

## MAX20815

## PMBusを備えた、15A、2MHz、2.7V~16Vの 集積化降圧スイッチング・レギュレータ

### 概要

MAX20815は、PMBusインターフェースを備えた全機能内蔵型の高効率・降圧DC/DCスイッチング・レギュレータです。2.7V~16Vの入力電源で動作し、出力は0.4V~5.8Vの範囲で調整可能で、最大15Aの負荷電流を供給します。

スイッチング周波数は、500kHz~2MHzの範囲で設定でき、サイズと性能に関して設計の最適化が可能です。

MAX20815は、内部補償機能付きの固定周波数・電流モード制御を利用しています。選択可能な高度変調方式（AMS）を採用し、高速負荷過渡応答時の性能を向上させています。ピンストラップ抵抗をPGM\_ピンとグランドの間に接続したりPMBusコマンドを使用することによって、動作や機能を設定することができます。

MAX20815は、内蔵の1.8V LDOの出力でゲート・ドライブ（V<sub>CC</sub>）と内部回路（AVDD）に給電します。また、オプションのLDO入力ピン（LDOIN）もあり、2.5V~5.5Vのバイアス入力電源から接続して、効率を最適化できます。

このICは、正負の過電流保護、出力過電圧保護、過熱保護などの複数の保護機能を備えており、安定した設計を確保できます。

このデバイスは、4.3mm×6.55mmのFC2QFNパッケージで提供されます。-40°C~+125°Cのジャンクション温度での動作に対応しています。MAX20815は、MAX20810およびMAX20830とのフットプリント互換性があります。

### アプリケーション

- データ・センターの電源
- 通信機器
- ネットワーク機器
- サーバーおよびストレージ
- ポイントオブロード（PoL）電圧レギュレータ

### 機能と利点

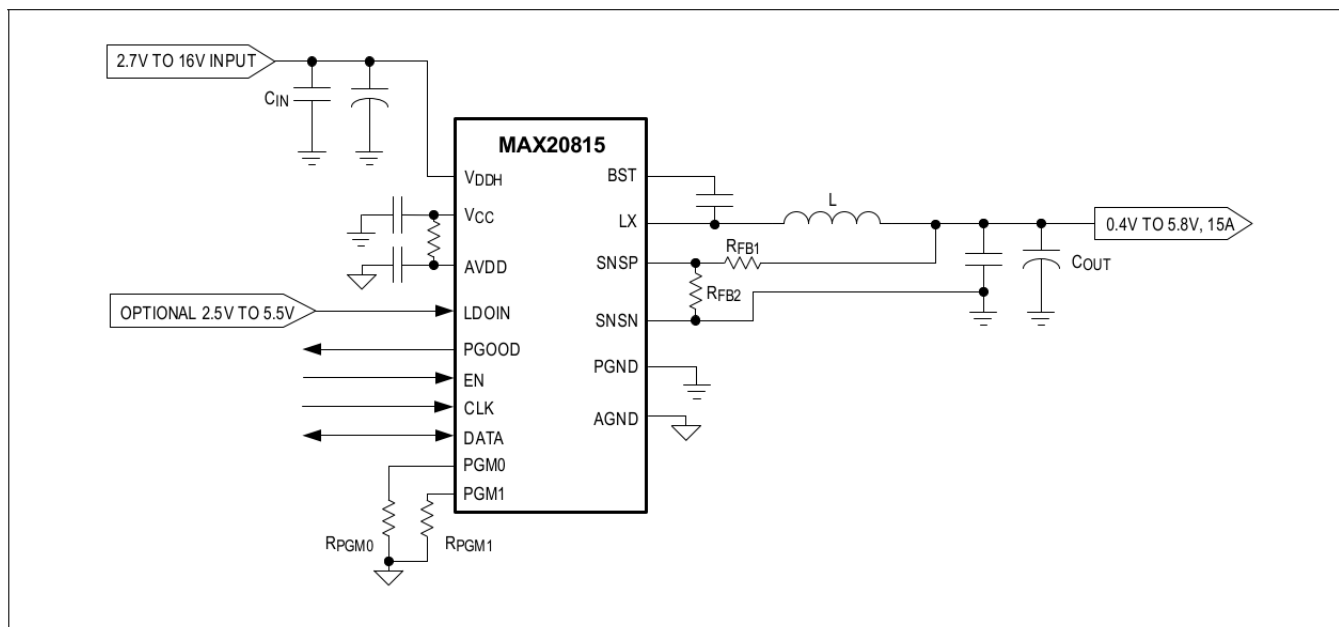
- 少ない部品数で高電力密度を実現
  - 4.3mm x 6.55mmのコンパクトな16ピンFC2QFNパッケージ
  - 内部補償
  - バイアス生成用のLDOを内蔵した単電源動作
- 広い動作範囲
  - 入力電圧範囲：2.7V~16V
  - 出力電圧範囲：0.4V~5.8V
  - 設定可能なスイッチング周波数：500kHz~2MHz
  - ジャンクション温度範囲：-40°C~+125°C
- 性能と効率を最適化
  - V<sub>DDH</sub> = 12V、V<sub>OUT</sub> = 1.8Vでのピーク効率：93.8%
  - オプションの外部バイアス入力電源による高効率化
  - 負荷過渡応答を改善するAMSを採用
  - 差動リモート検出
- PMBusインターフェース
  - リファレンス範囲が0.4V~0.8Vの適応性のある電圧スケール
  - 出力電流、出力電圧、入力電圧、ジャンクション温度のPMBusテレメトリ

| DESCRIPTION                                                 | CURRENT RATING* (A) | INPUT VOLTAGE (V) | OUTPUT VOLTAGE (V) |
|-------------------------------------------------------------|---------------------|-------------------|--------------------|
| Electrical Rating                                           | 15                  | 2.7 to 16         | 0.4 to 5.8         |
| Thermal Rating<br>T <sub>A</sub> = 55°C,<br>200LFM air flow | 15                  | 12                | 3.3                |
| Thermal Rating<br>T <sub>A</sub> = 85°C,<br>no air flow     | 15                  | 12                | 1.8                |

