

特長

- 四象限電力測定
- 電力測定精度: $\pm 5\%$
- 4V ~ 80V のハイサイド・センス (最大 100V)
- 電流モードの電力および電流出力
- 出力帯域幅: 500kHz 以上
- 電流測定精度: $\pm 3\%$
- 電源範囲: 6V ~ 80V (最大 100V)
- 反転および非反転オープン・コレクタ・コンパレータ出力
- 12 ピン DFN (3mm × 3mm) および 12 ピン MSOP の各種パッケージあり

アプリケーション

- 基板レベルの電力および電流のモニタ
- ライン・カードおよびサーバーの電力モニタ
- 電力検知回路ブレーカ
- 電力制御ループ
- 電力量計
- バッテリ充電量の計測

概要

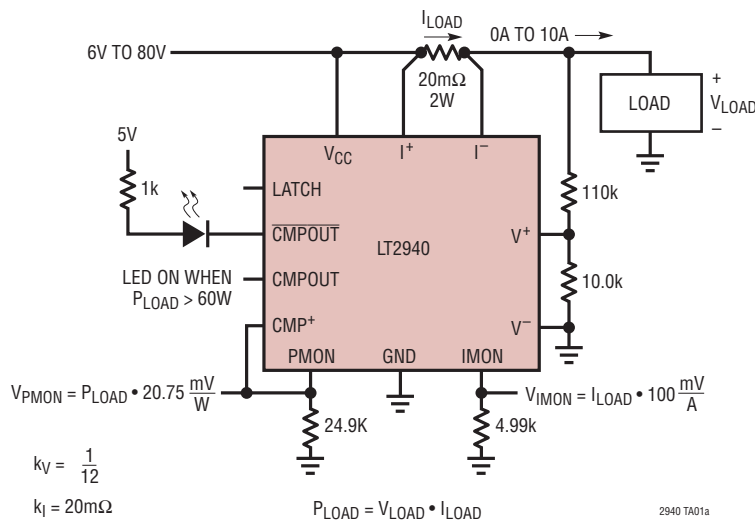
LT[®]2940 は、ハイサイド電流と差動電圧を測定し、乗算して、瞬時電力に比例した電流を出力します。双方向のハイサイド電流と正負の電圧差は、四象限乗算器とプッシュプル出力段が適切に処理するので、LT2940 は順方向と逆方向の電力フローを示すことができます。

LT2940 は、反転と非反転のオープン・コレクタ出力を備えたコンパレータを内蔵しているので、それだけで電力レベル・モニタとして機能することができます。さらに、検知されたハイサイド電流に比例した出力電流により電流のモニタが可能です。これらは電流モードの出力なので、外部に接続する抵抗やコンデンサを選択するだけで、スケーリング、フィルタリング、および時間積分を簡単に行うことができます。

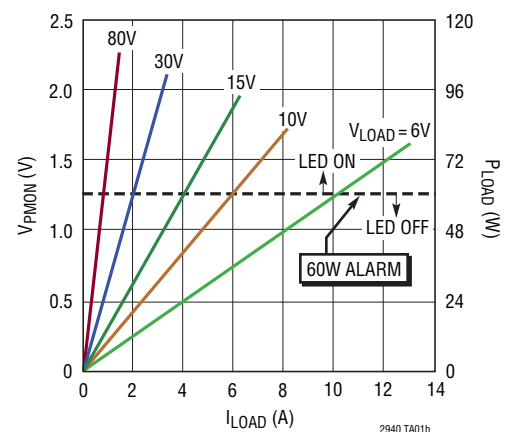
LT、LT、LTC、LTM、Linear Technology および Linear のロゴは、リニアテクノロジー社の登録商標です。他のすべての商標はそれぞれの所有者に所有権があります。

標準的応用例

60Wを超えると警報を出す負荷モニタ



モニタの出力レベルと負荷電力



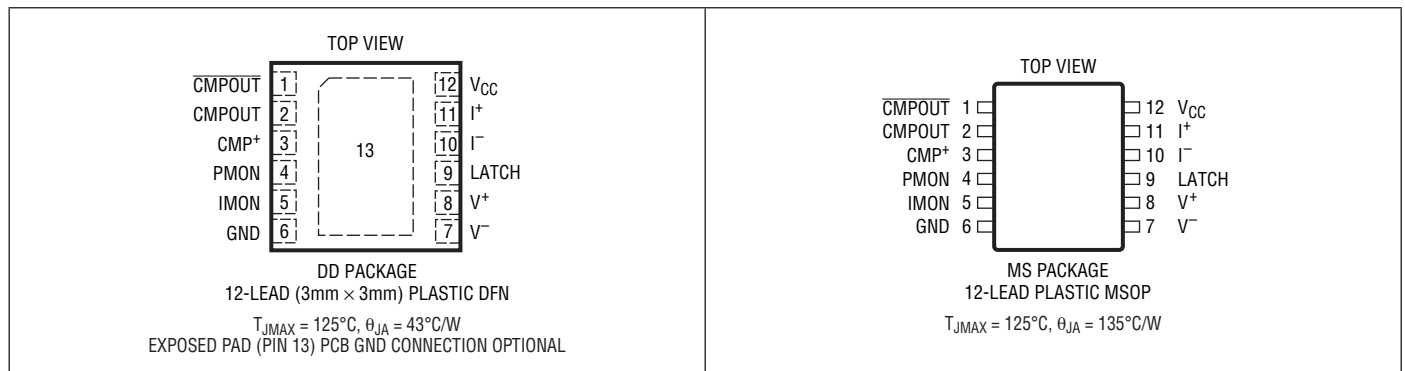
LT2940

絶対最大定格 (Notes 1, 2)

V_{CC} 、 I^+ 、 I^- 、LATCH	.....-0.3V~100V
V^+ 、 V^- 、CMP$^+$	.....-0.3V~36V
電圧センス ($V^+ - V^-$)	.....$\pm 36V$
電流センス ($I^+ - I^-$)	.....$\pm 36V$
PMON、IMON (Note 3)	.....-0.3V ~ $V_{CC} + 1V$ 、最大16V
CMP \overline{OUT} 、 \overline{CMPOUT}	.....-0.3V~36V
CMP \overline{OUT} 、 \overline{CMPOUT} DC出力電流	.....22mA

動作温度範囲	
LT2940C	.....0°C~70°C
LT2940I	.....-40°C~85°C
保存温度範囲	.....-65°C~150°C
リード温度 (半田付け、10秒)	
MSOPパッケージ	.....300°C

ピン配置



発注情報

鉛フリー仕様	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
LT2940CDD#PBF	LT2940CDD#TRPBF	LDPP	12-Lead Plastic DFN	0° C to 70° C
LT2940IDD#PBF	LT2940IDD#TRPBF	LDPP	12-Lead Plastic DFN	-40° C to 85° C
LT2940CMS#PBF	LT2940CMS#TRPBF	2940	12-Lead Plastic MSOP	0° C to 70° C
LT2940IMS#PBF	LT2940IMS#TRPBF	2940	12-Lead Plastic MSOP	-40° C to 85° C

より広い動作温度範囲で規定されるデバイスについては、弊社へお問い合わせください。* 温度等級は出荷時のコンテナのラベルで識別されます。

鉛フリー仕様の製品の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。

電氣的特性

●は全動作温度範囲の規格値を意味する。それ以外は $T_A = 25^\circ\text{C}$ での値。注記がない限り、 $6\text{V} \leq V_{CC} \leq 80\text{V}$ 。

SYMBOL	PARAMETER	CONDITIONS		MIN	TYP	MAX	UNITS
Supply							
V_{CC}	Supply Voltage Operating Range		●	6		80	V
I_{CC}	Supply Current	$I_{PMON} = +200\mu\text{A}$, $I_{IMON} = +200\mu\text{A}$ (Note 2)	●	2	3.5	5	mA
$V_{CC(UVLC)}$	Supply Undervoltage Latch Clear	V_{CC} Falling	●	2.3	2.5	2.7	V
$\Delta V_{CC(HYST)}$	Supply Undervoltage Hysteresis	V_{CC} Rising	●	20	75	100	mV
Voltage Sense							
$V_{VSEN(OR)}$	Voltage Sense Pin Operating Range V^+ Pin and V^- Pin	$V_{CC} \leq 12\text{V}$	●	-0.1		$V_{CC} - 3$	V
		$12\text{V} < V_{CC} < 30\text{V}$	●	-0.1		9	V
		$V_{CC} \geq 30\text{V}$	●	-0.1		18	V
V_V	Voltage Sense Differential Input Voltage Range (Note 5) $V_V = V_{V+} - V_{V-}$	$V_{CC} < 11\text{V}$	●	$\pm (V_{CC} - 3)$			V
		$V_{CC} \geq 11\text{V}$	●	± 8			V
$V_{V(CL)}$	Voltage Sense Differential Clipping Limit (Note 5)	$V_{CC} \geq 12\text{V}$	●	± 9			V
I_{VSEN}	Voltage Sense Input Bias Current V^+ Pin and V^- Pin		●	-300	-100	100	nA
ΔI_{VSEN}	Voltage Sense Input Offset Current $\Delta I_{VSEN} = I_{V+} - I_{V-}$	$V_{V+} = V_{V-}$	●		± 50	± 150	nA
Current Sense							
$V_{ISEN(OR)}$	Current Sense Pin Operating Range I^+ Pin and I^- Pin		●	4		80	V
V_I	Current Sense Differential Input Voltage Range (Note 6) $V_I = V_{I+} - V_{I-}$		●	± 200			mV
$V_{I(CL)}$	Current Sense Differential Clipping Limit (Note 6)		●	± 225			mV
I_{ISEN}	Current Sense Input Bias Current I^+ Pin and I^- Pin		●	75	100	125	μA
ΔI_{ISEN}	Current Sense Input Offset Current $\Delta I_{ISEN} = I_{I+} - I_{I-}$	$V_{I+} = V_{I-}$	●		± 200	± 800	nA
Power Monitor (Note 2)							
$I_{PMON(OR)}$	Power Monitor Output Current Operating Range		●	± 200			μA
$I_{PMON(CAPA)}$	Power Monitor Output Current Capability	$V_{CC} \geq 12\text{V}$, $V_{PMON} \geq 0\text{V}$, and $V_V = -9\text{V}$, $V_I = -225\text{mV}$, or $V_V = 9\text{V}$, $V_I = 225\text{mV}$	●	900		1200	μA
		$V_{CC} \geq 12\text{V}$, $V_{PMON} \geq 0.5\text{V}$, and $V_V = -9\text{V}$, $V_I = 225\text{mV}$, or $V_V = 9\text{V}$, $V_I = -225\text{mV}$	●	-240		-1200	μA
		$V_{CC} \geq 12\text{V}$, $V_{PMON} \geq 4\text{V}$, and $V_V = -9\text{V}$, $V_I = 225\text{mV}$, or $V_V = 9\text{V}$, $V_I = -225\text{mV}$	●	-800		-1200	μA

電気的特性

●は全動作温度範囲の規格値を意味する。それ以外は $T_A = 25^\circ\text{C}$ での値。注記がない限り、 $6\text{V} \leq V_{CC} \leq 80\text{V}$ 。

