

MOSFET外付け、デュアル、 低電圧リニアレギュレータコントローラ

概要

MAX8737はデュアル、ハイパワー、リニアレギュレータコントローラであり、外付けnチャンネルMOSFETを使って、ノートブックコンピュータ用に独立した2つの低電圧電源を生成します。MAX8737は、0.5V~2.5Vの低出力電圧を供給します(無負荷時精度 $\pm 5\text{mV}$)。外付け部品を使うことによって、優れた負荷レギュレーション(1%)で最大5Aの負荷までスケラブルな電流設計を行うことができます。このレギュレータは低入力電圧で動作するため、外付けnチャンネルMOSFETの電力消費も低減します。このコントローラは、5Vの標準システム電源から外付けMOSFET用ゲートドライバに給電します。

MAX8737は、リニアレギュレータの損傷を防止するための電流および熱制限を内蔵しています。MAX8737は外付け抵抗分圧器を使って電流制限値をフォールドバックするため、全体の電力消費を低減します。MAX8737は電流検出入力(CS₋)と直列の外付け抵抗分圧器を使用して、フォールドバック電流制限保護を行い、短絡電力消費を効率的に低減します。

電流検出抵抗器を省いた低コストアプリケーション用に出力低電圧タイムアウトが提供されます。出力低電圧(UVP)タイミングは、V_{OUT}における電圧の大きさに依存します。出力電圧がレギュレーションを外れると、UVPはLDOを検出し、シャットダウンします。このコントローラは、公称出力電圧(V_{OUT})を設定する調整可能なリファレンス入力(REFIN₋)を採用しています。このため、コストが最低限に抑制され、安定性は出力電圧に依存しません。

各リニアレギュレータは調整可能なソフトスタート機能を備え、リニアレギュレータが安定化すると通知する遅延機能を備えたパワーグッド(PGOOD)信号を生成します。MAX8737は、ほとんど外付け部品を必要としない低コストソリューションで、4mm x 4mmの小型16ピンTQFNパッケージで提供されます。

アプリケーション

- ノートブックおよびデスクトップコンピュータ
- ポイントオブロード型レギュレータ
- V_{MCH}およびV_{CCP} CPU電源
- 低電圧バイアス電源
- サーバ

特長

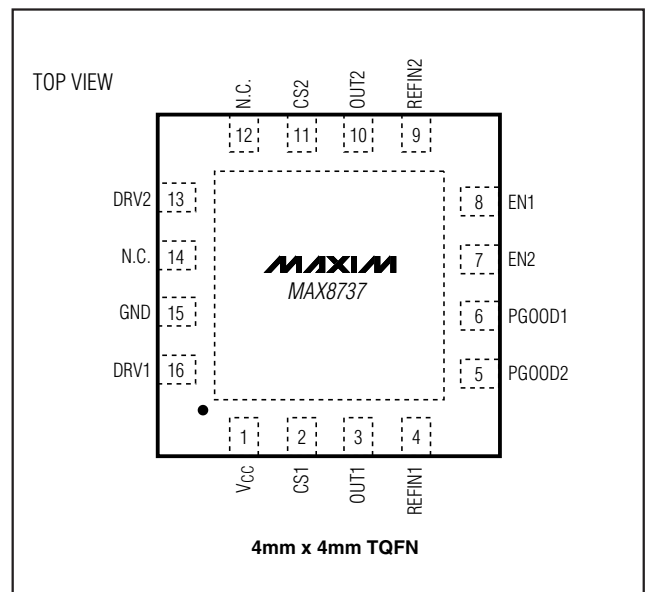
- ◆ 低コストデュアルリニアレギュレータ
- ◆ 出力電圧精度: $\pm 5\text{mV}$
- ◆ 個別の0.5V~2.5Vのリファレンス入力
- ◆ フォールドバック電流制限保護
- ◆ 出力の低電圧ロックアウト保護
- ◆ 熱制限(内蔵センサ)
- ◆ 入力電源電圧: 1.0V~5.5V(外付けFETドレイン用)
- ◆ バイアス電源電圧: 5V
- ◆ 個別のパワーグッドオープンドレイン出力
- ◆ 個別のイネーブル入力
- ◆ ソフトシャットダウン出力放電
- ◆ 低消費電流: 0.5mA
- ◆ シャットダウン消費電流: 5 μA (max)

型番

PART	TEMP RANGE	PIN-PACKAGE
MAX8737ETE	-40°C to +85°C	16 Thin QFN-EP* 4mm x 4mm
MAX8737ETE+	-40°C to +85°C	16 Thin QFN-EP* 4mm x 4mm

*EP = エクスポーズドパッド
+は鉛フリーパッケージを示します。

ピン配置



MOSFET外付け、デュアル、 低電圧リニアレギュレータコントローラ

MAX8737

ABSOLUTE MAXIMUM RATINGS

V _{CC} to GND	-0.3V to +6V
OUT1, OUT2 to GND	-0.3V to +6V
REFIN1, REFIN2, PGOOD1, PGOOD2, EN1, EN2 to GND	-0.3V to +6V
DRV1, DRV2, CS1, CS2 to GND	-0.3V to (V _{CC} + 0.3V)
Continuous Power Dissipation (T _A = +70°C)	
16-Pin 4mm x 4mm Thin QFN (derated 25mW/°C above +70°C)	2000mW

Operating Temperature Range	MAX8737ETE	-40°C to +85°C
Junction Temperature		+150°C
Storage Temperature Range		-65°C to +150°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

(V_{CC} = 5V, EN₋ = CS₋ = V_{CC}, V_{REFIN} = 1.0V, T_A = 0°C to +85°C, unless otherwise noted. Typical values are at T_A = +25°C.)

PARAMETER	SYMBOL	CONDITIONS	MIN	TYP	MAX	UNITS	
Supply Voltage Range	V _{CC}		4.75		5.50	V	
V _{CC} Undervoltage Lockout Threshold		Rising edge, 200mV hysteresis (typ)	4.1	4.35	4.6	V	
V _{CC} Quiescent Supply Current	I _{CC}	EN1 = EN2 = V _{CC}		0.5	1	mA	
V _{CC} Shutdown Supply Current		EN1 = EN2 = GND		0.1	5	μA	
REFIN to OUT Offset Voltage	V _{OUT_}		-5		+5	mV	
OUT ₋ Input Bias Current	I _{OUT_}		-1		+1	μA	
DRIVERS							
DRV ₋ Output Voltage Swing (Note 1)		Output high; V _{OUT_} = V _{REFIN_} - 25mV, I _{LOAD} = 1mA	V _{CC} - 0.3		V _{CC} - 0.05	V	
		Output low; V _{OUT_} = V _{REFIN_} + 25mV, I _{LOAD} = 1mA		0.03	0.3		
DRV ₋ Maximum Sourcing Current		V _{OUT_} = V _{REFIN_} - 25mV; V _{DRV} = 3V	6	14		mA	
DRV ₋ Maximum Sinking Current		V _{OUT_} = V _{REFIN_} + 25mV; V _{DRV} = 3V	6	14		mA	
OUT ₋ to DRV ₋ Transconductance (Large Signal)	G _{MDRV}			0.8		S	
DRV ₋ Power-Supply Rejection Ratio		10Hz < f < 10kHz, I _{DRV} = 1mA, C _{DRV} = 10nF		-80		dB	
DRV ₋ Soft-Start Charging Current	I _{SOFT}		40	170	400	μA	
REFERENCE INPUT							
REFIN ₋ Voltage Range	V _{REFIN_}	V _{CC} = 4.75V to 5.5V	0.5		2.5	V	
REFIN ₋ Input Bias Current	I _{REFIN_}	V _{REFIN_} = 0 to 2.5V	-100	-10	+100	nA	
FAULT PROTECTION							
Thermal Shutdown Threshold	T _{SHDN}	Hysteresis = 20°C			+125	°C	
Current-Limit Threshold	V _{ILIM}	V _{CS_} - V _{OUT_}	T _A = 0°C to +85°C	7	10	13	mV
			T _A = +85°C	7.5	10	12.5	
CS ₋ Input Current			-1		+1	μA	
Linear Regulator UVP Threshold (Slow)	UVP(SLOW)	With respect to V _{REFIN} ; CS ₋ = V _{CC}	72	80	88	%	

MOSFET外付け、デュアル、 低電圧リニアレギュレータコントローラ

MAX8737

ELECTRICAL CHARACTERISTICS (continued)

(V_{CC} = 5V, EN₋ = CS₋ = V_{CC}, V_{REFIN} = 1.0V, T_A = 0°C to +85°C, unless otherwise noted. Typical values are at T_A = +25°C.)

