

# 電源用、4入力フィードバック積分器

## 概要

MAX1804は、電源システムにおける電圧レギュレーションを改善するために設計されたフィードバック積分器です。このデバイスはラインレギュレーション及び負荷レギュレーションに関わる問題を解決し、電源システムの配電ラインにおける電圧降下を補償します。

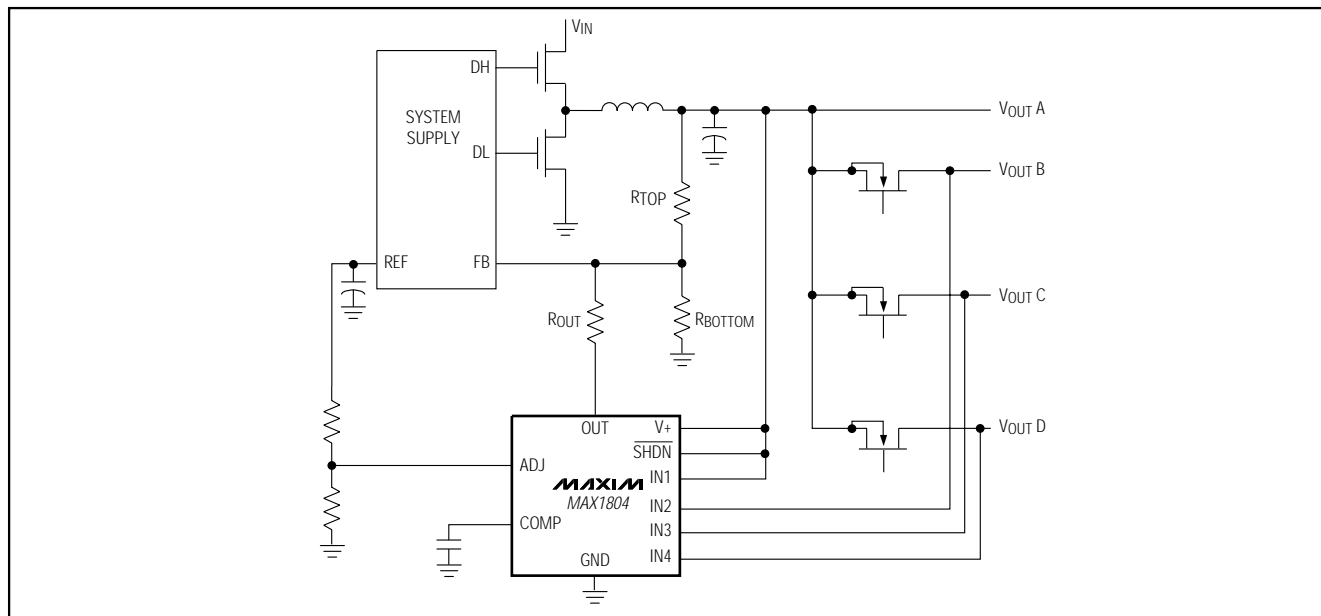
レギュレーション設定点は、ADJピンに印可される外部リファレンス電圧によって決定されます。このリファレンスとMAX1804のフィードバックの差は積分され、補正電流が電圧レギュレータのフィードバックに印可されます。

MAX1804の4つの入力、ローカル及びリモートにかかわらず、複数の場所における電圧を監視し、長い配線、コネクタ、スイッチにより発生した配電損を補正します。これにより、最悪のケースの電圧降下に備えて、レギュレータの出力電圧を常に高く設定するといった無駄を省くことができます。MAX1804は、負荷電流が幅広い範囲で変化し、負荷の一部が頻繁にシャットダウンまたは切断されるシステム(例えばノートブックコンピュータ等)で特に有用です。

負荷スイッチが開いていて、1つの入力で検出された出力電圧が低下した場合、MAX1804は自動的にその入力をディセーブルし、レギュレータの出力電圧を残りのアクティブな入力のうち最も低いものに合わせて調整します。入力が全てディセーブルされた場合、OUTピンはハイインピーダンス状態になり、出力電圧の補正は行われません。

SHDNがローの時、MAX1804の消費電流は1 $\mu$ A以下となり、入力及び出力はハイインピーダンスになります。MAX1804は、8ピンSOPの約半分のサイズの10ピン $\mu$ MAXパッケージで提供されています。

## 標準動作回路



## 特長

- ◆ 高精度：誤差 $\pm 1\%$ (max)
- ◆ 低電力：25 $\mu$ A消費電流
- ◆ 自動入力ディセーブル
- ◆ シャットダウン時の消費電流：1 $\mu$ A(max)
- ◆ シャットダウン時又はV+ = 0の時、入力と出力はハイインピーダンス
- ◆ 電源範囲：+2.7V ~ +5.5V
- ◆ レギュレーション調整範囲：2.8V ~ 5.5V
- ◆ 4つ以上の入力を並列接続可
- ◆ 10ピン $\mu$ MAXパッケージ

## 型番

PART	TEMP. RANGE	PIN-PACKAGE
MAX1804EUB	-40°C to +85°C	10 $\mu$ MAX

ピン配置はデータシートの最後に記載されています。

## アプリケーション

- リモートフィードバックレギュレータ
- 高精度レギュレータ
- デスクトップ/ノートブックコンピュータ
- サーバー及びワークステーション
- サブノートブック及びPDA

# 電源用、4入力フィードバック積分器

MAX1804

## ABSOLUTE MAXIMUM RATINGS

V+, IN1, IN2, IN3, IN4, OUT, ADJ,  $\overline{\text{SHDN}}$  to GND ..... -0.3V, +6V  
 COMP to GND ..... -0.3V, V+ +0.3V  
 Continuous Power Dissipation (T<sub>A</sub> = +70°C)  
 10-Pin  $\mu$ MAX (derate 8.3mW/°C above +70°C) ..... 667mW

Operating Temperature Extended Range ..... -40°C to +85°C  
 Junction Temperature ..... +150°C  
 Storage Temperature Range ..... -65°C to +165°C  
 Lead Temperature (soldering, 10s) ..... +300°C

Stresses beyond those listed under "Absolute Maximum Ratings" may cause permanent damage to the device. These are stress ratings only, and functional operation of the device at these or any other conditions beyond those indicated in the operational sections of the specifications is not implied. Exposure to absolute maximum rating conditions for extended periods may affect device reliability.

## ELECTRICAL CHARACTERISTICS

(T<sub>A</sub> = 0°C to +85°C, V<sub>V+</sub> = 3.3V, V<sub>ADJ</sub> = 1.2V, V<sub>OUT</sub> = 2V, C<sub>V+</sub> = 0.1 $\mu$ F, C<sub>COMP</sub> = 470pF. Typical values are at T<sub>A</sub> = +25°C, unless otherwise noted.)

