング対象電源のVINまたはVOUTをLTC2920-2に接続することが現実的でない場合は、ショットキーダイオードを使用してLTC2920-2のVCCピンを接続します(図18)。このソリューションは、1.5V未満の電源フィードバック電圧と30μAを超えるIMARGIN電流で作動します。LTC2920-2のVCCおよびVMARGINに関する仕様を満たすために、あらゆる温度域におけるダイオード電圧降下を考慮に入れてください。

VCC電源フィルタリング

LTC2920がからうじて安定を保っているような電源を使用し、なおかつその電源のマージニングを行っている場合は、発振を起こす恐れがあります。このような場合は、LTC2920とマージニング対象電源の間にフィルタリング抵抗を追加しなければならないことがあります(図19参照)。発振は、LTC2920がIMピンから電流をソースしている時に最も発生しやすくなります。RBYP抵抗はCBYPコンデンサと組み合わせて使用します。フィルタ抵抗RBYPの値は、そのアプリケーションにおいて抵抗による電圧降下をどの程度まで許容できるか、また、最悪の場合LTC2920がどれだけの電流をシンクするかを決定することによって計算できます。LTC2920の低電流レンジにおけるIcc電流の安全値は、LTC2920の最大消費電流にIMARGIN電流の4倍を加えた値です。また、高電流レンジにおけるIcc電流の安全値は、LTC2920の最大消費電流にIMARGIN電流の1.2倍を加えた値です。

例: IMARGIN電流が100μAの場合:

$$\begin{aligned} I_{CCMAX} &= IQ + (4 \cdot I_{MARGIN}) \\ &= 1\text{mA} + (4 \cdot 100\mu\text{A}) = 1.4\text{mA} \end{aligned}$$

アプリケーション情報

この例の電源電圧は3.3Vです。R_{BYP}による電圧降下を0.5Vとすると、LTC2920のV_{CC}にかかる電圧は2.8Vとなります。これは、LTC2920の最小V_{CC}電圧よりも十分大きい値です。したがって、R_{BYP}抵抗の値は次式で求められます：

$$R_{BYP} = V_{RB} / I_{CCMAX} = 0.5V / 1.4mA = 360\Omega$$

C_{BYP} = 0.1μFとすると、2870Hzがポールとなります。さらにフィルタリングが必要な場合は、C_{BYP}の値を大きくすることができます。この例でC_{BYP}を0.1μFから1μFに増やすと、ポールは287Hzとなります。

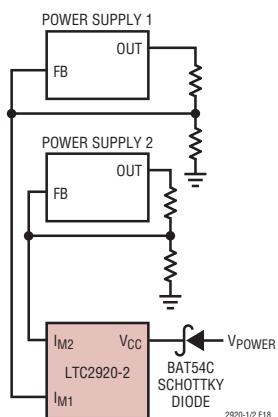


図18. V_{CC}に接続されたダイオード

I_{MARGIN}のターンオン時間とターンオフ時間

電源電圧マージニング回路の設計においては、しばしば、マージニング電流をイネーブルまたはディスエーブルする際に電源電圧が(必要なマージニング電圧を)オーバーシュートしたりアンダーシュートしたりしないようにする必要が生じます。I_MピンにソースまたはシンクされるLTC2920のI_{MARGIN}電流は、概ね良好な挙動を示します(「標準的性能特性」に示す曲線を参照)。さまざまな曲線間の速度差は、LTC2920内部の相対的なインピーダンス差によって生じるものです。

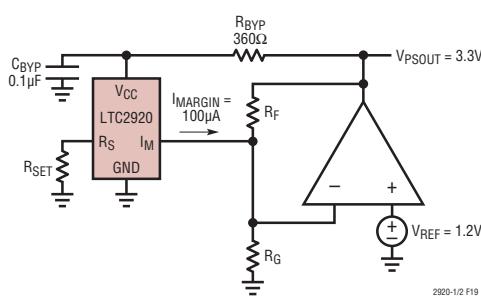


図19. V_{CC}電源フィルタリング

ターンオン時間やターンオフ時間を遅くしたい場合は、I_Mピンに対して抵抗-コンデンサ・ネットワークを使用することができます。図20「V_{MARGIN}の低速化」では、前出のアプリケーションの項に示した電源モデルにコンデンサ(C_S)と抵抗(R_S)が追加されています。R_Sを選択するには、電源のフィードバック・ピンにおける電圧を知る必要があります。この電圧については、電源メーカーのデータシートを参照してください。I_Mピンにおける電圧は、R_Sによる電圧降下を含めて、LTC2920の指定限界内でなければなりません。下の例では、電源フィードバック・ピンの電圧が1.21V、I_{MARGIN}が100μA、V_{CC}が3.3Vです。LTC2920の電流精度を維持するには、I_Mピンの電圧が0.58Vから(V_{CC}-1)または2.3Vの間でなければなりません(低電流レンジ)。R_Sによる電圧降下は0.5Vが妥当な値です。したがって、R_Sの値は以下のようになります：