\*最大T<sub>J</sub> = +125°C。特定の動作条件については、標準動作特性のセクションにある安全動作領域（SOA）曲線を参照してください。

オーダー情報はデータシート末尾に記載されています。

## 簡略アプリケーション回路図



## 絶対最大定格

|                                    |                   |                             |                      |
|------------------------------------|-------------------|-----------------------------|----------------------|
| V <sub>DDH</sub> ～PGND (Note 1)    | .....-0.3V～+19V   | AVDD～AGND                   | .....-0.3V～+2.5V     |
| LX～PGND (DC)                       | .....-0.3V～+19V   | LDOIN～AGND                  | .....-0.3V～+6V       |
| LX～PGND (AC) (Note 2)              | .....-10V～+23V    | EN、PGOOD、CLK、DATA～AGND      | .....-0.3V～+4V       |
| V <sub>DDH</sub> ～LX (DC) (Note 1) | .....-0.3V～+19V   | SNSP～AGND                   | .....-0.3V～AVDD+0.3V |
| V <sub>DDH</sub> ～LX (AC) (Note 2) | .....-10V～+23V    | SNSN～AGND                   | .....-0.3V～+0.3V     |
| BST～PGND (DC)                      | .....-0.3V～+21.5V | PGM0、PGM1～AGND              | .....-0.3V～AVDD+0.3V |
| BST～PGND (AC) (Note 2)             | .....-7V～+25.5V   | ピークLX電流                     | .....-25A～+34A       |
| BST～LX                             | .....-0.3V～+2.5V  | ジャンクション温度 (T <sub>J</sub> ) | .....+150°C          |
| PGND～AGND                          | .....-0.3V～+0.3V  | 保存温度範囲                      | .....-65°C～+150°C    |
| V <sub>CC</sub> ～PGND              | .....-0.3V～+2.5V  | ピーク・リフロー温度 (鉛フリー)           | .....+260°C          |

Note 1：誘導性の電圧スパイクを絶対最大定格以内に抑えるために、V<sub>DDH</sub>ピンから40mil以内の場所に入力高周波数コンデンサの配置が必要です。

Note 2：ACの制限値は25nsです。

上記の絶対最大定格を超えるストレスを加えるとデバイスに恒久的な損傷を与えることがあります。これらの規定はストレス定格のみを定めたものであり、この仕様の動作セクションに記載する規定値以上でデバイスが正常に動作することを意味するものではありません。デバイスを長時間絶対最大定格状態に置くとデバイスの信頼性に影響を与えます。

## パッケージ情報

## 16 FC2QFN

|                                                                                     |                           |
|-------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------|
| Package Code                                                                        | F164A6F+2                 |
| Outline Number                                                                      | <a href="#">21-100528</a> |
| Land Pattern Number                                                                 | <a href="#">90-100191</a> |
| <b>Thermal Resistance</b>                                                           |                           |
| Junction to Ambient (θ <sub>JA</sub> )                                              | 48.5°C/W                  |
| Junction to Case (θ <sub>JC</sub> )                                                 | 10.7°C/W                  |
| Junction to Ambient (θ <sub>JA</sub> ) on MAX20815EVKIT# (no heat sink, no airflow) | 18.1°C/W                  |

パッケージの最新の外形情報およびランドパターン（フットプリント）については、<https://www.analog.com/jp/resources/packaging-quality-symbols-footprints/package-index.html>を参照してください。パッケージ・コード内の「+」、「#」、「-」は、RoHSステータスのみを示しています。パッケージ図面には異なるサフィックスが表示される場合がありますが、図面はRoHSステータスに関係なくパッケージに固有のものです。

パッケージの熱抵抗は、JEDEC仕様書JESD51-7に記載されている方法で、4層基板を用いて求めています。パッケージの熱的考察の詳細については、[www.analog.com/jp/resources/technical-articles/thermal-characterization-of-ic-packages](http://www.analog.com/jp/resources/technical-articles/thermal-characterization-of-ic-packages)を参照してください。

## 電氣的特性

(標準アプリケーション回路を参照してください。特に指定のない限り、 $V_{DDH} = 12V$ 、 $V_{LDOIN} = 3.3V$ 、 $T_A = T_J = -40^{\circ}C \sim +125^{\circ}C$ 。仕様は  $T_A = +32^{\circ}C$  で出荷テストされています。動作温度範囲内の制限値は、設計と特性評価によって確保されています。)

| PARAMETER                                 | SYMBOL                | CONDITIONS                                                              | MIN  | TYP  | MAX  | UNITS   |
|-------------------------------------------|-----------------------|-------------------------------------------------------------------------|------|------|------|---------|
| <b>INPUT SUPPLY</b>                       |                       |                                                                         |      |      |      |         |
| Input Voltage Range                       | $V_{DDH}$             |                                                                         | 2.7  |      | 16   | V       |
| Input Supply Current                      | $I_{VDDH}$            | $V_{LDOIN} = 3.3V$ , EN = AGND                                          |      | 0.12 |      | mA      |
|                                           |                       | $V_{LDOIN} = AGND$ , EN = AGND                                          |      | 6.5  |      |         |
| Linear Regulator Input Voltage            | $V_{LDOIN}$           |                                                                         | 2.5  |      | 5.5  | V       |
| Linear Regulator Input Current            | $I_{LDOIN}$           | $V_{LDOIN} = 3.3V$ , EN = AGND                                          |      | 6.4  |      | mA      |
| Internal LDO Regulated Output             | $V_{CC}$              |                                                                         | 1.71 | 1.80 | 1.95 | V       |
| Linear Regulator Current Limit            |                       | $V_{LDOIN} = AGND$                                                      | 85   | 170  |      | mA      |
|                                           |                       | $V_{LDOIN} = 3.3V$                                                      | 100  | 230  |      |         |
|                                           |                       | $V_{CC} < 1.6V$                                                         |      | 25   |      |         |
| AVDD Undervoltage Lockout                 | AVDD                  | Rising                                                                  | 1.65 | 1.67 | 1.70 | V       |
| AVDD Undervoltage Lockout Hysteresis      |                       |                                                                         |      | 55   |      | mV      |
| $V_{DDH}$ Undervoltage Lockout            |                       | Rising                                                                  | 2.4  | 2.5  | 2.6  | V       |
| $V_{DDH}$ Undervoltage Lockout Hysteresis |                       |                                                                         |      | 100  |      | mV      |
| LDOIN Undervoltage Lockout                | $V_{LDOIN}$           | Rising                                                                  | 2.26 | 2.33 | 2.40 | V       |
| LDOIN Undervoltage Lockout Hysteresis     |                       |                                                                         |      | 100  |      | mV      |
| <b>OUTPUT VOLTAGE RANGE AND ACCURACY</b>  |                       |                                                                         |      |      |      |         |
| Feedback Voltage Accuracy                 | $V_{SNSP} - V_{SNSN}$ | $V_{REF} = 0.5V$                                                        | -0.6 |      | +0.6 | %       |
|                                           |                       | $V_{REF} = 0.4V$ to $0.8V$                                              | -1   |      | +1   |         |
|                                           |                       | $V_{REF} = 0.4V$ to $0.8V$ , $T_A = T_J = 0^{\circ}C$ to $+85^{\circ}C$ | -0.6 |      | +0.6 |         |
| Positive Voltage Sense Leakage Current    | $I_{SNSP}$            |                                                                         | -1   |      | +1   | $\mu A$ |
| Negative Voltage Sense Input Range        | $V_{SNSN}$            |                                                                         | -100 |      | +100 | mV      |
| Negative Voltage Sense Bias Current       | $I_{SNSN}$            |                                                                         |      | 300  | 550  | $\mu A$ |
| <b>SWITCHING FREQUENCY</b>                |                       |                                                                         |      |      |      |         |
| Switching Frequency                       | $f_{SW}$              |                                                                         |      | 500  |      | kHz     |
|                                           |                       |                                                                         |      | 600  |      |         |
|                                           |                       |                                                                         |      | 750  |      |         |
|                                           |                       |                                                                         |      | 1000 |      |         |
|                                           |                       |                                                                         |      | 1200 |      |         |
|                                           |                       |                                                                         |      | 2000 |      |         |
| Switching Frequency Accuracy              |                       |                                                                         | -10  |      | +10  | %       |