SYMBOL	PARAMETER	CONDITIONS	MIN	TYP	MAX	UNITS
V _{PMON}	Power Monitor Output Compliance Voltage	$V_{CC} \leq 12\text{V}$, $I_{PMON} \geq 0\mu\text{A}$	●	0	$V_{CC} - 4.5$	V
		$12\text{V} < V_{CC} < 30\text{V}$, $I_{PMON} \geq 0\mu\text{A}$	●	0	7.5	V
		$V_{CC} \geq 30\text{V}$, $I_{PMON} \geq 0\mu\text{A}$	●	0	12	V
		$V_{CC} \leq 12\text{V}$, $I_{PMON} < 0\mu\text{A}$	●	0.5	$V_{CC} - 4.5$	V
		$12\text{V} < V_{CC} < 30\text{V}$, $I_{PMON} < 0\mu\text{A}$	●	0.5	7.5	V
		$V_{CC} \geq 30\text{V}$, $I_{PMON} < 0\mu\text{A}$	●	0.5	12	V
E _{PMON}	Power Monitor Output Total Error (Note 4)	$|V_V \cdot V_I| \leq 0.4V^2$		± 2	± 5	%FS
		$|V_V \cdot V_I| \leq 0.4V^2$, $25^\circ\text{C} < T_A \leq 85^\circ\text{C}$		± 2.5	± 7	%FS
		$|V_V \cdot V_I| \leq 0.4V^2$, LT2940C	●	± 2.5	± 9	%FS
		$|V_V \cdot V_I| \leq 0.4V^2$, LT2940I	●	± 3.5	± 12	%FS
		Quadrants I and III of Shaded Region in Figure 4	●	± 5	± 15	%FS
K _{PMON}	Power Monitor Scaling Coefficient $I_{PMON} = K_{PMON} \cdot V_V \cdot V_I$	$|V_V \cdot V_I| = 0.4V^2$	●	485	500	$\mu\text{A}/V^2$
V _{V(OSP)}	Power Monitor Voltage Sense Input-Referred Offset Voltage	$V_V = 0\text{V}$	●	± 40	± 100	mV
V _{I(OSP)}	Power Monitor Current Sense Input-Referred Offset Voltage	$V_I = 0\text{mV}$	●	± 2	± 6	mV
I _{PMON(OS)}	Power Monitor Output Offset Current	$V_V = 0\text{V}$, $V_I = 0\text{mV}$	●	± 6	± 15	μA
BW _{PMON}	Power Monitor Output Bandwidth	R _{PMON} = 2k		0.5		MHz

Current Monitor (Note 2)

I _{IMON(FS)}	Current Monitor Output Current Operating Range		●	± 200		μA
V _{IMON}	Current Monitor Output Compliance Voltage	$V_{CC} \leq 12\text{V}$, $I_{IMON} \geq 0\mu\text{A}$	●	0	$V_{CC} - 4.5$	V
		$12\text{V} < V_{CC} < 30\text{V}$, $I_{IMON} \geq 0\mu\text{A}$	●	0	7.5	V
		$V_{CC} \geq 30\text{V}$, $I_{IMON} \geq 0\mu\text{A}$	●	0	12	V
		$V_{CC} \leq 12\text{V}$, $I_{IMON} < 0\mu\text{A}$	●	0.5	$V_{CC} - 4.5$	V
		$12\text{V} < V_{CC} < 30\text{V}$, $I_{IMON} < 0\mu\text{A}$	●	0.5	7.5	V
		$V_{CC} \geq 30\text{V}$, $I_{IMON} < 0\mu\text{A}$	●	0.5	12	V
E _{IMON}	Current Monitor Output Total Error (Note 4)	$|V_I| \leq 200\text{mV}$, $25^\circ\text{C} \leq T_A \leq 85^\circ\text{C}$		± 1.5	± 3	%FS
		$|V_I| \leq 200\text{mV}$, LT2940C	●	± 2	± 3.5	%FS
		$|V_I| \leq 200\text{mV}$, LT2940I	●	± 2	± 4	%FS
		$200\text{mV} < |V_I| \leq 225\text{mV}$	●	± 2.5	± 5	%FS
G _{IMON}	Current Monitor Scaling, $I_{IMON} = G_{IMON} \cdot V_I$	$V_I = \pm 200\text{mV}$	●	975	1000	$\mu\text{A}/V$
V _{I(OSI)}	Current Monitor Current Sense Input-Referred Offset Voltage		●	± 2.5	± 7	mV
BW _{IMON}	Current Monitor Output Bandwidth	R _{IMON} = 2k		1		MHz

Comparator

V _{CMP(TH)}	Comparator Threshold Voltage	CMP ⁺ Rising	●	1.222	1.240	1.258	V
$\Delta V_{CMP(HYST)}$	Comparator Threshold Hysteresis	CMP ⁺ Falling	●	-15	-35	-60	mV
I _{CMP(BIAS)}	Comparator Input Bias Current	$1\text{V} \leq V_{CMP+} \leq 1.5\text{V}$	●	± 100	± 300		nA
I _{CMP(OUT(OL))}	CMPOUT Output Low Voltage	CMP ⁺ High, I _{CMPOUT} = 3mA	●	0.2	0.4		V

2940f

電気的特性

●は全動作温度範囲の規格値を意味する。それ以外は $T_A = 25^\circ\text{C}$ での値。注記がない限り、 $6\text{V} \leq V_{CC} \leq 80\text{V}$ 。

SYMBOL	PARAMETER	CONDITIONS	MIN	TYP	MAX	UNITS
$I_{CMPOUT(LK)}$	CMPOUT Leakage Current	CMP ⁺ Low, $V_{CC} = 36\text{V}$, $0.4\text{V} \leq V_{CMPOUT} \leq 36\text{V}$	●	± 0.15	± 1	μA
$I_{CMPOUT(OL)}$	CMPOUT Output Low Voltage	CMP ⁺ Low, $I_{CMPOUT} = 3\text{mA}$	●	0.2	0.4	V
$I_{CMPOUT(LK)}$	CMPOUT Leakage Current	CMP ⁺ High, $V_{CC} = 36\text{V}$, $0.4\text{V} \leq V_{CMPOUT} \leq 36\text{V}$	●	± 0.15	± 1	μA
t_{DLY}	Comparator Propagation Delay	Output Pulling Down	●	0.7	2	μs
$V_{LATCH(IL)}$	LATCH Input Low Voltage		●	0.5	0.8	V
$V_{LATCH(IO)}$	LATCH Input Open Voltage		●	1.25	1.5	V
$V_{LATCH(IH)}$	LATCH Input High Voltage		●	2.0	2.2	V
$I_{LATCH(LK)}$	LATCH Input Allowable Leakage in Open State		●		± 10	μA
$I_{LATCH(BIAS)}$	LATCH Input Bias Current	$V_{LATCH} = 0\text{V}$	●	-11	-17	μA
		$V_{LATCH} = 80\text{V}$	●	11	17	μA

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可能性がある。

Note 2: 注記がない限り、ピンへの入力電流はすべて正であり、電圧はすべてGNDを基準としている。PMONピンまたはIMONピンからのソース電流は正、シンク電流は負と定義されている。

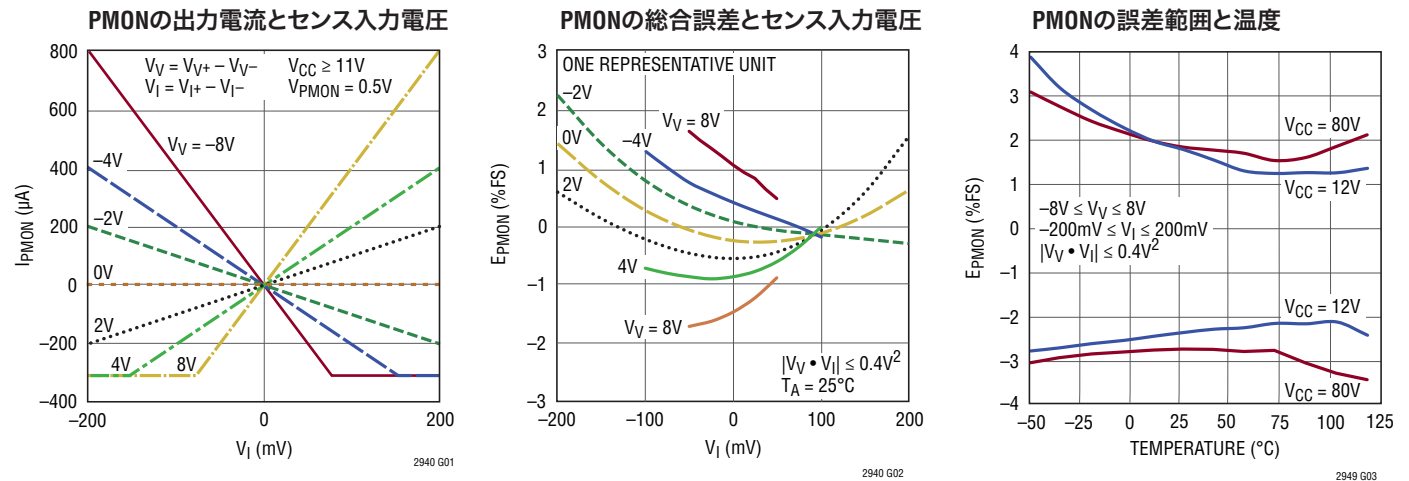
Note 3: LT2940は、絶対最大定格を超えてもPMONおよびIMONの出力電圧を安全にドライブすることができる。絶対最大定格を超える電圧をドライブする外付け電圧源を使用しないこと。

Note 4: フルスケールは $\pm 200\mu\text{A}$ に相当する。

Note 5: V^+ ピンおよび V^- ピンの電圧は、それぞれ電圧センス・ピンの規定動作範囲内でなければならない。

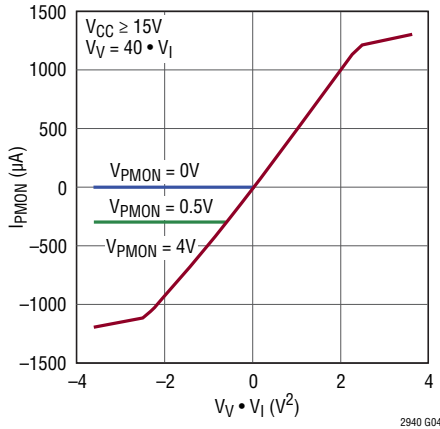
Note 6: I^+ ピンおよび I^- ピンの電圧は、それぞれ電流センス・ピンの規定動作範囲内でなければならない。