$$R_S = V_{RS} / I_{MARGIN} = 0.5V / 100\mu A = 5k$$

必要なR_C時間定数を1msとすると、C_Sは次式で得られます：

$$C_S = T_{RC} / R_S = 1ms / 5k = 0.2\mu F$$

注: C_SとR_Sを使用すると、電源フィードバック・ループに新たなポールとゼロが追加されます。このデータシートではあらゆる電源の挙動を予測することまではしませんが、一般的に、2つのフィードバック抵抗のうちの小さい方が2・R_Sを超えないければ、電源の安定性に与える影響を最小限に抑えることができるはずです。2つのフィードバック抵抗に関してR_Sが大きくなるほど、その影響は小さくなります。

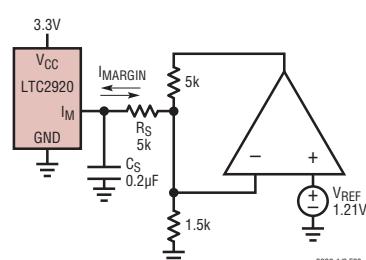


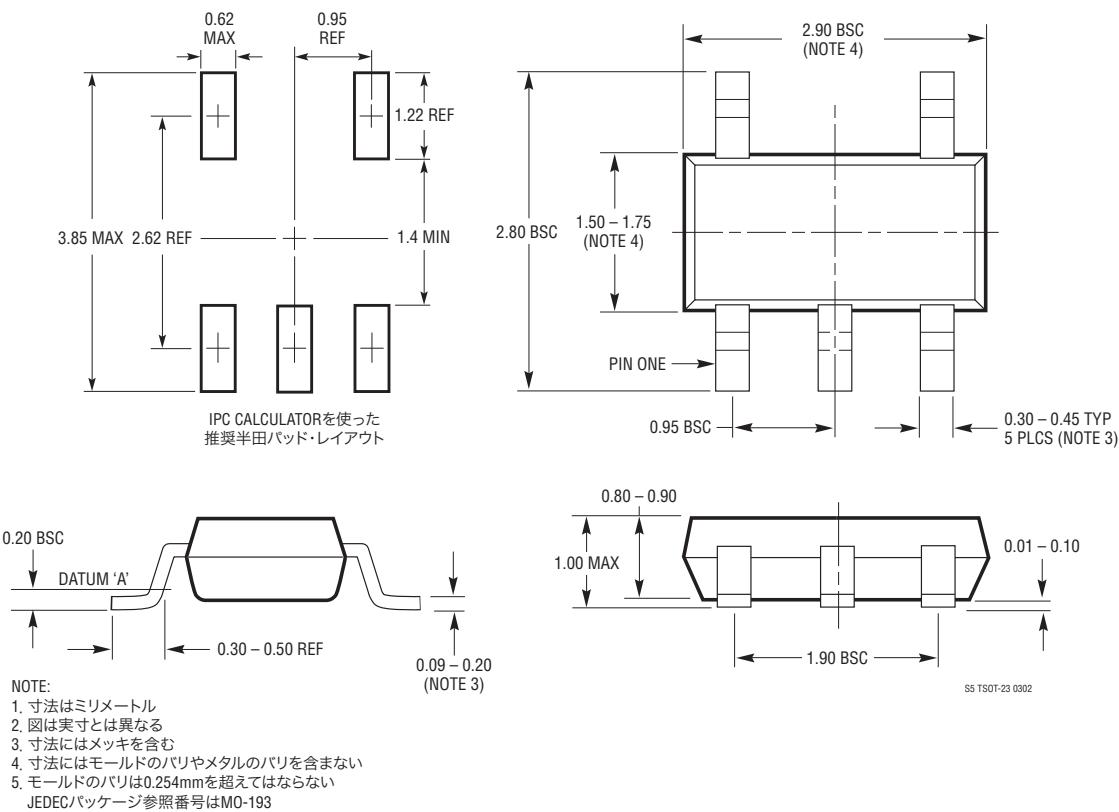