## 電气的特性（続き）

（標準アプリケーション回路を参照してください。特に指定のない限り、 $V_{DDH} = 12V$ 、 $V_{LDOIN} = 3.3V$ 、 $T_A = T_J = -40^{\circ}C \sim +125^{\circ}C$ 。仕様は  $T_A = +32^{\circ}C$  で出荷テストされています。動作温度範囲内の制限値は、設計と特性評価によって確保されています。）

| PARAMETER                                                                | SYMBOL                | CONDITIONS                                 | MIN  | TYP  | MAX  | UNITS       |
|--------------------------------------------------------------------------|-----------------------|--------------------------------------------|------|------|------|-------------|
| Minimum Controllable On-Time                                             |                       | Inductor valley current $\leq 0A$ (Note 3) |      | 36   | 50   | ns          |
|                                                                          |                       | Inductor valley current $> 0A$ (Note 3)    |      | 30   | 45   |             |
| Minimum Controllable Off-Time                                            |                       | (Note 3)                                   |      | 100  | 140  | ns          |
| <b>ENABLE AND STARTUP</b>                                                |                       |                                            |      |      |      |             |
| Initialization Time                                                      | $t_{INIT}$            |                                            |      | 800  |      | $\mu s$     |
| EN Threshold                                                             |                       | Rising                                     | 0.9  |      |      | V           |
|                                                                          |                       | Falling                                    |      |      | 0.6  |             |
| EN Filtering Delay                                                       |                       | Rising                                     |      | 250  |      | $\mu s$     |
|                                                                          |                       | Falling                                    |      | 2    |      |             |
| Soft-Startup Slew Rate                                                   | $V_{SNSP} - V_{SNSN}$ |                                            |      | 0.5  |      | V/ms        |
| <b>POWER-GOOD AND FAULT PROTECTIONS</b>                                  |                       |                                            |      |      |      |             |
| PGOOD Output Low                                                         |                       | $I_{PGOOD} = 4mA$                          |      |      | 0.4  | V           |
| Output Undervoltage (UV) Threshold                                       |                       | $V_{REF} = 0.5V$                           | -16  | -13  | -10  | %           |
| Output UV Deglitch Delay                                                 |                       |                                            |      | 2    |      | $\mu s$     |
| Output Overvoltage Protection (OVP) Threshold                            |                       | $V_{REF} = 0.5V$                           | 10   | 13   | 16   | %           |
| Output OVP Threshold Deglitch Delay                                      |                       |                                            |      | 2    |      | $\mu s$     |
| Positive Overcurrent Protection (POCP) Threshold                         |                       | Inductor peak current, POCP = 20A          | 18   | 20   | 22   | A           |
|                                                                          |                       | Inductor peak current, POCP = 17.3A        | 15.6 | 17.3 | 19   |             |
|                                                                          |                       | Inductor peak current, POCP = 14.6A        | 13.1 | 14.6 | 16.1 |             |
|                                                                          |                       | Inductor peak current, POCP = 12A          | 10.8 | 12   | 13.2 |             |
| POCP Deglitch Delay                                                      | $t_{POCP}$            |                                            |      | 40   |      | ns          |
| Fast Positive Overcurrent Protection (FPOCP) Threshold                   |                       |                                            | 22.7 | 25.3 | 28.8 | A           |
| Negative Overcurrent Protection (NOCP) Threshold to POCP Threshold Ratio |                       |                                            |      | -83  |      | %           |
| NOCP Accuracy                                                            |                       |                                            | -20  |      | +20  | %           |
| BST UVLO Threshold                                                       | $V_{BST} - V_{LX}$    |                                            | 1.48 | 1.56 | 1.64 | V           |
| BST UVLO Threshold Hysteresis                                            |                       |                                            |      | 52   |      | mV          |
| Overtemperature Protection (OTP) Rising Threshold                        |                       |                                            |      | 155  |      | $^{\circ}C$ |
| OTP Accuracy                                                             |                       |                                            |      | 6    |      | %           |
| OTP Hysteresis                                                           |                       |                                            |      | 20   |      | $^{\circ}C$ |
| Hiccup Protection Time                                                   |                       | OVP, POCP, or NOCP                         |      | 20   |      | ms          |

