

## 3V~80V、5A、高効率同期整流式降圧 DC/DC コンバータ

### 特長

- ▶ ソリューション・サイズとコストを低減
  - ▶ ショットキー不要の同期整流動作
  - ▶ 補償部品を内蔵
  - ▶ セラミック・コンデンサのみを使用した小型レイアウトが可能
  - ▶ 可変出力範囲：0.6V~ $V_{IN}$ の90%
  - ▶ 外部クロック同期を使用した可変周波数：300kHz~1.5MHz
  - ▶ IN ピンの対称配置で EMI に対応
  - ▶ 4mm × 4mm の 18 ピン FC2QFN パッケージ
- ▶ 消費電力を低減
  - ▶ ピーク効率：92% ( $V_{IN} = 48V$ ,  $V_{OUT} = 5V$ )
  - ▶ スイッチング周波数変調 (SFM) モードで軽負荷効率が向上
  - ▶ 外部バイアス入力で効率が向上
- ▶ ダイ温度モニタリング
- ▶ 過酷な産業環境でも信頼性の高い動作
  - ▶ ヒカップ・モードによる過負荷保護機能を内蔵
  - ▶ プログラマブルなソフトスタート
  - ▶ RESET/TJ ピンによる出力電圧モニタリング機能を内蔵
  - ▶ 設定可能な EN/UVLO 閾値
  - ▶ CISPR32 (EN55032) クラス B の伝導エミッションおよび放射エミッションに準拠
  - ▶ 工業用の広い動作周囲温度範囲：-40°C~+125°C
  - ▶ ジャンクション温度範囲：-40°C~+150°C

### 概要

MAX17795 は、MOSFET を内蔵した高効率、高電圧の同期整流式降圧 DC/DC コンバータで、3V~80V の入力電圧範囲で動作します。本デバイスは、最大 5A の電流を供給し、0.6V から  $V_{IN}$  の 90% までの範囲で出力電圧を生成できます。

本デバイスは、強制パルス幅変調 (PWM) モードまたはスイッチング周波数変調 (SFM) モードの動作にデバイスをプログラムし、内部クロックを外部クロックに同期させるのに使用できる、MODE/SYNC ピンを備えています。本デバイスは、コンバータをオン/オフするのに必要な入力電圧をプログラムできる、イネーブル/入力低電圧ロックアウト (EN/UVLO) ピンを備えています。また、起動中の突入電流を抑制するソフトスタート (SS) ピンも備えています。更に、本デバイスは、出力電圧またはダイ温度の状況をモニタするのに使用できる RESET/TJ ピンを備えています。ダイ温度モニタにより、シリコン・ダイの温度を直接測定でき、理論的な推定に頼らずに、堅牢で信頼できる電源設計が可能になります。

### アプリケーション

- ▶ 産業用機器、アビオニクス（航空電子機器）、重機
- ▶ ファクトリ・オートメーションおよびビルディング・オートメーション
- ▶ モータ・コントロール
- ▶ 汎用電源

### 簡略アプリケーション回路図

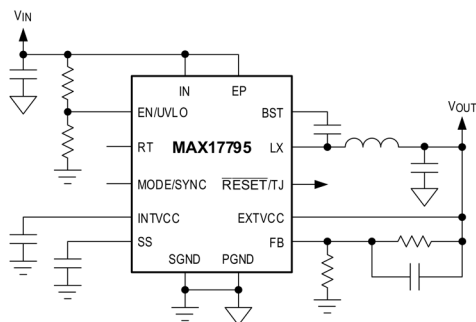


図 1. 標準アプリケーション回路

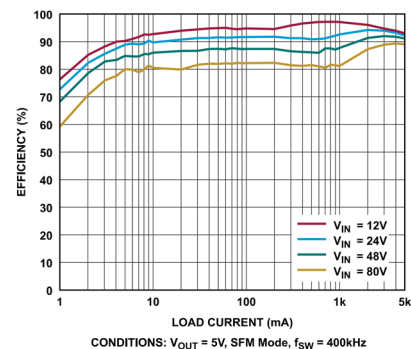


図 2. 効率と負荷電流の関係 (図 30 の回路)

## 目次

特長.....	1
概要.....	1
アプリケーション.....	1
簡略アプリケーション回路図.....	1
改訂履歴.....	3
仕様.....	4
絶対最大定格.....	8
ピン配置およびピン機能の説明.....	9
端子説明.....	9
機能図.....	11
代表的な性能特性.....	12
詳細説明.....	16
モード選択および外部クロック同期 (MODE/SYNC) .....	16
PWM モードの動作.....	16
SFM モードの動作.....	17
リニア・レギュレータ (INTVCC および EXTVCC) .....	17
スイッチング周波数の設定 (RT) .....	18
動作入力電圧範囲.....	18
過電流保護 (OCP) / ヒカップ・モード.....	19
RESET出力およびダイ温度モニタ (RESET/TJ) .....	19
プリバイアス出力.....	19
サーマル・シャットダウン保護.....	20
アプリケーション情報.....	20
入力コンデンサの選択.....	20
インダクタの選択.....	20
出力コンデンサの選択.....	21
ソフトスタート・コンデンサの選択.....	21
入力低電圧ロックアウト・レベルの設定.....	22
出力電圧の調整.....	22
消費電力.....	23
プリント基板 (PCB) レイアウト時のガイドライン.....	23
代表的なアプリケーション回路.....	25
外形寸法.....	27
ランド・パターン.....	29
オーダー・ガイド.....	30

## 改訂履歴

版数	改訂日	説明	改訂ページ
0	11/25	初版発行	-

## 仕様

表 1. 電気的特性

( $V_{IN} = 24V$ 、 $V_{EN/UVLO} = 24V$ 、 $C_{INTVCC} = 2.2\mu F$ 、 $V_{SGND} = V_{PGND} = V_{MODE/SYNC} = V_{EXTVCC} = 0V$ 、 $V_{FB} = 0.64V$ 、 $LX = SS = \overline{RESET}/TJ = R_{RT} = \text{オープン}$ 、 $V_{BST}$  と  $V_{LX}$  の間の電圧 = 1.8V、 $T_A = -40^\circ C \sim 125^\circ C$ 。代表値は  $T_A = +25^\circ C$  の値です。特に指定のない限り、電圧は全て SGND 基準です。)

PARAMETER	SYMBOL	CONDITIONS/COMMENTS	MIN	TYP	MAX	UNITS
<b>INPUT SUPPLY (IN)</b>						
Input Voltage Range	$V_{IN}$		3		80	V
Input Shutdown Current	$I_{IN-SH}$	$V_{EN/UVLO} = 0V$ (Shutdown mode)		4.5	14	$\mu A$
No Load IN Pin Current (See <a href="#">Figure 32</a> )	$I_{IN-SFM}$	MODE/SYNC = Open, $V_{IN} = 48V$		31		$\mu A$
	$I_{IN-PWM}$	$V_{MODE/SYNC} = 0V$ , $V_{IN} = 48V$		12.5		mA
Input UVLO	$V_{IN-UVLO-R}$	$V_{IN}$ rising	2.7	2.8	2.9	V
	$V_{IN-UVLO-F}$	$V_{IN}$ falling	2.45	2.55	2.65	
<b>ENABLE/UNDERVOLTAGE LOCKOUT (EN/UVLO)</b>						
EN/UVLO Threshold	$V_{ENR}$	$V_{EN/UVLO}$ rising	1.22	1.25	1.28	V
EN/UVLO Threshold	$V_{ENF}$	$V_{EN/UVLO}$ falling	1.12	1.15	1.18	V
EN/UVLO Input Leakage Current	$I_{EN}$	$V_{EN/UVLO} = 0V$ , $T_A = +25^\circ C$	-100	0	+100	nA
<b>LINEAR REGULATORS (INTVCC, EXTVCC)</b>						
INTVCC Output Voltage Range	$V_{INTVCC}$	$3 \leq V_{IN} \leq 80V$ , $I_{INTVCC} = 1mA$	1.74	1.8	1.86	V
		$V_{IN} = 3V$ , $1mA \leq I_{INTVCC} \leq 20mA$	1.74	1.8	1.86	
		$2.35 \leq V_{EXTVCC} \leq 24V$ , $I_{INTVCC} = 1mA$	1.74	1.8	1.86	
INTVCC Undervoltage Threshold	$V_{INTVCC-UVR}$	$V_{INTVCC}$ rising	1.61	1.64	1.69	V
	$V_{INTVCC-UVF}$	$V_{INTVCC}$ falling	1.545	1.58	1.625	
EXTVCC Voltage Range	$V_{EXTVCC}$		2.35		25.5	V
EXTVCC Switchover Threshold	$V_{EXTVCC-UVR}$	$V_{EXTVCC}$ rising	2.25	2.3	2.35	V
	$V_{EXTVCC-UVF}$	$V_{EXTVCC}$ falling	2.15	2.2	2.25	

( $V_{IN} = 24V$ ,  $V_{EN/UVLO} = 24V$ ,  $C_{INTVCC} = 2.2\mu F$ ,  $V_{SGND} = V_{PGND} = V_{MODE/SYNC} = V_{EXTVCC} = 0V$ ,  $V_{FB} = 0.64V$ ,  $LX = SS = \overline{RESET/TJ} = R_{RT} = \text{オープン}$ ,  $V_{BST}$  と  $V_{LX}$  の間の電圧 = 1.8V,  $T_A = -40^\circ C \sim 125^\circ C$ 。代表値は  $T_A = +25^\circ C$  での値です。特に指定のない限り、電圧は全て SGND 基準です!。))

PARAMETER	SYMBOL	CONDITIONS/COMMENTS	MIN	TYP	MAX	UNITS
<b>HIGH-SIDE AND LOW-SIDE MOSFETS</b>						
High-Side nMOS On-Resistance	$R_{DS-ONH}$	$I_{LX} = 1A$ , sourcing		80	150	mΩ
Low-Side nMOS On-Resistance	$R_{DS-ONL}$	$I_{LX} = 1A$ , sinking		40	80	mΩ
LX Leakage Current	$I_{LX\_LKG}$	$V_{IN} = 80V$ , $V_{LX} = (V_{PGND} + 1)V$ to $(V_{IN} - 1)V$ , $T_A = +25^\circ C$ , $V_{EN} = 0$	-5		+5	μA
<b>SOFT-START (SS)</b>						
Charging Current	$I_{SS}$	$V_{SS} = 0.3V$	4.6	5	5.35	μA
<b>FEEDBACK (FB)</b>						
FB Regulation Voltage	$V_{FB-REG}$		0.592	0.598	0.604	V
FB Input Bias Current	$I_{FB}$	$V_{FB} = 1V$ , $T_A = +25^\circ C$	-50		+50	nA
<b>MODE SELECTION AND EXTERNAL CLOCK SYNCHRONIZATION (MODE/SYNC)</b>						
MODE Threshold	$V_{M-SFM}$	SFM Mode	1.3			V
	$V_{M-PWM}$	PWM Mode			0.5	
SYNC Frequency Capture Range	$f_{SYNC}$	$f_{SW}$ set by $R_{RT}$ <sup>2</sup>	$1.1 \times f_{SW}$		$1.4 \times f_{SW}$	kHz
SYNC High Pulse Width	$t_{SYNC\_H}$		100			ns
SYNC Low Pulse Width	$t_{SYNC\_L}$		100			ns
SYNC Threshold	$V_{IH}$		1.3			V
	$V_{IL}$				0.5	
<b>CURRENT LIMIT</b>						
Peak Current-Limit Threshold	$I_{PEAK-LIMIT}$		6.25	7.1	7.95	A
Valley Current-Limit Threshold	$I_{VALLEY-LIMIT}$	SFM Mode	0	70	200	mA
		PWM Mode	-2.4	-3	-3.45	A