PARAMETER	CONDITIONS	MIN	TYP	MAX	UNITS
Supply Voltage Range (V <sub>+</sub> )		2.7		5.5	V
Shutdown Supply Current (V <sub>+</sub> )	$\overline{\text{SHDN}}$ = GND		0.01	1	$\mu$ A
Quiescent Supply Current (V <sub>+</sub> )	$\overline{\text{SHDN}}$ = V <sub>+</sub>		25	35	$\mu$ A
UVLO Threshold, Rising			2.5	2.6	V
UVLO Threshold, Falling		2.3	2.4		V
<b>INTEGRATOR INPUTS IN1–IN4</b>					
IN <sub>-</sub> Voltage Range		0		5.5	V
IN <sub>-</sub> Offset	V <sub>V+</sub> = 2.7V to 5.5V	-15		15	mV
IN <sub>-</sub> Scale Factor	V <sub>ADJ</sub> = 0.7V to 1.4V	3.988	4.000	4.016	V/V
IN <sub>-</sub> Transconductance	V <sub>IN-</sub> = 4.75V to 4.85V, V <sub>COMP</sub> = 1.3V	12	30	48	$\mu$ S
IN <sub>-</sub> Bias Current	V <sub>IN-</sub> = 4.8V		1.5	2.7	$\mu$ A
IN <sub>-</sub> Shutdown Current	$\overline{\text{SHDN}}$ = GND			0.2	$\mu$ A
IN <sub>-</sub> Leakage Current	V <sub>V+</sub> = 0, V $\overline{\text{SHDN}}$ = 0			0.2	$\mu$ A
IN <sub>-</sub> Disable Threshold	V <sub>ADJ</sub> = 0.7V to 1.4V, V <sub>ADJ</sub> x 4, falling edge	87	90	93	%
IN <sub>-</sub> Disable Threshold Hysteresis	V <sub>ADJ</sub> = 0.7V to 1.4V, rising edge		50		mV
<b>ADJ INPUT</b>					
ADJ Voltage Range		0.7		1.4	V
ADJ Bias Current		-20		20	nA
ADJ Shutdown Current	$\overline{\text{SHDN}}$ = GND			0.2	$\mu$ A
ADJ Leakage Current	V <sub>V+</sub> = 0, V $\overline{\text{SHDN}}$ = 0			0.2	$\mu$ A
<b>COMP OUTPUT</b>					
COMP Source Current	V <sub>COMP</sub> = 1.3V, V <sub>IN-</sub> = 4.6V	1.6	2.0	2.4	$\mu$ A
COMP Sink Current	V <sub>COMP</sub> = 1.3V, V <sub>IN-</sub> = 5.0V	1.6	2.0	2.4	$\mu$ A
COMP Output Voltage Low	Sink 1 $\mu$ A, V <sub>IN-</sub> = 5.0V			0.2	V
COMP Output Voltage High	Source 1 $\mu$ A, V <sub>IN-</sub> = 4.6V	2.4			V
<b>OUT OUTPUT</b>					
OUT Output Voltage Low	I <sub>OUT</sub> = 10 $\mu$ A, V <sub>IN-</sub> = 4.6V			0.2	V
OUT Output Leakage Current	V $\overline{\text{SHDN}}$ = 0			0.1	$\mu$ A
	V <sub>V+</sub> = 0			0.1	
	V <sub>IN-</sub> = 5.0V			0.1	
OUT Transconductance	V <sub>COMP</sub> = 1V to 2V	4	10	22	$\mu$ S

# 電源用、4入力フィードバック積分器

MAX1804

## ELECTRICAL CHARACTERISTICS (continued)

( $T_A = 0^\circ\text{C}$  to  $+85^\circ\text{C}$ ,  $V_{V+} = 3.3\text{V}$ ,  $V_{ADJ} = 1.2\text{V}$ ,  $V_{OUT} = 2\text{V}$ ,  $C_{V+} = 0.1\mu\text{F}$ ,  $C_{COMP} = 470\text{pF}$ . Typical values are at  $T_A = 25^\circ\text{C}$ , unless otherwise noted.)

PARAMETER	CONDITIONS	MIN	TYP	MAX	UNITS
<b>SHDN INPUT</b>					
Logic Input Voltage High	$V_{V+} = 2.7\text{V}$ to $5.5\text{V}$	2.0			V
Logic Input Voltage Low	$V_{V+} = 2.7\text{V}$ to $5.5\text{V}$			0.6	V
Logic Input Current		-1		1	$\mu\text{A}$

## ELECTRICAL CHARACTERISTICS

( $T_A = -40^\circ\text{C}$  to  $+85^\circ\text{C}$ ,  $V_{V+} = 3.3\text{V}$ ,  $V_{ADJ} = 1.2\text{V}$ ,  $V_{OUT} = 2\text{V}$ ,  $C_{V+} = 0.1\mu\text{F}$ ,  $C_{COMP} = 470\text{pF}$ .) (Note 1)

PARAMETER	CONDITIONS	MIN	TYP	MAX	UNITS
Supply Voltage Range (V+)		2.7		5.5	V
Shutdown Supply Current (V+)	$\overline{\text{SHDN}} = \text{GND}$			1	$\mu\text{A}$
Quiescent Supply Current (V+)	$\overline{\text{SHDN}} = V+$			35	$\mu\text{A}$
UVLO Threshold, Rising				2.6	V
UVLO Threshold, Falling		2.3			V
<b>INTEGRATOR INPUTS IN1–IN4</b>					
IN_ Voltage Range		0		5.5	V
IN_ Offset	$V_{V+} = 2.7\text{V}$ to $5.5\text{V}$	-20		20	mV
IN_ Scale Factor	$V_{ADJ} = 0.7\text{V}$ to $1.4\text{V}$	3.98		4.02	V/V
IN_ Transconductance	$V_{IN\_} = 4.75\text{V}$ to $4.85\text{V}$ , $V_{COMP} = 1.3\text{V}$	12		60	$\mu\text{S}$
IN_ Bias Current	$V_{IN\_} = 4.8\text{V}$			2.7	$\mu\text{A}$
IN_ Shutdown Current	$\overline{\text{SHDN}} = \text{GND}$			0.2	$\mu\text{A}$
IN_ Leakage Current	$V_{V+} = 0$ , $V_{\overline{\text{SHDN}}} = 0$			0.2	$\mu\text{A}$
IN_ Disable Threshold	$V_{ADJ} = 0.7\text{V}$ to $1.4\text{V}$ , $V_{ADJ} \times 4$ , falling edge	87		93	%
<b>ADJ INPUT</b>					
ADJ Voltage Range		0.7		1.4	V
ADJ Bias Current		-30		30	nA
ADJ Shutdown Current	$\overline{\text{SHDN}} = \text{GND}$			0.2	$\mu\text{A}$
ADJ Leakage Current	$V_{V+} = 0$ , $V_{\overline{\text{SHDN}}} = 0$			0.2	$\mu\text{A}$
<b>COMP OUTPUT</b>					
COMP Source Current	$V_{COMP} = 1.3\text{V}$ , $V_{IN\_} = 4.6\text{V}$	1.6		2.4	$\mu\text{A}$
COMP Sink Current	$V_{COMP} = 1.3\text{V}$ , $V_{IN\_} = 5.0\text{V}$	1.6		2.4	$\mu\text{A}$
COMP Output Voltage Low	Sink $1\mu\text{A}$ , $V_{IN\_} = 5.0\text{V}$			0.2	V
COMP Output Voltage High	Source $1\mu\text{A}$ , $V_{IN\_} = 0.6\text{V}$	2.4			V
OUT Output Voltage Low	$I_{OUT} = 10\mu\text{A}$ , $V_{IN\_} = 4.6\text{V}$			0.2	V
OUT Output Leakage Current	$V_{\overline{\text{SHDN}}} = 0$			0.1	$\mu\text{A}$
	$V_{V+} = 0$			0.1	
	$V_{IN\_} = 5.0\text{V}$			0.1	
OUT Transconductance	$V_{COMP} = 1\text{V}$ to $2\text{V}$	3		23	$\mu\text{S}$