## 電气的特性（続き）

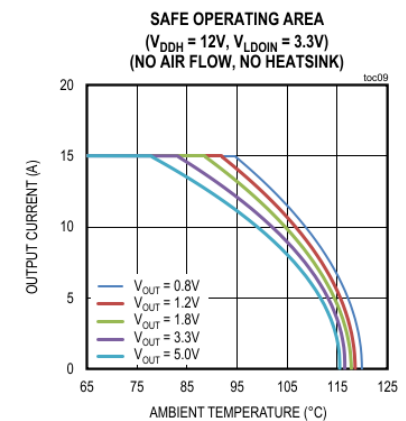
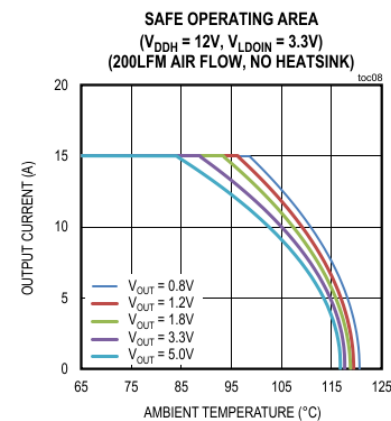
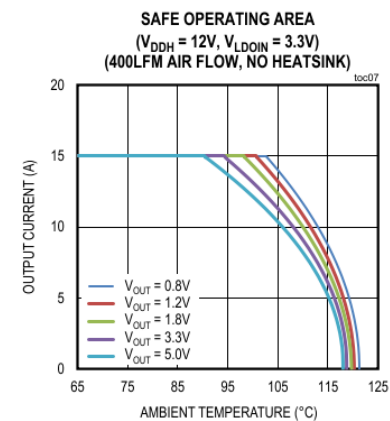
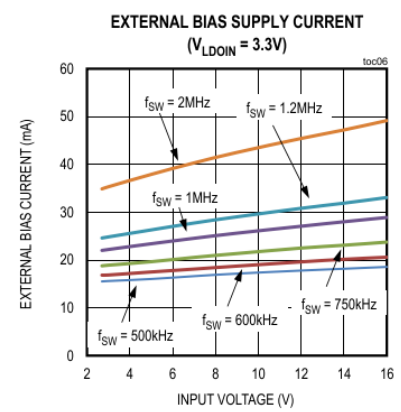
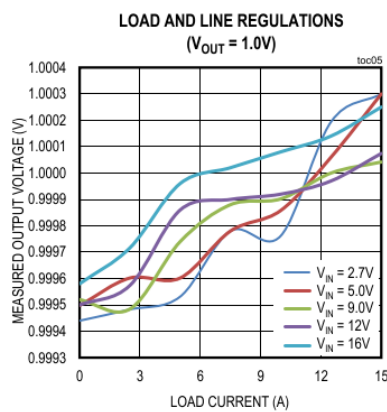
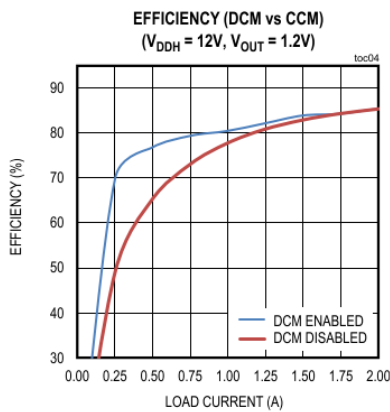
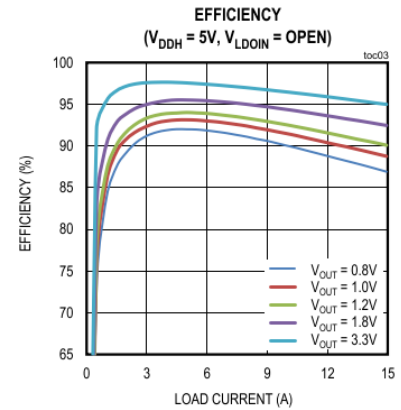
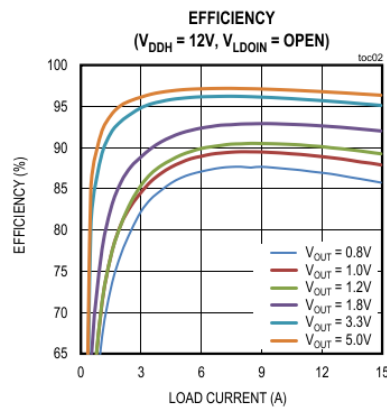
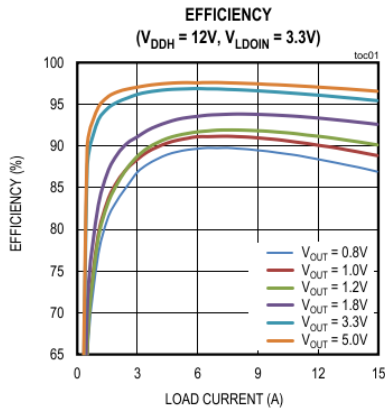
（標準アプリケーション回路を参照してください。特に指定のない限り、 $V_{DDH} = 12V$ 、 $V_{LDOIN} = 3.3V$ 、 $T_A = T_J = -40^{\circ}C \sim +125^{\circ}C$ 。仕様は  $T_A = +32^{\circ}C$  で出荷テストされています。動作温度範囲内の制限値は、設計と特性評価によって確保されています。）

| PARAMETER                             | SYMBOL        | CONDITIONS                                    | MIN   | TYP               | MAX  | UNITS       |
|---------------------------------------|---------------|-----------------------------------------------|-------|-------------------|------|-------------|
| <b>DCM OPERATION MODE</b>             |               |                                               |       |                   |      |             |
| DCM Comparator Threshold to Enter DCM |               | Inductor valley current, POCP = 20A           |       | -0.75             |      | A           |
|                                       |               | Inductor valley current, POCP = 17.3A         |       | -0.67             |      |             |
|                                       |               | Inductor valley current, POCP = 14.6A         |       | -0.6              |      |             |
|                                       |               | Inductor valley current, POCP = 12A           |       | -0.45             |      |             |
| DCM Comparator Threshold to Exit DCM  |               | Inductor valley current                       |       | 0.07              |      | A           |
| <b>PMBus INTERFACE</b>                |               |                                               |       |                   |      |             |
| CLK, DATA Input Logic Low Voltage     |               |                                               |       |                   | 0.8  | V           |
| CLK, DATA Input Logic High Voltage    |               |                                               | 1.45  |                   |      | V           |
| CLK, DATA Input Leakage Current       |               |                                               | -1    |                   | +1   | $\mu A$     |
| DATA Output Logic Low                 |               | Sinking 4mA                                   |       |                   | 0.4  | V           |
| PMBus Operating Frequency             | $f_{CLK}$     |                                               |       |                   | 1000 | kHz         |
| DATA Hold Time from CLK               | $t_{HD\_DAT}$ | (Note 3)                                      | 0     |                   |      | ns          |
| DATA Setup Time from CLK              | $t_{SU\_DAT}$ | (Note 3)                                      | 50    |                   |      | ns          |
| CLK High Period                       | $t_{HIGH}$    | (Note 3)                                      | 0.26  |                   |      | $\mu s$     |
| CLK Low Period                        | $t_{LOW}$     | (Note 3)                                      | 0.5   |                   |      | $\mu s$     |
| <b>PMBus TELEMETRY</b>                |               |                                               |       |                   |      |             |
| Reading Update Rate                   |               | READ_IOUT, READ_VOUT and READ_VIN             |       | 1.47              |      | ms          |
|                                       |               | READ_TEMPERATURE                              |       | 2.86              |      |             |
| READ_IOUT Range                       |               |                                               | 0     |                   | 20   | A           |
| READ_IOUT Accuracy                    |               | $I_{OUT} = 0A$                                | -1    |                   | +1   | A           |
|                                       |               | $0A < I_{OUT} < 20A$                          | -1.5  |                   | +1.5 |             |
| READ_VOUT Range                       |               | Feedback Voltage Sensed Between SNSP and SNSN |       | $V_{REF} \pm 200$ |      | mV          |
| READ_VOUT Accuracy                    |               | Feedback Voltage Sensed Between SNSP and SNSN | -1.5  |                   | +1.5 | %           |
| READ_VIN Range                        |               |                                               | 2.3   |                   | 16   | V           |
| READ_VIN Accuracy                     |               |                                               | -350  |                   | +350 | mV          |
| READ_TEMPERATURE Range                |               |                                               | -40   |                   | +150 | $^{\circ}C$ |
| READ_TEMPERATURE Accuracy             |               |                                               |       | $\pm 4$           |      | $^{\circ}C$ |
| <b>PROGRAMMING PINS</b>               |               |                                               |       |                   |      |             |
| PGM_ Pin Resistor Range               |               |                                               | 0.095 |                   | 115  | k $\Omega$  |
| PGM_ Resistor Accuracy                |               |                                               | -1    |                   | +1   | %           |