( $V_{IN} = 24V$ ,  $V_{EN/UVLO} = 24V$ ,  $C_{INTVCC} = 2.2\mu F$ ,  $V_{SGND} = V_{PGND} = V_{MODE/SYNC} = V_{EXTVCC} = 0V$ ,  $V_{FB} = 0.64V$ ,  $LX = SS = \overline{RESET}/TJ = R_{RT} =$  オープン、 $V_{BST}$  と  $V_{LX}$  の間の電圧 = 1.8V、 $T_A = -40^{\circ}C \sim 125^{\circ}C$ 。代表値は  $T_A = +25^{\circ}C$  での値です。特に指定のない限り、電圧は全て SGND 基準です!。))

PARAMETER	SYMBOL	CONDITIONS/COMMENTS	MIN	TYP	MAX	UNITS
<b>SWITCHING FREQUENCY (RT)</b>						
Switching Frequency	$f_{SW}$	$R_{RT} = 102k\Omega$	280	300	320	kHz
		$R_{RT} = 16.9k\Omega$	1330	1450	1570	
		$R_{RT} = \text{Open}$	370	400	430	
$V_{FB}$ Hiccup Threshold	$V_{FB-HICF}$	$V_{FB}$ falling	0.35	0.36	0.37	V
Hiccup Timeout				130		ms
Minimum On-Time	$t_{ON-MIN}$			80	110	ns
Minimum Off-Time	$t_{OFF-MIN}$			130	150	ns
LX Dead Time	$LX_{DT}$			3		ns
<b>OUTPUT VOLTAGE MONITOR AND DIE TEMPERATURE MONITOR (<math>\overline{RESET}/TJ</math>)</b>						
$\overline{RESET}$ Output Level Low	$V_{\overline{RESET}L}$	$I_{\overline{RESET}} = 10mA$			0.6	V
$\overline{RESET}$ Output leakage Current	$I_{\overline{RESET}LKG}$	$T_A = T_J = 25^{\circ}C$ $V_{\overline{RESET}} = 5V$	-50		50	nA
FB Threshold for $\overline{RESET}$ Deassertion	$V_{FB-OKR}$	$V_{FB}$ Rising	93.3	95	96.7	%
FB Threshold for $\overline{RESET}$ Assertion	$V_{FB-OKF}$	$V_{FB}$ Falling	90	91.7	93.3	%
$\overline{RESET}$ Delay after FB Reaches $V_{FB-OKR}$				2		ms
$\overline{RESET}/TJ$ Pin Voltage	$V_{T25}$	$T_A = +25^{\circ}C$ ; $\overline{RESET}/TJ = 20k\Omega$ connected to SGND	580	595	610	mV
$\overline{RESET}/TJ$ Pin Voltage Variation with respect to Die Temperature	$dV_{TJ}/dt$	25 $^{\circ}C$ to 125 $^{\circ}C$		2		mV/ $^{\circ}C$
<b>THERMAL SHUTDOWN (TEMPERATURE)</b>						
Thermal Shutdown Threshold		Temperature rising		165		$^{\circ}C$

( $V_{IN} = 24V$ 、 $V_{EN/UVLO} = 24V$ 、 $C_{INTVCC} = 2.2\mu F$ 、 $V_{SGND} = V_{PGND} = V_{MODE/SYNC} = V_{EXTVCC} = 0V$ 、 $V_{FB} = 0.64V$ 、 $LX = SS = \overline{RESET}/TJ = R_{RT} =$  オープン、 $V_{BST}$  と  $V_{LX}$  の間の電圧 =  $1.8V$ 、 $T_A = -40^{\circ}C \sim 125^{\circ}C$ 。代表値は  $T_A = +25^{\circ}C$  での値です。特に指定のない限り、電圧は全て  $SGND$  基準です!。))

PARAMETER	SYMBOL	CONDITIONS/COMMENTS	MIN	TYP	MAX	UNITS
Thermal Shutdown Hysteresis				20		$^{\circ}C$

<sup>1</sup> 電氣的仕様は、 $T_A = +25^{\circ}C$  での製造テストに基づいています。動作温度範囲全体の仕様は設計と特性評価により確保されています。

<sup>2</sup> 許容される最大の外部クロック周波数は  $1.5MHz$  です。

## 絶対最大定格

表 2. 絶対最大定格

PARAMETER	RATING
IN to PGND	-0.3V to +85V
EN/UVLO to SGND	-0.3 to ( $V_{IN} + 0.3V$ )
LX to PGND	-0.3V to ( $V_{IN} + 0.3V$ )
EXTVCC to SGND	-14V to +26.5V
BST to PGND	-0.3V to +87V
BST to LX	-0.3V to +2.2V
BST to INTVCC	-0.3V to +85V
FB, SS, INTVCC, RT to SGND	-0.3V to +2.2V
$\overline{\text{RESET}}$ /TJ, MODE/SYNC, to SGND	-0.3V to +6V
PGND to SGND	-0.3V to +0.3V
LX Total RMS Current	7A
Output Short-Circuit Duration	Continuous
Continuous Power Dissipation (Multilayer Board) ( $T_A = +70^\circ\text{C}$ , derate 52.6mW/ $^\circ\text{C}$ above +70 $^\circ\text{C}$ )	4210mW
Operating Temperature Range <sup>1</sup>	-40 $^\circ\text{C}$ to 125 $^\circ\text{C}$
Junction Temperature	+150 $^\circ\text{C}$
Storage Temperature Range	-65 $^\circ\text{C}$ to +150 $^\circ\text{C}$
Lead Temperature (soldering, 10s)	+300 $^\circ\text{C}$
Soldering Temperature (reflow)	+260 $^\circ\text{C}$

<sup>1</sup> ジャンクション温度が+125 $^\circ\text{C}$ を超えると、動作寿命が短くなります。

## ピン配置およびピン機能の説明

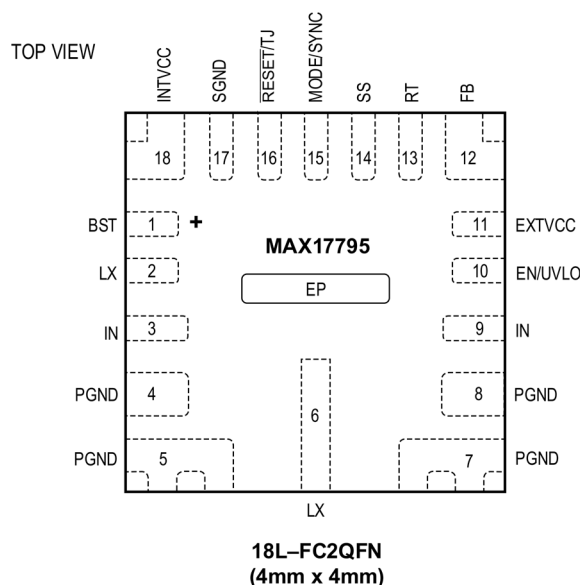


図 3. MAX17795 のピン配置

## 端子説明

端子	名称	説明
1	BST	ブートストラップ・コンデンサ・ピン。BST と LX (2 番ピン) の間に 0.1 $\mu$ F のセラミック・コンデンサを接続します。
2, 6	LX	スイッチング・ノード・ピン。LX (2 番ピン) はブートストラップ・コンデンサの一端に接続します。LX (6 番ピン) はインダクタのスイッチ側に接続します。
3, 9	IN	電源入力ピン。MAX17795 には、0.1 $\mu$ F の入力バイパス・コンデンサが 2 つ必要です。1 つは、IN (3 番ピン) と PGND (4 番、5 番ピン) の間に配置する必要があります。もう 1 つは、IN (9 番ピン) と PGND (7 番、8 番ピン) の間に配置する必要があります。これらのコンデンサは、MAX17795 のできるだけ近くに配置してください。入力コンデンサ (4.7 $\mu$ F を 3 つ以上) は、入力電源配線パターンに沿って MAX17795 の近くに配置する必要があります。IN ピン (3 番、9 番) はプレーンを使用して EP に接続します。レイアウト例については、 <a href="#">MAX17795 評価用ボード</a> のユーザ・ガイドを参照してください。
4, 5, 7, 8	PGND	電源グランド・ピン。PGND ピンは電源グランド・プレーンに接続します。レイアウト例については、 <a href="#">MAX17795 評価用ボード</a> のユーザ・ガイドを参照してください。
10	EN/UVLO	イネーブル/低電圧ロックアウト・ピン。EN/UVLO ピンをハイにすると、本デバイスがイネーブルになります。IN ピンと SGND ピンの間にある抵抗分圧器の中央に接続して、本デバイスがオンになる入力電圧を設定します。ローに引き下げると、本デバイスがディスエーブルになります。
11	EXTVCC	EXT-LDO 用の外部バイアス入力。2.5V~24V の出力電圧範囲では、効率を向上させるため EXTVCC ピンをコンバータの出力電圧ノードに接続してください。EXTVCC 機能を使用しない場合は、EXTVCC ピンを SGND ピンに接続します。

12	FB	フィードバック入力ピン。出力と SGND ピンの間にある外付け抵抗分圧器の中央ノードに FB ピンを接続して、出力電圧を設定します。
13	RT	スイッチング周波数プログラミング用の入力ピン。RT ピンと SGND ピンの間に抵抗を接続して、コンバータのスイッチング周波数を 300kHz~1.5MHz の範囲で設定します。RT ピンをオープンのままにすると、デフォルトの周波数 400kHz で動作します。
14	SS	ソフトスタート入力ピン。SS ピンと SGND ピンの間にコンデンサを接続してソフトスタート時間を設定します。
15	MODE/SYNC	モード選択入力/外部クロック同期入力ピン。MODE/SYNC ピンで、デバイスが PWM モードまたは SFM モードで動作するように設定します。MODE/SYNC を SGND に接続すると、どのような負荷でも定周波数 PWM モードで動作します。MODE/SYNC ピンをオープンにしておくと、軽負荷時に SFM モードで動作します。 MODE/SYNC ピンは、コンバータを外部クロックに同期させるために使用することもできます。
16	$\overline{\text{RESET/TJ}}$	オーブンドレイン・ステータス出力/ダイ温度モニタ出力ピン。このピンは、出力電圧のステータスまたはダイ温度をモニタするのに使用できます。この 2 つの機能は同時には使用できません。 出力電圧の状態は、プルアップ抵抗を介して $\overline{\text{RESET/TJ}}$ ピンを電源に接続するとモニタできます。 $\overline{\text{RESET/TJ}}$ 出力は、FB ノードの電圧がその設定値の 92% を下回るとローになります。 $\overline{\text{RESET/TJ}}$ は、FB がその設定値の 95% を超えた 2ms 後にハイになります。 ダイ温度は、 $\overline{\text{RESET/TJ}}$ ピンと SGND の間に 20k $\Omega$ の抵抗を接続するとモニタできます。
17	SGND	信号グランド。
18	INTVCC	1.8V リニア・レギュレータの出力ピン。INTVCC と SGND の間に 2.2 $\mu\text{F}$ 以上のセラミック・コンデンサを接続します。このリニア・レギュレータは、INTVCC ピンにつながる外部負荷をサポートしません。
—	EP	内部で IN ピン (3 番、9 番) に接続された露出パッド。EP はプレーンを使用して PCB の IN ピンに必ず接続してください。レイアウト例については、 <a href="#">MAX17795 評価用ボード</a> のユーザ・ガイドを参照してください。