# 電源用、4入力フィードバック積分器

MAX1804

## ELECTRICAL CHARACTERISTICS (continued)

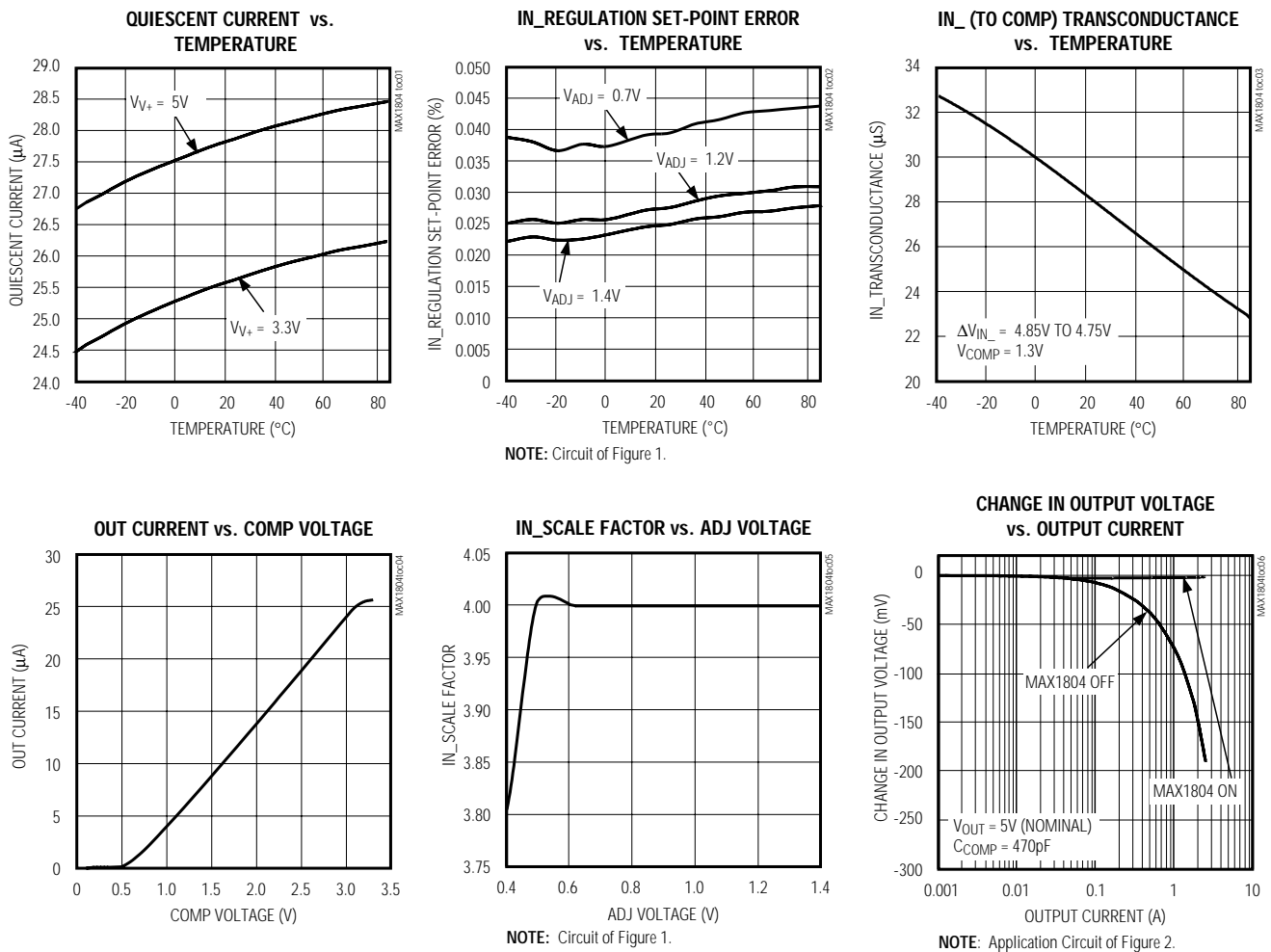
( $T_A = -40^{\circ}\text{C}$  to  $+85^{\circ}\text{C}$ ,  $V_{V+} = 3.3\text{V}$ ,  $V_{ADJ} = 1.2\text{V}$ ,  $V_{OUT} = 2\text{V}$ ,  $C_{V+} = 0.1\mu\text{F}$ ,  $C_{COMP} = 470\text{pF}$ .) (Note 1)

PARAMETER	CONDITIONS	MIN	TYP	MAX	UNITS
<b>SHDN INPUT</b>					
Logic Input Voltage High	$V_{V+} = 2.7\text{V}$ to $5.5\text{V}$	2.0			V
Logic Input Voltage Low	$V_{V+} = 2.7\text{V}$ to $5.5\text{V}$			0.6	V
Logic Input Current		-1		1	$\mu\text{A}$

**Note 1:** Specifications to  $-40^{\circ}\text{C}$  are guaranteed by design and not production tested.

## 標準動作特性

( $V_{V+} = V_{SHDN} = 3.3\text{V}$ ,  $V_{ADJ} = 1.2\text{V}$ ,  $V_{OUT} = 2\text{V}$ ,  $C_{COMP} = 470\text{pF}$ ,  $T_A = +25^{\circ}\text{C}$ , unless otherwise noted.)