標準的性能特性

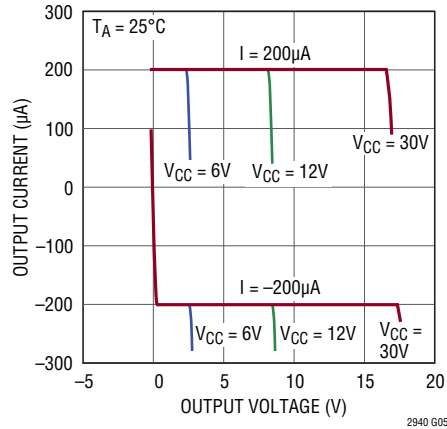


標準的性能特性

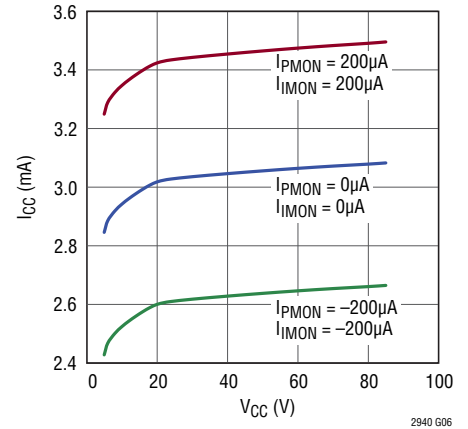
PMONの電流と電力センス積



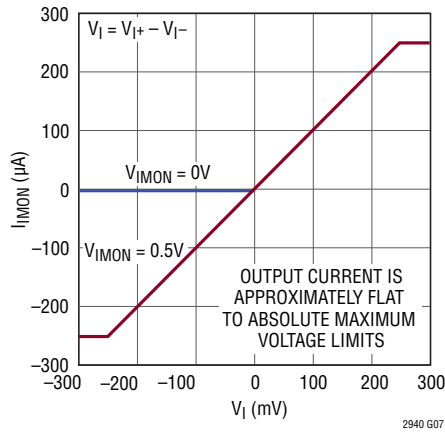
PMONおよびIMONの電圧
コンプライアンス



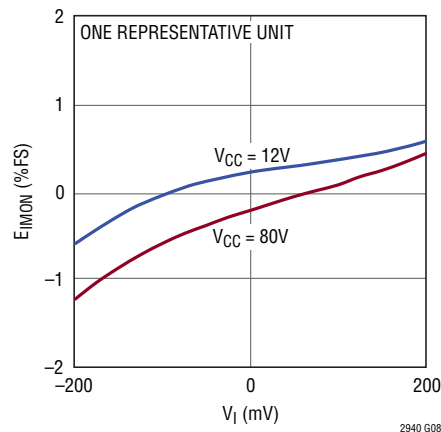
消費電流と電源電圧



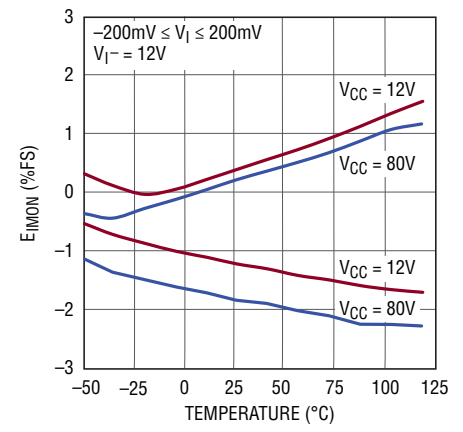
IMONの電流と電流センス電圧



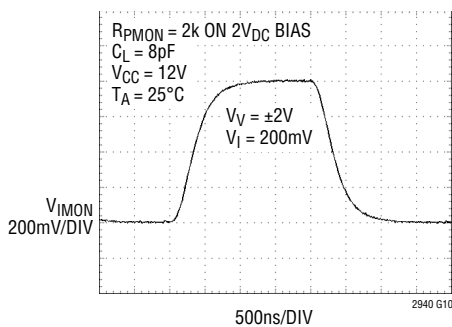
IMONの総合誤差と電流センス電圧



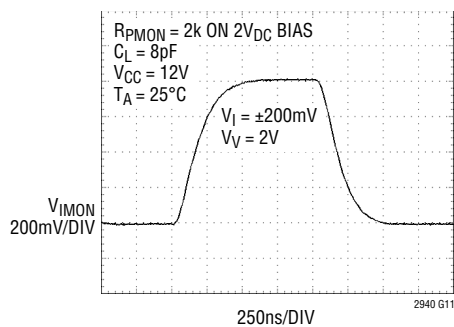
IMONの誤差範囲と温度



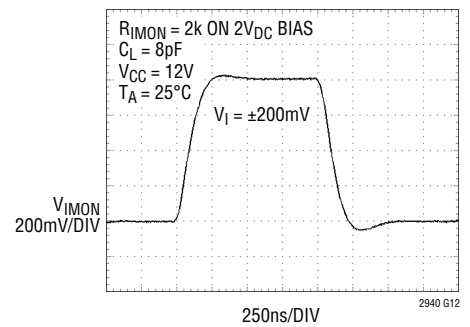
PMONのステップ応答



PMONのステップ応答

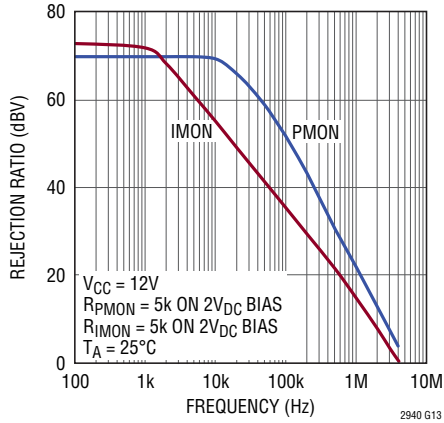


IMONのステップ応答

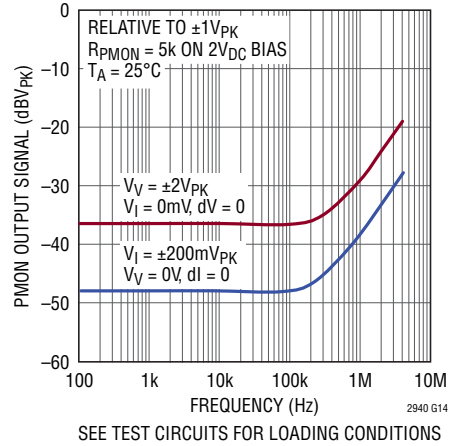


標準的性能特性

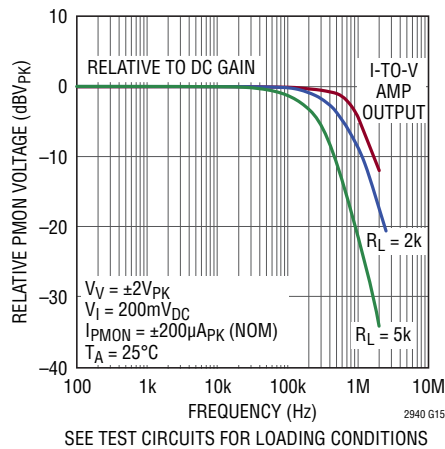
電源除去比と周波数



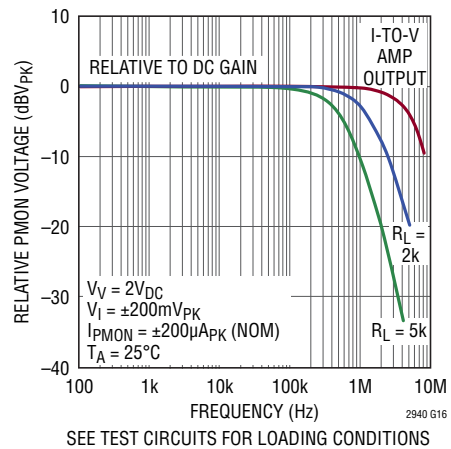
PMONの入力フィードスルーと周波数



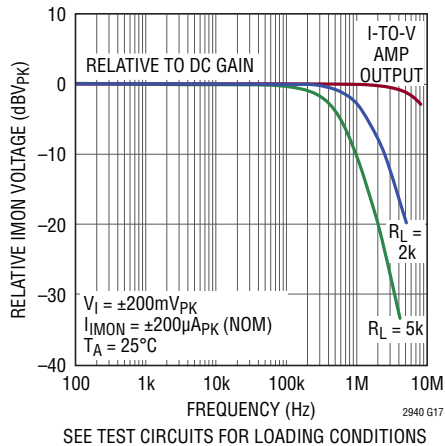
PMONの電圧センスに対する
周波数応答



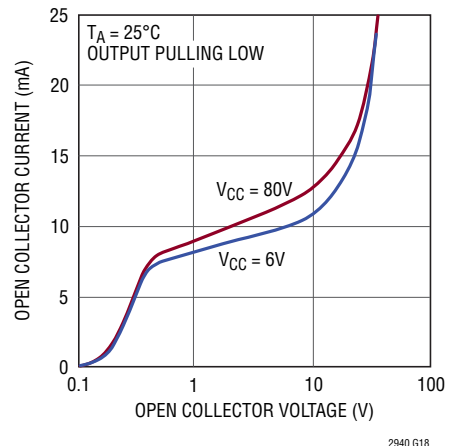
PMONの電流センスに対する
周波数応答



IMONの電流センスに対する
周波数応答



オープン・コレクタ電流と
オープン・コレクタ電圧



ピン機能

CMPOUT (ピン 1) : オープン・コレクタの反転コンパレータ出力。LATCH ピンの状態によりこのコンパレータが無効にならなければ、 $CMP^+ > 1.24V$ のとき \overline{CMPOUT} は“L”になります。このプルダウンは、 $CMP^+ < 1.21V$ 、または $V_{CC} < 2.5V$ のとき、または LATCH ピンが“L”のときは停止します。 \overline{CMPOUT} は最大 36V までプルアップすることができます。シンク電流は DC22mA を超えないようにしてください。

CMPOUT (ピン 2): オープン・コレクタの非反転コンパレータ出力。ラッチ・ピンの状態によりこのコンパレータが無効にならなければ、 $CMP^+ < 1.21V$ 、 $V_{CC} < 2.5V$ 、または LATCH ピンが“L”のとき、CMPOUT は“L”になります。このプルダウンは、 $CMP^+ > 1.24V$ のときは停止します。CMPOUT は最大 36V までプルアップすることができます。シンク電流は DC22mA を超えないようにしてください。

CMP⁺ (ピン 3): 正のコンパレータ入力。内蔵のコンパレータは、このピンの電圧が内部の基準値 1.24V を超えると“H”になります。このコンパレータの入力には 35mV の負のヒステリシスがあるため、降下時のトリップ・ポイントが約 1.21V になります。このピンの電圧は 36V を超えないようにしてください。使用しない場合、このピンは GND に接続します。

PMON (ピン 4): 電力に比例するモニタ出力。このプッシュプル出力ピンは、電圧センス入力と電流センス入力の積に比例した電流をソースまたはシンクします。PMON を抵抗を通して GND に接続すると、この電力の積が正のときは正の電圧が発生します。センス入力の積が $\pm 0.4V^2$ のときフルスケールの出力 $\pm 200\mu A$ が発生します。このピンの電圧は $V_{CC} + 1V$ を超えないようにしてください (最大 16V)。使用しない場合、このピンは GND に接続します。

IMON (ピン 5): 電流に比例するモニタ出力。このプッシュプル出力ピンは、通常は電流を測定するセンス抵抗が生成する電流センス入力の電圧に比例した電流をソースまたはシンクします。IMON を抵抗を通して GND に接続すると、検知された電流が正のときは正の電圧が発生します。電流センス入力が $\pm 200mV$ のとき、フルスケールの出力 $\pm 200\mu A$ が発生します。 $V_{CC} + 1V$ を超えないようにしてください (最大 16V)。使用しない場合、このピンは GND に接続します。

GND (ピン 6) : デバイスのグラウンド。

V⁺、V⁻ (ピン 8、7) : 電圧センス入力。これらのピンの電圧の差が、電力計算乗算器への電圧を表す入力です。この差は正でも負でもかまいませんが、両方のピンの電圧は $GND - 100mV$ 以上とする必要があります。この入力電圧の差の範囲は $\pm 8V$ です。いずれのピンの電圧も 36V を超えないようにしてください。