PARAMETER	SYMBOL	CONDITIONS	MIN	TYP	MAX	UNITS
Linear Regulator UVP Threshold (Fast)	UVP(FAST)	With respect to V _{REFIN} ; CS ₋ = V _{CC}	54	60	66	%
Slow Short-Circuit Timer Duration	t _{UVP(SLOW)}	With respect to V _{REFIN} ; CS ₋ = V _{CC}		75		μs
Fast Short-Circuit Timer Duration	t _{UVP(FAST)}	With respect to V _{REFIN} ; CS ₋ = V _{CC}		5		μs
Discharge-Mode On-Resistance OUT ₋ Pin	R _{OUT}			10		Ω
INPUTS AND OUTPUTS						
EN ₋ Input Low Level					0.6	V
EN ₋ Input High Level		Rising edge, 200mV (typ) hysteresis	1.6			V
Enable Leakage Current			-1		+1	μA
Power-Good Trip Threshold (Lower)		With respect to error comparator threshold, hysteresis = 4% (falling edge)	-15	-12	-9	%
Power-Good Startup Delay				2		ms
Power-Good Propagation Delay	t _{PGOOD}	OUT ₋ forced 2% beyond PGOOD ₋ trip threshold		1		μs
Power-Good Output Low Voltage		I _{SINK} = 4mA			0.3	V
Power-Good Leakage Current	I _{PGOOD}	V _{OUT₋} = 1.0V (PGOOD ₋ high impedance), PGOOD ₋ forced to 5V		1		μA

ELECTRICAL CHARACTERISTICS

(V_{CC} = 5V, EN₋ = CS₋ = V_{CC}, V_{REFIN} = 1.0V, T_A = -40°C to +85°C, unless otherwise noted.) (Note 2)

PARAMETER	SYMBOL	CONDITIONS	MIN	TYP	MAX	UNITS
Supply Voltage Range	V _{CC}		4.75		5.50	V
V _{CC} Undervoltage Lockout Threshold		Rising edge 200mV hysteresis (typ)	4.1		4.6	V
V _{CC} Quiescent Supply Current	I _{CC}	EN1 = EN2 = V _{CC}			1.5	mA
V _{CC} Shutdown Supply Current		EN1 = EN2 = GND			5	μA
REFIN to OUT Offset Voltage	V _{OUT₋}		-7		+7	mV
DRIVERS						
DRV ₋ Output Voltage Swing (Note 1)		Output high; V _{OUT₋} = V _{REFIN₋} - 25mV; I _{LOAD} = 1mA	V _{CC} - 0.3			V
		Output low; V _{OUT₋} = V _{REFIN₋} + 25mV; I _{LOAD} = 1mA			0.3	
DRV ₋ Maximum Sourcing Current		V _{OUT₋} = V _{REFIN₋} - 25mV; V _{DRV} = 3V	3.5			mA
DRV ₋ Maximum Sinking Current		V _{OUT₋} = V _{REFIN₋} + 25mV; V _{DRV} = 3V	3.5			mA
DRV ₋ Soft-Start Charging Current	I _{SOFT}		40		400	μA

MOSFET外付け、デュアル、 低電圧リニアレギュレータコントローラ

MAX8737

ELECTRICAL CHARACTERISTICS (continued)

($V_{CC} = 5V$, $EN_{-} = CS_{-} = V_{CC}$, $V_{REFIN} = 1.0V$, $T_A = -40^{\circ}C$ to $+85^{\circ}C$, unless otherwise noted.) (Note 2)

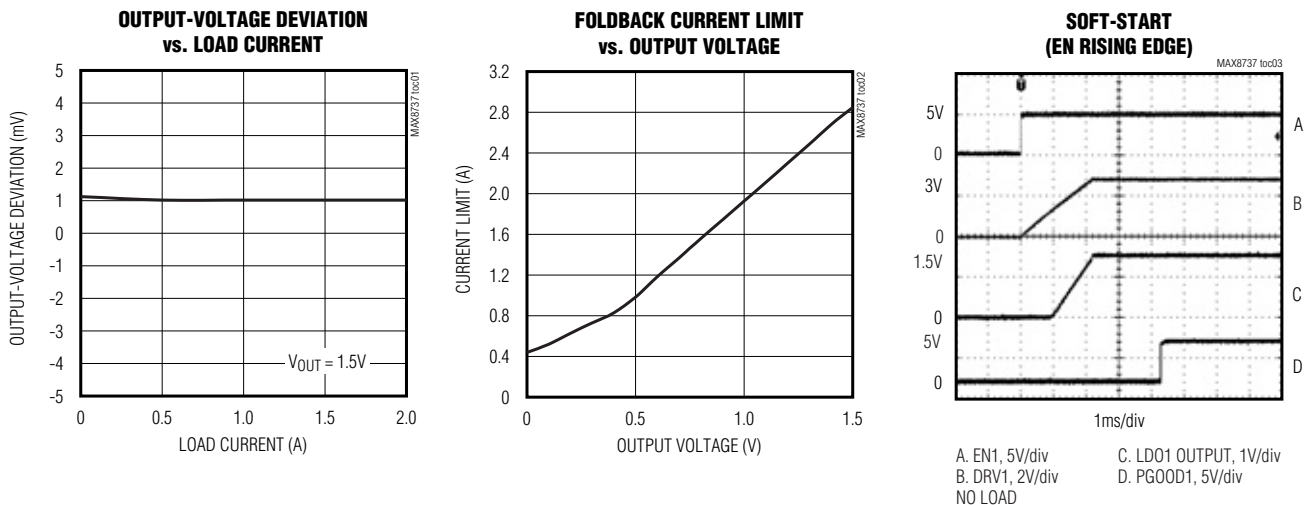
PARAMETER	SYMBOL	CONDITIONS	MIN	TYP	MAX	UNITS
REFERENCE INPUT						
REFIN_ Voltage Range	$V_{REFIN_}$	$V_{CC} = 4.75V$ to $5.5V$	0.5		2.5	V
FAULT PROTECTION						
Current-Limit Threshold	V_{ILIM}	$V_{CS_{-}} - V_{OUT_{-}}$	6.5		13.5	mV
Linear Regulator UVP Threshold (Slow)	$UVP_{(SLOW)}$	With respect to V_{REFIN} ; $CS_{-} = V_{CC}$	72		88	%
Linear Regulator UVP Threshold (Fast)	$UVP_{(FAST)}$	With respect to V_{REFIN} ; $CS_{-} = V_{CC}$	54		66	%
INPUTS AND OUTPUTS						
EN_ Input Low Level					0.6	V
EN_ Input High Level			1.6			V
Power-Good Trip Threshold (Lower)		With respect to error comparator threshold, hysteresis = 4% (falling edge)	-15		-9	%
Power-Good Output Low Voltage		$I_{SINK} = 4mA$			0.3	V

Note 1: Low threshold n-channel MOSFET is required for 2.5V ($\pm 2\%$) output.

Note 2: Specifications to $-40^{\circ}C$ are guaranteed by design, not production tested.

標準動作特性

(Circuit of Figure 1, $T_A = +25^{\circ}C$, unless otherwise noted.)



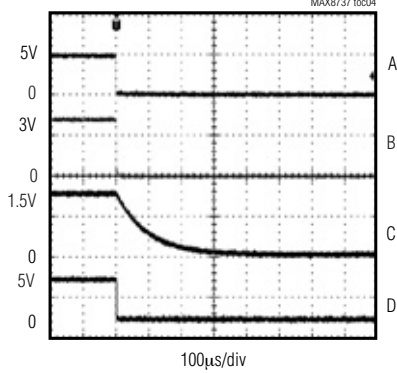
MOSFET外付け、デュアル、 低電圧リニアレギュレータコントローラ

MAX8737

標準動作特性(続き)

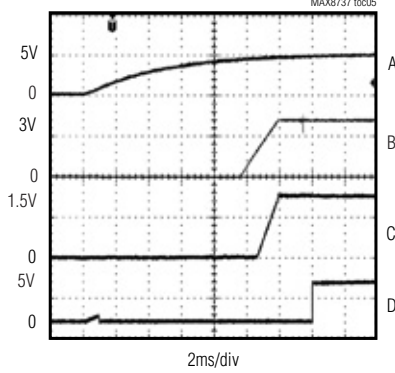
(Circuit of Figure 1, $T_A = +25^\circ\text{C}$, unless otherwise noted.)