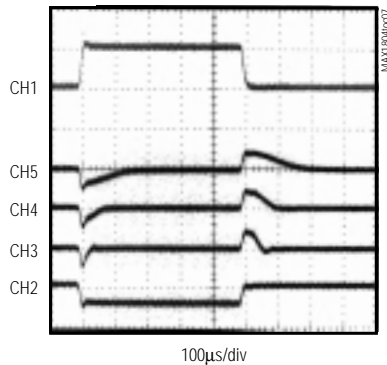


# 電源用、4入力フィードバック積分器

## 標準動作特性(続き)

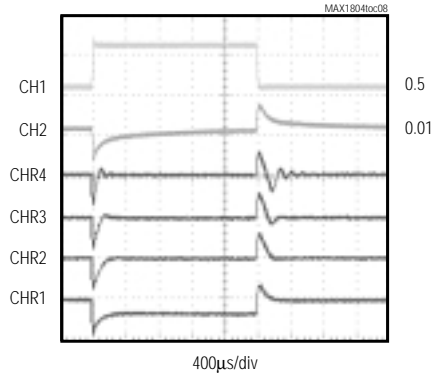
( $V_{V+} = V_{\overline{\text{SHDN}}} = 3.3\text{V}$ ,  $V_{\text{ADJ}} = 1.2\text{V}$ ,  $V_{\text{OUT}} = 2\text{V}$ ,  $C_{\text{COMP}} = 470\text{pF}$ ,  $T_{\text{A}} = +25^{\circ}\text{C}$ , unless otherwise noted.)

**LOAD TRANSIENT RESPONSE  
(APPLICATION CIRCUIT OF FIGURE 2)**



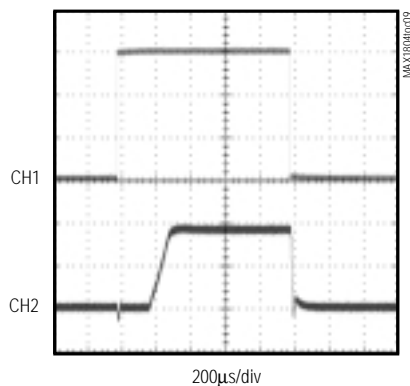
CH1 =  $I_{\text{LOAD}}$ ; 1.00A/div  
 CH5 =  $V_{\text{IN1}}$ ; 500mV/div; AC-COUPLED ( $C_{\text{COMP}} = 1000\text{pF}$ )  
 CH4 =  $V_{\text{IN1}}$ ; 500mV/div; AC-COUPLED ( $C_{\text{COMP}} = 470\text{pF}$ )  
 CH3 =  $V_{\text{IN1}}$ ; 500mV/div; AC-COUPLED ( $C_{\text{COMP}} = 220\text{pF}$ )  
 CH2 =  $V_{\text{IN1}}$ ; 500mV/div; AC-COUPLED (MAX1804 DISABLED)  
 $V_{\text{IN}}$  (MAX1653) = 8V

**LOAD TRANSIENT RESPONSE**



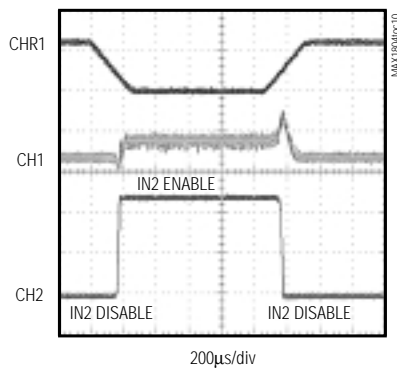
CH1 =  $I_{\text{LOAD}}$ ; 500mA/div  
 CH2 =  $V_{\text{IN1}}$ ; 500mV/div; AC-COUPLED ( $C_{\text{COMP}} = 0.047\mu\text{F}$ )  
 CHR4 =  $V_{\text{IN1}}$ ; 500mV/div; AC-COUPLED ( $C_{\text{COMP}} = 1000\text{pF}$ )  
 CHR3 =  $V_{\text{IN1}}$ ; 500mV/div; AC-COUPLED ( $C_{\text{COMP}} = 2200\text{pF}$ )  
 CHR2 =  $V_{\text{IN1}}$ ; 500mV/div; AC-COUPLED ( $C_{\text{COMP}} = 4700\text{pF}$ )  
 CHR1 =  $V_{\text{IN1}}$ ; 500mV/div; AC-COUPLED (MAX1804 DISABLED)  
 $V_{\text{IN}}$  (MAX603) = 8V  
**NOTE:** Circuit of Figure 3.

**STARTUP/SHUTDOWN WAVEFORM**



CH1 =  $\overline{\text{SHDN}}$ ; 2V/div  
 CH2 =  $V_{\text{IN2}}$ ; 200mV/div; DC OFFSET = 4.7V  
 $I_{\text{LOAD}} = 0.5\text{A}$   
 $V_{\text{IN}}$  (MAX1653) = 8V  
**NOTE:** Circuit of Figure 2.

**AUTOMATIC INPUT DISABLE WAVEFORM**



CHR1 =  $V_{\text{G(PFET)}}$ ; 5V/div  
 CH1 =  $V_{\text{IN1}}$ ; 200mV/div; DC OFFSET = 4.8V  
 CH2 =  $V_{\text{IN2}}$ ; 2V/div  
 $V_{\text{IN}}$  (MAX1653) = 8V  
**NOTE:** Circuit of Figure 2.

# 電源用、4入力フィードバック積分器

MAX1804

## 端子説明

端子	名称	機能
IN1	1	検出入力1。4つの監視対象の入力の1つに接続します。IN <sub>+</sub> がアクティブな最初の入力である場合、INは4 x V <sub>ADJ</sub> で安定化されます。IN <sub>-</sub> がレギュレーション設定点(4 x V <sub>ADJ</sub> )の90%以下の場合、自動的にディセーブルされます。
IN2	2	検出入力2
IN3	3	検出入力3
IN4	4	検出入力4
ADJ	5	レギュレーション調整入力。この入力の電圧は、IN1~IN4のレギュレーション設定点を調整します。V <sub>ADJ</sub> 及びレギュレーション設定点の間には4xの縮尺係数が存在します。
GND	6	グランド
COMP	7	積分器コンデンサ接続。コンデンサ(> 100pF)をGNDに接続し、積分器の時間を一定に設定します。「積分器利得帯域幅積とレギュレータの安定性」の項を参照して下さい。
OUT	8	オープンドレイン出力。入力のいずれかがレギュレーション設定点以下に留まっている場合、少なくとも10μAをシンクできます。OUTをレギュレータ-分圧器抵抗のフィードバック点に接続します。OUTが抵抗を介して接続されている場合、レギュレータのフィードバック分圧器の値に相対するOUTの値が正の最大調整範囲を設定します。「最大レギュレータ出力調整増分の設定」の項を参照して下さい。
$\overline{\text{SHDN}}$	9	シャットダウン制御入力。 $\overline{\text{SHDN}}$ がローの時、デバイスはオフになり、消費電流は約10nAに削減されます。入力は全てハイインピーダンス状態になります。 $\overline{\text{SHDN}}$ がハイの時、デバイスはオンになります。
V+	10	電源入力。0.1μFのコンデンサでGNDにバイパスして下さい。