機能図

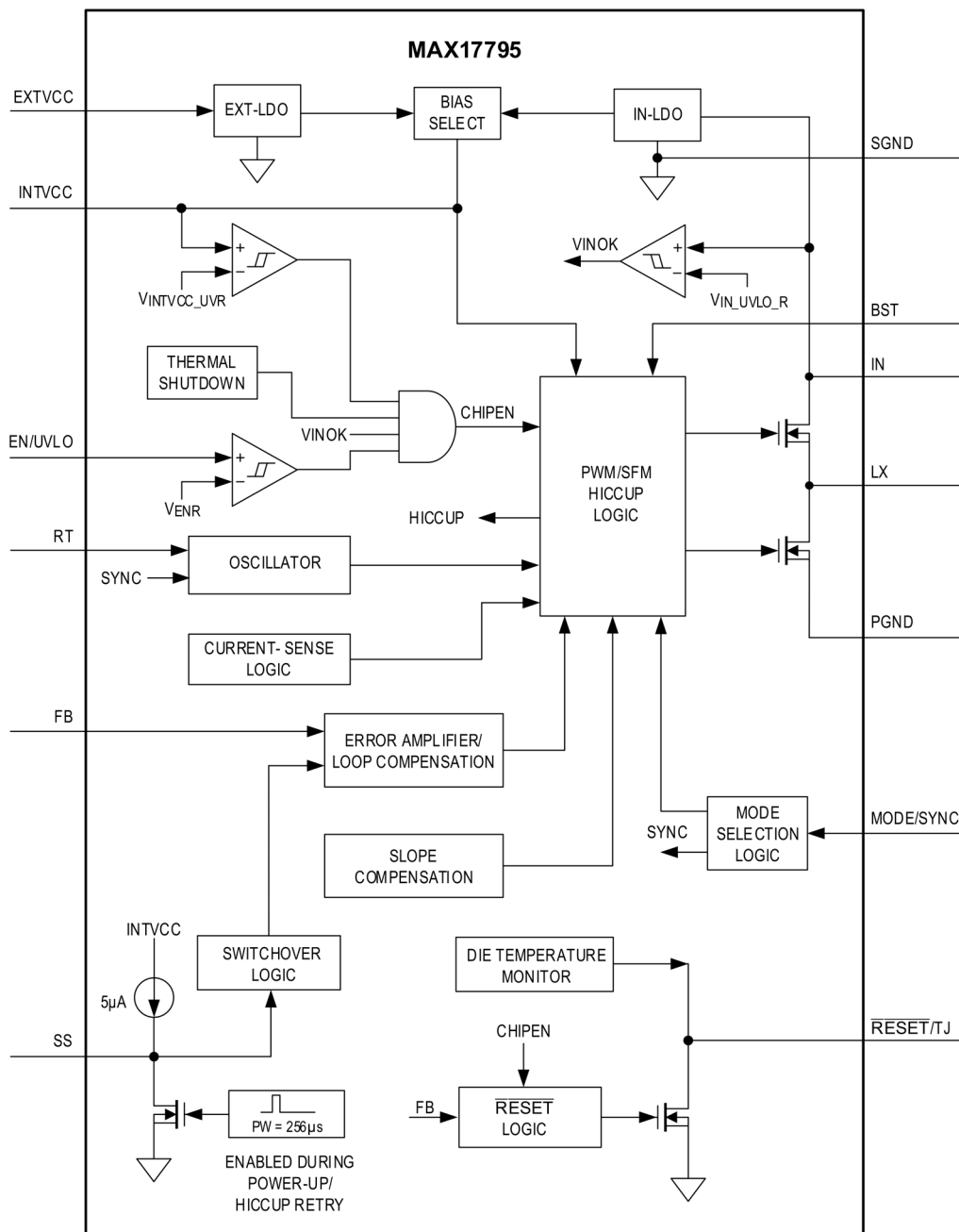


図 4. MAX17795 の機能図

代表的な性能特性

(特に指定のない限り、 $V_{IN} = V_{EN/UV} = 48V$ 、 $C_{INTVCC} = 2.2\mu F$ 、 $V_{SGND} = V_{PND} = 0V$ 、 $V_{EXTVCC} = V_{OUT}$ 、 $C_{SS} = 8.2nF$ 、 $C_{BST} = 0.1\mu F$ 、 $T_A = +25^\circ C$ 。)

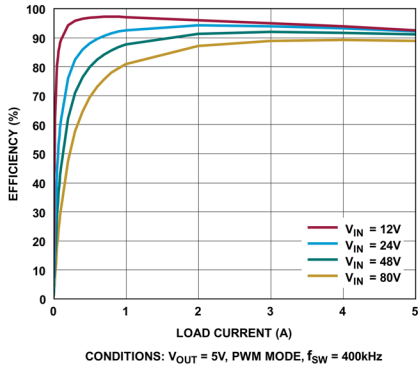


図 5. 効率と負荷電流の関係 (図 30 の回路)

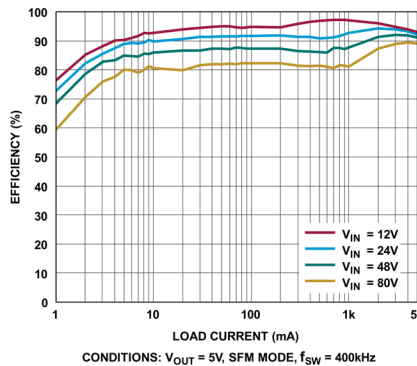


図 6. 効率と負荷電流の関係 (図 30 の回路)

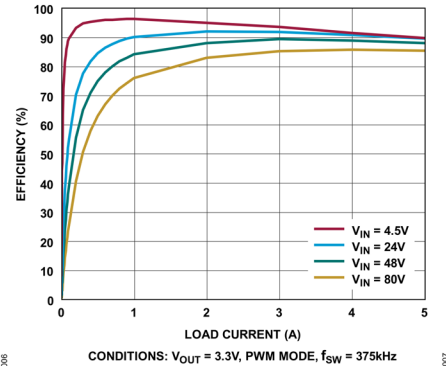


図 7. 効率と負荷電流の関係 (図 31 の回路)

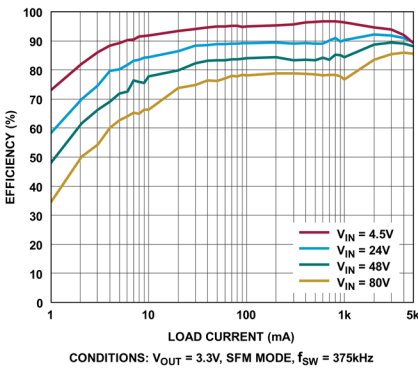


図 8. 効率と負荷電流の関係 (図 31 の回路)

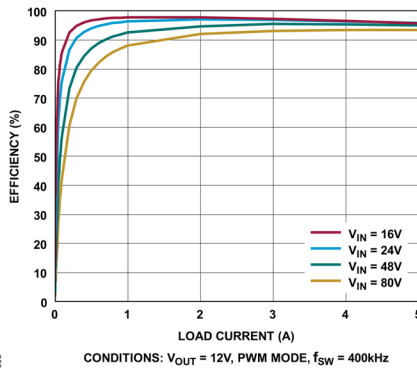


図 9. 効率と負荷電流の関係 (図 32 の回路)

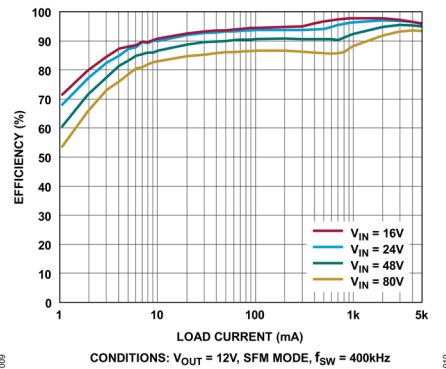


図 10. 効率と負荷電流の関係 (図 32 の回路)

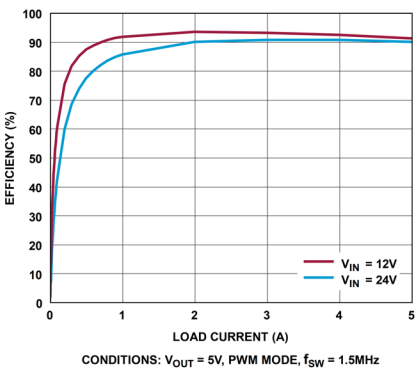


図 11. 効率と負荷電流の関係 (図 33 の回路)

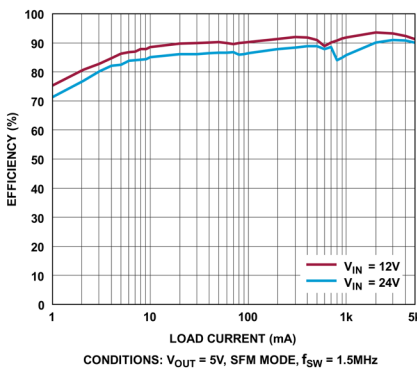


図 12. 効率と負荷電流の関係 (図 33 の回路)

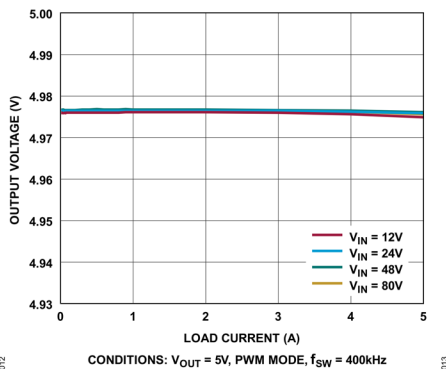


図 13. 出力電圧と負荷電流の関係 (図 30 の回路)

(特に指定のない限り、 $V_{IN} = V_{EN/UV} = 48V$ 、 $C_{INTVCC} = 2.2\mu F$ 、 $V_{SGND} = V_{PND} = 0V$ 、 $V_{EXTVCC} = V_{OUT}$ 、 $C_{SS} = 8.2nF$ 、 $C_{BST} = 0.1\mu F$ 、 $T_A = +25^\circ C_o$  )

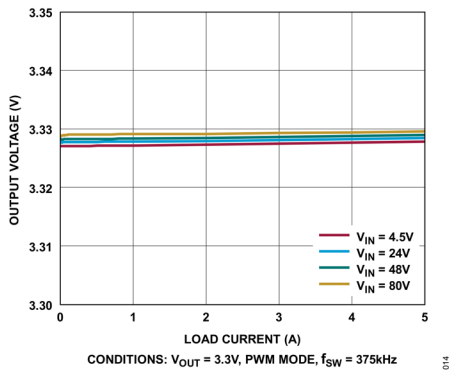


図 14. 出力電圧と負荷電流の関係  
(図 31 の回路)

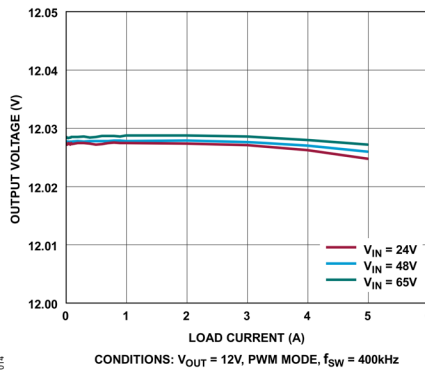


図 15. 出力電圧と負荷電流の関係  
(図 32 の回路)

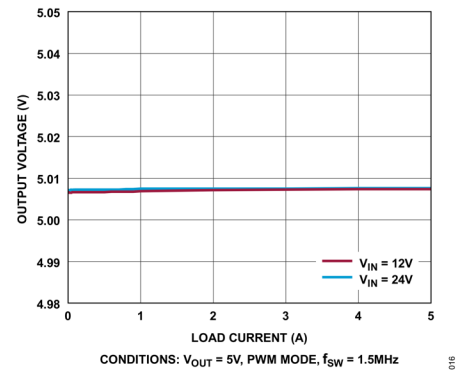


図 16. 出力電圧と負荷電流の関係  
(図 33 の回路)

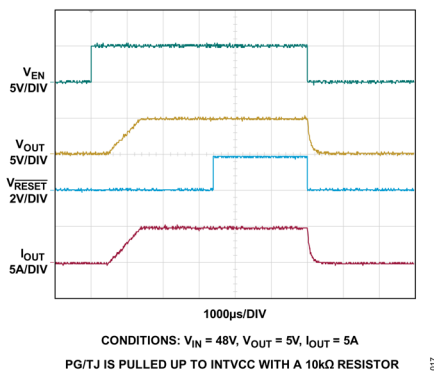


図 17. EN/UV を使用したスタートアップ/シャットダウン  
(図 30 の回路)