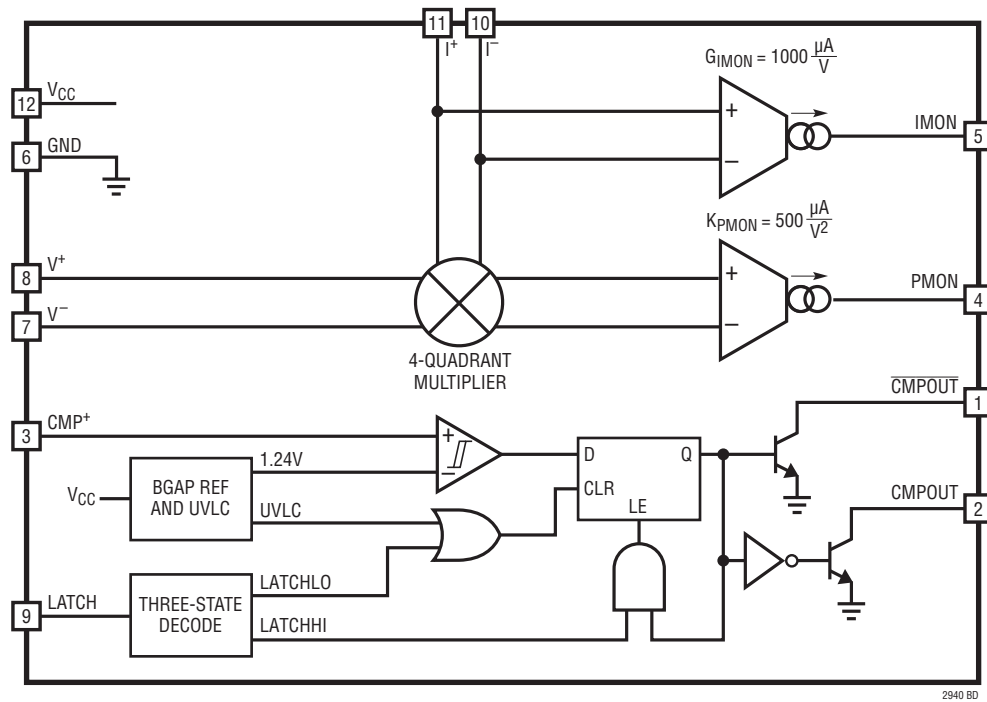
LATCH (ピン 9) : コンパレータ・モード入力。このスリーステート入力ピンの状態でコンパレータの動作が決まります。このピンがオープンなときは、コンパレータの出力はその入力の状態に従って変化します (ヒステリシスあり)。このピンを 2.5V 以上にしておくと、 CMP^+ が 1.24V を超えると、コンパレータの出力がラッチします (CMPOUT オープン、 \overline{CMPOUT} プルダウン)。LATCH $\leq 0.5V$ または $V_{CC} < 2.5V$ のときは、 CMP^+ の電圧に関係なく、コンパレータの出力はクリアされます (CMPOUT プルダウン、 \overline{CMPOUT} オープン)。このピンが高インピーダンス入力状態のときは、許容漏れ電流が $\pm 10\mu A$ となります。このピンを GND にバイパスすると、隣接するピンの高い dV/dt を補償することができます。このピンの電圧は 100V を超えないようにしてください。

I⁺、I⁻ (ピン 11、10) : 電流センス入力。これらのピンの電圧の差が、電力計算乗算器および電流スケーラへの電流を表す入力です。この電圧の差は正でも負でもかまいませんが、両方のピンの電圧は、 V_{CC} の電圧と全く無関係に、4V 以上で GND から 80V を超えないようにする必要があります。両方のピンは、その間に 5k Ω の実効シャント抵抗があり、100 μA のバイアス電流をシンクします。この入力電圧の差の範囲は $\pm 200mV$ です。いずれのピンも、電圧の差が $\pm 36V$ または電圧が 100V を超えないようにしてください。

V_{CC} (ピン 12) : 電圧電源。このピンの電圧電源の動作範囲は 6V ~ 80V です。 $V_{CC} > 15V$ で動作させるときは、ドロップ抵抗を直列に外付けすると、パッケージの温度を下げるすることができます。このピンを GND にバイパスすると、10kHz を超える周波数で電源電圧除去特性を向上させることができます。このピンの電圧は 100V を超えないようにしてください。

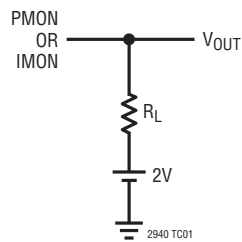
露出パッド (DFN パッケージのピン 13) : 露出したパッドはオープンのままでも、デバイスのグラウンドに接続してもかまいません。このパッドは基板にハンダ付けすると最良の熱性能が得られます。

機能ブロック図

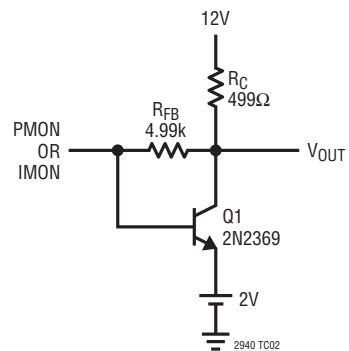


テスト用回路

DCバイアスを与えた抵抗



I-Vアンプ



アプリケーション情報

はじめに

LT2940 電力・電流モニタは、電力の測定、モニタおよび制御に必要な回路を内蔵しています。電圧が一定の回路では、電力は電流のみに比例します。LT2940 を使用すると、電源電圧の不確定性、部品の特性値の変化、過渡条件、信号の時間的な変化などが原因で、電流と電圧が変動する可能性のあるアプリケーションにおける電力のモニタと制御が可能になります。

LT2940 の四象限乗算器は、その電圧センス入力および電流センス入力から瞬時電力を計算します。その出力ドライバは電力（大きさと方向）に比例した電流をソースおよびシンクするので、フレキシブルな電圧スケーリング、簡単なフィルタリング、両極性信号の処理が可能になります。LT2940 に内蔵のコンパレータは、包括的電力モニタ機能に不可欠な最後の構成要素です。さらに、LT2940 は電流に比例した出力を備えているので、検知された電流と同様に容易なスケーリング、フィルタリングおよびモニタリングを可能にします。

留意事項：標準的な慣例では、「電気的特性」の表のように）ピンに流れ込む電流を正と定義していますが、PMON ピンと IMON ピンでは逆になります。このデータシート全体を通して、この電力モニタおよび電流モニタの出力電流は、それぞれ PMON ピンおよび IMON ピンから流れ出す電流を正と定義しています。この慣例を採用することにより、電流センス・ピンと電圧センス・ピンにおけるそれぞれの電圧差が正のときに、IMON ピンおよび PMON ピンから正の電流がソースされます。この電流は、抵抗によりグラウンドを基準とした正の電圧にスケーリングすることができます。

乗算器の動作

LT2940 電力・電流モニタは、発電機または負荷の電圧と電流を測定し、電力と電流に比例した信号を出力する、四象限乗算器を内蔵しています。図 1 は信号経路のブロック図です。この図には電圧センス入力と電流センス入力の動作範囲が示されています。表記を簡単にするために、入力電圧の差は次のように定義されています。

$$V_V = V_{V+} - V_{V-} \quad (1a)$$

$$V_I = V_{I+} - V_{I-} \quad (1b)$$

この乗算器コアのフルスケール出力は $\pm 0.4V^2$ で、PMON 出力ドライバが倍率 K_{PMON} でこれを電流に変換します。

$$I_{PMON} = K_{PMON} \cdot V_V \cdot V_I \quad (2)$$

$$K_{PMON} = 500 \frac{\mu A}{V^2} \quad (3)$$

電流センス入力ピンの間の電圧は、倍率 G_{IMON} で、IMON 出力ドライバが電流に変換します。

$$I_{IMON} = G_{IMON} \cdot V_I \quad (4)$$

$$G_{IMON} = 1000 \frac{\mu A}{V} \quad (5)$$

PMON と IMON の出力は両方とも $\pm 200\mu A$ でフルスケールになります。

入力ピンと出力ピンに対するヘッドルームとコンプライアンスの限界については、表 1 にまとめて参照しやすくしてあります。電流センス入力 I^+ と I^- は、LT2940 の給電ピン V_{CC} と全く無関係に、 $4V \sim 80V$ の範囲で動作することに特に注意してください。また、これらの入力は極性に関係なく信号を受入れ、PMON および IMON の出力は、これらが適切にバイアスされていれば、電力と電

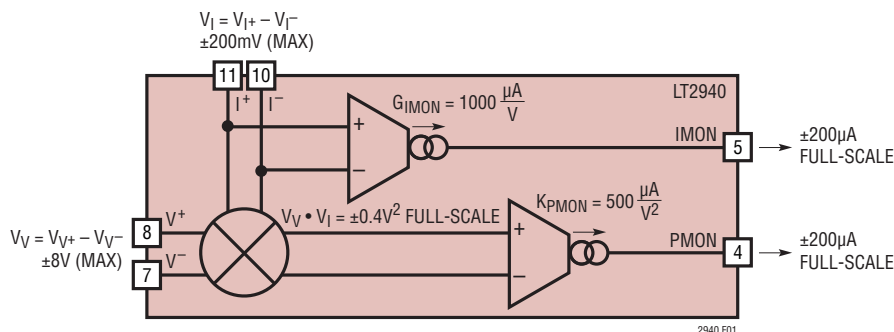


図1. LT2940の信号経路図

アプリケーション情報

表1. 規定の精度を達成するためのLT2940の基本動作パラメータ (V_{CC} 動作範囲= 6V~80V)

PARAMETER	SENSE INPUT PINS	PIN VOLTAGE LIMIT	INPUT OPERATING RANGE	SCALING TO OUTPUT	MONITOR OUTPUT PINS	OUTPUT OPERATING RANGE	OUTPUT VOLTAGE COMPLIANCE
Voltage	V^+ , V^-	0V to $V_{CC} - 3V$ at $V_{CC} \leq 12V$ 0V TO 9V at $12V < V_{CC} < 30V$ 0V to 18V at $V_{CC} \geq 30V$	$V_V = \pm 8V$	-	-	-	-
Current	I^+ , I^-	4V to 80V*	$V_I = \pm 200mV$	$G_{IMON} = 1000\mu A/V$	IMON	$I_{IMON} = \pm 200\mu A$	Sourcing: 0V to $V_{CC} - 4.5V$ at $V_{CC} \leq 7.5V$ 0V to 7.5V at $12V < V_{CC} < 30V$ 0V to 12V at $V_{CC} \geq 30V$
Power	V^+ , V^- , I^+ , I^-	See Above Limits	$V_V \cdot V_I = \pm 0.4V^2$	$K_{PMON} = 500\mu A/V^2$	PMON	$I_{PMON} = \pm 200\mu A$	Sinking: As Above, Except Minimum is 0.5V

* 電流検出範囲は電源電圧とは全く無関係

流の順方向および逆方向の流れを示すことができることにも留意してください。

この乗算器コアのフルスケールの積は、図2に示すように、電圧および電流の入力範囲に渡って $\pm 0.4V^2$ に達することができます。例えば、電圧センスと電流センスの組合せ、8Vと50mV、4Vと100mV、2Vと200mVは各々掛け合わせると $0.4V^2$ になるので、PMONに200 μA が発生します。このように調整すれば、乗算器コアは4:1の電流と電圧の範囲にわたってフルスケールで、したがって最も高い精度で動作することができます。この特長は、電源電圧が変化するアプリケーションで直ちに実感することができます。

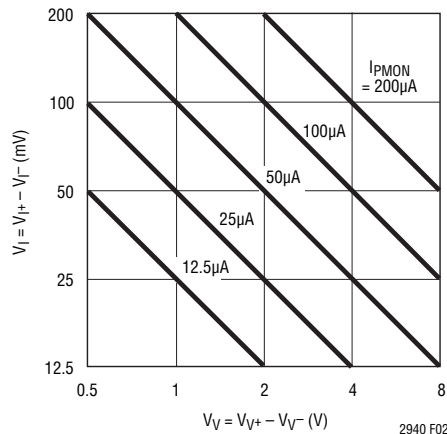


図2. PMON出力電流とセンス入力電圧の関係

基本設計用数式

入力の変率を計算し望みの出力を達成するには、いくつかの数式が必要になります。図3に示す基本的なアプリケーションについて検討します。ここでは、電力 P_{IN} を電圧 V_{IN} と電流 I_{IN} の積として測定します。

$$P_{IN} = V_{IN} \cdot I_{IN} \quad (6)$$

実際の測定量 V_{IN} と I_{IN} は、レベルがLT2940に適合するようにスケールを設定します。この基本的なアプリケーションでは、簡単な抵抗による電圧分圧器が V_{IN} のスケールを設定し、センス抵抗が I_{IN} のスケールを設定します。

$$V_V = V_{IN} \cdot k_V \quad (7a)$$

$$k_V = \frac{R_1}{R_1 + R_2} \quad (7b)$$

$$V_I = I_{IN} \cdot k_I \quad (8a)$$

$$k_I = R_{SENSE} \quad (8b)$$

PMONの出力電流は次式で与えられます。

$$I_{PMON} = K_{PMON} \cdot V_{IN} \cdot k_V \cdot I_{IN} \cdot k_I \quad (9a)$$

または

$$I_{PMON} = P_{IN} \cdot K_{PMON} \cdot k_V \cdot k_I \quad (9b)$$

この出力電流は、 V_{IN} 、 k_V 、 I_{IN} 、および k_I の符号により、正（ソース電流）または負（シンク電流）になります。 V_V と V_I の大きさが図2に示すように8Vおよび200mVを超えない限り、200 μA のフルスケール出力