**SOFT-STOP
(EN FALLING EDGE)**



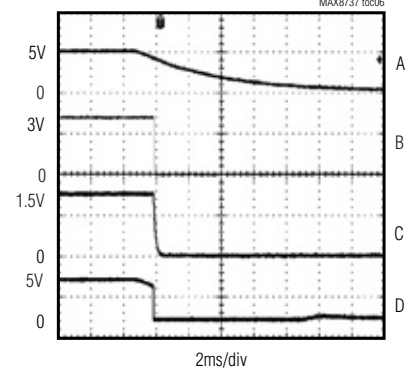
A. EN1, 5V/div
B. DRV1, 2V/div
NO LOAD
C. LDO1 OUTPUT, 1V/div
D. PGOOD1, 5V/div

**SOFT-START
(UVLO RISING EDGE)**



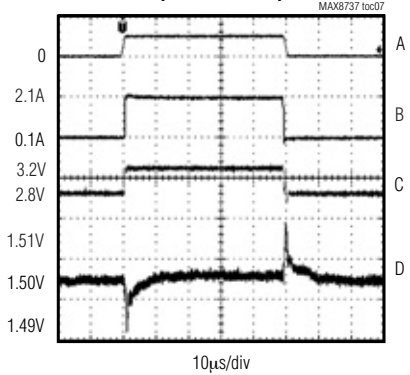
A. 5V BIAS (V_{CC}), 5V/div
B. DRV1, 2V/div
NO LOAD, EN = V_{CC}
C. LDO1 OUTPUT, 1V/div
D. PGOOD1, 5V/div

**SOFT-STOP
(UVLO FALLING EDGE)**



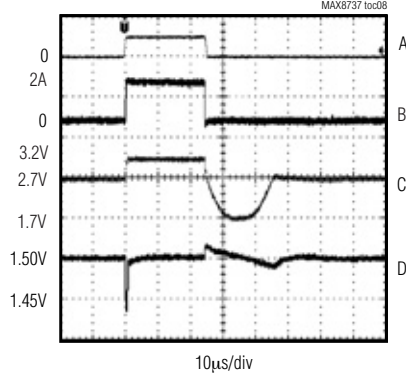
A. 5V BIAS (V_{CC}), 5V/div
B. DRV1, 2V/div
NO LOAD, EN = V_{CC}
C. LDO1 OUTPUT, 1V/div
D. PGOOD1, 5V/div

**LOAD TRANSIENT
(0.1A TO 2.1A)**



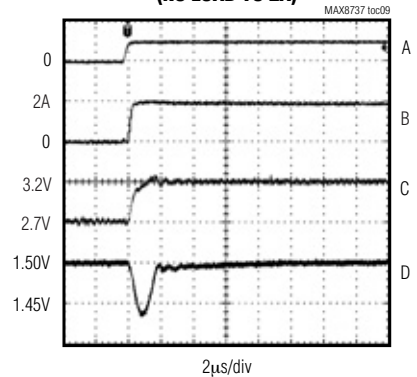
A. CONTROL SIGNAL
B. LOAD CURRENT, 2A/div
C. DRV1, 500mV/div
D. LDO1 OUTPUT VOLTAGE, 10mV/div

**LOAD TRANSIENT
(NO LOAD TO 2A)**



A. CONTROL SIGNAL
B. LOAD CURRENT, 2A/div
C. DRV1, 1V/div
D. LDO1 OUTPUT VOLTAGE, 50mV/div

**LOAD TRANSIENT
(NO LOAD TO 2A)**



A. CONTROL SIGNAL
B. LOAD CURRENT, 2A/div
C. DRV1, 1V/div
D. LDO1 OUTPUT VOLTAGE, 50mV/div

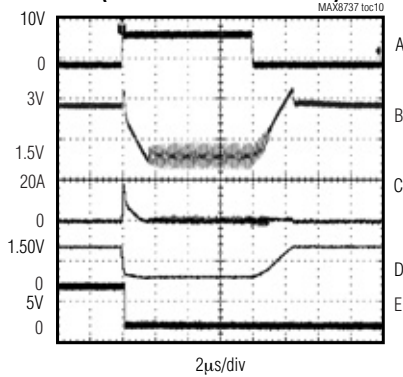
MOSFET外付け、デュアル、 低電圧リニアレギュレータコントローラ

MAX8737

標準動作特性(続き)

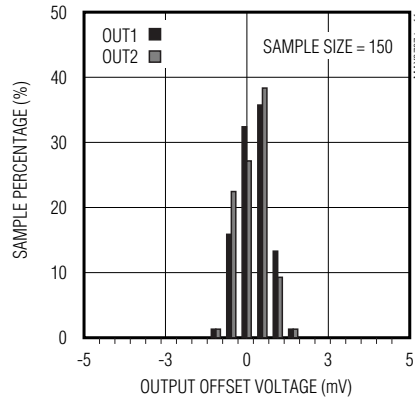
(Circuit of Figure 1, $T_A = +25^\circ\text{C}$, unless otherwise noted.)

**FOLDBACK CURRENT LIMIT
(SHORT-CIRCUIT RESPONSE)**

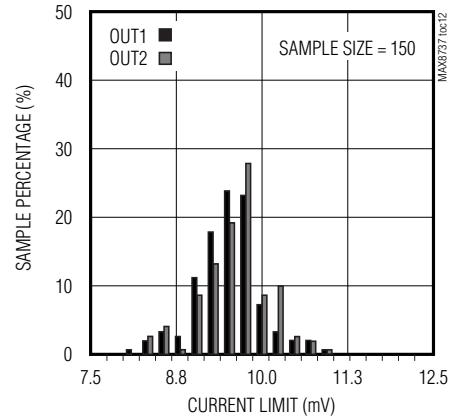


A. GATE OF FET LOAD, 10V/div D. LD01 OUTPUT
B. DRV1, 1V/div VOLTAGE, 2V/div
C. MOSFET CURRENT, 20A/div E. PGOOD1, 5V/div

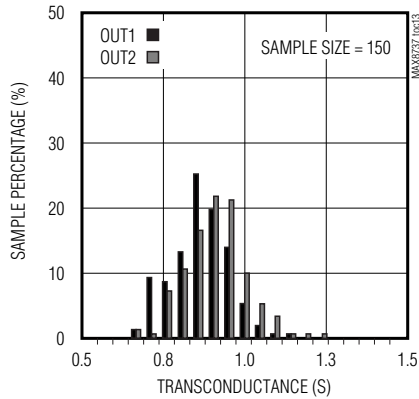
**OUTPUT OFFSET VOLTAGE
DISTRIBUTION**



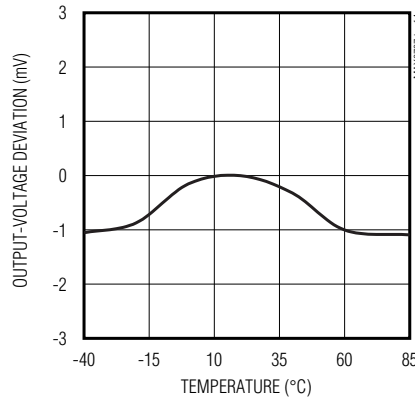
**CURRENT-LIMIT THRESHOLD
DISTRIBUTION**