**Note 3 :** 設計により性能を確保しています。

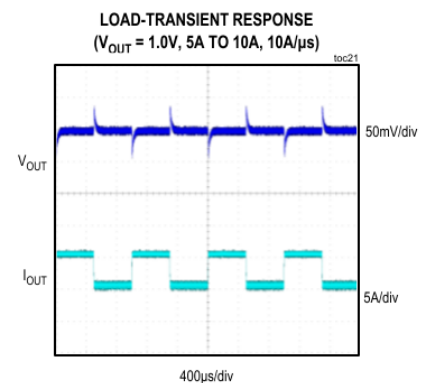
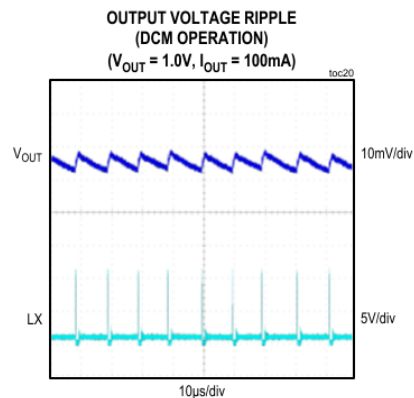
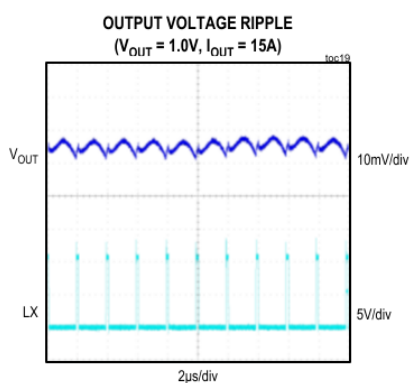
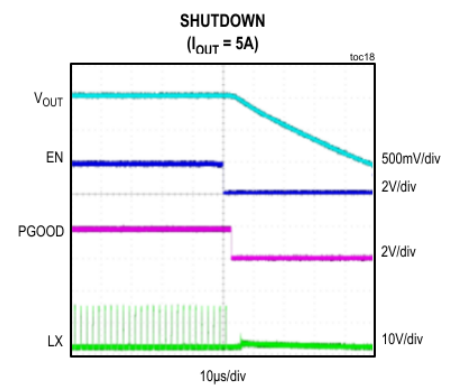
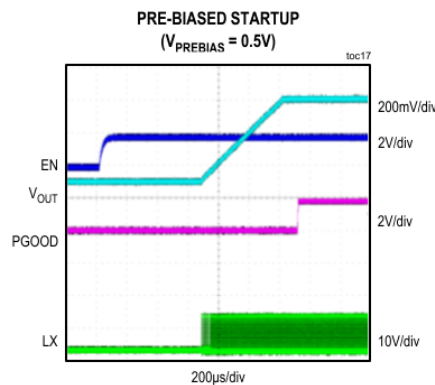
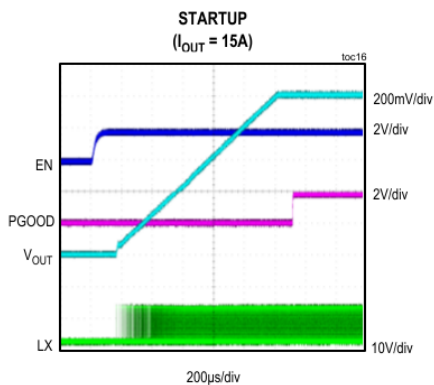
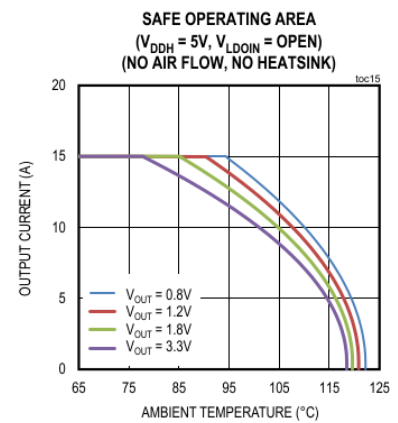
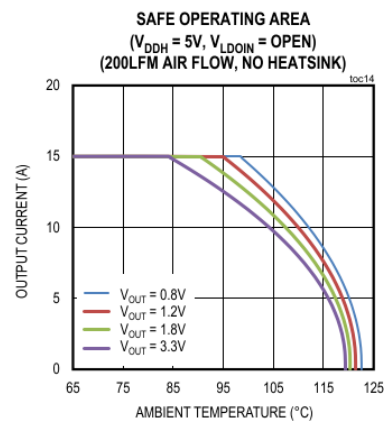
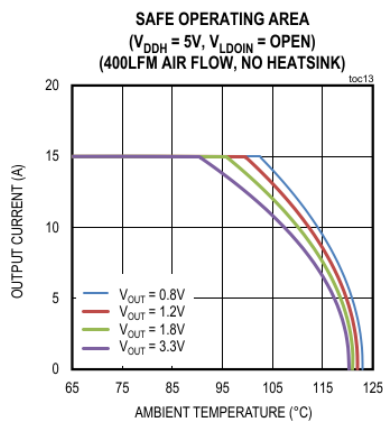
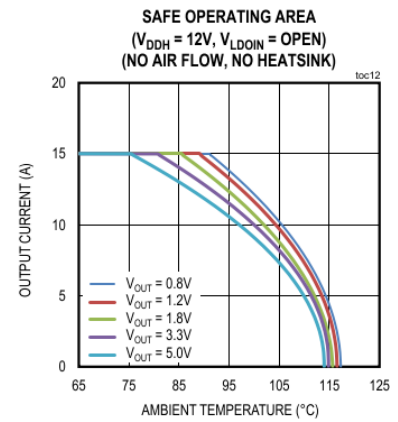
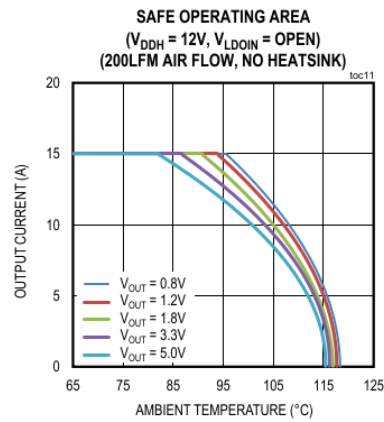
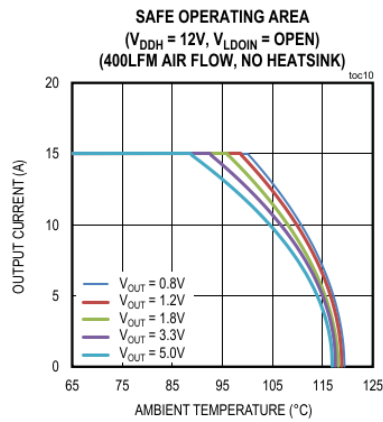
## 標準動作特性