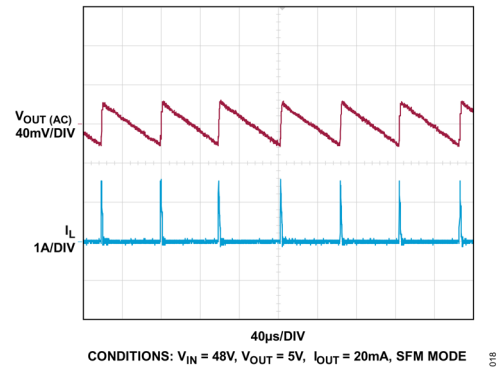


図 18. 定常状態のスイッチング波形 (図 30 の回路)

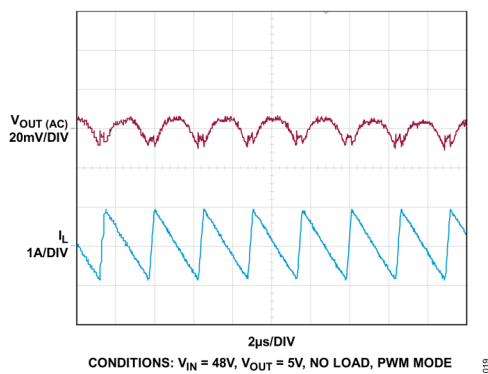


図 19. 定常状態のスイッチング波形 (図 30 の回路)

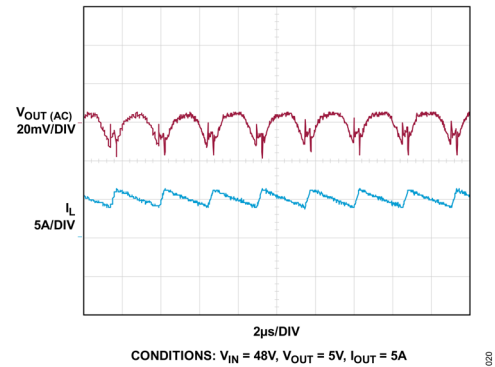
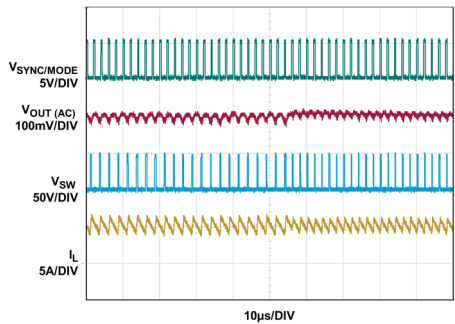


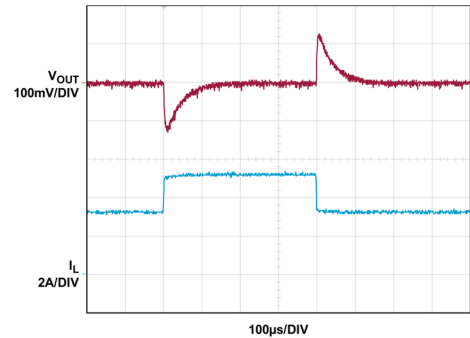
図 20. 定常状態のスイッチング波形 (図 30 の回路)

(特に指定のない限り、 $V_{IN} = V_{EN/UV} = 48V$ 、 $C_{INTVCC} = 2.2\mu F$ 、 $V_{SGND} = V_{PND} = 0V$ 、 $V_{EXTVCC} = V_{OUT}$ 、 $C_{SS} = 8.2nF$ 、 $C_{BST} = 0.1\mu F$ 、 $T_A = +25^\circ C_o$  )



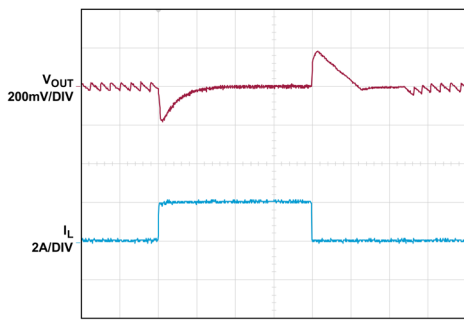
CONDITIONS:  $V_{IN} = 48V$ ,  $V_{OUT} = 5V$ ,  $I_{OUT} = 5A$ ,  $f_{SW} = 400kHz$   
EXTERNAL CLOCK FREQUENCY = 500kHz

図 21. 外部クロック同期 (図 30 の回路)



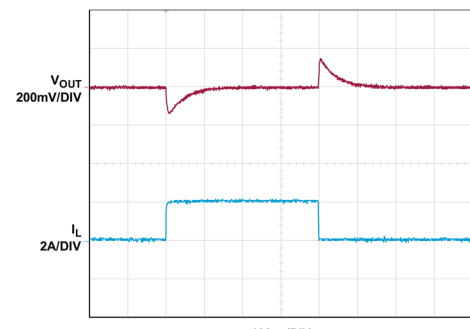
CONDITIONS:  $V_{IN} = 48V$ ,  $V_{OUT} = 5V$ , PWM MODE

図 22. 10mA から 2A へステップ状に変化させた負荷電流 (図 30 の回路)



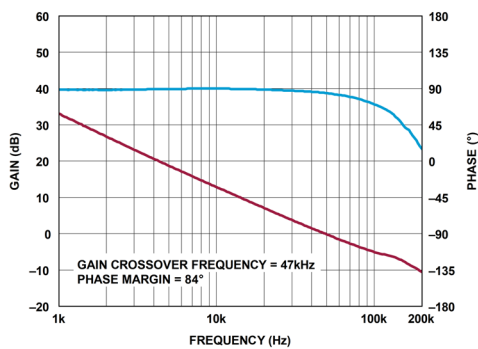
CONDITIONS:  $V_{IN} = 48V$ ,  $V_{OUT} = 5V$ , SFM MODE

図 23. 10mA から 2A へステップ状に変化させた負荷電流 (図 30 の回路)



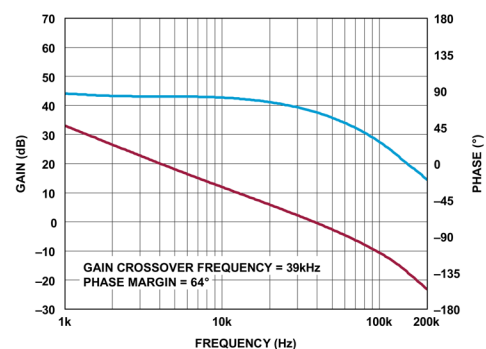
CONDITIONS:  $V_{IN} = 48V$ ,  $V_{OUT} = 5V$ , PWM MODE

図 24. 3A から 5A へステップ状に変化させた負荷電流 (図 30 の回路)



CONDITIONS:  $V_{IN} = 48V$ ,  $I_{OUT} = 5A$

図 25. ゲイン/位相と周波数の関係 (図 30 の回路)



CONDITIONS:  $V_{IN} = 48V$ ,  $I_{OUT} = 5A$

図 26. ゲイン/位相と周波数の関係 (図 31 の回路)

(特に指定のない限り、 $V_{IN} = V_{EN/UV} = 48V$ 、 $C_{INTVCC} = 2.2\mu F$ 、 $V_{SGND} = V_{PND} = 0V$ 、 $V_{EXTVCC} = V_{OUT}$ 、 $C_{SS} = 8.2nF$ 、 $C_{BST} = 0.1\mu F$ 、 $T_A = +25^\circ C_o$  )

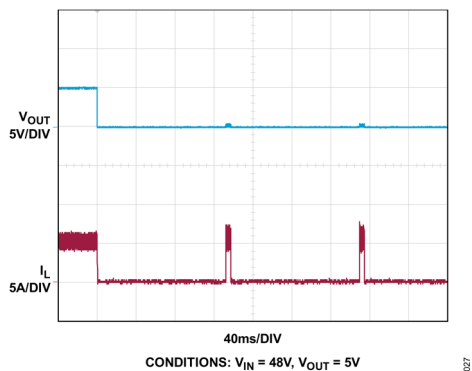


図 27. 出力短絡 (図 30 の回路)

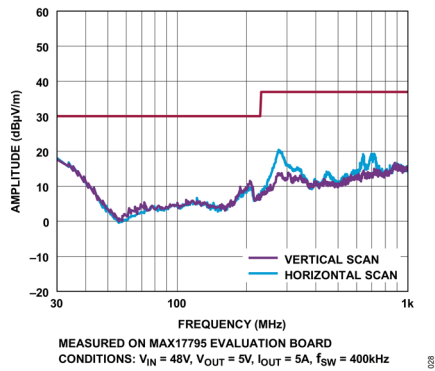


図 28. CISPR32 放射エミッション

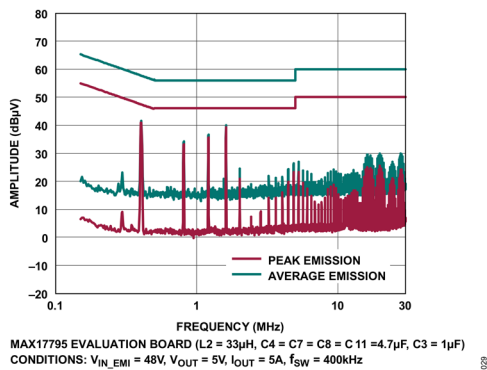


図 29. CISPR32 伝導エミッション

## 詳細説明

MAX17795 は、MOSFET を内蔵した高効率、高電圧の同期整流式降圧 DC/DC コンバータで、3V~80V の入力電圧範囲で動作します。本デバイスは、最大 5A の電流を供給し、0.6V から  $V_{IN}$  の 90%までの範囲で出力電圧を生成できます。出力電圧範囲にわたる補償機能を内蔵しているため、外付けの補償部品は不要です。フィードバック電圧のレギュレーション精度は、 $-40^{\circ}\text{C}\sim+125^{\circ}\text{C}$  のジャンクション温度範囲にわたり $\pm 1\%$ です。

本デバイスは、ピーク電流モードの制御アーキテクチャを特徴としています。内蔵トランスコンダクタンス・エラー・アンプが内部のノードで積分誤差電圧を生成し、その電圧で、PWM コンパレータ、ハイサイド電流検出アンプ、スロープ補償ジェネレータを使用してデューティサイクルを設定します。ハイサイド MOSFET は、クロックの各立上がりエッジでオンになり、適切もしくは最大のデューティサイクルに達するまで、またはピーク電流制限値が検出されるまで、オンのままになります。ハイサイド MOSFET がオンの間、インダクタ電流が増加してインダクタにエネルギーを蓄積し、出力にも電流を供給します。スイッチング・サイクルの残り期間では、ハイサイド MOSFET がオフになり、ローサイド MOSFET がオンになります。インダクタは、インダクタ電流をランプダウンさせながら蓄積したエネルギーを放出し、出力に電流を供給します。

本デバイスは、強制パルス幅変調 (PWM) モードまたはスイッチング周波数変調 (SFM) モードの動作にデバイスをプログラムし、内部クロックを外部クロックに同期させるのに使用できる、MODE/SYNC ピンを備えています。本デバイスは、コンバータをオン/オフするのに必要な入力電圧をプログラムできる、イネーブル/入力低電圧ロックアウト (EN/UVLO) ピンを備えています。また、起動中の突入電流を抑制するソフトスタート (SS) ピンも備えています。更に、本デバイスは、出力電圧またはダイ温度の状況をモニタするのに使用できるRESET/TJ ピンを備えています。ダイ温度モニタにより、シリコン・ダイの温度を直接測定でき、理論的な推定に頼らずに、堅牢で信頼できる電源設計が可能になります。本デバイスは、最小オン時間が短く、最小オフ時間も短いため、既定のスイッチング周波数に対して、コンバータがより広い入力電圧範囲で動作できます。

## モード選択および外部クロック同期 (MODE/SYNC)

MAX17795 は、PWM モードおよび SFM モードの動作をサポートします。本デバイスは、MODE/SYNC ピンの設定に基づいて、プログラムしたモードの動作になります。MODE/SYNC ピンがロー (0.5V 未満) であれば、本デバイスはどのような負荷でも定周波数 PWM モードで動作します。MODE/SYNC ピンがオープンになって (1.3V を超えて) いれば、本デバイスは軽負荷時に SFM モードで動作します。本デバイスは、PWM モードと SFM モードの間をオンザフライでモード変更することもサポートします。MODE/SYNC ピンに状態遷移が発生すると、本デバイスは 40 $\mu\text{s}$  (代表値) の間待機し、40 $\mu\text{s}$  (代表値) 経過時に MODE/SYNC ピンの電圧に基づいて該当するモードに遷移します。