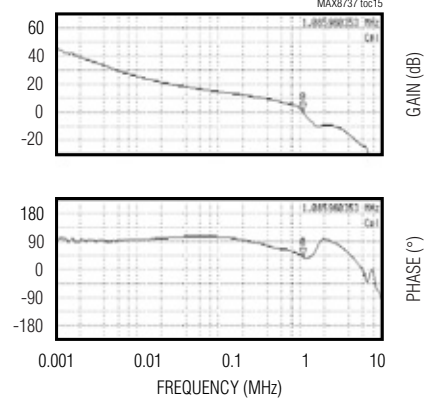
**DRV TRANSCONDUCTANCE
DISTRIBUTION**



**OUTPUT-VOLTAGE DEVIATION
vs. TEMPERATURE**

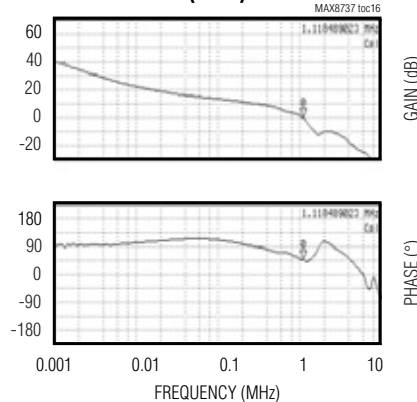


**GAIN AND PHASE
(OUT1)**



1.5V OUTPUT, 1A LOAD, $C_{OUT} = (1) 10\mu\text{F}$ 1206 16V CERAMIC

**GAIN AND PHASE
(OUT2)**



1.05V OUTPUT, 2A LOAD, $C_{OUT} = (1) 22\mu\text{F}$ 1206 6V CERAMIC

MOSFET外付け、デュアル、 低電圧リニアレギュレータコントローラ

MAX8737

端子説明

端子	名称	機能
1	V _{CC}	アナログおよびドライバ電源入力。システム電源電圧(+5.0V)に接続してください。1μF以上のセラミックコンデンサでV _{CC} をアナロググランドにバイパスしてください。
2	CS1	LDO1用の正電流検出入力。(フォールドバック)電流制限をイネーブルするには、図1に示すようにCS1を電流検出素子の正端子に接続してください。10mV(typ)の電流制限スレッショルドを超えると、MAX8737のドライバはゲート電圧を低下させます。CS1がV _{CC} に接続されていると、MAX8737は電流制限保護をディセーブルし、出力低電圧保護をイネーブルします([IUV短絡保護]の項を参照)。
3	OUT1	LDO1用の出力フィードバック検出、負電流検出、および放電入力。リニアレギュレータ出力に直接接続してください。LDO1がディセーブルされると、OUT1は10Ωの内蔵FETを通じてGNDに放電されます。
4	REFIN1	LDO1用の外部リファレンス入力。REFIN1によって、メイン出力レギュレーション電圧が設定されます(V _{OUT1} = V _{REFIN1} となる)。
5	PGOOD2	LDO2用のオープンドレイン、パワーグッド出力。ソフトスタートまたはシャットダウン時に、出力電圧が標準レギュレーション点より12%(typ)を超えて、下回ると、PGOOD2はローになります。OUT2がレギュレーション電圧(REFIN2)に達した約2ms(typ)後に、出力がレギュレーション内にある限り、PGOOD2はハイインピーダンスになります。
6	PGOOD1	LDO1用のオープンドレイン、パワーグッド出力。ソフトスタートまたはシャットダウン時に、出力電圧が標準レギュレーション点より12%(typ)を超えて、下回ると、PGOOD1はローになります。OUT1がレギュレーション電圧(REFIN1)に達した約2ms(typ)後に、出力がレギュレーション内にある限り、PGOOD1はハイインピーダンスになります。
7	EN2	LDO2用のイネーブル入力。常時ONにするには、EN2をV _{CC} に接続してください。EN2がローに強制されると、リニアレギュレータはシャットダウンし、出力をグランドに強制します。
8	EN1	LDO1用のイネーブル入力。常時ONにするには、EN1をV _{CC} に接続してください。EN1がローに強制されると、リニアレギュレータはシャットダウンし、出力をグランドに強制します。
9	REFIN2	第2レギュレータ(LDO2)の外部リファレンス入力。REFIN2によって、メイン出力レギュレーション電圧が設定されます(V _{OUT2} = V _{REFIN2} となる)。
10	OUT2	第2レギュレータ(LDO2)用の出力検出、負電流検出入力、および放電入力。リニアレギュレータ出力に直接接続してください。LDO2がディセーブルされると、OUT2は10Ωの内蔵FETを通じてGNDに放電されます。
11	CS2	LDO2用の正電流検出入力。(フォールドバック)電流制限をイネーブルするには、図1に示すようにCS2を電流検出素子の正端子に接続してください。10mV(typ)の電流制限スレッショルドを超えると、MAX8737のドライバはゲート電圧を低下させます。CS2がV _{CC} に接続されていると、MAX8737は電流制限保護をディセーブルし、出力低電圧保護をイネーブルします([IUV短絡保護]の項を参照)。
12, 14	N.C.	内部で接続されていません。
13	DRV2	LDO2用の外付けnチャネル用ゲート駆動
15	GND	グランド。TQFNの裏面パッドをGNDに接続してください。
16	DRV1	LDO1用の外付けnチャネル用ゲート駆動
—	EP	エクスポーズドパッド。TQFNの裏面パッドをGNDに接続してください。

MOSFET外付け、デュアル、 低電圧リニアレギュレータコントローラ

詳細

MAX8737は、ノートブックコンピュータの低電圧電源用のデュアル、低ドロップアウト、外付けnチャンネルリニアレギュレータコントローラです。リニアレギュレータは、低電圧電源をデスクトップおよびノートブックCPUチップセット(V_{CCP} および V_{CC_MCH})に給電するために0.5V~2.5V($\pm 5\text{mV}$ 、無負荷)の出力を供給します。レギュレータは低入力電圧で動作するため、外付けnチャンネルMOSFETの電力消費も低減します。このコントローラは、5Vの標準システム電源から外付けMOSFET用ゲートドライバに給電します。

コントローラは、個別のイネーブル入力(EN_)、PGOOD出力(PGOOD_)、入力低電圧ロックアウト(UVLO)、および出力低電圧保護(UVP)を備えています。コントローラは、公称出力電圧(V_{OUT})を設定する調整可能なリファレンス入力(REFIN_)を採用しています。このため、コストが最低限に抑制され、安定性は出力電圧には依存しません。出力のUVPタイミングは、 V_{OUT} における電圧の大きさによって決まります。出力電圧が公称出力電圧(V_{REFIN})を下回ると、UVPはLDOを検出し、シャットダウンします。各リニアレギュレータは調整可能なソフトスタート機能を備え、リニアレギュレータが安定化すると通知する遅延機能を備えたPGOOD信号を生成します。MAX8737は電流検出入力($CS_$)と直列の外付け抵抗分圧器を使用して、フォールドバック電流制限保護を行い、短絡電力消費を効率的に低減します。MAX8737は、熱インピーダンスを低減し、コントローラと外付けMOSFET間の熱結合を向上するTQFNパッケージで提供されます。

REFIN入力

この低コストリニアレギュレータは公称出力電圧を設定する調整可能なリファレンス入力(REFIN_)を採用しています。このため、コストが最低限に抑制され、安定性が単純になります(安定性の計算には V_{OUT} は関係しません)。出力電圧の精度は、REFIN電圧を生成するソースの精度によって決まります。通常、多数の高精度リファレンスが、システム内の他の箇所(低電圧入力電源を供給するスイッチングレギュレータなど)から利用可能です。低い出力精度が許容される場合は、別の安定化出力電圧電源を分圧し、フィルタして使用してください。

出力電圧を設定するには、 $R2 = 100\text{k}\Omega$ と選択し、次式によって $R1$ を選択してください：

$$R1 = \left(\frac{V_{REF}}{V_{REFIN_}} - 1 \right) R2$$

ソフトスタート

LDOがアクティブになると、各DRV_が170 μA の標準ソフトスタート電流でGNDからプルアップされます。ソフトスタート電流によって出力電圧のスルーレートが制限され、外付けnチャンネルMOSFETを通じた初期電流スパイクも制限されます。またスルーレートは、DRV_端子に使用される補償コンデンサによっても制限されます。

起動時の最大ドレイン電流は、 C_{COMP} に対する C_{OUT} の比に、170 μA (typ)のソフトスタート電流 I_{SOFT} を乗算した値となります。

イネーブルおよびパワーグッド

MAX8737は、個別のイネーブル制御入力(EN1、EN2)を備えています。EN1をハイにすると、出力1がイネーブルされます。EN2をハイにすると出力2がイネーブルされます。各EN_がローに駆動されると、対応するDRV_とPGOOD_端子がGNDに強制され、出力は10 Ω のスイッチを通じて放電されます。

電源状態を示す独立したPGOOD_出力が2つあります。コントローラがイネーブルされた(EN_がハイに強制され、 V_{CC} がUVLOスレッショルドを超えた)2ms後に、PGOOD_はハイに強制され、出力は安定化されます。いずれかの出力がレギュレーション範囲外になると、対応するPGOOD_は即座にローになります。出力電圧が-12%(typ)の下限トリップスレッショルドを下回る場合、または V_{CC} がUVLOとなっているかあるいはEN_がローに強制されると、MAX8737はPGOOD_をローに強制されます。

ソフトストップ

EN_がローに駆動されるか、または V_{CC} がUVLOとなっているときは、MAX8737は10 Ω の内蔵スイッチを通じて出力を放電するソフトストップ機能をイネーブルします。出力の放電時間は、出力容量、出力負荷、および内蔵放電スイッチの正確な抵抗値によって決まります。放電速度を低下させるには、OUT_端子と直列に抵抗を追加してください。

5.0Vのバイアス電源電圧(V_{CC})

リニアレギュレータは、非常に低い入力電圧で動作します。 V_{IN} は最低1.2Vにすることができます。このため、十分なバイアスをゲートドライバに供給する5Vの第2電源が必要です。1 μF 以上のセラミックキャパシタンスによって V_{CC} 入力をローカルにデカップリングしてください。