(特に指定のない限り、標準アプリケーション回路、MAX20815EVKIT#でテスト、 $V_{DDH} = 12V$ 、 $f_{SW} = 500kHz$ 、 $T_A = +25^\circ C$ 、インダクタはPA5034.XXXHLTもしくは $V_{OUT} > 2.5V$ の場合PA4987.102HL)



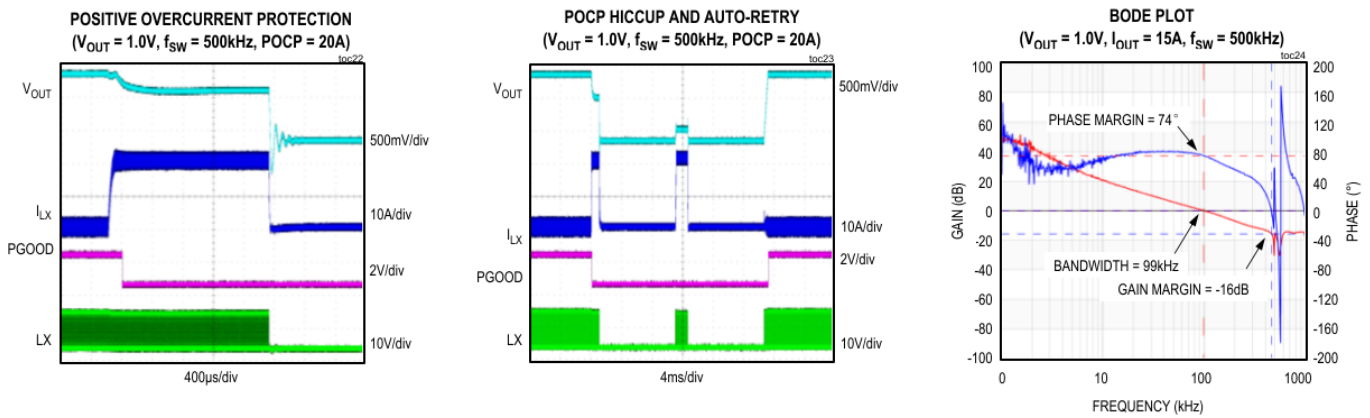


## 標準動作特性（続き）

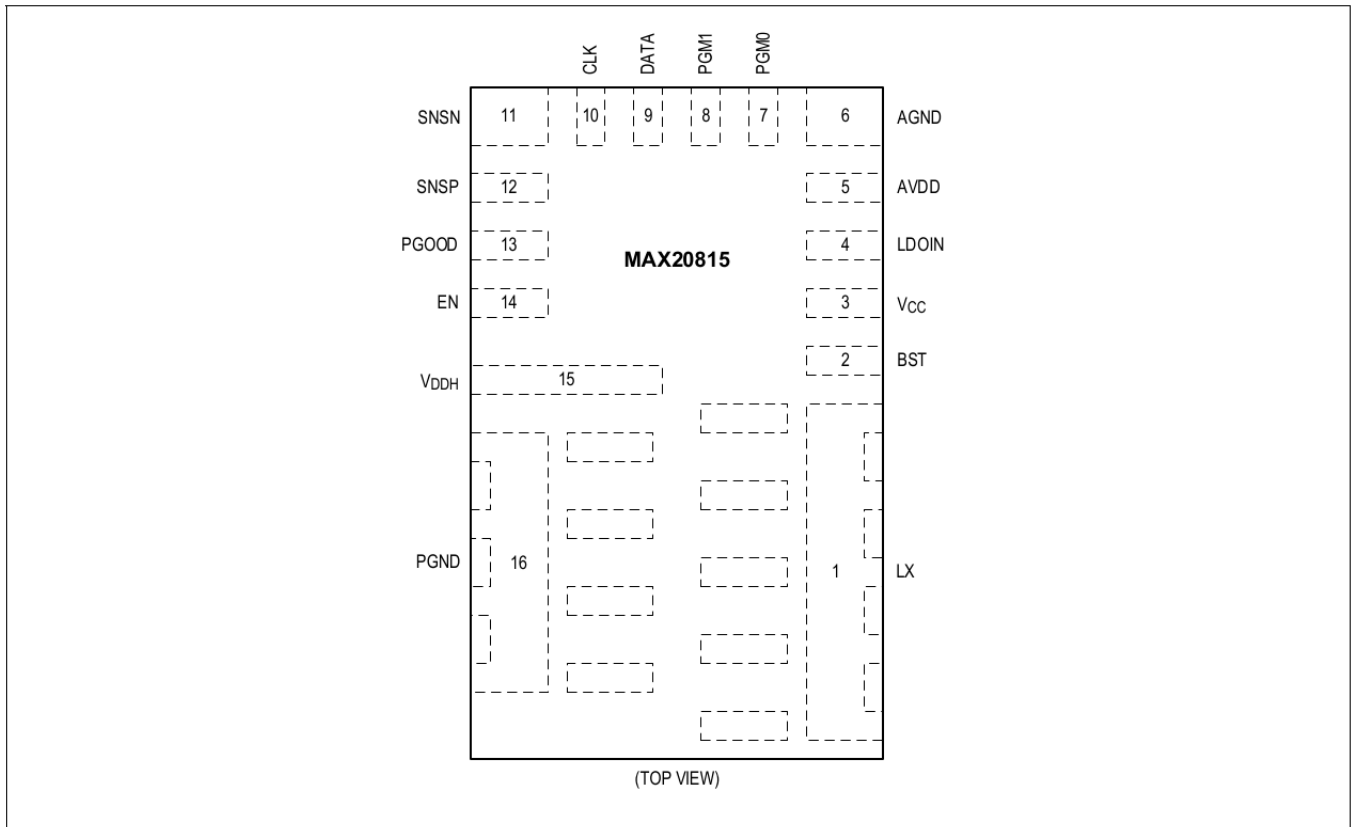




## 標準動作特性（続き）



## ピン配置



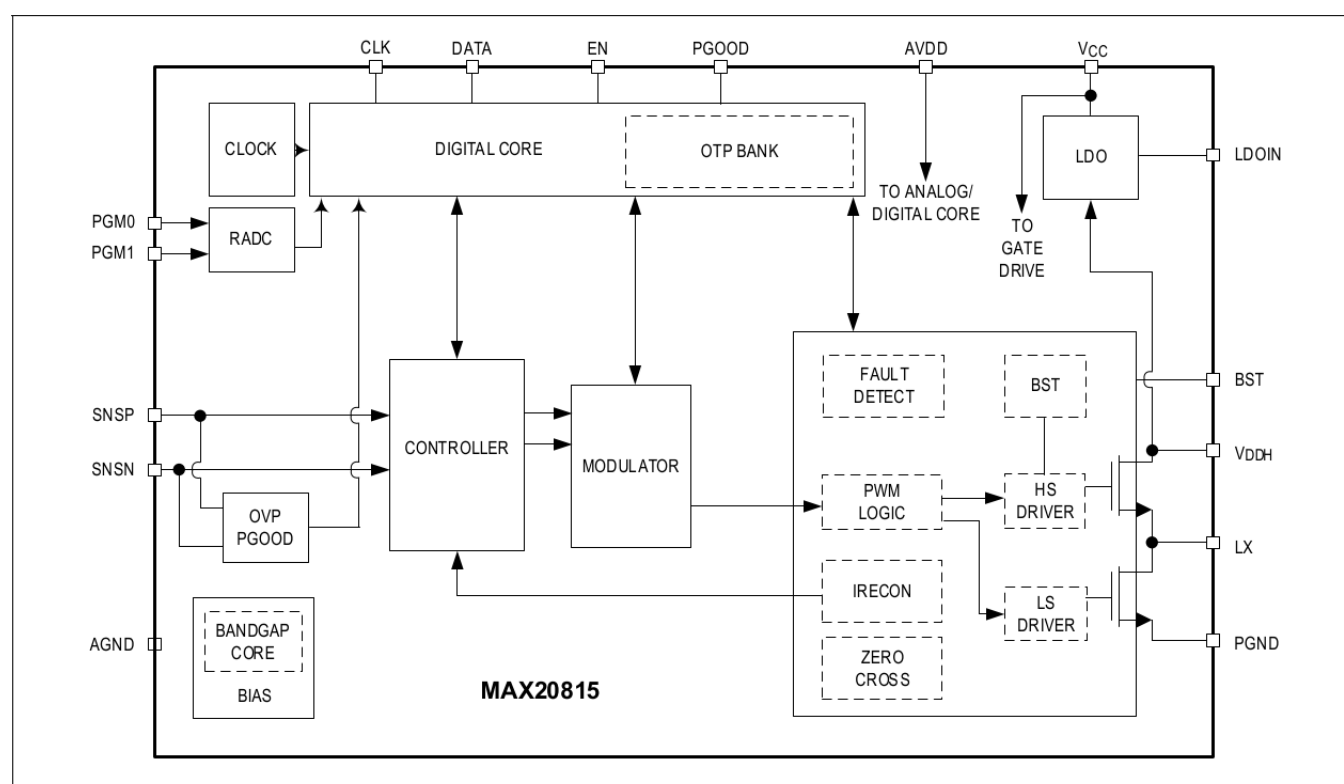
## 端子説明

| 端子 | 名称  | 機能                                                  |
|----|-----|-----------------------------------------------------|
| 1  | LX  | スイッチング・ノード。LXは出力インダクタに直接接続します。                      |
| 2  | BST | ブートストラップ・ピン。BSTとLXの間に0.47μFのセラミック・コンデンサを接続します。      |
| 3  | VCC | 内部1.8V LDO出力。VCCとPGNDの間には4.7μF以上のセラミック・コンデンサを接続します。 |

## 端子説明（続き）

| 端子 | 名称               | 機能                                                                                               |
|----|------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 4  | LDOIN            | オプションの2.5V~5.5V LDO入力電源。このピンは、使用しない場合、フローティング状態にします。                                             |
| 5  | AVDD             | アナログ回路用の1.8V電源。AVDDとV <sub>CC</sub> の間には2.2Ω~4.7Ωの抵抗を接続します。AVDDとAGNDの間には1μF以上のセラミック・コンデンサを接続します。 |
| 6  | AGND             | アナログ・グラウンド                                                                                       |
| 7  | PGM0             | プログラム入力。プログラミング抵抗を介して、このピンをグラウンドに接続します。                                                          |
| 8  | PGM1             | プログラム入力。プログラミング抵抗を介して、このピンをグラウンドに接続します。                                                          |
| 9  | DATA             | PMBusデータ                                                                                         |