MODE/SYNC ピンは、本デバイスの内蔵発振器を 3 つのモード全ての動作で外部クロックに同期させるのに使用できます。外部クロック周波数は、 $f_{sw}$  の 1.1 倍から  $f_{sw}$  の 1.4 倍の範囲内にしてください。ここで、 $f_{sw}$  はプログラムされたスイッチング周波数です。MODE/SYNC ピンに外部クロックを印加した場合、40 $\mu\text{s}$  (代表値) の間に外部クロックの立上がりエッジが 8 個以上検出されると、本デバイスは PWM モードでのみ動作し、40 $\mu\text{s}$  (代表値) 経過時に内蔵発振器周波数は外部クロック周波数に変わります。外部クロックが除去されると、本デバイスは 40 $\mu\text{s}$  (代表値) の間、RT で設定された周波数で PWM モードの動作を続け、MODE/SYNC ピンの状態に基づくモードになります。外部クロックのロジック・ハイおよびロジック・ローのパルス幅は、100ns より長くする必要があります。

## PWM モードの動作

PWM モードでは、インダクタ電流が負になることも許容されます。PWM 動作は、どのような負荷でも定周波数で動作するため、スイッチング周波数に影響されやすいアプリケーションに役立ちます。しかし、PWM モードの動作は、SFM モード動作と比較すると、軽負荷時に効率が低くなります。

## SFM モードの動作

SFM モードでは、インダクタ電流が軽負荷時に不連続になります。SFM モードによって、軽負荷時に周波数を下げた動作となり、デバイスの休止が可能となって、効率を上げることができます。

軽負荷時には、インダクタのピーク電流が、ハイサイド MOSFET をオンにすることで、強制的に SFM ピーク電流 ( $I_{PK-SFM}$ ) に設定されます。インダクタ電流が  $I_{PK-SFM}$  に達した後、ハイサイド MOSFET はオフになり、ローサイド MOSFET はオンになります。

ローサイド MOSFET はインダクタ電流がゼロに達したときにオフになり、本デバイスはハイ・インピーダンス状態になります。その結果、出力電圧が設定電圧を上回ります。出力電圧が設定電圧まで低下すると、次のスイッチング・サイクルが始まります。結果として、スイッチング周波数は、負荷電流が減少するにつれて直線的に低下します。

デバイスは、負荷が求めるインダクタのピーク電流が  $I_{PK-SFM}$  を下回り、かつインダクタのバレー電流が 32 回連続でスイッチング・サイクルの間にゼロに達すると SFM モードになります。デバイスは、負荷が求めるインダクタのピーク電流が  $I_{PK-SFM}$  を超えると、SFM モードを終了します。

プログラムされたスイッチング周波数 ( $f_{SW}$ ) と、[インダクタの選択](#)のセクションで与えられた式に従うインダクタンスの場合、与えられた任意の入力電圧 ( $V_{IN}$ ) において、SFM ピーク電流 ( $I_{PK-SFM}$ ) は次のように計算されます。

$$I_{PK-SFM} \cong 1.86 - 2.22 \times \left( \frac{V_{OUT}}{V_{IN}} \right) - 0.34 \times \left( \frac{V_{OUT}}{V_{IN}} \right)^2 + 0.3 \times f_{SW}$$

ここで、

$V_{OUT}$  = 出力電圧 (V)、 $f_{SW}$  の単位は MHz です。

負荷電流が  $I_{PK-SFM}$  の半分未満の場合、SFM モードにおける出力電圧リップル ( $\Delta V_{OUT-RIPPLE}$ ) は次のように計算されます。

$$\Delta V_{OUT-RIPPLE} = \frac{1}{2} \times \frac{L_{SEL} \times (I_{PK-SFM} - I_{OUT})^2}{C_{OUT\_SEL}} \times \left( \frac{1}{V_{IN} - V_{OUT}} + \frac{1}{V_{OUT}} \right)$$

ここで、

$I_{OUT}$  = 負荷電流 (A)、

$C_{OUT\_SEL}$  = 選択された出力容量 (F) ([出力コンデンサの選択](#)のセクションで計算)、

$L_{SEL}$  = 選択されたインダクタンス (H) ([インダクタの選択](#)のセクションで計算)。

SFM モードでは、本デバイスがスイッチング・サイクルごとに  $7.5\mu s$  を超えてハイ・インピーダンス状態になることが 8 回連続のスイッチング・サイクルで発生した場合、本デバイスは次のスイッチング・サイクルから休止モードになります。休止モードでは、本デバイスが 2 つの MOSFET スwitching・サイクルの間にハイ・インピーダンス状態になるたびに、内部ブロックの大部分がオフになり、静止電流を最小限に抑えます。休止期間が  $6.5\mu s$  未満に減少すると、デバイスは休止モードを終了します。

SFM モードでは、PWM モードと比較して軽負荷条件での効率が高くなります。しかし、軽負荷時にスイッチング周波数が減少するため、出力電圧リップルは PWM モードより大きくなります。出力容量は、必要な定常状態出力電圧リップルを実現するように調整されます。

## リニア・レギュレータ (INTVCC および EXTVCC)

MAX17795 は、INTVCC に電源を供給する低ドロップアウト・リニア・レギュレータを 2 つ内蔵しています (IN-LDO および EXT-LDO)。IN-LDO は IN ピンから、EXT-LDO は EXTVCC ピンから、それぞれ電源が供給されます。IN-LDO は、 $V_{IN}$  のパワーアップ時または EN/UVLO のパワーアップ時に有効になります。これら 2 つのリニア・レギュレータの 1 つだけが、EXTVCC ピンの電圧に応じて動作します。パワーアップ時に、EXTVCC ピンの電圧が  $2.3V$  ( $V_{EXTVCC\_UVR}$ ) より高い場合、プログラムされたソフトスタート時間の経過時に、IN-LDO から EXT-LDO への移行が発生します。EXT-LDO から INTVCC に電源を供給することで、オンチップの内部損失が低減し、入力電圧が高くなると効率が上がります。 $2.5V \sim 24V$  の出力電圧範囲では、効率を向上させるため EXTVCC ピンをコンバータの出力電圧ノードに接続してください。INTVCC の出力電圧の代表値は  $1.8V$  です。 $2.2\mu F$  の低 ESR セラミック・コンデンサを使用して、INTVCC を SGND にバイパスします。INTVCC は、内部ブロックとローサイド MOSFET ドライバに電源を供給し、外付けブートストラップ・コンデンサを充電します。

MAX17795 は、INTVCC の電圧が 1.64V ( $V_{INTVCC-UVR}$ ) より高い場合に限りスイッチングを開始します。本デバイスは、INTVCC 電圧が 1.58V ( $V_{INTVCC-UVF}$ ) を下回ると強制的にコンバータをオフにする低電圧ロックアウト回路を採用しています。パワーアップ/パワーダウン時のチャタリングは、65mV のヒステリシスを設けることで防止します。

コンバータの出力を EXTVCC ピンに接続するアプリケーションでは、出力がグラウンドに短絡した場合、通常の機能に影響を及ぼすことなく、EXT-LDO から IN-LDO への移行がシームレスに行われます。EXTVCC ピンを使用しない場合は SGND に接続します。

### スイッチング周波数の設定 (RT)

デバイスのスイッチング周波数は、RT ピンと SGND の間に接続された抵抗を使用して、300kHz~1.5MHz の範囲でプログラムできます。スイッチング周波数 ( $f_{sw}$ ) は、次の式によって、RT ピンに接続された抵抗 ( $R_{RT}$ ) と関係があります。

$$R_{RT} \cong \frac{31914}{f_{sw}} - 4.36$$

ここで、 $R_{RT}$  の単位は k $\Omega$ 、 $f_{sw}$  の単位は kHz です。スイッチング周波数がデフォルトの 400kHz の場合は、RT ピンをオープンのままにします。いくつかの一般的なスイッチング周波数に対応する  $R_{RT}$  抵抗値については、表 3 を参照してください。

表 3. スwitchング周波数と  $R_{RT}$  抵抗値の関係

SWITCHING FREQUENCY (kHz)	$R_{RT}$ RESISTOR (k $\Omega$ )
400	Open
300	102
400	75
1500	16.9

### 動作入力電圧範囲

与えられた出力電圧設定に対する動作入力電圧の最小値と最大値は、次式で計算します。

$$V_{IN(MIN)} = \frac{V_{OUT} + I_{OUT(MAX)} \times (R_{DCR(MAX)} + R_{DS-ONL(MAX)})}{1 - f_{SW(MAX)} \times t_{OFF-MIN(MAX)}} + I_{OUT(MAX)} \times (R_{DS-ONH(MAX)} - R_{DS-ONL(MAX)})$$

$$V_{IN(MAX)} = \frac{V_{OUT}}{f_{SW(MAX)} \times t_{ON-MIN(MAX)}}$$

ここで、

$V_{OUT}$  = 出力電圧 (V)、

$I_{OUT(MAX)}$  = 最大負荷電流 (A)、

$R_{DCR(MAX)}$  = 最も厳しい条件でのインダクタの DC 抵抗 ( $\Omega$ )、

$f_{SW(MAX)}$  = 最も厳しい条件でのスイッチング周波数 (Hz)、

$t_{OFF-MIN(MAX)}$  = 最も厳しい条件での最小スイッチ・オフ時間 (s)、

$t_{ON-MIN(MAX)}$  = 最も厳しい条件での最小スイッチ・オン時間 (s)、

$R_{DS-ONL(MAX)}$  および  $R_{DS-ONH(MAX)}$  = それぞれ最も厳しい条件でのローサイドおよびハイサイドの内蔵 MOSFET のオン抵抗 ( $\Omega$ ) です。

## 過電流保護 (OCP) / ヒックアップ・モード

MAX17795 は堅牢な過電流保護 (OCP) 方式を備えており、これによって過負荷条件下および出力短絡条件下のデバイスを保護します。OCP 方式はインダクタ電流のヒステリシス制御を使用してデバイスを保護するため、インダクタ電流の暴走を防止します。ヒステリシス制御では、インダクタのピーク電流が内部ピーク電流制限値の 7.1A (I<sub>PEAK-LIMIT</sub>) を超えるたびに、ハイサイド MOSFET がオフになり、ローサイド MOSFET がオンになります。インダクタ電流が 3.3A 減少すると、ローサイド MOSFET はオフになり、ハイサイド MOSFET はオンになります。更に、ソフトスタートの完了後はいつでも、フォルト状態のために FB ノードの電圧が 0.36V (V<sub>FB\_HICF</sub>) を下回ると、ヒックアップ・モードが作動します。

ヒックアップ・モードでは、スイッチングを 130ms のヒックアップ・タイムアウト期間の間一時停止することによってコンバータを保護します。ヒックアップ・タイムアウト期間が終了すると、再度ソフトスタートが試みられます。過負荷条件下でソフトスタートを試みた場合、FB ノードの電圧が 0.41V を超えていなければ、デバイスは、プログラムされたソフトスタート時間と 2ms の合計期間の間ヒステリシス制御を継続することに注意してください。ヒックアップ・モードの動作により、出力短絡条件下で低消費電力が確保されます。

デバイスはバレー電流保護方式を備えており、これによってデバイスが PWM モードになっている場合に大きな負電流から保護します。強い外部出力バイアス条件下では、インダクタのバレー電流が -3A (I<sub>VALLEY-LIMIT</sub>) を下回ると、本デバイスはハイ・インピーダンス状態となり、両方の MOSFET がオフになり、インダクタ電流が 0A に達します。外部出力バイアスが取り除かれると、出力電圧がレギュレーション・ポイントを下回った場合、デバイスはハイ・インピーダンス状態から復帰して、スイッチングを始めます。