電流制限

MAX8737は、電流検出用抵抗器の両端の電圧を監視する電流制限を備えています。この電流制限によって、

MOSFET外付け、デュアル、 低電圧リニアレギュレータコントローラ

MAX8737

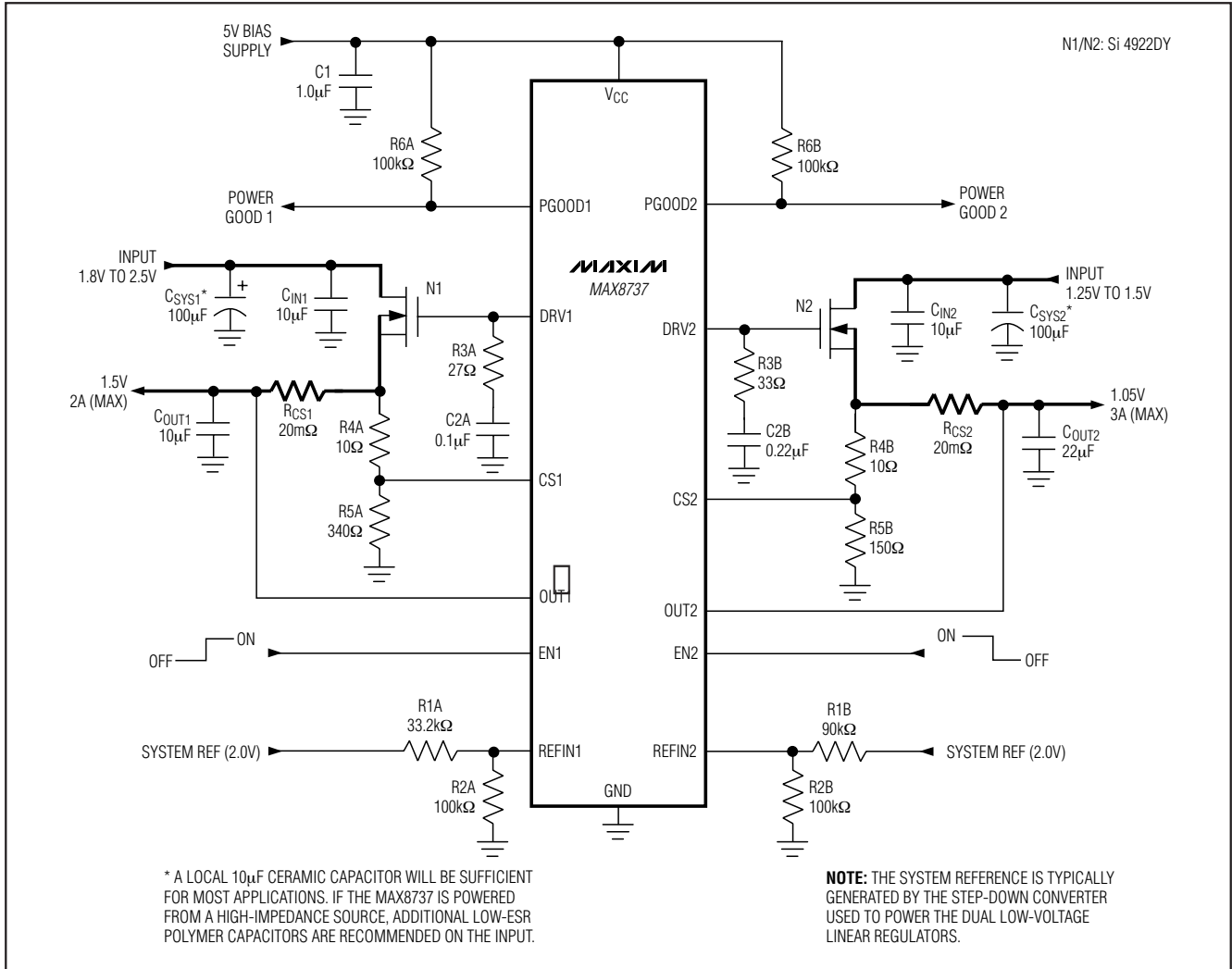


図1. 電流制限付き標準動作回路

$V_{CS_} - V_{OUT}$ は10mV(typ)に制限されます。ただし、短絡状態の場合は、外付けFETの両端間の電力消費は大幅に増加します。外付けFETを保護するために、MAX8737は外付け抵抗分圧器(図1を参照)を使って電流制限値をフォールドバックするため、電力消費全体が低減されます。フォールドバック抵抗回路は、短絡電流(I_{SHORT})、最大負荷電流(I_{MAX})、電流検出抵抗器(R_{CS})、10mV(± 3 mV)の電流制限スレッショルド(V_{LIM})、および外部リファレンス入力($REFIN_$)によって計算されます。図3を参照してください。

- 1) 次のように最大短絡電流に対して必要とする R_{CS} を決めてください:

$$R_{CS} = V_{LIM} / I_{SHORT}$$

- 2) $R1 = 10\Omega$ を選択し、次式で $R2$ を選択してください。

$$R2 = \frac{(V_{REFIN} + V_{LIM})R1}{I_{MAX}R_{CS} - V_{LIM}}$$

UVP短絡保護

コントローラで利用可能な2つのレベルの短絡UVPがあります。電流制限保護を使わない場合($CS_ = V_{CC}$ とする)は、出力低電圧タイムアウト保護がイネーブルされます。このため、レギュレータが短絡から保護されます。出力のUVPタイミングは、出力電圧降下の大きさによって決まります。UVP障害ラッチをクリアするには、各 $EN_$ 入力をトグルするか、または V_{CC} をUVLOスレッショルド以下にサイクルさせてください。