アプリケーション情報

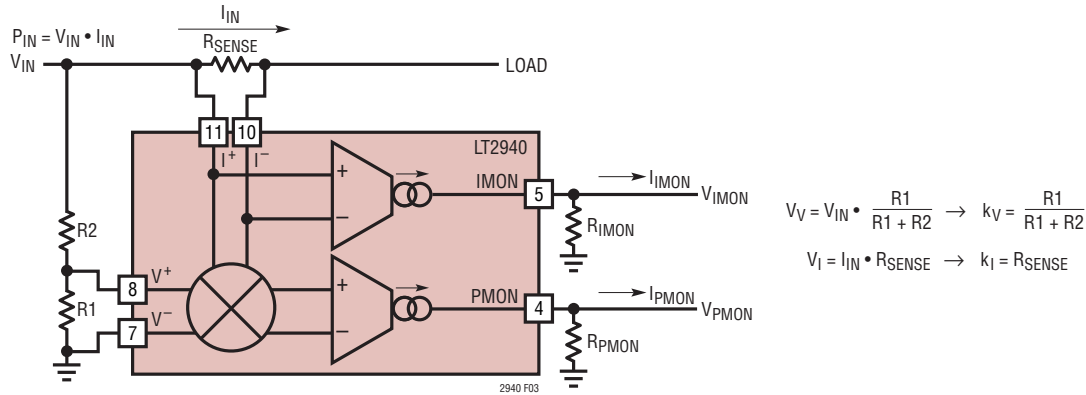


図3. 偏差 k_V および k_I を示す基本的な電力検知アプリケーション

電流では、達成可能なフルスケール電力は次の式で与えられます。

$$P_{IN(FS)} = \frac{0.4V^2}{k_V \cdot k_I} \quad (10)$$

アプリケーションによっては、PMON の出力は負荷抵抗により電圧に変換されます。

$$V_{PMON} = I_{PMON} \cdot R_{PMON} \quad (11)$$

したがって、全体のスケールは次の式で与えられます。

$$V_{PMON} = P_{IN} \cdot K_{PMON} \cdot k_V \cdot k_I \cdot R_{PMON} \quad (12)$$

IMON における電流モニタの出力電流は、数式 4 と 8a を組み合わせて、次の式で与えられます。

$$I_{IMON} = I_{IN} \cdot G_{IMON} \cdot k_I \quad (13)$$

この出力電流は、 I_{IN} および k_I の符号により、正（ソース電流）または負（シンク電流）になります。 V_I の大きさが 200mV を超えない限り、 $\pm 200\mu A$ のフルスケール出力電流で達成可能なフルスケールの入力電流は次の式で与えられます。

$$I_{IN(FS)} = \frac{0.2V}{k_I} \quad (14)$$

IMON の電流が負荷抵抗により電圧に変換される場合の電圧は次の式で与えられます。

$$V_{IMON} = I_{IMON} \cdot R_{IMON} \quad (15)$$

したがって、全体のスケールは次の式で与えられます。

$$V_{IMON} = I_{IN} \cdot G_{IMON} \cdot k_I \cdot R_{IMON} \quad (16)$$

精度

この電力と電流のモニタ出力の主要な精度は、スケール・パラメータの公称値を使用して、フルスケール出力電流の絶対百分率で表されます。 I_{PMON} 出力の総合誤差、 E_{PMON} は一般的に $\pm 2\%$ で、次の式で定義されています。

$$E_{PMON} = \frac{I_{PMON} - 500 \frac{\mu A}{V^2} \cdot (V_V \cdot V_I)}{200\mu A} \cdot 100\% \quad (17)$$

電力出力の精度を決める、スケール (K_{PMON})、出力オフセット ($I_{PMON(OS)}$)、電圧および電流センス入力オフセット ($V_{V(OSP)}$ および $V_{I(OSP)}$) などの要素は、主要な条件で個別に規定されており、二乗和平方根 (RSS) 法を使用して合計することができます。

I_{IMON} 出力の総合誤差、 E_{IMON} は一般的に $\pm 1.5\%$ で、次の式で定義されています。

$$E_{IMON} = \frac{I_{IMON} - 1000 \frac{\mu A}{V} \cdot V_I}{200\mu A} \cdot 100\% \quad (18)$$

電流出力の精度を決めるスケール (G_{IMON}) や電流センス入力オフセット ($V_{I(OSI)}$) などの要素は、主要な条件で個別に規定されています。この場合も総合誤差を求める場合は RSS 法を使用します。

アプリケーション情報

乗算器の動作範囲

四象限乗算器の動作範囲については図4に説明してあります。図2の軸は対数（オクターブ）目盛りを使用して、定電力の軌跡が直線になるようにしましたが、図4では直線目盛りにより負の入力も示すことができるようにしています。そのため、定電力の軌跡は弧になっています。

保証精度の範囲を示す太線は、センス入力の積（曲線のエッジ）と、各センス入力の差の範囲（直線のエッジ）の両方で制限されています。規定精度を実現する最大の積は $V_V \cdot V_I = \pm 0.4V^2$ で、このとき I_{PMON} のフルスケール出力電流の公称値は $\pm 200\mu A$ になります。また、電圧と電流のセンス入力はいずれも $\pm 8V$ および $\pm 200mV$ を超えることはできません。網かけで示されている動作領域では、乗算は行われますが、出力電流の精度は「電気的特性」項で指定されているように、低下してしまいます。

網かけで示されている動作領域は、すべての象限で保証範囲を超えたヘッドルームを与え、第一象限と第三象限では標準の $+0.4V^2$ センス積の限界を超えて十分なソース電流を供給します。第二象限と第四象限では、PMONの電流はコンプライアンスの範囲で制限されるため、精度は規定されていません。これらの範囲内での動作については、「電気的特性」と「標準的性能特性」の項を参照してください。これらの範囲を超えた絶対最大定格までの入力は、内部でクリップされます。

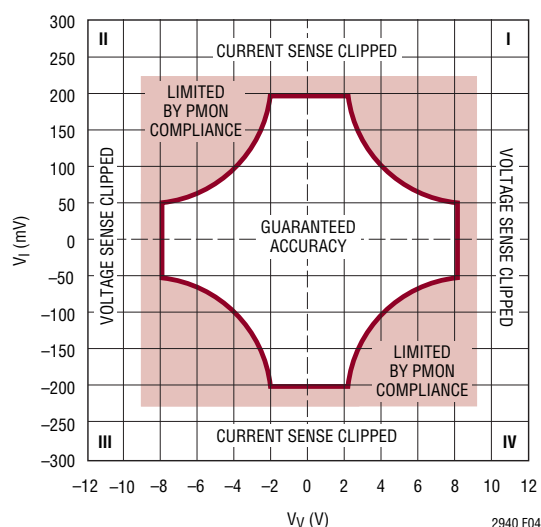


図4. 乗算器の動作範囲とセンス入力電圧網かけ部分では精度が低下します。

動作範囲と精度について

LT2940 の性能および動作の範囲は、多様なアプリケーションのカテゴリに従って設計の方向を決めることにより、最も有効に活用することができます。

定電力のアプリケーションには、回路ブレーカをトリップさせるか、補助回路を起動するか、単に警報を鳴らすだけの電力レベル警報回路と、単一レベルの電力サーボ・ループがあります。これらのアプリケーションでは、LT2940 のフルスケール出力電流が、モニタの対象となっている電力レベル（図5の $I_{PMON} = 200\mu A$ の負荷曲線）を表しているとき、精度が最も高くなります。電圧または電流の範囲は、4:1 以下であれば LT2940 の動作範囲にそのまま適合します。

特殊な定電力のアプリケーションには、同じ種類の回路（レベル測定、サーボ制御）に制約条件が付加されたものがあります。図4に示されている保証精度の範囲内で、4:1 より広い電圧または電流の範囲に渡って動作させる必要がある場合は、フルスケール未満の PMON の電流がモニタの対象となっている電力レベルを表すようにします。例えば、図5の $I_{PMON} = 50\mu A$ の負荷曲線（B）は、16:1 の範囲（ $V_V = 8V \sim 0.5V$ および $V_I = 200mV \sim 12.5mV$ ）をカバーしています。負荷曲線（C）、 $I_{PMON} = 25\mu A$ に従って動作させると、範囲を 32:1 にすることができますが、チャネル・オフセットにより、その値が損なわれてしまうことに注意してください。フルスケール未満で動作させても柔軟なスケーリングを行うことが

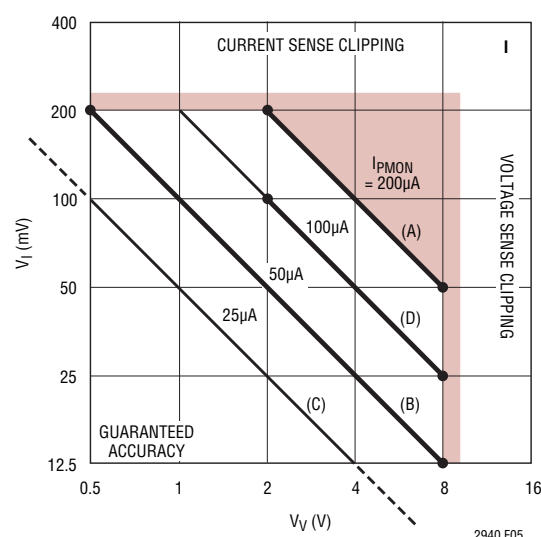


図5. 第一象限内の各種定電力曲線

アプリケーション情報

できます。I_{PMON} = 100μA に沿った負荷曲線 (D) は (A) と同様に 4:1 の範囲をカバーしていますが、V_I の最大値が 100mV になり、センス抵抗内の電圧降下と電力損失が減少します。

電力が変化するアプリケーションには、電力測定 (バッテリーの充電、エネルギーの測定、モーターのモニタ)、可変負荷ボックス、およびその他の回路で重要な測定量が単一の値でなく、電圧と電流が相互に依存していない場合があるものがあります。このようなアプリケーションを設計する場合は、モニタする電力が I_{PMON} のフルスケールか、それ以上か、以下かを考慮しながら、LT2940 の検出範囲を最大電圧と最大電流をカバーするように配置する必要があります。例えば、フルスケールに設定すると、すべての値が正確な範囲内に入り、フルスケールより大きくすると公称の電力レベルでの精度が向上し、ほとんど遭遇することがないと思われる高いレベルでは精度が低下し、またフルスケールより小さくすると、電流センス抵抗の電力損失を柔軟に低下させることができます。

出力のフィルタリングと積分

電力または電流の出力信号の低域通過フィルタリングは、PMON または IMON の出力電圧スケーリング抵抗にコンデンサを並列接続するだけで行うことができます。例えば、最初のページのアプリケーションで PMON の負荷抵抗に 1nF を並列接続すると、電力モニタ電圧の低域通過コーナー周波数を約 6.4kHz にすることができます。

負荷をコンデンサだけにすると、PMON ピンの電圧は電力を時間積分した値 (エネルギー) に比例します。最後のページに示されている積算電力計に使用すると、この

メリットを生かすことができます。同様に、IMON にコンデンサ負荷を接続すると、クローン・カウンタの作成に使用できる電荷に比例した電圧が発生します。

コンパレータ機能

LT2940 に内蔵のコンパレータには、内部固定リファレンス、相補型オープン・コレクタ出力、および構成可能なラッチングの機能があります。CMP⁺ ピンの上昇する電圧が内部の 1.24V のスレッシュホールドと比較されます。35mV (標準) の負のヒステリシスが、グリッチに対して保護し、下降する入力とは約 1.21V でコンパレータをトリップさせます。このコンパレータの動作により、オープン・コレクタ $\overline{\text{CMPOUT}}$ ピンと CMPOUT ピンがドライブされ、プルダウンすると 0.4V まで少なくとも 3mA の電流をシンクします。詳細については、「標準的性能特性」を参照してください。アプリケーションによっては、相補的コンパレータ出力により部品を外付けする必要がなくなります。 $\overline{\text{CMPOUT}}$ ピンと CMPOUT ピンは外部で最大 36V にプル・アップすることができます。