## RESET 出力およびダイ温度モニタ (RESET/TJ)

MAX17795 は RESET/TJ ピンを備えており、これを使用して出力電圧の状態またはダイ温度をモニタできます。この 2 つの機能は同時に使用できません。

コンバータの出力電圧の状態をモニタするために、オープン・ドレインの RESET/TJ 出力には、バイアス電源電圧への外付けプルアップ抵抗が必要です。RESET/TJ は起動中に、フィードバック電圧 (V<sub>FB</sub>) が 95% (V<sub>FB-OKR</sub>) を超えてから 2ms 遅れてハイ (ハイ・インピーダンス) になります。RESET/TJ は、V<sub>FB</sub> が 92% (V<sub>FB-OKF</sub>) を下回るとローに引き下げられます。RESET/TJ は、サーマル・シャットダウン中または EN/UVLO ピンが 1.15V (V<sub>ENF</sub>) を下回った場合もローに引き下げられます。

ダイ温度をモニタするには、RESET/TJ と SGND の間に 20kΩ の抵抗を接続します。ダイ温度のモニタ機能は、出力電圧がその設定値の 95% (V<sub>FB-OKR</sub>) を超えた場合に限り機能します。サーマル・シャットダウン、V<sub>IN</sub> UVLO、および V<sub>CC</sub> UVLO のようなフォルト状態になると、このピンはローに引き下げられ、ダイ温度モニタリングはサポートされません。ダイ温度モニタリングは、SFM モードで休止中にもサポートされません。

単位が °C のダイ温度 (T<sub>J</sub>) は次のように計算されます。

$$T_J = \frac{(V_{TJ} - V_{T25})}{(2 \times 10^{-3})} + 25$$

ここで、V<sub>TJ</sub> はコンバータに負荷がかかっているときの RESET/TJ ピンの電圧で、単位は V です。

## プリバイアス出力

MAX17795 がプリバイアスされた出力から起動する場合、コンバータが出力から電流をシンクしないように、ハイサイドおよびローサイドの MOSFET が両方ともオフのままになります。MOSFET のスイッチングは、SS ピン (V<sub>SS</sub>) の電圧がフィードバック・ピン (V<sub>FB</sub>) の電圧を超えて初めて開始されます。その後、V<sub>FB</sub> は V<sub>SS</sub> に合わせてスムーズに V<sub>FB-REG</sub> まで増加し、出力電圧がその目標値に達します。

## サーマル・シャットダウン保護

MAX17795は、ジャンクション温度を制限するサーマル・シャットダウン保護を内蔵しています。デバイスのジャンクション温度が+165°Cを超えると、オンチップのサーマル・センサーがデバイスをシャットダウンして、デバイスが冷却されるようにします。デバイスは、ジャンクション温度が20°C下がるとソフトスタートを使用してオンになります。通常動作においてサーマル・シャットダウンが不必要に作動しないように、総消費電力を慎重に評価してください（消費電力のセクションを参照）。

## アプリケーション情報

### 入力コンデンサの選択

入力フィルタ・コンデンサは、電源から引き出されるピーク電流を抑制し、回路のスイッチングによって入力に生じるノイズおよび電圧リップルを低減します。入力コンデンサの実効値電流（ $I_{RMS}$ ）の要件は、次の式で定義されます。

$$I_{RMS} = I_{OUT(MAX)} \times \frac{\sqrt{(V_{IN} - V_{OUT}) \times V_{OUT}}}{V_{IN}}$$

ここで、 $I_{OUT(MAX)}$ は最大負荷電流、 $I_{RMS}$ は、入力電圧が出力電圧の2倍（ $V_{IN} = 2 \times V_{OUT}$ ）になったときに最大値を示します。したがって、次式が成立します。

$$I_{RMS(MAX)} = \frac{I_{OUT(MAX)}}{2}$$

最大限の長期信頼性を得るには、実効値入力電流での温度上昇が+10°C未滿となる入力コンデンサを選択します。入力には、高リップル電流に対応した低ESRのセラミック・コンデンサを使用します。X7Rコンデンサは、温度安定性に優れるため、工業用アプリケーション向けに推奨します。入力容量の計算には、次の式を使用します。

$$C_{IN} = \frac{I_{OUT(MAX)} \times D \times (1 - D)}{\eta \times f_{SW} \times \Delta V_{IN}}$$

ここで、  
 $D = V_{OUT}/V_{IN}$ （コンバータのデューティ比）、  
 $f_{SW}$  = スイッチング周波数、  
 $\Delta V_{IN}$  = 許容入力電圧リップル、  
 $\eta$  = 効率です。

入力コンデンサを選択する際には、DCバイアス電圧に伴うセラミック・コンデンサの実際のディレーティングを考慮してください。ディレーティング曲線は、セラミック・コンデンサの主要メーカーであれば、どこからも入手可能です。

電源がデバイスの入力から離れて配置されているアプリケーションでは、適切な電解コンデンサをセラミック・コンデンサと並列に追加して、長い入力電力パスと入力セラミック・コンデンサのインダクタンスによって生じる電位振動を、必要に応じて減衰させる必要があります。

### インダクタの選択

本デバイスを用いて動作させるには、主要なインダクタ・パラメータを規定しなければなりません。インダクタンス値（L）、インダクタ飽和電流（ $I_{SAT}$ ）、DC抵抗（ $R_{DCR}$ ）の3つです。インダクタンス値は、スイッチング周波数および出力電圧によって次のように求められます。

$$L = \frac{0.45 \times V_{OUT}}{f_{SW}}$$

ここで、 $V_{OUT}$  および  $f_{sw}$  は公称値で、 $f_{sw}$  の単位は Hz です。この式で計算された値に最も近い値のインダクタを選択します。低損失のインダクタで、許容可能なサイズと可能な限り低 DC 抵抗を持つものを選択します。インダクタの飽和電流定格 ( $I_{SAT}$ ) は、 $I_{PEAK\_LIMIT}$  を超えた場合にしか飽和が起きないように十分高くしてください。

## 出力コンデンサの選択

工業用アプリケーションには、温度に対する安定性のために、X7R セラミック出力コンデンサを推奨します。このアプリケーションでは、出力コンデンサは通常、最大出力電流の 40% のステップ負荷に対応できる大きさであるため、出力電圧の変動が出力電圧の 3% に抑制されます。必要な最小出力容量は次のように計算できます。

$$C_{OUT1} = \frac{1}{2} \times \frac{I_{STEP} \times t_{RESPONSE}}{\Delta V_{OUT}}$$

$$t_{RESPONSE} \cong \frac{0.35}{f_c}$$

ここで、

$I_{STEP}$  = 負荷電流ステップ、

$t_{RESPONSE}$  = コントローラの応答時間、

$\Delta V_{OUT}$  = 許容可能な出力電圧変動、

$f_c$  = クローズド・ループの目標クロスオーバー周波数、

$f_{sw}$  = スイッチング周波数です。

500kHz 以下のスイッチング周波数では、 $f_c$  を  $f_{sw}$  の 1/9 とします。スイッチング周波数が 500kHz を超える場合は、 $f_c$  を 60kHz とします。

SFM モードにおいて、特定の負荷 ( $I_O$ ) で出力電圧リップル ( $\Delta V_{OUT-RIPPLE}$ ) の仕様を満たすのに必要な最小出力容量は、次のように計算されます。

$$C_{OUT2} = \frac{1}{2} \times \frac{L_{SEL} \times (I_{PK-SFM} - I_O)^2}{\Delta V_{OUT-RIPPLE}} \times \left( \frac{1}{V_{IN} - V_{OUT}} + \frac{1}{V_{OUT}} \right)$$

ここで、 $I_O$  は  $I_{PK-SFM}$  の半分以下です。 $I_{PK-SFM}$  の計算に関する詳細については、[SFM モードの動作](#)のセクションを参照してください。

出力容量は  $C_{OUT1}$  および  $C_{OUT2}$  のうち大きい方を選択します。出力コンデンサを選択する際には、DC バイアス電圧に伴うセラミック・コンデンサの実際のディレーティングを考慮してください。ディレーティング曲線は、セラミック・コンデンサの主要メーカーであれば、どこからも入手可能です。

## ソフトスタート・コンデンサの選択

MAX17795 は、突入電流を抑制する可変ソフトスタート動作を実装しています。SS ピンと SGND の間に接続されたコンデンサで、ソフトスタート時間をプログラムします。選択された出力容量 ( $C_{OUT\_SEL}$ ) および出力電圧 ( $V_{OUT}$ ) から、必要な最小ソフトスタート容量 ( $C_{SS}$ ) が次のように求められます。

$$C_{SS} \geq 33 \times 10^{-6} \times C_{OUT\_SEL} \times V_{OUT}$$

ここで、 $C_{OUT\_SEL}$  および  $C_{SS}$  の単位はファラッドです。

ソフトスタート時間 ( $t_{SS}$ ) は、SS に接続されたコンデンサ ( $C_{SS}$ ) によって、次の式に従って決まります。

$$t_{SS} = \frac{C_{SS}}{8.33 \times 10^{-6}}$$

ここで、 $C_{SS}$ の単位はファラッド、 $t_{SS}$ の単位は秒です。例えば、1msのソフトスタート時間をプログラムするには、SSピンとSGNDの間に8.2nFのコンデンサを接続します。MAX17795でプログラム可能なソフトスタート時間は最小で1msです。本デバイスは起動中に、設定された出力公称電圧の95%に達するまで、可変スイッチング周波数で動作することに注意してください。

### 入力低電圧ロックアウト・レベルの設定

MAX17795は、可変の入力低電圧ロックアウト・レベルを備えています。 $V_{IN}$ とSGNDの間に接続された抵抗分圧器を用いて、このデバイスがオンになる電圧を設定します(図30を参照)。EN/UVLOピンに分圧器の中央ノードを接続します。 $R_{UVL\_TOP}$ を3.3M $\Omega$ として、 $R_{UVL\_BOTTOM}$ を次のように計算します。

$$R_{UVL\_BOTTOM} = \frac{R_{UVL\_TOP} \times V_{ENR}}{V_{INU} - V_{ENR}}$$

ここで、 $V_{INU}$ はデバイスがオンになるのに必要な電圧です。スローなパワーアップ(ソフトスタートより低速) / パワーダウン時にヒックアップが生じないように、 $V_{INU}$ は $V_{OUT}$ の0.8倍より高くしてください。EN/UVLOピンを外部信号源で駆動する場合は、信号源の出力ピンとEN/UVLOピンの間に最小1k $\Omega$ の直列抵抗を配置して、ライン上の電圧リンギングを抑制してください。

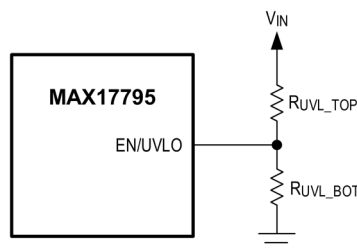


図 30. 入力低電圧ロックアウトの設定

### 出力電圧の調整

出力電圧ノード( $V_{OUT}$ )とSGNDの間に接続された抵抗分圧器を使用して出力電圧を設定します(図31を参照)。抵抗分圧器の中央ノードをFBピンに接続します。次の手順に従って、抵抗分圧器の値を選択します。

出力とFBピンの間にある抵抗 $R_{FB\_TOP}$ (k $\Omega$ )を次のように計算します。

$$R_{FB\_TOP} = \frac{280}{f_c \times C_{OUT\_SEL}}$$

ここで、

$f_c$  = クロスオーバー周波数 (Hz)、

$C_{OUT\_SEL}$  = 選択された出力コンデンサのDCバイアス電圧における実際の容量 (F) です。

FBピンとSGNDの間に接続された抵抗 $R_{FB\_BOT}$ (k $\Omega$ )を次のように計算します。

$$R_{FB\_BOT} = \frac{R_{FB\_TOP} \times 0.6}{V_{OUT} - 0.6}$$

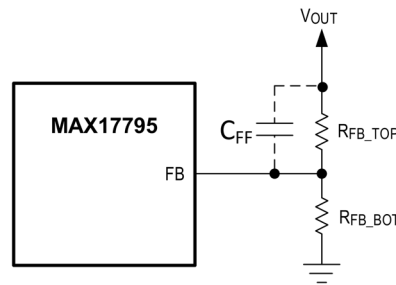


図 31. 出力電圧の設定

デバイスを SFM モードで使用する場合、または動的なモード変更が使用されるアプリケーションの場合は、コンデンサ ( $C_{FF}$ ) を  $R_{FB\_TOP}$  の両端に追加します。デバイスを PWM モードだけで使用する場合は、 $C_{FF}$  は不要です。