図20. V_{MARGIN}の低速化

サーマルシャットダウン

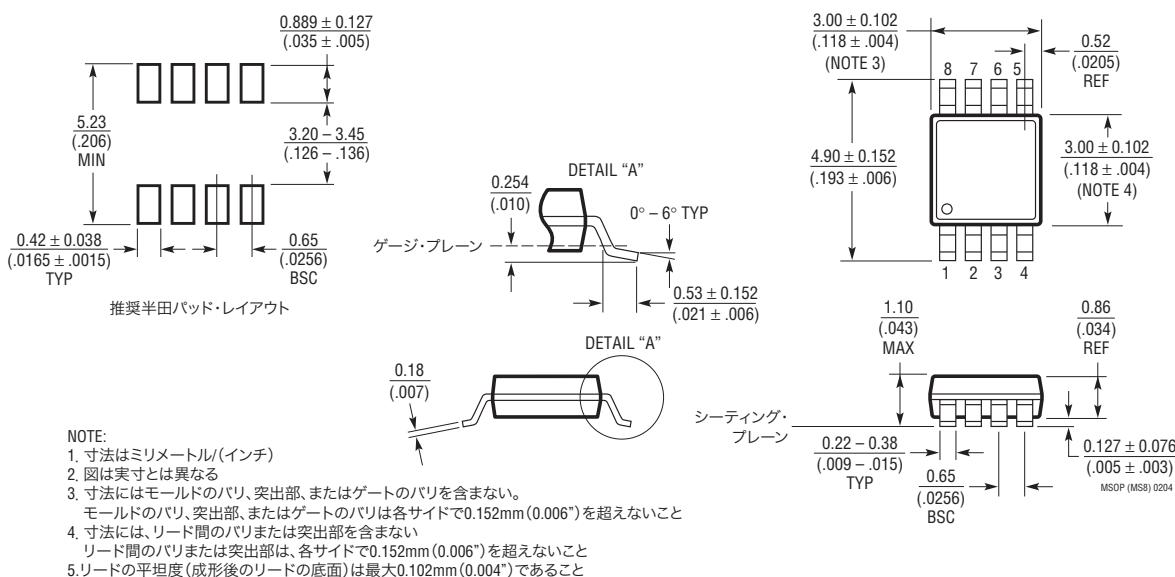
このICには一時的な過負荷状態が生じた場合にデバイスを保護するための過温度保護機能が組み込まれており、接合部温度が125°Cを超えると作動します。最大動作接合部温度として規定された値を超えた状態でデバイスを使用し続けると、デバイスの性能低下や故障を招く恐れがあります。

パッケージ

S5パッケージ
5ピン・プラスチックTSOT-23
(Reference LTC DWG # 05-08-1635)



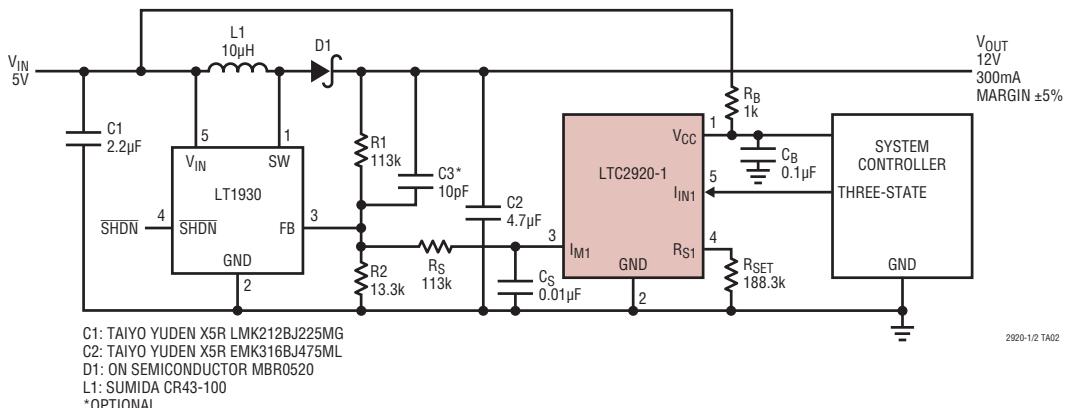
MS8パッケージ
8ピン・プラスチックMSOP
(Reference LTC DWG # 05-08-1660)