MOSFET外付け、デュアル、 低電圧リニアレギュレータコントローラ

MAX8737

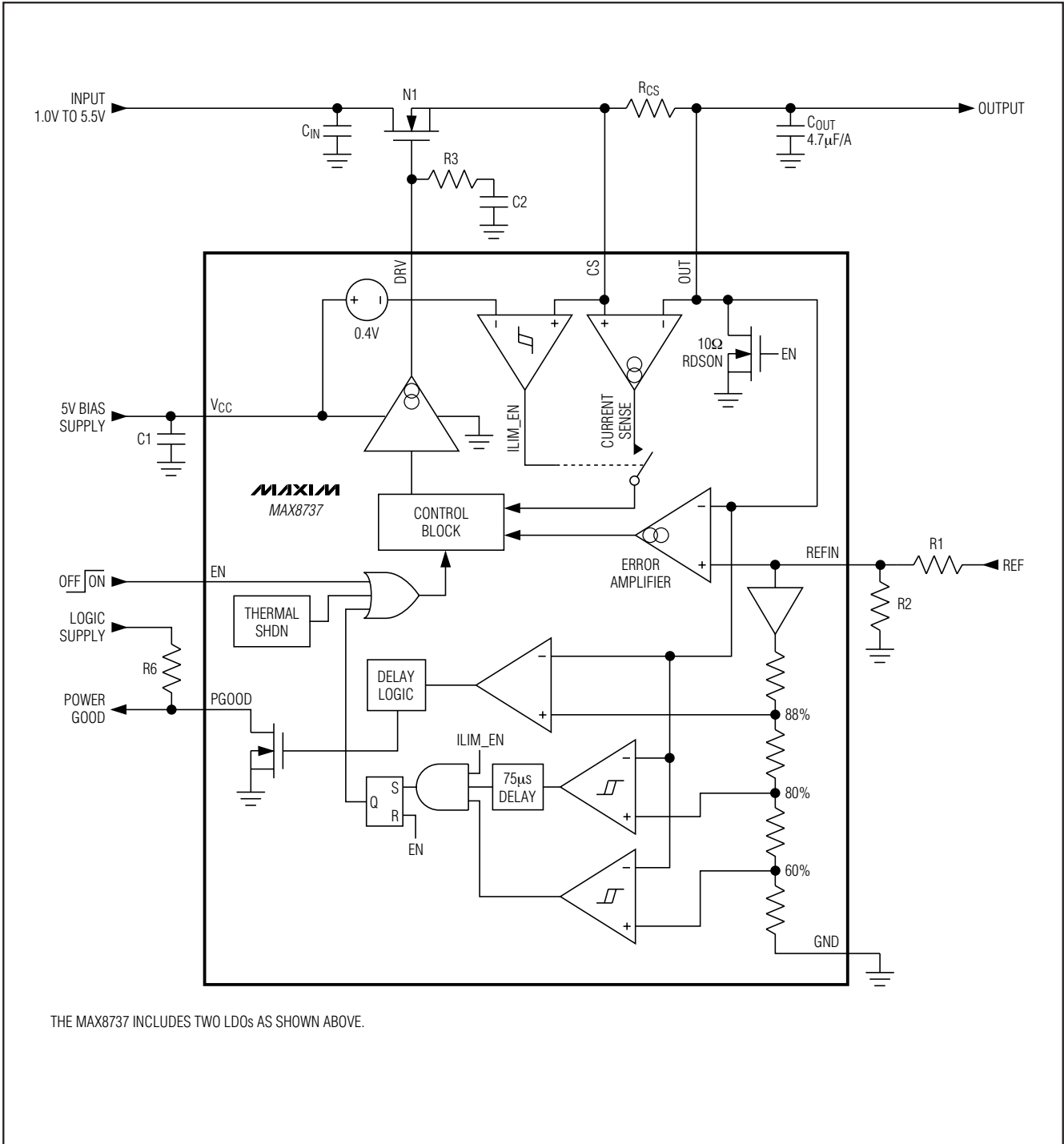


図2. ファンクションダイアグラム

MOSFET外付け、デュアル、 低電圧リニアレギュレータコントローラ

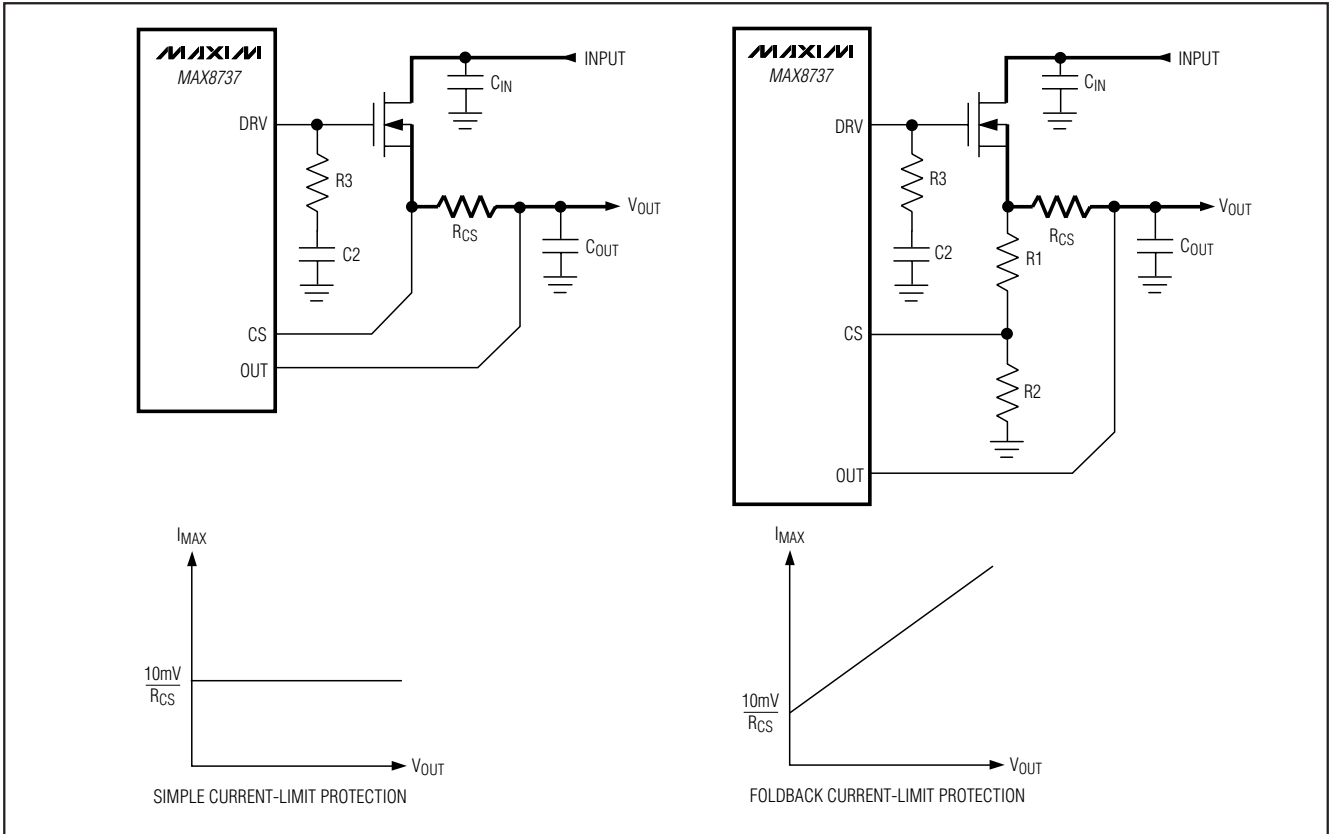


図3. 電流制限保護

低速UVP

出力が75 μ sの間、公称出力電圧(V_{REFIN})の80%を下回る場合は、MAX8737はLDOをシャットダウンし、DRV_端子をグランドに強制します。出力電圧が75 μ s以内に公称出力電圧(V_{REFIN})の80%を超えて回復する場合は、コントローラは負荷トランジエントを無視します。

高速UVP

出力電圧が約5 μ sの間、公称出力電圧(V_{REFIN})の60%を下回る場合は、MAX8737はすぐにシャットダウンし、DRV_端子をグランドに強制します。出力電圧が5 μ s以内に公称出力電圧(V_{REFIN})の80%を超えて回復する場合は、コントローラは負荷トランジエントを無視します。

熱保護

MAX8737は、熱インピーダンスを低減し、コントローラと外付けMOSFET間の熱結合を向上するTQFNパッケージで提供されます。コントローラのジャンクション温度が $T_J = +125^{\circ}\text{C}(\text{max})$ を超えると、熱センサは外付けパストラジスタをオフにするため、システムが冷却されます。コントローラのジャンクション温度

が約20 $^{\circ}\text{C}$ 低下すると、熱センサはパストラジスタを再びオンにします。

設計手順

入力コンデンサの選択(C_{IN})

通常、MAX8737はステップダウンレギュレータの出力から給電され、実質的にローインピーダンスソースが供給されます。 V_{IN} に接続する10 μF のローカルセラミックコンデンサと V_{BIAS} に接続する1.0 μF のセラミックコンデンサで、大部分のアプリケーションに十分なはずですが、リニアレギュレータがハイインピーダンス入力に接続されている場合は、入りに低ESRのポリマコンデンサを接続することを推奨します。

出力コンデンサの選択(C_{OUT})

安定性を維持し、優れた過渡応答を実現するには、MAX8737は出力に4.7 $\mu\text{F}/\text{A}$ (4.7 μF min)の低ESRセラミックコンデンサを必要とします。レギュレータは、最小値より大きい容量で安定した状態を維持します。優れた過渡応答を実現するための出力コンデンサを選択する際には、コンデンサのESRを最小化する必要があります。

MOSFET外付け、デュアル、 低電圧リニアレギュレータコントローラ

MAX8737

$$\Delta V_{OUT} = \Delta I_{OUT} \times ESR$$

ここで、 ΔI_{OUT} は最大ピークトゥピーク負荷電流ステップ、 ΔV_{OUT} は過渡出力電圧許容誤差です。

レギュレータ補償

補償回路(R3_、C2_)はカスタマイズ可能で、以下のように負荷およびMOSFET特性に依存します。

- 安定性を確保し、負荷ステップによるESR電圧降下を最小化する低 R_{ESR} のセラミック出力コンデンサの使用
- 外付けnチャネルMOSFETの強度(g_M)、その順方向トランスコンダクタンス(g_{FS})、およびゲート-ソース間容量(C_{GS})
- 内蔵回路ドライバのドライバトランスコンダクタンス(G_{MDRV})
- 負荷電流範囲(最小負荷を含む)： $I_{MIN} \sim I_{MAX}$

推奨手順

選択したトランジスタのデータシートから C_{GS} 、 g_{FS} 、 I_D を使用し、以下の式を使って測定された g_{FS} を実際に使用する g_M に変換してください：