## 詳細

MAX1804は、電源監視システムにおけるロードポイントの厳密なレギュレーションに使用される、精密外付けフィードバック積分器です。出力の動的なレギュレーションは、依然として電源レギュレータが実行します。MAX1804の役割は、出力電圧を微調整して、電源配電ラインに発生するスイッチやコネクタの負荷レギュレーションエラー、ラインレギュレーションエラー及び電圧降下を取り除くことです。

MAX1804は4つのリモート検出入力、及び電圧レギュレータのフィードバック分圧器に接続する出力を備えています。MAX1804は、ハイインピーダンスフィードバック入力を持つ任意のレギュレータ又はコントローラと共に使用できます。MAX1804のOUTピンは、電流をシンクさせてレギュレータの設定点を上昇させ、4つのIN<sub>-</sub>入力が、MAX1804のレギュレーション設定点以上になるようにします。このレギュレーション設定点は、ADJピンに印可される電圧の4倍の大きさです。MAX1804は入力信号を監視し、最小値を電圧設定点と比較します。入力信号と設定点の誤差は積分されます。MAX1804の出力段は、積分器の出力に基づいて電流を生成し、レギュレータの出力電圧を設定点に合わせて調整します。

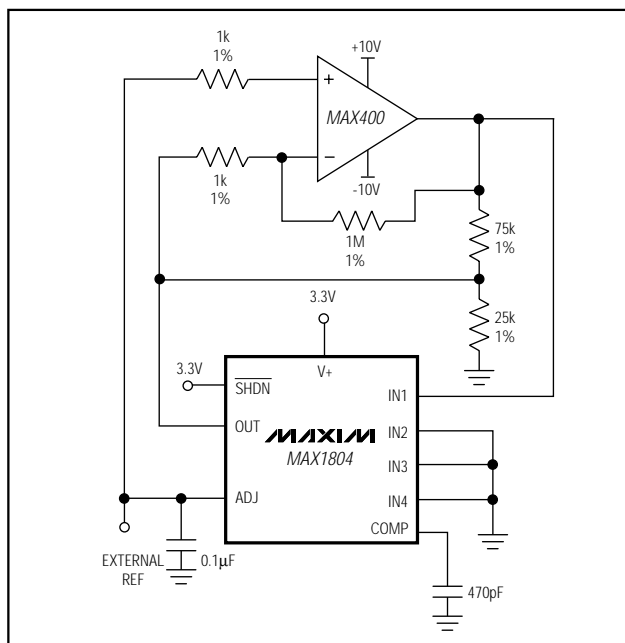


図1. MAX1804のIN<sub>-</sub>レギュレーション設定点の試験回路

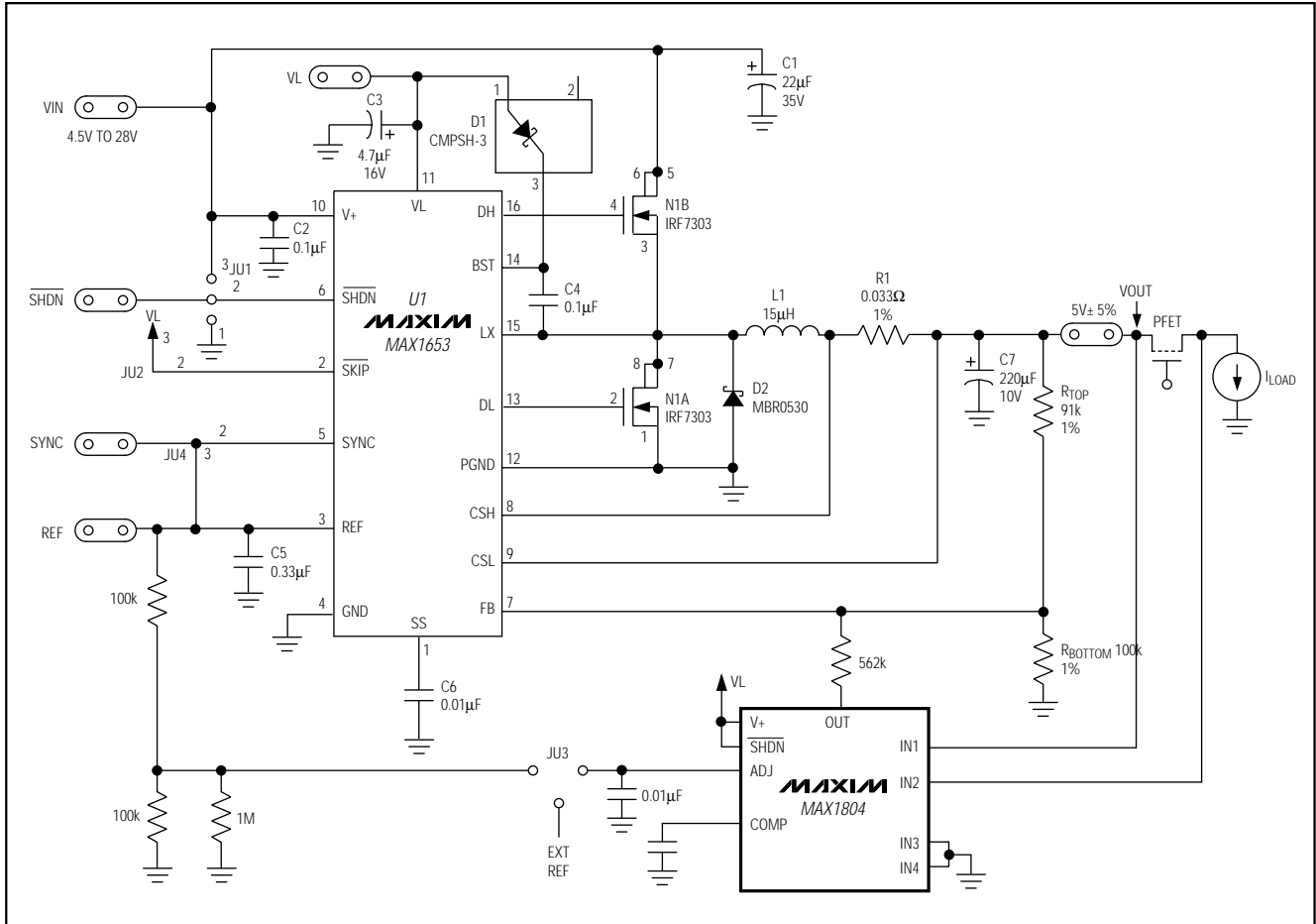


図2. ステップダウンレギュレータ付アプリケーション回路

MAX1804は、OUTの電流のみをシンクさせます(図4)。最大シンク電流と最大レギュレータ電圧の増加は10 $\mu$ Aの最低保証OUT電流によって制限されます。抵抗をOUTとレギュレータのフィードバック点の間に配置することにより、最大レギュレータ出力電圧の増加を更に制限できます。

IN\_入力のいずれかがレギュレーション設定点の90%まで低下すると、入力が自動的にディセーブルされますが、残りのアクティブな入力の最小値に合わせて、引き続きOUTの安定化が行われます。「自動入力ディセーブル」を参照して下さい。

### レギュレーション設定点の調整

MAX1804はIN1~IN4の検出入力における電圧を監視し、アクティブな最小の入力をADJにおけるリファレンス電圧の4倍になるように安定化させます。IN1~IN4のレギュレーション設定点は、次式により算出できます。

$$V_{IN\_} = 4 \times V_{ADJ}$$

MAX1804レギュレーション設定点の全誤差は次の通りです。

$$\text{全誤差の比率} = \frac{[(IN\_ \text{縮尺係数} \times V_{ADJ} + IN\_ \text{オフセット}) / (4 \times V_{ADJ})] \times 100\%}{}$$

最大IN\_電圧は5.5Vです。これより高い出力電圧でMAX1804を使用するには、外付け分圧器を使用して、必要な出力電圧をIN1~IN4ピン間で分割します。IN\_入力バイアス電流はかなり高い(1.5 $\mu$ A typ)ため、適切な抵抗分割を選択して下さい。