コンパレータのラッチング

LATCH はコンパレータの出力の振る舞いを制御するピンです。LATCH ピンがオープンなときは、コンパレータの出力のラッチが意識されることはありません。漏れ電流は ±10μA 以下であれば LATCH ピンのデコード状態を変えることはありません。内部の回路がこのピンを約 1.5V に弱くドライブします。LATCH と GND の間に 10nF のコンデンサを接続すると、隣接するピンおよびトレース上の高い dV/dt から保護することができます。LATCH にかかる電圧が 30V を超え、長い誘導性のリードをこのピンに接続する場合は、図 6 に示すような回路により有害となる可能性のあるリングングを防止します。

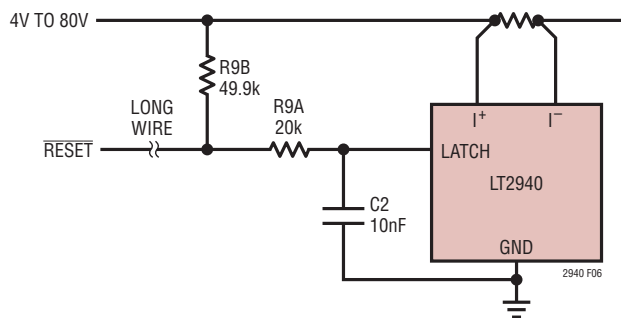


図6. LATCHピン保護ダンピング

アプリケーション情報

LATCH ピンの電圧が 2.5V を超えると、その次にコンパレータの出力が “H” になってもコンパレータのラッチがイネーブルされます。CMP⁺ レベルが変化しても、ラッチがクリアされるまでは、CMPOUT ピンはオープン (“H”) になり、 $\overline{\text{CMPOUT}}$ ピンは電流をシンクします (“L”)。ラッチはエッジではなくレベルによって作動するため、CMP⁺ > 1.24V のときに LATCH を 2.5V より高くすると、コンパレータの出力は “H” になり、ラッチが直ちにセットされます。LATCH ピンの電圧は、V_{CC} ピンの電圧に無関係に、80V まで安全に上げることができます。

LATCH ≤ 0.5V または V_{CC} < 2.3V のときは、CMP⁺ ピンの電圧に関係なくラッチは解除され、コンパレータの出力は “L” になります。この状態では CMPOUT は電流をシンクしますが (“L”)、 $\overline{\text{CMPOUT}}$ ピンはオープン (“H”) になります。ラッチングと同様に、クリアもレベルにより作動します。コンパレータの出力は、LATCH ≥ 1.25V で V_{CC} > 2.7V になると、直ちに入力信号に反応します。

熱に関する検討事項

高い電源電圧で動作させるときは、パッケージ内の電力損失に気をつけてください。電源電圧が 80V のときは、電力損失は 400mW に達する可能性があり、IMON または PMON の電流がフルスケールを超えるとさらに高くなります。パッケージの熱抵抗は「ピン配置」の項に示してあります。パッケージ内の電力損失は、図 7 に示すように V_{CC} ピンに直列にドロッピング抵抗を接続するだけで削減することができます。電流センス入力ピン I⁺ および I⁻ の動作範囲 (V_{CC} に関係なく最大 80V) により、これが可能になります。ただし、V⁺、V⁻、PMON および IMON の各ピンの電圧範囲は V_{CC} により制限されます。設計に際しては表 1 を参照してください。オープン・コレクタの出力ピンに大電流と大電圧バイアスを同時にかけると、パッケージが過熱されるため、このような使用は避ける必要があります。

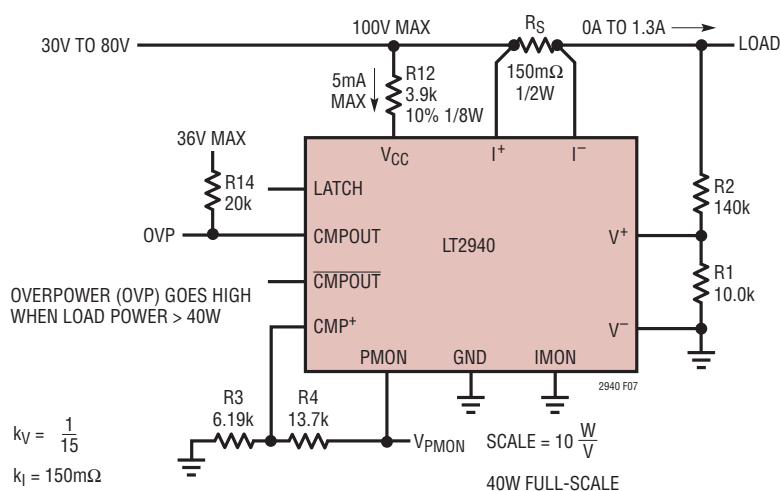
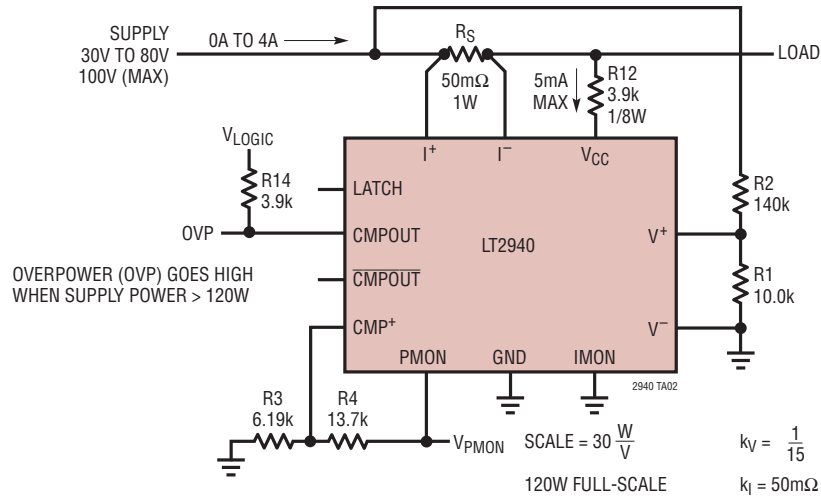


図7. 電源の抵抗がV_{CC}電圧を低下させるとパッケージの加熱を抑える

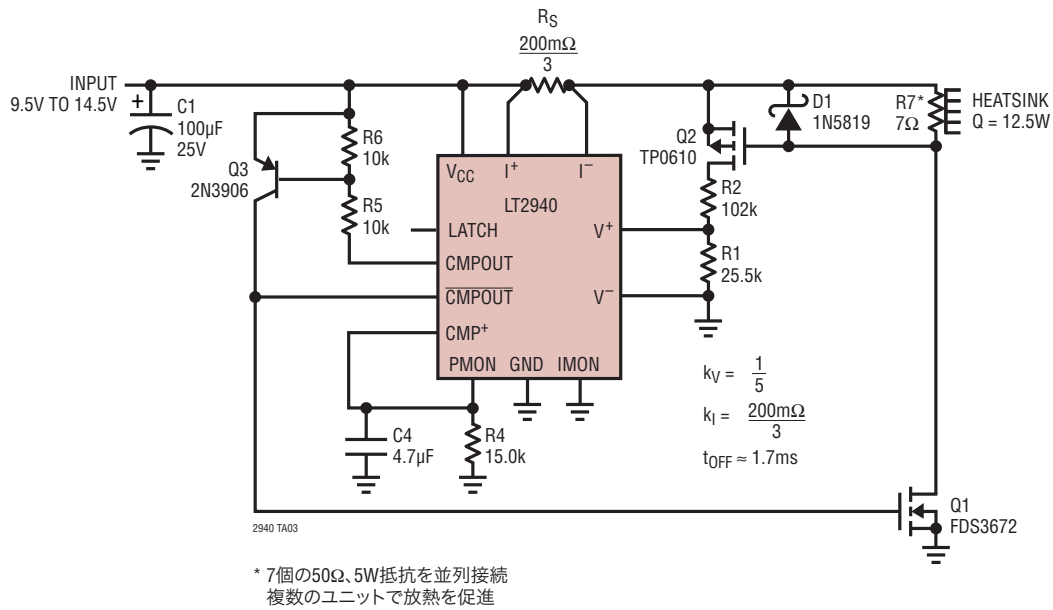
LT2940

標準的応用例

LT2940の I_{CC} を含む120W電源モニタ



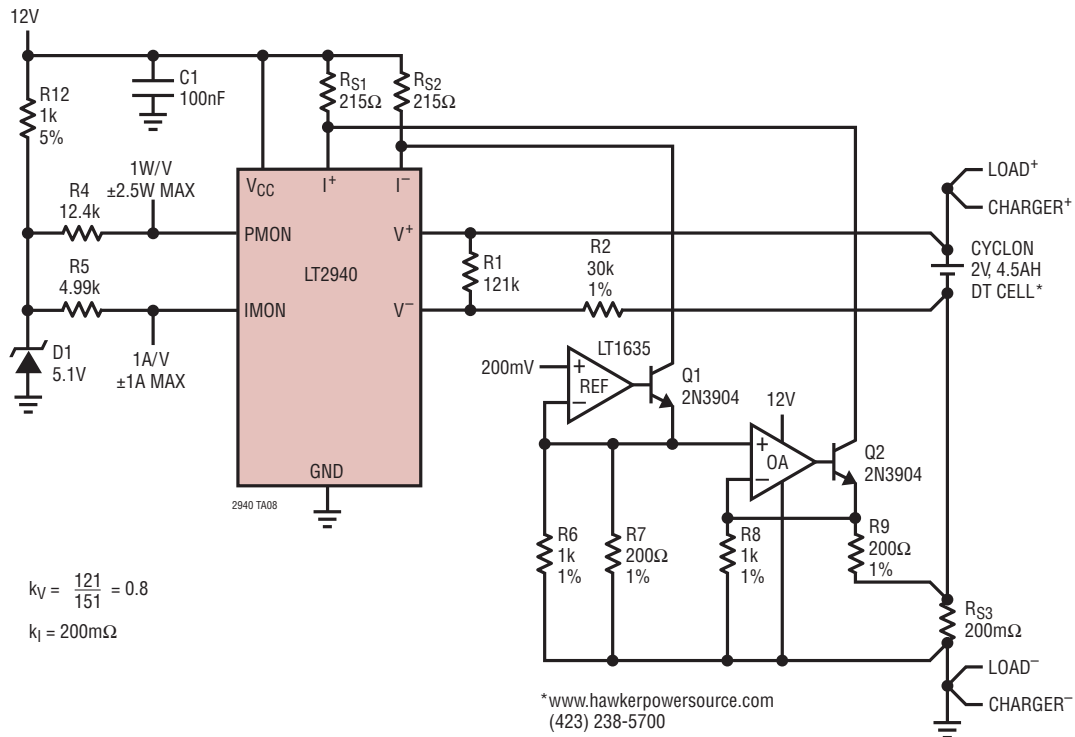
12.5W PWM熱源



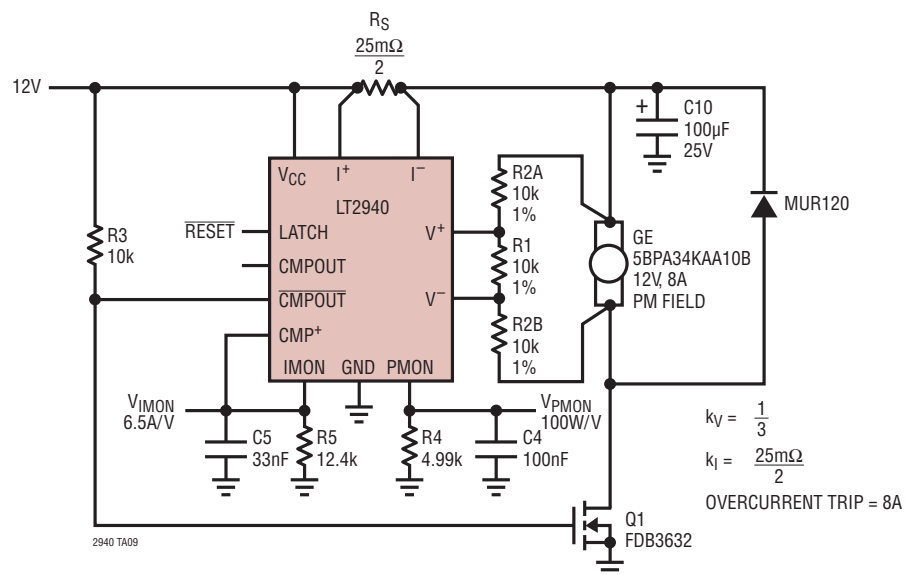
[illegible]