- 選択したMOSFETをテストするために使われた順方向トランスコンダクタンス(g_{FS})、およびドレイン電流(I_D)を使って、LDOのトランスコンダクタンスを決定してください：

$$g_M = g_{FS} \sqrt{\frac{I_{MAX}}{I_D}}$$

- 出力コンデンサ(C_{OUT})、MOSFETのゲート-ソース間容量($C_{GS} = C_{ISS} - C_{RSS}$)、および最小のドライバトランスコンダクタンスに基づいて補償抵抗を計算してください：

$$R3 = \sqrt{\frac{C_{OUT}}{C_{GS} g_M \times 0.5S}}$$

- 最小負荷電流(I_{MIN})と上で計算した補償抵抗値を使って、補償容量を計算してください：

$$C2 = \frac{2V_T C_{OUT}}{I_{MIN} G_{MDRV} (R3)^2}$$

ここで、 $V_T = 25mV$ です。

例：下記の例を使って、図1の動作回路の安定性計算を検証します。

- $V_{OUT} = 1.05V$ と $I_{MAX} = 3A$ を選択すると、フォールドバック電流制限抵抗から最小負荷を求めることができます：

$$I_{MIN} = \frac{V_{OUT}}{R1 + R2} \approx 6mA$$

- 選択したMOSFET(Si4922DY)の場合は、 $C_{GS} = 2000pF$ (1.5Vにおいて)および $g_{FS} = 30S$ ($I_D = 8.8A$ において)：

$$g_M = 30S \sqrt{\frac{3A}{8.8A}} = 17.5S$$

- 出力コンデンサは、最低4.7 $\mu F/A$ である必要があります。このため、この設計では最低14.1 μF のコンデンサを使用する必要があります。最も近い標準コンデンサ値は22 μF です。
- 上記の動作条件と部品選択に基づいて、補償抵抗値は次の値とする必要があります：

$$R3 = \sqrt{\frac{22\mu F}{2nF \times 17.5S \times 0.5S}} = 35\Omega$$

- 最後に、補償コンデンサの値を選択してください：

$$C2 = \frac{2 \times 25mV \times 22\mu F}{6mA \times 1S \times (35\Omega)^2} = 0.15\mu F$$

外付けMOSFETの選択

MAX8737は、コストを削減するためにpチャネルMOSFETの代わりにnチャネルMOSFETを直列パストランジスタとして使用します。選択するMOSFETは、次に示す基準を満たすゲートスレッショルド電圧(必要とする最大負荷における)を備えている必要があります：

$$V_{GS_MAX} \leq V_{CC} - V_{OUT}$$

ここで、 V_{CC} はコントローラバイアス電圧で、 V_{GS_MAX} は製造メーカーのデータシートで規定されたオン抵抗(R_{DS_ON})を得るのに必要な最大ゲート電圧です。ドロップアウトになることを避けるために、入力-出力間電圧が下に示す条件を満たすようにしてください。ドロップアウトになると、出力電圧が次第に降下し、入力のリプルが出力のまま現れます。 R_{DS_ON} は正の温度係数(約0.5%/°C)を備えているため、最高動作ジャンクション温度での R_{DS_ON} の値を使用する必要があります：

MOSFET外付け、デュアル、 低電圧リニアレギュレータコントローラ

$$V_{IN_MIN} - V_{OUT_MAX} \geq I_{MAX}(R_{DSON_MAX} + R_{CS})$$

ここで、 V_{IN_MIN} はMOSFETのドレインでの最小入力電圧です。

MOSFETの電力消費

MAX8737の最大消費電力は、外付けnチャンネルMOSFETパッケージの熱抵抗、基板レイアウト、ダイと外気との温度差、および空気流速に依存します。MOSFETの消費電力は、次のようになります：

$$P_{DIS} = I_{OUT}(V_{IN} - V_{CSP})$$

最大許容電力消費は、次式から求められます：

$$R_{DIS(MAX)} = \frac{T_{J(MAX)} - T_A}{\theta_{JC} + \theta_{CA}}$$

ここで、 $T_{J(MAX)}$ は最高ジャンクション温度(+150°C)、 T_A は周囲温度、 θ_{JC} はダイジャンクションとパッケージケースの間の熱抵抗、 θ_{CA} はケースから外気に至る熱抵抗であり、プリント基板、銅線トレース、およびその他の材料までが含まれます。標準8ピンSOP MOSFETは標準で2W定格であり、また新しいパワーパッケージ (PowerPAK[®]、DirectFET[™])は最大5Wもの電力消費定格を実現することができます。電力消費を最適化するには、グランドとの熱接触に優れる広いグランドプレーンを使用し、広い入力/出力トレースを使用してください。プリント基板上の銅領域の追加は熱容量を大きくし、基板の熱抵抗を低減します。図4を参照してください。

プリント基板レイアウトのガイドライン

大電流経路と厳密な出力精度は大部分のアプリケーションに必要なため、プリント基板を綿密にレイアウトする必要があります。設計時間を短縮する評価キット (MAX8737EVKIT)も提供されます。大電流トレースのサイズを最小限に抑えて、有害な寄生インダクタンスの影響を低減するために、すべてのトレースをできる限り短くすることが重要です。流れる大電流によって、特に入力と出力の電位差が大きいときに、MOSFETはかなりの量の熱を消費します。MOSFETが生成した熱を放熱するには、広い銅領域を使って電源トレースを超幅広にしてください。表面実装パッケージで優れた電力消費を効率的に実現するには、多層基板上でMOSFETパッケージの真下に銅領域を配置して、ビアを通じて銅領域を接続してください。グランドプレーンを使うと、インピーダンスとインダクタンスが最小化されます。

通常の高パワーの考慮事項のほかに、高い出力精度を得るための次に示す4つのヒントがあります：

- C_{OUT} とのフィードバック接続は、短くかつ最短の直線にする。
- 各REFIN_端子の近くにリファレンス入力抵抗を配置する。
- DRV_端子の近くにRCとCCを配置する。
- 高精度を得るために、REFIN_およびDRV_トレースをノイズの多い電源から分離する。