### 自動入力ディセーブル

MAX1804は、検出入力(IN1~IN4)を監視し、最小の入力を内蔵積分器に接続する入力バッファ段を備えています(図4)。各入力は設定点の90%と比較されます。入力がこの値より低くなると、入力バッファがディセーブルされ、出力電圧が残りのアクティブな入力のうち最小のものに合わせて調整されます(「標準動作特性」の「Automatic Input Disable Waveform」を参照)。4つ

# 電源用、4入力フィードバック積分器

MAX1804

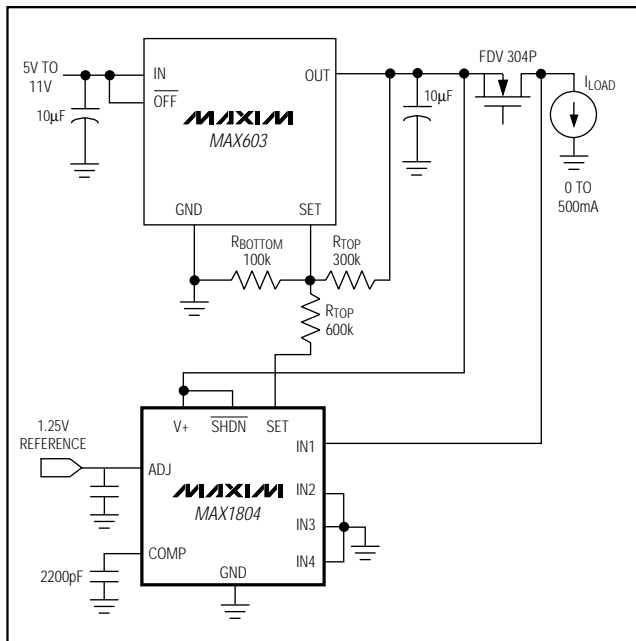


図3. リニアレギュレータを使用したMAX1804

の検出入口が全てディセーブルされた場合は、OUTがハイインピーダンスになります。未使用の入力はGNDに接続して下さい。

## 最大レギュレータ出力電圧増分の設定

10µAの最大保証OUT電流と、レギュレータのフィードバック抵抗分割における電流の比率が最大増分を決定します。レギュレータの出力電圧の最大増分は、レギュレータのアップフィードバック抵抗( $R_{TOP}$ )及びOUTへのシンク電流に依存します。

$$\Delta V_{OUT}(MAX) = I_{OUT}(MAX) \times R_{TOP}$$

最大調整電流 $I_{OUT}(MAX)$ は、OUT及びレギュレータのフィードバック点に抵抗( $R_{OUT}$ )を配置することにより、更に制限できます(「標準動作回路」を参照)。

$$I_{OUT}(MAX) = V_{FB} / R_{OUT}$$

ここで、 $V_{FB}$ はレギュレータのフィードバック点の電圧です。

従って、次の式が成立します。

$$\Delta V_{OUT}(MAX) = V_{FB} \times R_{TOP} / R_{OUT}$$

及び

$$R_{OUT} = V_{FB} \times R_{TOP} / \Delta V_{OUT}(MAX)$$

レギュレータのフィードバック抵抗及び $R_{OUT}$ をレギュレータのフィードバックピンの近くに配置して、レギュレータのフィードバック点におけるノイズのピックアップを削減して下さい。ノイズのピックアップは、

レギュレータにおける不安定なスイッチングの原因となります(図5)。

## シャットダウンモード

$\overline{SHDN}$ は、ローに保持された時にMAX1804を低電力シャットダウンモードに切り換えて、消費電力を10nA (typ)に低下させるロジック入力です。IN1~IN4、OUT、及びADJは、MAX1804がシャットダウン中又はV+が取り除かれた時にハイインピーダンスになります。通常の動作を行うには、 $\overline{SHDN}$ をV+に接続して下さい。

## 低電圧ロックアウト

MAX1804は低電圧ロックアウト(UVLO)機能を備えており、V+における電源電圧が2.4V以下になるとデバイスを非アクティブにします。IN1~IN4、OUT、及びADJはハイインピーダンスになり、レギュレータの動作には影響を及ぼしません。V+における電源電圧が2.6V以上になるまで、ヒステリシスがデバイスをロックアウト状態に保ちます。