| 10 | CLK              | PMBusクロック                                                                                        |
| 11 | SNSN             | 出力電圧リモート検出の負側入力                                                                                  |
| 12 | SNSP             | 出力電圧リモート検出の正側入力。SNSPは負荷の出力電圧に接続します。抵抗分圧器を出力とSNSPの間に接続して、出力をリファレンス電圧以上にレギュレーションできます。              |
| 13 | PGOOD            | オープンドレインのパワーグッド出力                                                                                |
| 14 | EN               | 出力イネーブル                                                                                          |
| 15 | V <sub>DDH</sub> | レギュレータの入力電源                                                                                      |
| 16 | PGND             | 電源グラウンド                                                                                          |

## 機能図



## 詳細

### 制御アーキテクチャ

#### 固定周波数ピーク電流モード制御ループ

MAX20815の制御ループは、固定周波数ピーク電流モード制御アーキテクチャに基づいています。図1に、簡略化した制御アーキテクチャを示します。このループには、誤差アンプ段、内部電圧ループ補償ネットワーク、電流検出、内部勾配補償、PWM信号を生成してハイサイドおよびローサイドMOSFETを駆動するPWM変調器が含まれます。このデバイスのデフォルトの帰還リファレンス電圧 ( $V_{REF}$ ) は0.5Vです。リファレンス電圧は、PMBusのVOUT\_COMMANDを用いて、0.4Vから0.8Vの範囲を1.95mVの分解能で調整できます (MAX20830/MAX20815/MAX20810 PMBusコマンド・セット・ユーザー・ガイドを参照)。  $V_{REF}$  と出力電圧検出値との差は、最初の誤差アンプによって増幅されます。その出力電圧 ( $V_{ERR}$ ) は、電圧ループ補償ネットワークの入力として使用されます。補償ネットワークの出力 ( $V_{COMP}$ ) は、電流検出信号 ( $V_{ISENSE}$ ) や勾配補償 ( $V_{RAMP}$ ) と共に、PWMコンパレータに供給されます。PWMコンパレータの出力はPWM変調器の入力になります。ハイサイドMOSFETは内部クロックに合わせてオンになります。高度変調方式 (AMS) が有効な場合、内部クロックは、固定周波数クロックまたは位相シフト・クロックのいずれかになります。