PowerPAKはVishay Siliconixの登録商標です。

DirectFETはInternational Rectifier Corp.の商標です。

MOSFET外付け、デュアル、 低電圧リニアレギュレータコントローラ

MAX8737

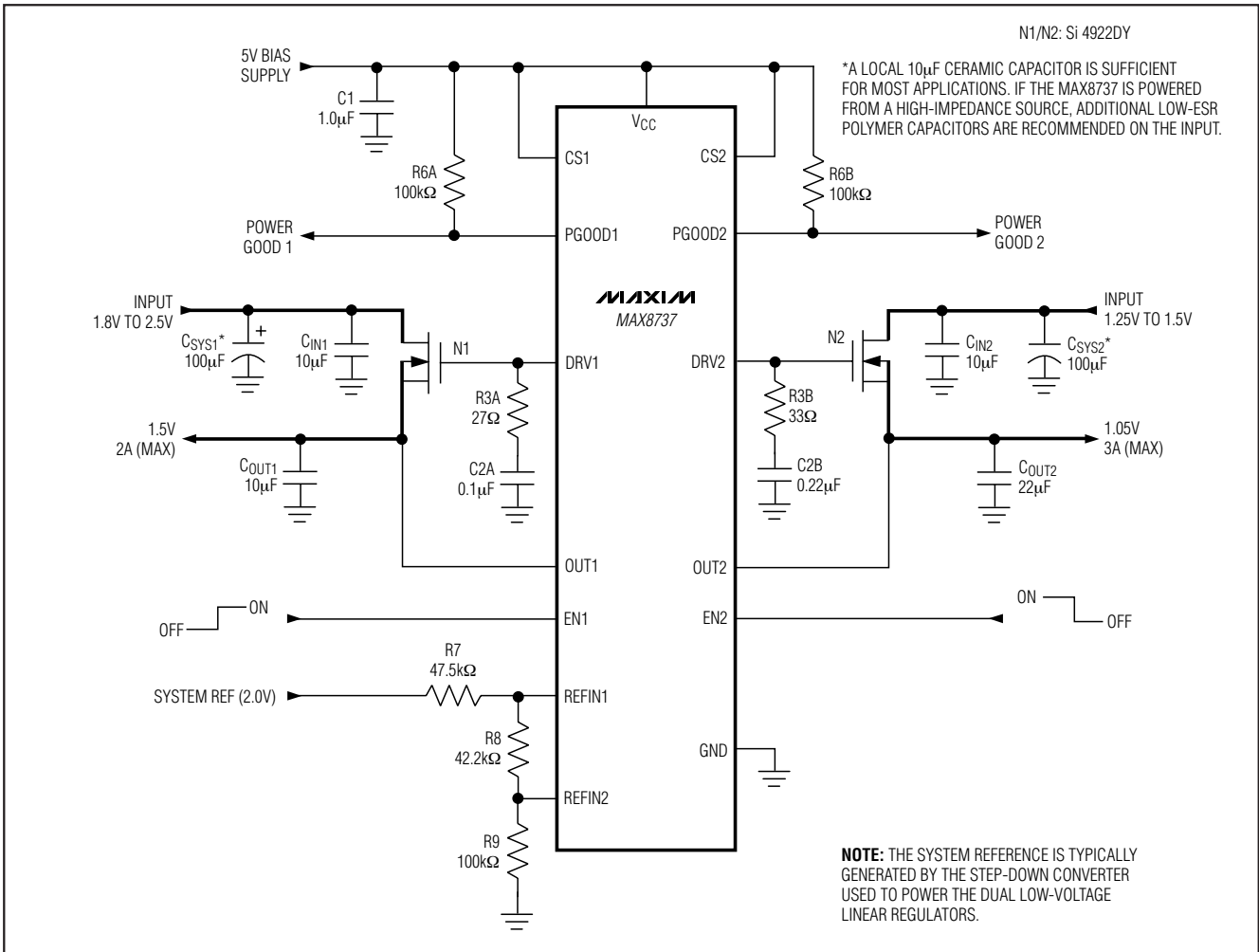


図4. 出力低電圧保護付き標準動作回路

チップ情報

TRANSISTOR COUNT: 1562

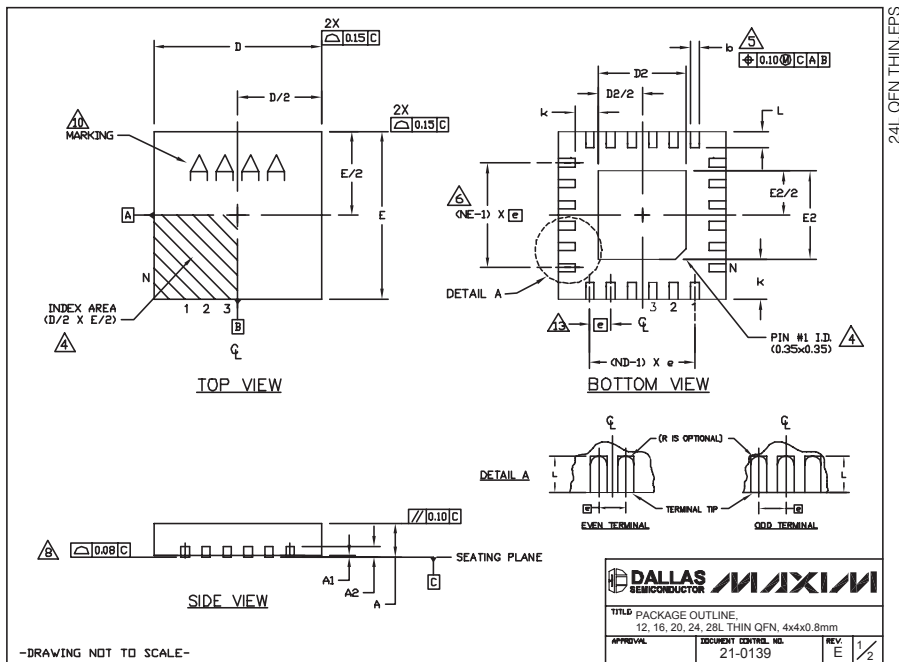
PROCESS: BiCMOS

MOSFET外付け、デュアル、 低電圧リニアレギュレータコントローラ

MAX8737

パッケージ

(このデータシートに掲載されているパッケージ仕様は、最新版が反映されているとは限りません。最新のパッケージ情報は、japan.maxim-ic.com/packagesをご参照下さい。)



COMMON DIMENSIONS															
PKG REF.	12L 4x4			16L 4x4			20L 4x4			24L 4x4			28L 4x4		
	MIN.	NDM.	MAX.	MIN.	NDM.	MAX.	MIN.	NDM.	MAX.	MIN.	NDM.	MAX.	MIN.	NDM.	MAX.
A	0.70	0.75	0.80	0.70	0.75	0.80	0.70	0.75	0.80	0.70	0.75	0.80	0.70	0.75	0.80
A1	0.0	0.02	0.05	0.0	0.02	0.05	0.0	0.02	0.05	0.0	0.02	0.05	0.0	0.02	0.05
AE	0.20 REF.			0.20 REF.			0.20 REF.			0.20 REF.			0.20 REF.		
b	0.25	0.30	0.35	0.25	0.30	0.35	0.20	0.25	0.30	0.18	0.23	0.30	0.15	0.20	0.25
D	3.90	4.00	4.10	3.90	4.00	4.10	3.90	4.00	4.10	3.90	4.00	4.10	3.90	4.00	4.10
E	3.90	4.00	4.10	3.90	4.00	4.10	3.90	4.00	4.10	3.90	4.00	4.10	3.90	4.00	4.10
e	0.80 BSC.			0.65 BSC.			0.50 BSC.			0.50 BSC.			0.40 BSC.		
k	0.25	-	-	0.25	-	-	0.25	-	-	0.25	-	-	0.25	-	-
L	0.45	0.55	0.65	0.45	0.55	0.65	0.45	0.55	0.65	0.30	0.40	0.50	0.30	0.40	0.50
N	12	16	20	16	20	24	20	24	28	24	28	32	28	32	36
ND	3	4	5	4	5	6	5	6	7	6	7	8	7	8	9
NE	3	4	5	4	5	6	5	6	7	6	7	8	7	8	9
WGGB	VGGB			VGGC			WGGD-1			WGGD-2			WGGE		

EXPOSED PAD VARIATIONS							
PKG CODES	D2		E2		DOWN BOND ALLOWED		
	MIN.	NDM.	MAX.	MIN.	NDM.	MAX.	
T1244-3	1.95	2.10	2.25	1.95	2.10	2.25	YES
T1244-4	1.95	2.10	2.25	1.95	2.10	2.25	NO
T1644-3	1.95	2.10	2.25	1.95	2.10	2.25	YES
T1644-4	1.95	2.10	2.25	1.95	2.10	2.25	NO
T2044-2	1.95	2.10	2.25	1.95	2.10	2.25	YES
T2044-3	1.95	2.10	2.25	1.95	2.10	2.25	YES
T2444-2	1.95	2.10	2.25	1.95	2.10	2.25	YES
T2444-3	2.45	2.60	2.63	2.45	2.60	2.63	YES
T2444-4	2.45	2.60	2.63	2.45	2.60	2.63	NO
T2844-1	2.50	2.60	2.70	2.50	2.60	2.70	NO

NOTES:

- DIMENSIONING & TOLERANCING CONFORM TO ASME Y14.5M-1994.
- ALL DIMENSIONS ARE IN MILLIMETERS. ANGLES ARE IN DEGREES.
- N IS THE TOTAL NUMBER OF TERMINALS.
- THE TERMINAL #1 IDENTIFIER AND TERMINAL NUMBERING CONVENTION SHALL CONFORM TO JEDEC 95-1 SPP-012. DETAILS OF TERMINAL #1 IDENTIFIER ARE OPTIONAL, BUT MUST BE LOCATED WITHIN THE ZONE INDICATED. THE TERMINAL #1 IDENTIFIER MAY BE EITHER A MOLD OR MARKED FEATURE.
- DIMENSION b APPLIES TO METALLIZED TERMINAL AND IS MEASURED BETWEEN 0.25 mm AND 0.30 mm FROM TERMINAL TIP.
- ND AND NE REFER TO THE NUMBER OF TERMINALS ON EACH D AND E SIDE RESPECTIVELY.
- DEPOPULATION IS POSSIBLE IN A SYMMETRICAL FASHION.
- COPLANARITY APPLIES TO THE EXPOSED HEAT SINK SLUG AS WELL AS THE TERMINALS.
- DRAWING CONFORMS TO JEDEC M0220, EXCEPT FOR T2444-3, T2444-4 AND T2844-1.
- MARKING IS FOR PACKAGE ORIENTATION REFERENCE ONLY.
- COPLANARITY SHALL NOT EXCEED 0.08mm
- WARPAGE SHALL NOT EXCEED 0.10mm
- LEAD CENTERLINES TO BE AT TRUE POSITION AS DEFINED BY BASIC DIMENSION "e", ±0.05.
- NUMBER OF LEADS SHOWN ARE FOR REFERENCE ONLY.

DALLAS SEMICONDUCTOR MAXIM

TITLIP PACKAGE OUTLINE
12, 16, 20, 24, 28L THIN QFN, 4x4x0.8mm

APPROVAL DOCUMENT CONTROL NO. 21-0139 REV. E 2/2

-DRAWING NOT TO SCALE-

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

マキシムは完全にマキシム製品に組み込まれた回路以外の回路の使用について一切責任を負いかねます。回路特許ライセンスは明言されていません。マキシムは随時予告なく回路及び仕様を変更する権利を留保します。

Maxim Integrated Products, 120 San Gabriel Drive, Sunnyvale, CA 94086 408-737-7600 15

© 2005 Maxim Integrated Products, Inc. All rights reserved. MAXIM is a registered trademark of Maxim Integrated Products, Inc.