## 積分器利得帯域幅積とレギュレータの安定性

MAX1804の利得帯域幅(GBW)の積は、次のようにCOMPの外付けコンデンサにより設定されます。

$$GBW = [4 \times (IN\_transconductance)] / (2\pi \times C_{COMP})$$

帯域幅は、COMPに470pFのコンデンサを使用している場合、40kHz(typ)になります。

システムを安定させるため、積分器のGBWの積は通常はレギュレータ回路のクロスオーバー周波数(既知の場合)以下に設定されます。スイッチングレギュレータのクロスオーバー周波数は、通常スイッチング周波数より大幅に低くなります。MAX1804のGBWの積を高く設定しすぎると、レギュレータのループが不安定になり、トランジェント後にリングングが頻繁に発生する恐れがあります。GBWの積を必要以上に低く設定すると、トランジェントに対するMAX1804のループ応答が遅くなります。但し、レギュレータのループトランジェント応答には影響はありません(「標準動作特性」の「Load Transient Response」を参照)。

レギュレータのクロスオーバー周波数は負荷と共に大きく変動するため、簡単に求めることはできません。レギュレータのクロスオーバー周波数がわからない場合は、MAX1804の利得帯域幅の積を実験的に選択できます。比較的低いコンデンサ値(470pFなど)から始めて、回路がどのような負荷でも安定するまで値を増加していきます。次に、値を更に増加して、設計マージンを確認します。トランジェント応答が重要でない場合は、大きなCOMPコンデンサ値(2200pFなど)を選択して高い安定性を維持して下さい。



# 電源用、4入力フィードバック積分器

MAX1804

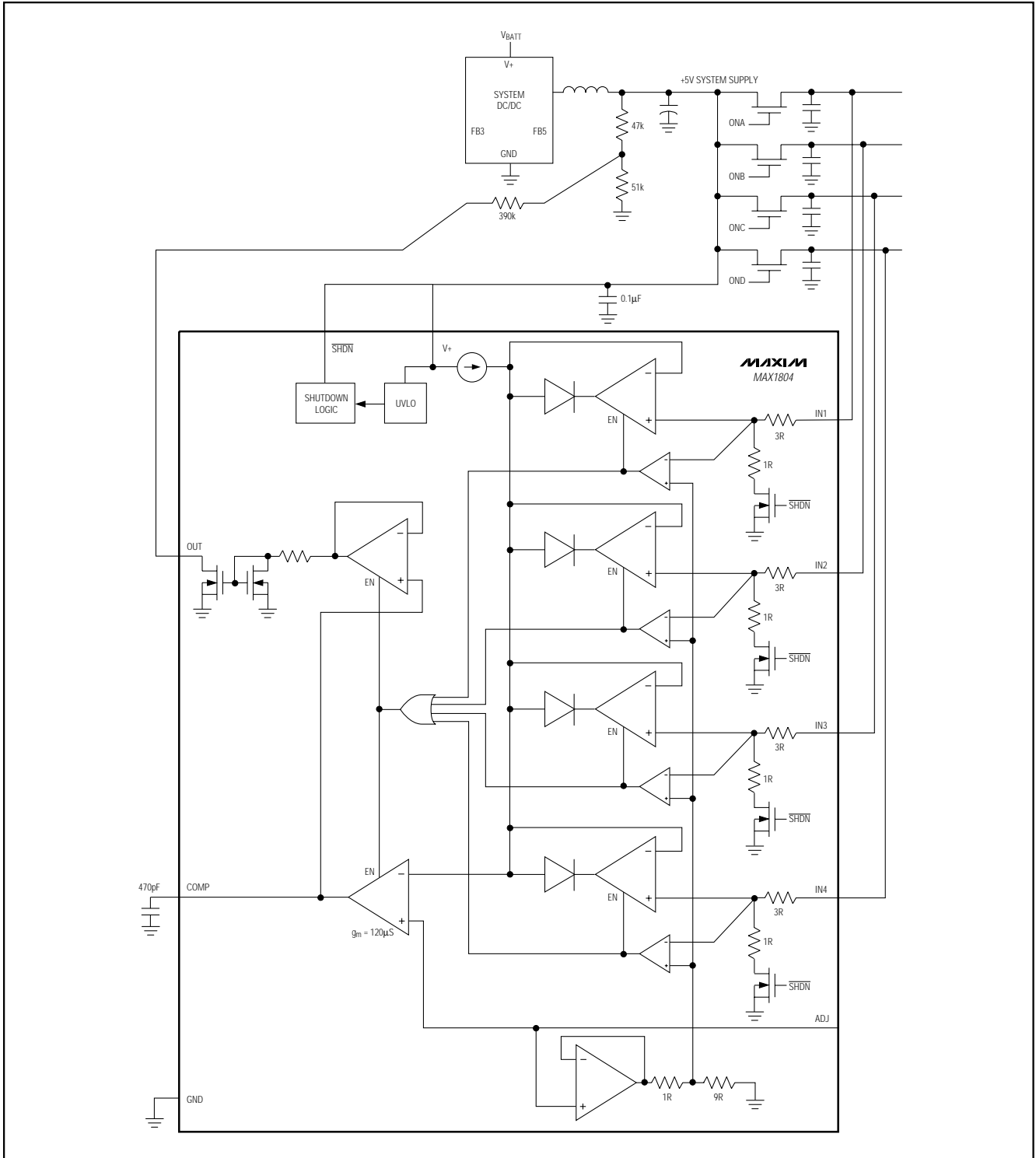


図4. MAX1804の機能図

# 電源用、4入力フィードバック積分器

MAX1804

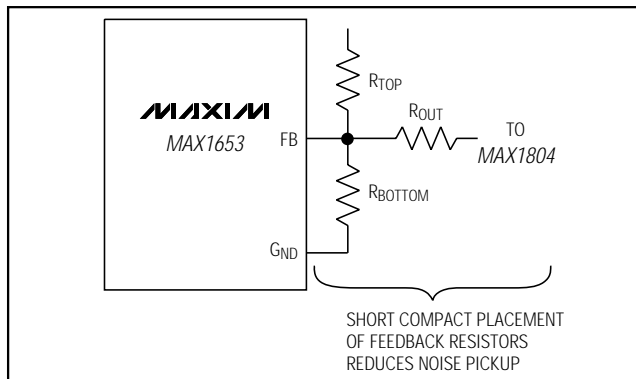


図5. レギュレータ用フィードバック抵抗の適切なレイアウト

## アプリケーション情報

### レイアウト情報

高い電流レベルと、ノイズを生成するスイッチング波形により、正しいレイアウト設計が不可欠となっています。レギュレータのフィードバック抵抗と $R_{OUT}$ をレギュレータのフィードバック点の近く(レギュレータのフィードバック点からMAX1804のOUTまで)に配置して、ノイズのピックアップを回避します(図5)。COMPコンデンサのリークとCOMPの周りの配線は $I_{N\_}$ トランスコンダクタンスによって異なる $I_{N\_}$ 設定点誤差を生成するため、できるだけ低減して下さい。COMPにおける $I_{COMP}$ のリークは次式で求められる誤差を発生させます。

$$I_{N\_} \text{ 誤差電圧} = I_{COMP} / (I_{N\_} \text{ トランスコンダクタンス})$$

標準的な $30\mu S$ の $I_{N\_}$ トランスコンダクタンスでは、 $0.1\mu A$ のリークが設定点で $3mV$ の $I_{N\_}$ 誤差電圧を発生させます。