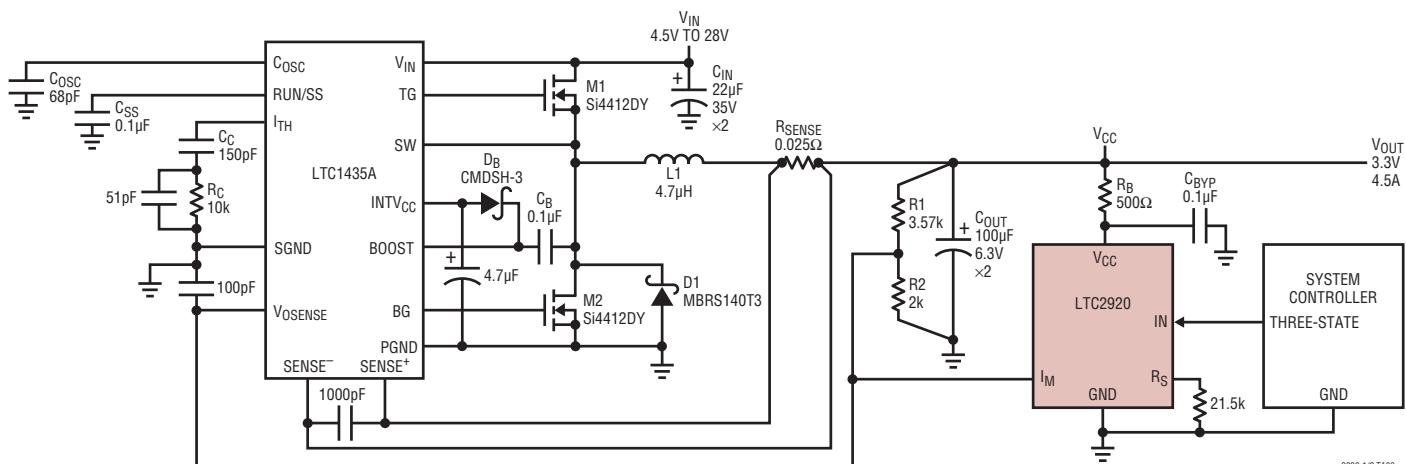
LTC2920-1/LTC2920-2

標準的応用例

5%の電圧マージニングを装備した12V電源



±0.165V(5%)の電圧マージニングを装備した3.3V電源



関連製品

製品番号	説明	注釈
LTC1329-10/LTC1329-50	SO-8パッケージのマイクロパワー8ビット電流出力DAC	10μA/50μAのソース電流、パルス・モードまたはSPI入力
LTC1426	マイクロパワー、デュアル6ビットPWM DAC	パルス・モードまたはプッシュボタン・モード
LTC1427-50	SO-8パッケージ、SMBusマイクロパワー10ビット電流出力DAC	50μAのソース電流、対応出力電圧:−15V～(V _{CC} −1.3V)
LTC1428-50	SO-8パッケージのマイクロパワー8ビット電流出力DAC	50μAのシンク電流、パルス・モードまたはSPI入力
LTC1663	マイクロパワー10ビット電圧出力DAC	2線インターフェース、レール・トゥ・レール出力、SOT-8またはMSOPパッケージ
LTC2900-1/LTC2900-2	MSOPパッケージのクワッド電圧モニタ	16種類の組み合わせをユーザが選択可能、スレッショルド精度:±1.5%
LTC2901-1/LTC2901-2	ウォッチドッグ・タイマ付きクワッド電圧モニタ	16種類の組み合わせをユーザが選択可能、調整可能なRSTおよびウォッチドッグ・タイマ
LTC2902-1/LTC2902-2	RSTディスエーブル機能付きクワッド電圧モニタ	16種類の組み合わせを選択可能、マージニング時にRSTをディスエーブル、許容誤差を選択可能
LTC2921/LTC2922	リモート・センス付き電源トラッキング・デバイス	3個(LTC2921)または5個(LTC2922)のリモート・センス・スイッチ搭載
LTC2923	電源トラッキング・コントローラ	シリーズFETなしで2つの電源を制御、または1個のシリーズFETを使用して第3の電源を制御

292012fa