標準的応用例

ボトムサイド・センス付き1セル・モニタ

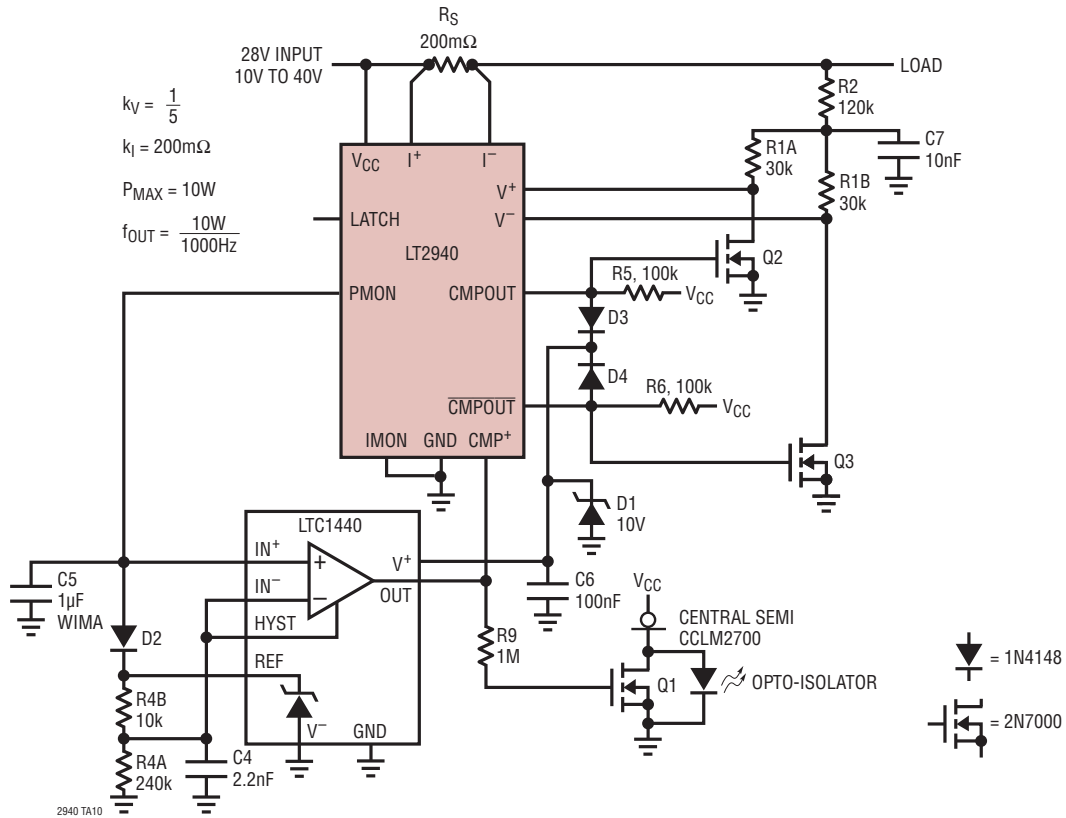


回路ブレーカ付きモーター・モニタ

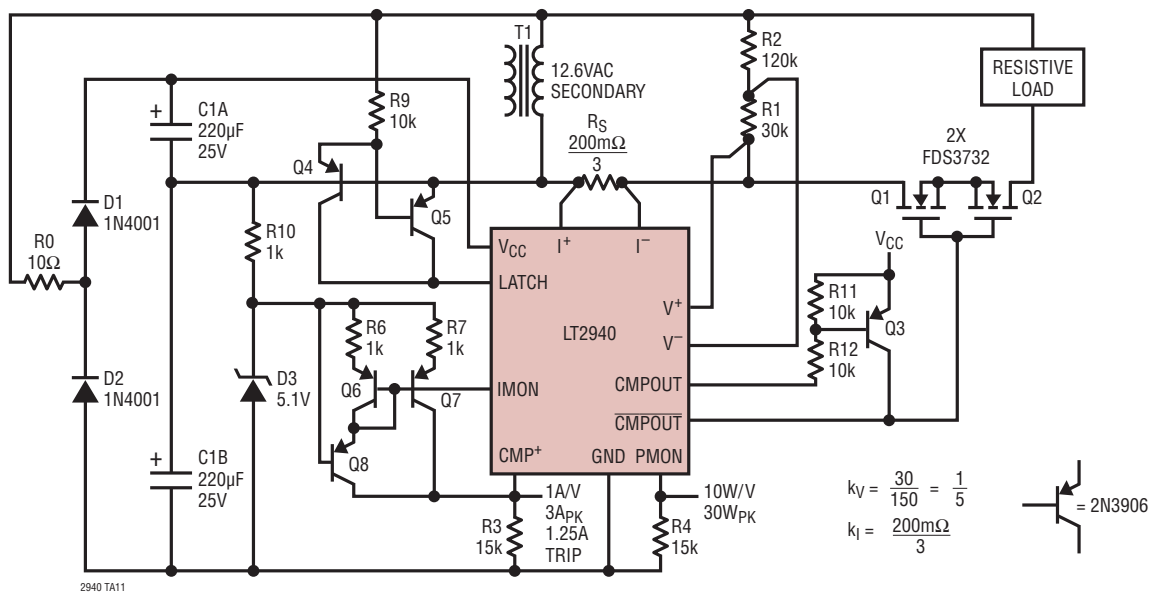


標準的応用例

28V電力/周波数コンバータ

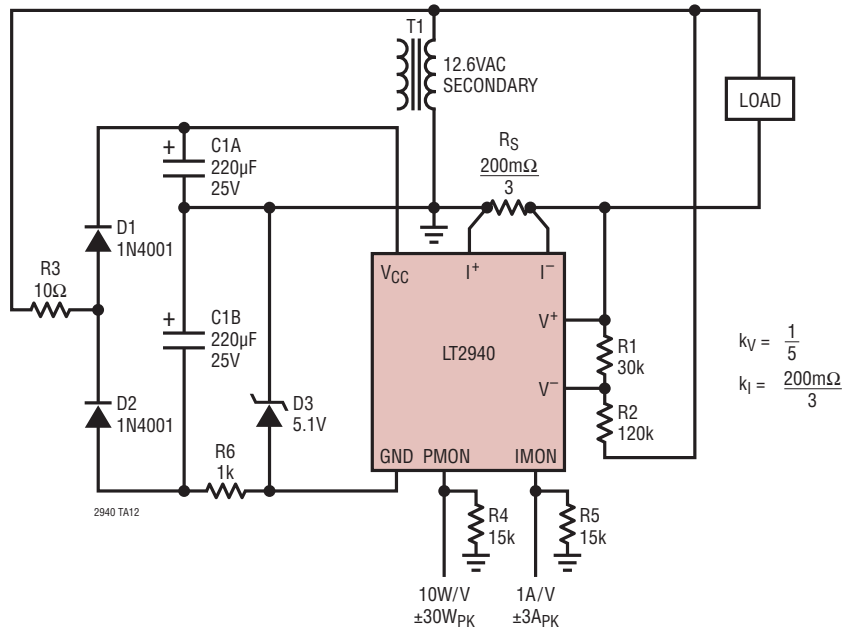


二次側AC回路ブレーカ

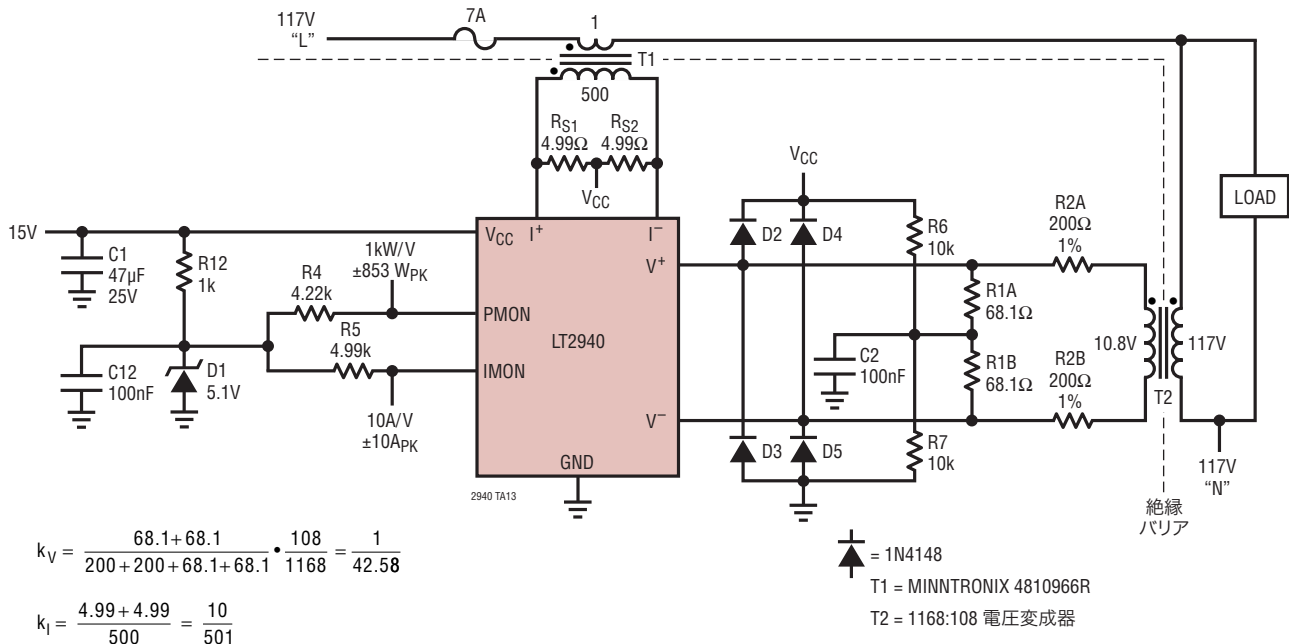


標準の応用例

AC電力・電流モニタ



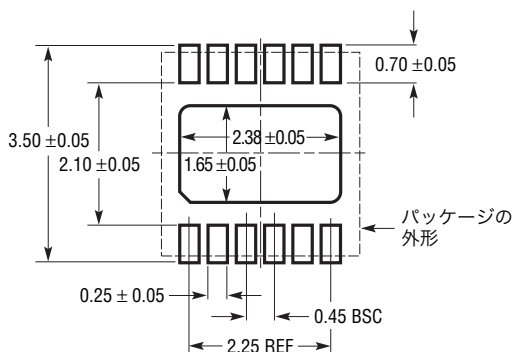
完全絶縁式AC電力・電流モニタ



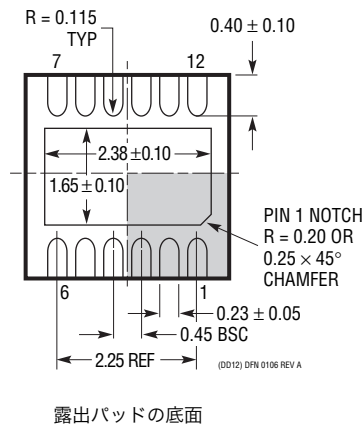
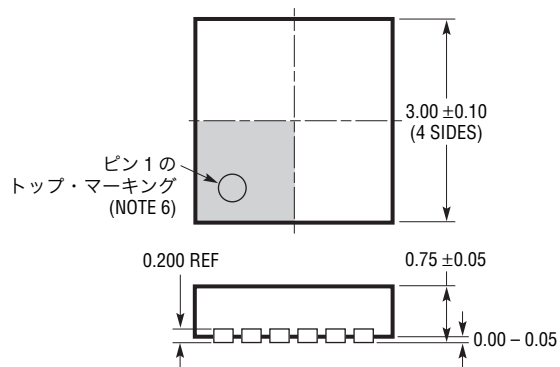
IN CONSTRUCTING THIS CIRCUIT, THE CUSTOMER AGREES THAT, IN ADDITION TO THE TERMS AND CONDITIONS ON LINEAR TECHNOLOGY CORPORATION'S (LTC) PURCHASE ORDER DOCUMENTS, LTC AND ANY OF ITS EMPLOYEES, AGENTS, REPRESENTATIVES AND CONTRACTORS SHALL HAVE NO LIABILITY, UNDER CONTRACT, TORT OR ANY OTHER LEGAL OR EQUITABLE THEORY OF RECOVERY, TO CUSTOMER OR ANY OF ITS EMPLOYEES, AGENTS, REPRESENTATIVES OR CONTRACTORS, FOR ANY PERSONAL INJURY, PROPERTY DAMAGE, OR ANY OTHER CLAIM (INCLUDING WITHOUT LIMITATION, FOR CONSEQUENTIAL OR INCIDENTAL DAMAGES) RESULTING FROM ANY USE OF THIS CIRCUIT, UNDER ANY CONDITIONS, FORESEEABLE OR OTHERWISE. CUSTOMER ALSO SHALL INDEMNIFY LTC AND ANY OF ITS EMPLOYEES, AGENTS, REPRESENTATIVES AND CONTRACTORS AGAINST ANY AND ALL LIABILITY, DAMAGES, COSTS AND EXPENSES, INCLUDING ATTORNEY'S FEES, ARISING FROM ANY THIRD PARTY CLAIMS FOR PERSONAL INJURY, PROPERTY DAMAGE, OR ANY OTHER CLAIM (INCLUDING WITHOUT LIMITATION, FOR CONSEQUENTIAL OR INCIDENTAL DAMAGES) RESULTING FROM ANY USE OF THIS CIRCUIT, UNDER ANY CONDITIONS, FORESEEABLE OR OTHERWISE.