### 設計例(ステップダウンコンバータのアプリケーション)

図2に、ステップダウンコントローラ(MAX1653)のロードポイントレギュレーションにMAX1804を使用したアプリケーション回路例を示します。次の設計手順を使用して、回路を最適化して下さい。設計は、以下の値を確定することから始めます。

- MAX1653コントローラへの入力電圧(7V ~ 20V)
- MAX1653の出力電圧(typ)と精度( $5V \pm 5\%$ )

これにより、次の目標値が設定されます。

$$V_{OUT, \min} = 5V - 5\% = 4.75V$$

電力の消費を最小限に抑えるには、MAX1653フィードバック抵抗を使用してレギュレータ出力  $V_{OUT, R} = 4.8V$ を設定します。

ノイズ耐性を持たせるため、約 $25\mu A$ の電流の抵抗分割に対するフィードバック抵抗( $R_{TOP}$ 及び $R_{BOTTOM}$ )を選択します。

$$(R_{TOP} + R_{BOTTOM}) = 4.8V / 25\mu A = 192k\Omega$$

MAX1653に対しては、フィードバック点の電圧は $V_{FB} = 2.5V$ です。

$R_{TOP} = 91k\Omega$ を選択すると、 $R_{BOTTOM} = 100k\Omega$ になります。

調整する範囲が $+400mV$ の場合、OUT電流(max)(MAX1804)は次式で求められます。

$$I_{OUT(MAX)} = 0.4V / 91k\Omega = 4.4\mu A$$

$$R_{OUT} = V_{FB} / I_{OUT(MAX)} = 2.5V / 4.4\mu A = 562k\Omega$$

全ての誤差発生源を含めた出力が $4.75V$ の目標値より下がらないことを保証するには、MAX1804の公称レギュレーション点を $4.85V$ に設定します。

従って、次式が求められます。

$$I_{N\_} \text{ 縮尺係数} = 4 \times V_{ADJ}, V_{ADJ} = 1.2125V$$

図2に示すMAX1653リファレンス電圧を使用する場合は、必要に応じてリファレンス電圧を分割し、バイパスします。抵抗の精度を $0.1\%$ と仮定し、MAX1653リファレンスを使用する場合、誤差の蓄えは次のように算出できます。

リファレンス精度	-1.6%
ADJ分割精度	-0.2%
縮尺係数誤差	-0.4%
$I_{N\_}$ オフセット電圧 (-15mV)	-0.3%
合計	-2.5%

これにより、最悪の場合の出力電圧は $4.73V$ となります。これは、 $4.75V$ の目標値より低い値です。最も顕著な誤差の発生源はMAX1653リファレンスです。従って可能であれば、より優れたリファレンスをシステムに使用するか、 $V_{ADJ}$ を増加させて最悪の場合の出力電圧を $4.75V$ に高めます。

MAX1653は、MAX1804のGBWの積が $40kHz$ の場合に適切に動作するため、COMPに $470pF$ のコンデンサを使用します。

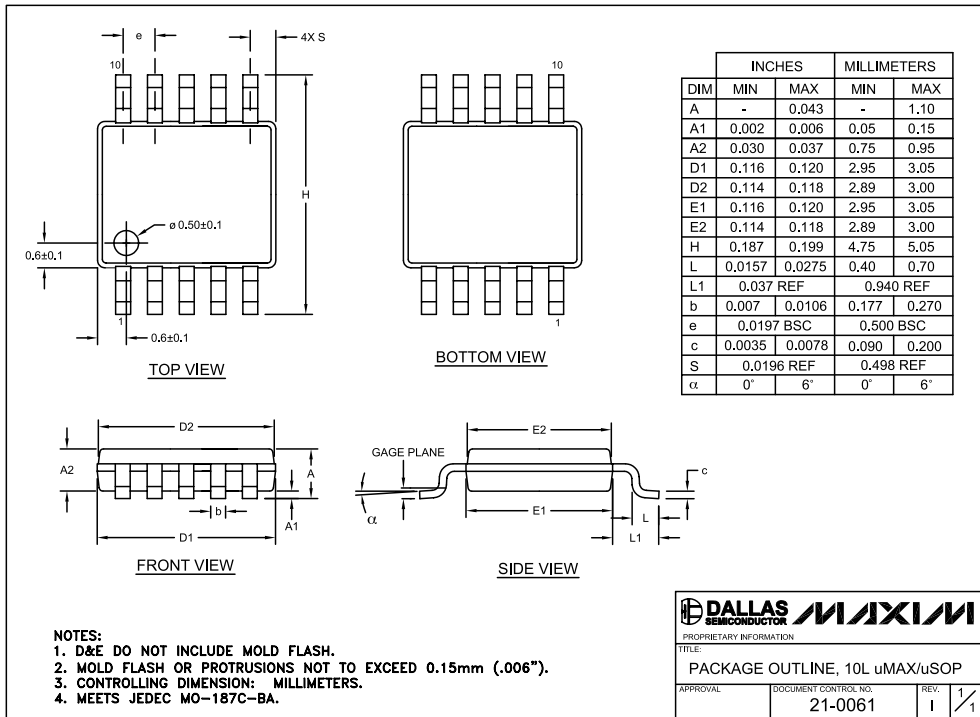
## チップ情報

TRANSISTOR COUNT: 636

# 電源用、4入力フィードバック積分器

## パッケージ

MAX1804



**Note:** MAX1804 does not feature exposed pads

販売代理店

## マキシム・ジャパン株式会社

〒169-0051 東京都新宿区西早稲田3-30-16(ホリゾン1ビル)  
 TEL. (03)3232-6141 FAX. (03)3232-6149

マキシム社では全体がマキシム社製品で実現されている回路以外の回路の使用については責任を持ちません。回路特許ライセンスは明言されていません。マキシム社は随時予告なしに回路及び仕様を変更する権利を保留します。

Maxim Integrated Products, 120 San Gabriel Drive, Sunnyvale, CA 94086 408-737-7600 \_\_\_\_\_ 11