容量 ( $C_{FF}$ ) の値は次式を使用して計算します。

$$\frac{550}{R_{FB\_TOP}} < C_{FF} < \frac{850}{R_{FB\_TOP}}$$

ここで、 $R_{FB\_TOP}$  = 上側フィードバック抵抗 (k $\Omega$ )、 $C_{FF}$  = フィードフォワード容量 (pF) です。 $C_{FF}$  は出力電圧に耐えられるように選択する必要があります。

## 消費電力

ある特定の動作条件において、デバイスの温度上昇をもたらす電力損失は、次のように見積もります。

$$P_{LOSS} = P_{OUT} \times \left( \frac{1}{\eta} - 1 \right) - (I_{OUT}^2 \times R_{DCR})$$

$$P_{OUT} = V_{OUT} \times I_{OUT}$$

ここで、 $P_{OUT}$  は出力電力 (W)、 $\eta$  はコンバータの効率、 $R_{DCR}$  はインダクタの DC 抵抗 ( $\Omega$ ) です (代表的な動作条件での効率に関する詳細は、[代表的な性能特性](#)を参照してください)。

本デバイスのダイ温度 ( $T_J$ ) は、与えられた任意の最大周囲温度 ( $T_{AMB}$ ) において、次の式からも見積もることが可能です。ここでは、ダイ温度モニタ ( $\overline{RESET/TJ}$ ) 機能を使用しません。

$$T_J = T_{AMB} + (\theta_{JA} \times P_{LOSS})$$

**注：**ジャンクション温度が+125°Cを超えると、動作寿命が短くなります。

## プリント基板 (PCB) レイアウト時のガイドライン

パルス電流が流れる配線パターンはすべて、できるだけ短かつ幅広にしてください。これらの配線パターンのインダクタンスは、電流の  $di/dt$  が高いため、最小限度に抑えてください。電流伝送ループのインダクタンスはループに囲まれた領域の面積に比例するため、ループ領域を非常に小さくすれば、インダクタンスは減少します。更に、小さい電流ループ面積によって、放射 EMI も抑制されます。IC の周囲に配線パターンを引き回す場合は、信号グランド (SGND) とスイッチング電流用の電源グランド (PGND) を分離してください。PCB レイアウトは、その設計の熱性能にも影響を与えます。

- ▶ 入力コンデンサは、IN ピンおよび PGND ピンのできるだけ近くに配置します。
- ▶ INTVCC コンデンサは INTVCC ピンの近くに接続し、もう一方の端子は SGND プレーンに接続します。
- ▶ BST コンデンサは BST ピンおよび LX ピンの近くに配置します。
- ▶ インダクタは LX ピンのできるだけ近くに配置します。LX ピンとインダクタの間を接続する配線パターンの長さと同面積は最小限に抑えます。
- ▶ 出力コンデンサは、インダクタの非スイッチング側のできるだけ近くに配置します。
- ▶ 入力コンデンサと出力コンデンサの PGND 端子は、PGND ピンのできるだけ近くに配置して PGND プレーンに接続します。
- ▶ RT 抵抗、SS コンデンサ、FB 抵抗は、それぞれのピンのできるだけ近くに配置します。それらの他の端子は SGND プレーンに接続します。
- ▶ 電源および負荷の配線接続はすべて短くして、インダクタンスを最小限度に抑えます。
- ▶ PGND ノードと SGND ノードは、スイッチング動作が最も少ない箇所、つまり INTVCC バイパス・コンデンサの負端子に接続します。
- ▶ 大きいプレーンに接続するいくつかのサーマル・スループット（ビア）は、効率的な放熱を実現するため IN ピン、PGND ピン、LX ピンの下に設ける必要があります。