パッケージ寸法

DD パッケージ 12 ピン・プラスチック DFN (3mm × 3mm) (Reference LTC DWG # 05-08-1725 Rev A)



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

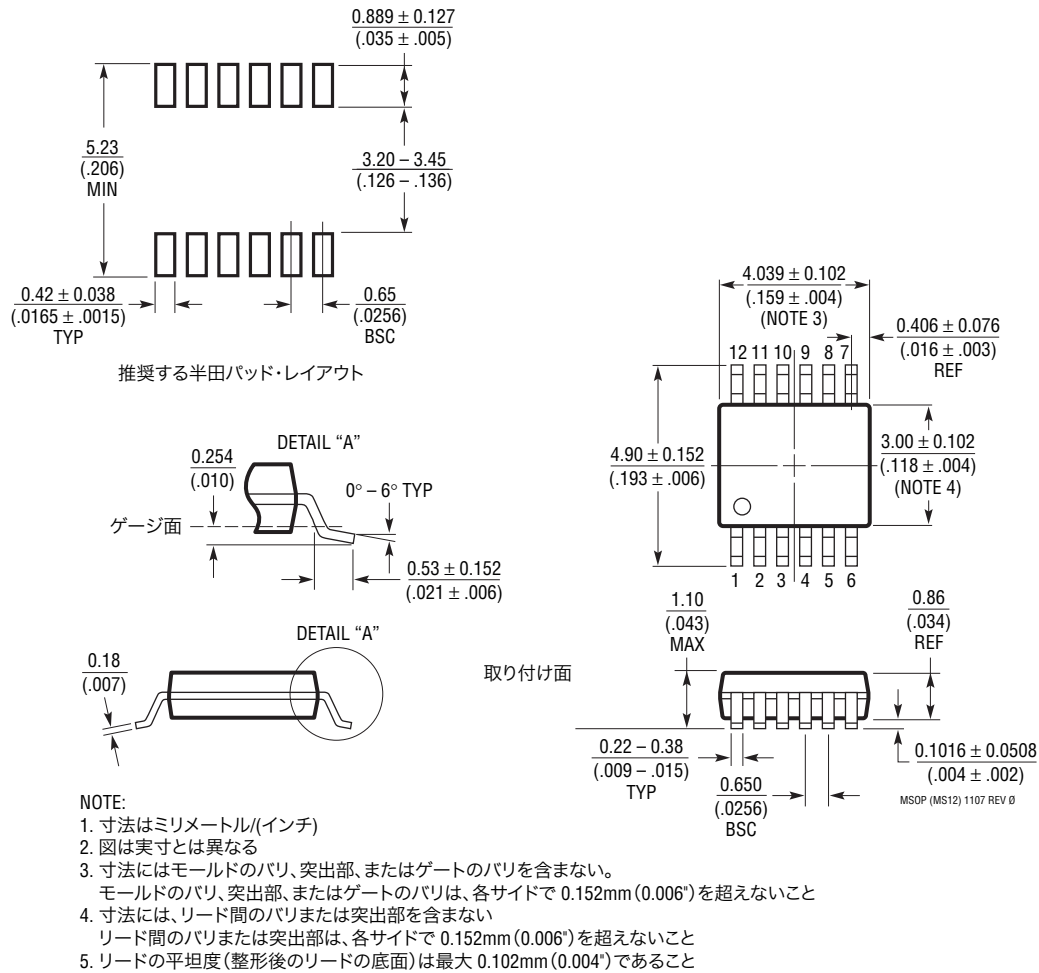


NOTE:

- 図はJEDECパッケージの外形図ではない
- 図は実寸とは異なる
- すべての寸法はミリメートル
- 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（ある場合でも）各サイドで0.15mmを超えないこと
- 露出パッドとタイ・バーは半田メッキとする
- 網掛けの部分はパッケージの上面と底面のピン1の位置の参考に過ぎない

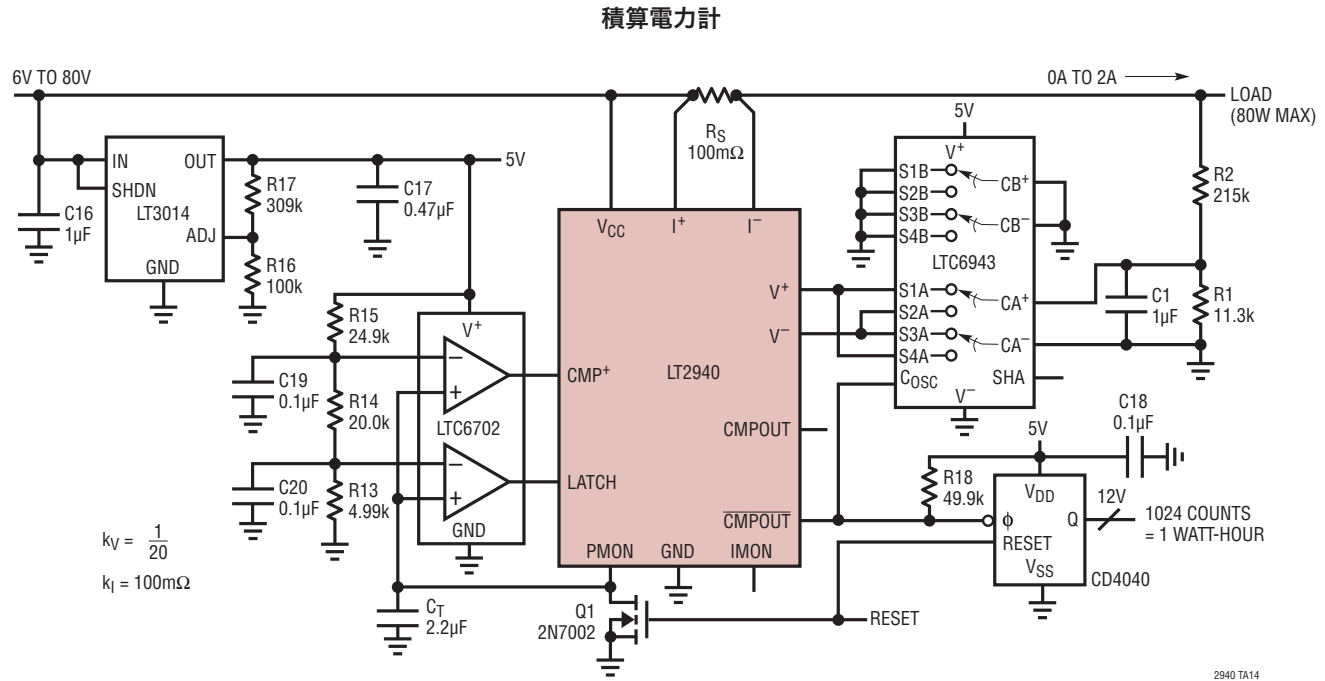
パッケージ寸法

MS パッケージ
12 ピン・プラスチック MSOP
 (Reference LTC DWG # 05-08-1668 Rev 0)



リニアテクノロジー・コーポレーションがここで提供する情報は正確かつ信頼できるものと考えておりますが、その使用に関する責務は一切負いません。また、ここに記載された回路結線と既存特許とのいかなる関連についても一切関知いたしません。なお、日本語の資料はあくまでも参考資料です。訂正、変更、改版に追従していない場合があります。最終的な確認は必ず最新の英語版データシートをお願いいたします。

標準的応用例



関連製品

製品番号	説明	注釈
LTC1966	精密マイクロパワー・デルタシグマ RMS/DC コンバータ	電源電圧 2.7V ~ 12V、消費電流 170 μ A
LTC1968	精密広帯域 RMS/DC コンバータ	電源電圧 4.5V ~ 6V、500kHz 3dB 誤差 BW
LTC6101/ LTC6101HV	高電圧、ハイサイド、精密電流センス・アンプ	4V ~ 60V/5V ~ 100V、利得構成可能、SOT-23
LTC6104	双方向ハイサイド、精密電流センス・アンプ	4V ~ 60V、利得構成可能、8 ピン MSOP
LTC6106	低コスト、ハイサイド、精密電流センス・アンプ	2.7V ~ 36V、利得構成可能、SOT23
LTC4151	高電圧 I ² C 電流電圧モニタ	広い動作範囲 : 7V ~ 80V
LTC4215	ADC および I ² C 付き正電圧 Hot Swap コントローラ	8 ビット ADC モニタリング電流および電圧、給電範囲 2.9V ~ 15V
LT4256-1/ LT4256-2	開回路検知機能付き正 48V Hot Swap コントローラ	フォールドバック電流制限、開回路および過電流フォールト出力、電源電圧 80V 以下
LTC4260	ADC および I ² C モニタ機能付き正高電圧 Hot Swap コントローラ	広い動作範囲 : 8.5V ~ 80V
LTC4261	ADC および I ² C モニタ機能付き負電圧 Hot Swap コントローラ	フローティング構成により、非常に高い電圧での動作が可能