推奨される PCB レイアウトおよび配線の引き回しについては、[MAX17795 評価用ボード](#)のユーザ・ガイドを参照してください。

代表的なアプリケーション回路

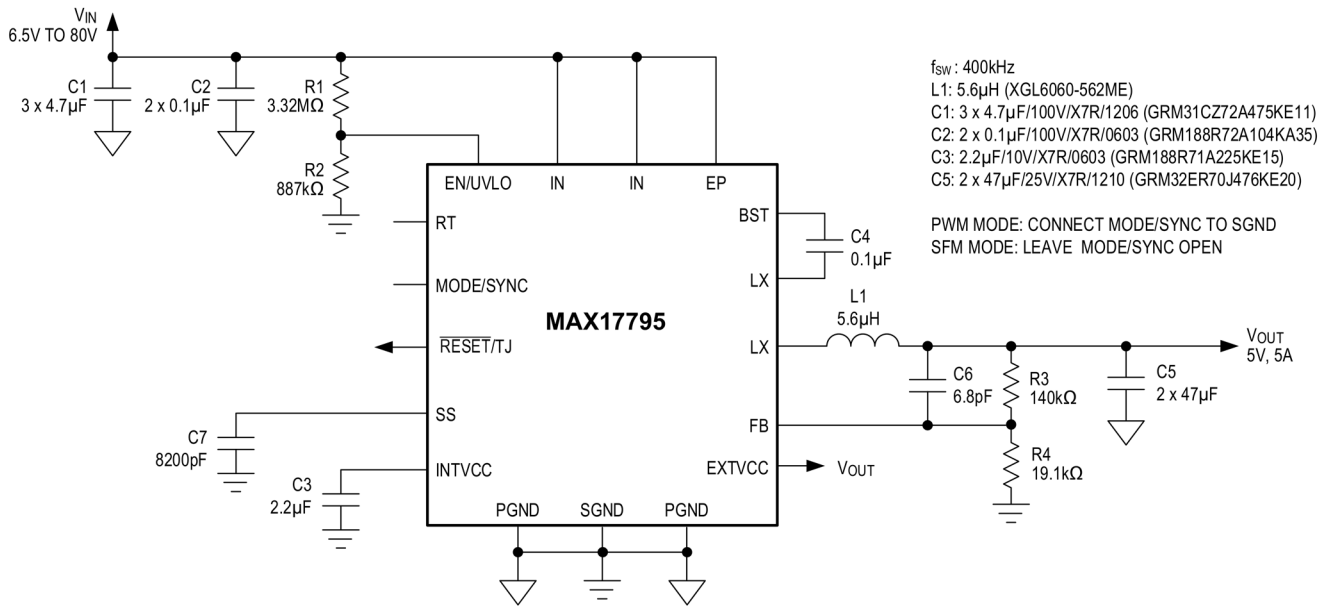


図 32. 5V 出力、スイッチング周波数 400kHz

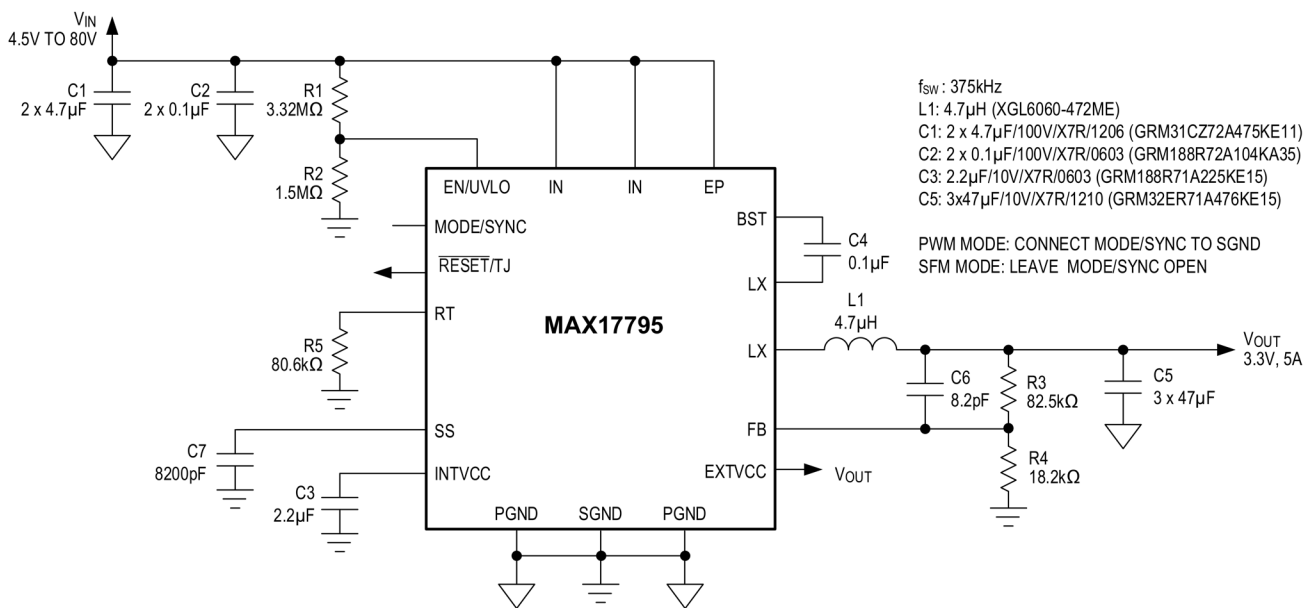


図 33. 3.3V 出力、スイッチング周波数 375kHz

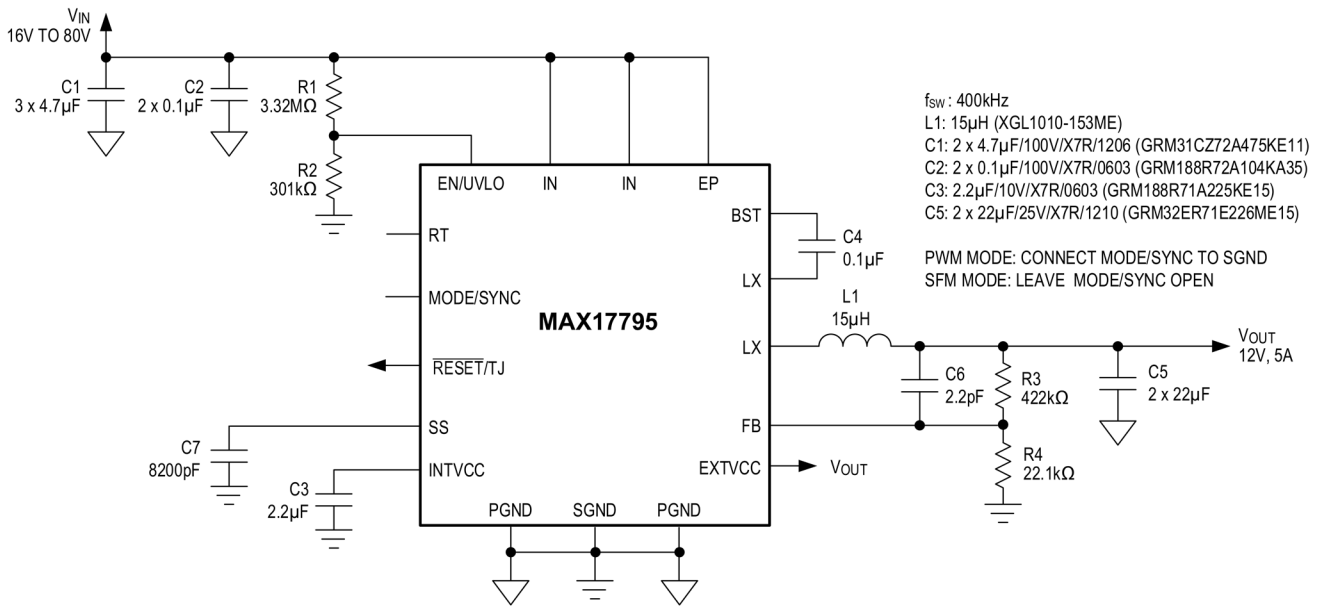


図 34. 12V 出力、スイッチング周波数 400kHz

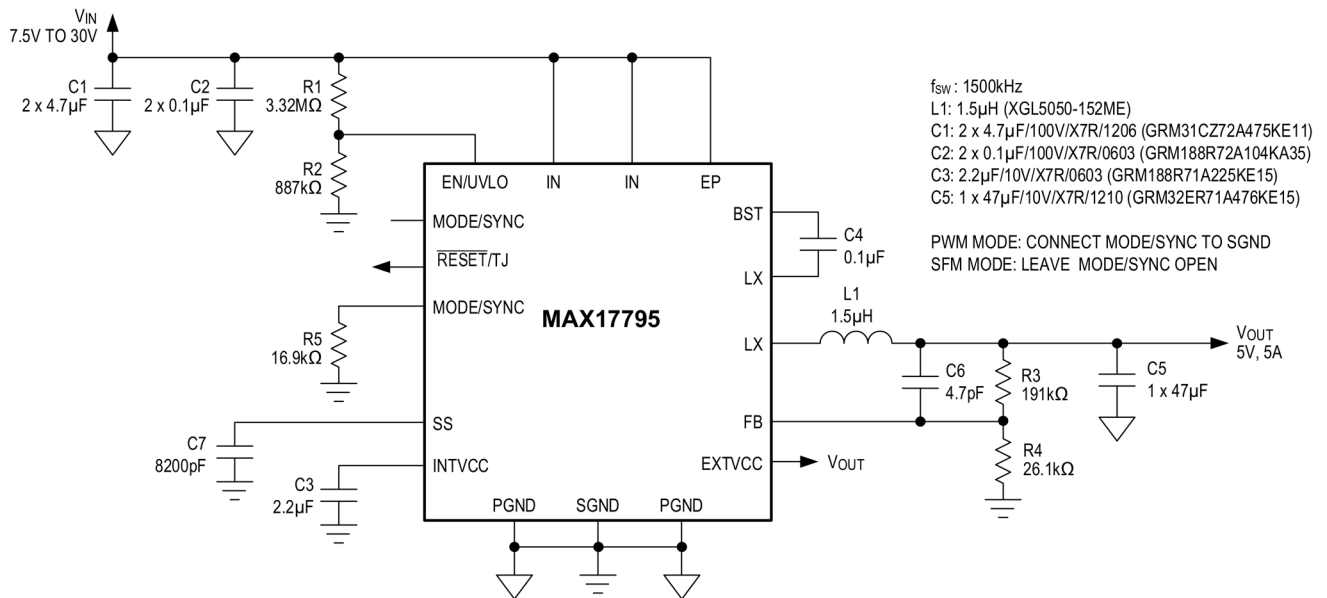


図 35. 5V 出力、スイッチング周波数 1.5MHz

## 外形寸法

表 4. 18 ピン FC2QFN パッケージの熱抵抗

THERMAL RESISTANCE, FOUR-LAYER BOARD (Note 1)	
Junction to Ambient ( $\theta_{JA}$ )	19°C/W
Junction-to-Case Thermal Resistance ( $\theta_{JC}$ )	2.02°C/W

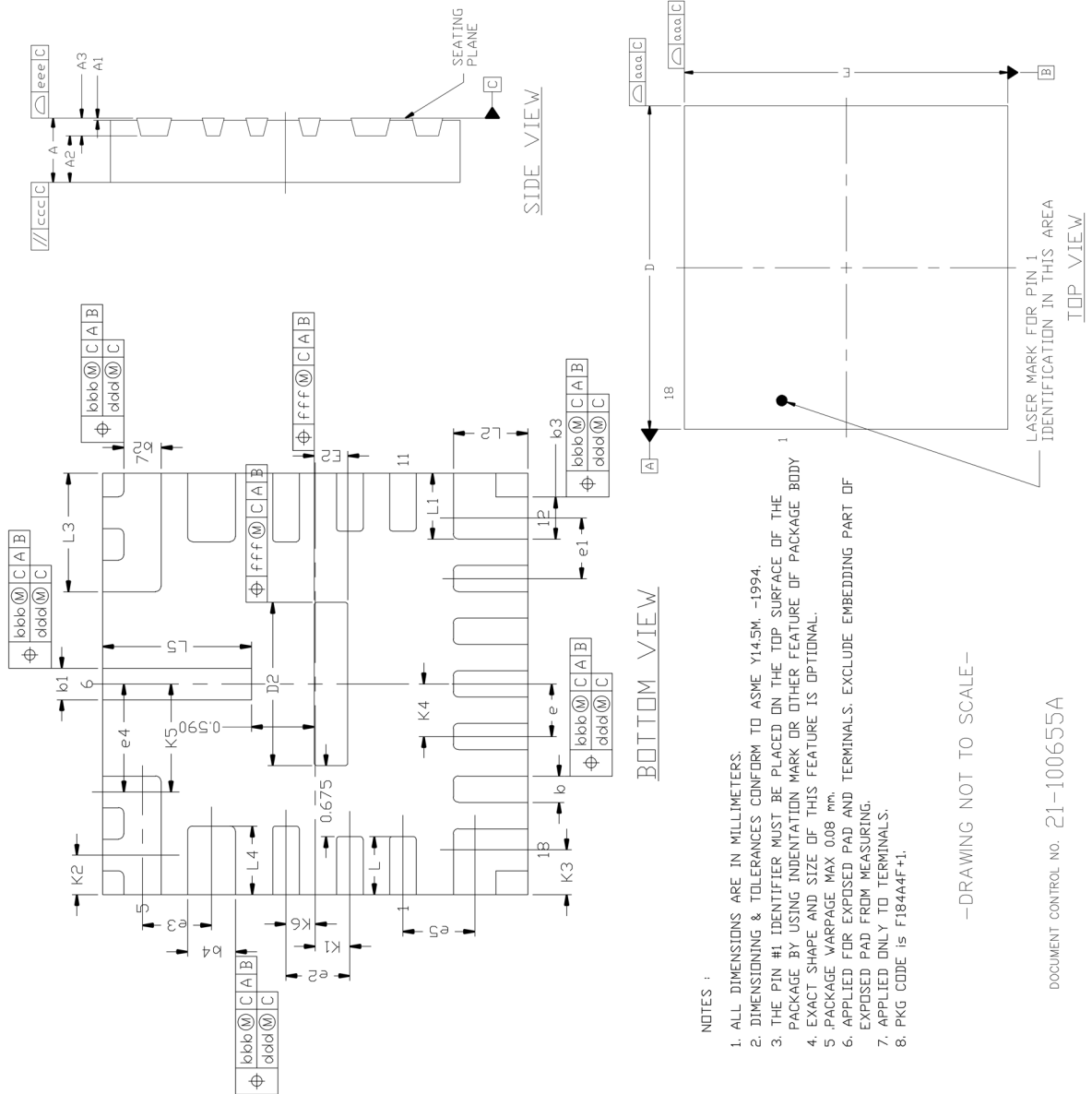
Note 1 : パッケージの熱抵抗は、MAX17795 評価キットを使用し、空気流のない状態で求めています。

最新のパッケージ外形図とランド・パターン（フットプリント）に関しては、[www.analog.com](http://www.analog.com) のパッケージ索引で確認してください。パッケージ・コードの「+」、「#」、「-」は RoHS 対応状況のみを示します。パッケージ図面は異なる末尾記号が示されている場合がありますが、図面は RoHS 状況に関わらず該当のパッケージについて図示しています。

\* CONTROLLING DIMENSION : MM

SYMBOL	MILLIMETER			INCH			
	MIN.	NDM.	MAX.	MIN.	NDM.	MAX.	
A	0.700	0.750	0.800	0.028	0.030	0.031	
A1	0.000	—	0.050	0.000	—	0.002	
A2	—	0.530	0.580	—	0.021	0.023	
A3	0.203	REF.	—	0.008	REF.	—	
b	0.200	0.250	0.300	0.008	0.010	0.012	
b1	0.250	0.300	0.350	0.010	0.012	0.014	
b2	0.300	0.350	0.400	0.012	0.014	0.016	
b3	0.350	0.400	0.450	0.014	0.016	0.018	
b4	0.400	0.450	0.500	0.016	0.018	0.020	
D	4	BSC	—	0.157	BSC	—	
D2	1.450	1.550	1.650	0.057	0.061	0.065	
E	4	BSC	—	0.157	BSC	—	
E2	0.215	0.315	0.415	0.008	0.012	0.016	
L	0.450	0.550	0.650	0.018	0.022	0.026	
L1	0.525	0.625	0.725	0.021	0.025	0.029	
L2	0.600	0.700	0.800	0.024	0.028	0.031	
L3	1.025	1.125	1.225	0.040	0.044	0.048	
L4	0.550	0.650	0.750	0.022	0.026	0.030	
L5	1.300	1.400	1.500	0.051	0.055	0.059	
e	0.500	BSC	—	0.020	BSC	—	
e1	0.575	BSC	—	0.023	BSC	—	
e2	0.600	BSC	—	0.024	BSC	—	
e3	0.650	BSC	—	0.026	BSC	—	
e4	1.025	BSC	—	0.040	BSC	—	
e5	0.675	BSC	—	0.027	BSC	—	
K1	0.325	BSC	—	0.013	BSC	—	
K2	0.375	BSC	—	0.015	BSC	—	
K3	0.425	BSC	—	0.017	BSC	—	
K4	0.500	BSC	—	0.020	BSC	—	
K5	1.025	BSC	—	0.040	BSC	—	
K6	0.275	BSC	—	0.011	BSC	—	
TOLERANCES OF FORM AND POSITION							
a.a.a.	0.150	—					0.006
b.b.b.	0.100	—					0.004
c.c.c.	0.100	—					0.004
d.d.d.	0.050	—					0.002
e.e.e.	0.080	—					0.003
f.f.f.	0.100	—					0.004

PACKAGE OUTLINE, 18L FC20FN  
4x4x0.75 MM



NOTES :

1. ALL DIMENSIONS ARE IN MILLIMETERS.
2. DIMENSIONING & TOLERANCES CONFORM TO ASME Y14.5M, -1994.
3. THE PIN #1 IDENTIFIER MUST BE PLACED ON THE TOP SURFACE OF THE PACKAGE BY USING INDENTATION MARK OR OTHER FEATURE OF PACKAGE BODY
4. EXACT SHAPE AND SIZE OF THIS FEATURE IS OPTIONAL.
5. PACKAGE VARPAGE MAX 0.08 mm.
6. APPLIED FOR EXPOSED PAD AND TERMINALS. EXCLUDE EMBEDDING PART OF EXPOSED PAD FROM MEASURING.
7. APPLIED ONLY TO TERMINALS.
8. PKG CODE is F1844A+1.

—DRAWING NOT TO SCALE—

DOCUMENT CONTROL NO. 21-100655A



## オーダー・ガイド

PART NUMBER	TEMP RANGE	PIN PACKAGE
MAX17795AFN+	-40°C to 125°C	18-FC2QFN (4mm x 4mm)
MAX17795AFN+T	-40°C to 125°C	18-FC2QFN (4mm x 4mm)

+は鉛 (Pb) フリー／RoHS 準拠のパッケージであることを示します。

T = テープのリール巻き。

ここに含まれるすべての情報は現状のまま提供されるものであり、アナログ・デバイセズはそれに関するいかなる種類の保証または表明も行いません。アナログ・デバイセズ社は、その情報の利用に関して、あるいはその利用によって生じる第三者の特許やその他の権利の侵害に関して一切の責任を負いません。仕様は予告なく変更される場合があります。明示か黙示かを問わず、アナログ・デバイセズの製品またはサービスが使用される組み合わせ、マシン、またはプロセスに関連するアナログ・デバイセズの特許権、著作権、マスク・ワーク権、またはその他のアナログ・デバイセズの知的所有権に基づいてライセンスが付与されるわけではありません。本紙記載の商標および登録商標は、各社の所有に属します。ここに記載のすべてのアナログ・デバイセズ製品は、販売状況および在庫状況に依存します。