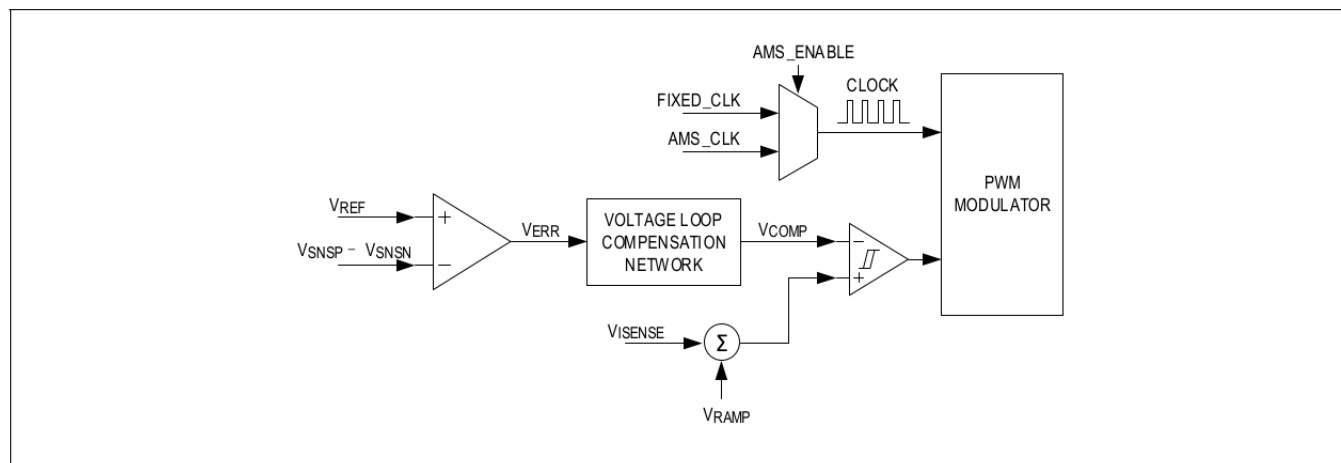


図1.簡略化した制御アーキテクチャ

#### 高度変調方式 (AMS)

MAX20815は、選択可能な高度変調方式 (AMS) を備えており、過渡応答を改善できます。AMSには、従来の固定周波数PWM方式よりも大きな利点があります。AMS機能を有効にすると、立上がりエッジと立下がりエッジの両方での変調が可能になり、その結果、大きな負荷過渡時にスイッチング周波数が一時的に増加または減少します。図2に、AMSが有効な場合に、従来の立下がりエッジ変調に加えて立上がりエッジ変調を行う方式を示します。この変調方式により、最小限の遅延でオン/オフの切り替えが可能になります。全インダクタ電流が非常に急速に増加するため、負荷要求が満たされ、出力コンデンサから引き出される電流は減少します。AMSが有効な場合、位相マージンを犠牲にすることなく、システムのクローズドループ帯域幅を拡張できます。その結果、出力容量を最小限に抑えることができます。

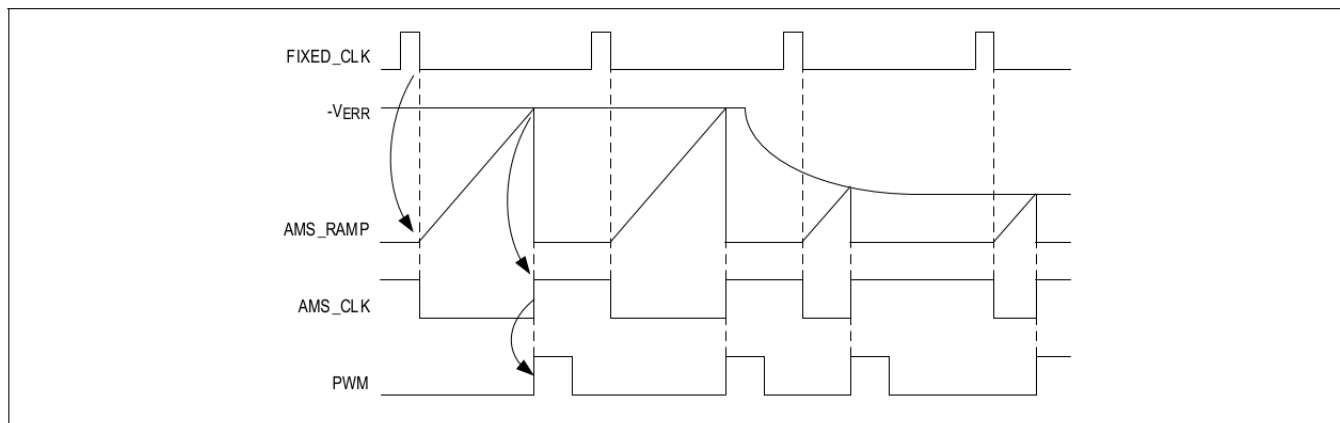


図2.AMSの動作

### 不連続電流モード（DCM）動作

不連続電流モード（DCM）動作は、軽負荷時の効率を向上させるためのオプション機能です。MAX20815には、CCMで動作中にインダクタの谷電流を監視するための、DCM電流検出コンパレータがあります。軽負荷時にインダクタの谷電流が56サイクル連続してDCMコンパレータのスレッシュホールドを下回ると、デバイスはシームレスにDCM動作に移行します。DCMに移行すると、負荷の減少につれてスイッチング周波数が減少します。インダクタの谷電流が0Aより大きくなると直ちに、デバイスはCCM動作に戻ります。

MAX20815ではDCMはデフォルトで無効ですが、PMBusコマンドで有効にできます（MAX20830/MAX20815/MAX20810 PMBusコマンド・セット・ユーザー・ガイドを参照）。

### 内蔵リニア・レギュレータ

MAX20815には、1.8Vリニア・レギュレータ（LDO）が内蔵されています。デフォルトでは、V<sub>CC</sub>の1.8VのLDO出力電圧は、V<sub>DDH</sub>ピンから得られます。効率を向上させるために、オプションの2.5V～5.5Vのバイアス入力電源をLDOINピンに印加して、V<sub>CC</sub>の1.8V電圧がLDOINピンから変換されるようにすることもできます。オプションのLDOINバイアス入力電源は、動作に影響を与えることなく、レギュレーション中にいつでも印加や切り離しができます。

V<sub>CC</sub>ピンの1.8V電圧は、MOSFETドライバに電流を供給します。V<sub>CC</sub>とPGNDの間には、4.7μF以上のデカップリング・コンデンサを接続する必要があります。デバイス内部のアナログ回路に電力を供給するため、AVDDピンにも1.8V電源が必要です。AVDDとV<sub>CC</sub>の間には、2.2Ω～4.7Ωの抵抗を接続する必要があります。AVDDとAGNDの間には、1μF以上のデカップリング・コンデンサを使用する必要があります。

### 起動とシャットダウン

図3に、起動とシャットダウンのタイミングを示します。AVDDピン電圧がUVLOの立上がりスレッシュホールドを超えると、デバイスは初期化手順を実行します。PGM\_<sub>pin</sub>の構成設定値が読み出されます。初期化が完了すると、デバイスはV<sub>DDH</sub> UVLOとENのステータスを検出します。両方が立上がりスレッシュホールドを超えると、ソフトスタートが開始され、スイッチングがイネーブルされます。イネーブルされた出力の出力電圧が上昇し始めます。ソフトスタートの立上がり時間は1msです。フォルトがない場合、ソフトスタート時の上昇が完了した後に、オープンドレインPGOODピンは、ローに保持された状態から解放されます。このデバイスは、出力がプリバイアスされた状態でのスムーズな起動をサポートします。

動作中、V<sub>DDH</sub> UVLOまたはENがスレッシュホールドを下回るとスイッチングが即座に停止します。出力電圧は負荷電流により放電されます。

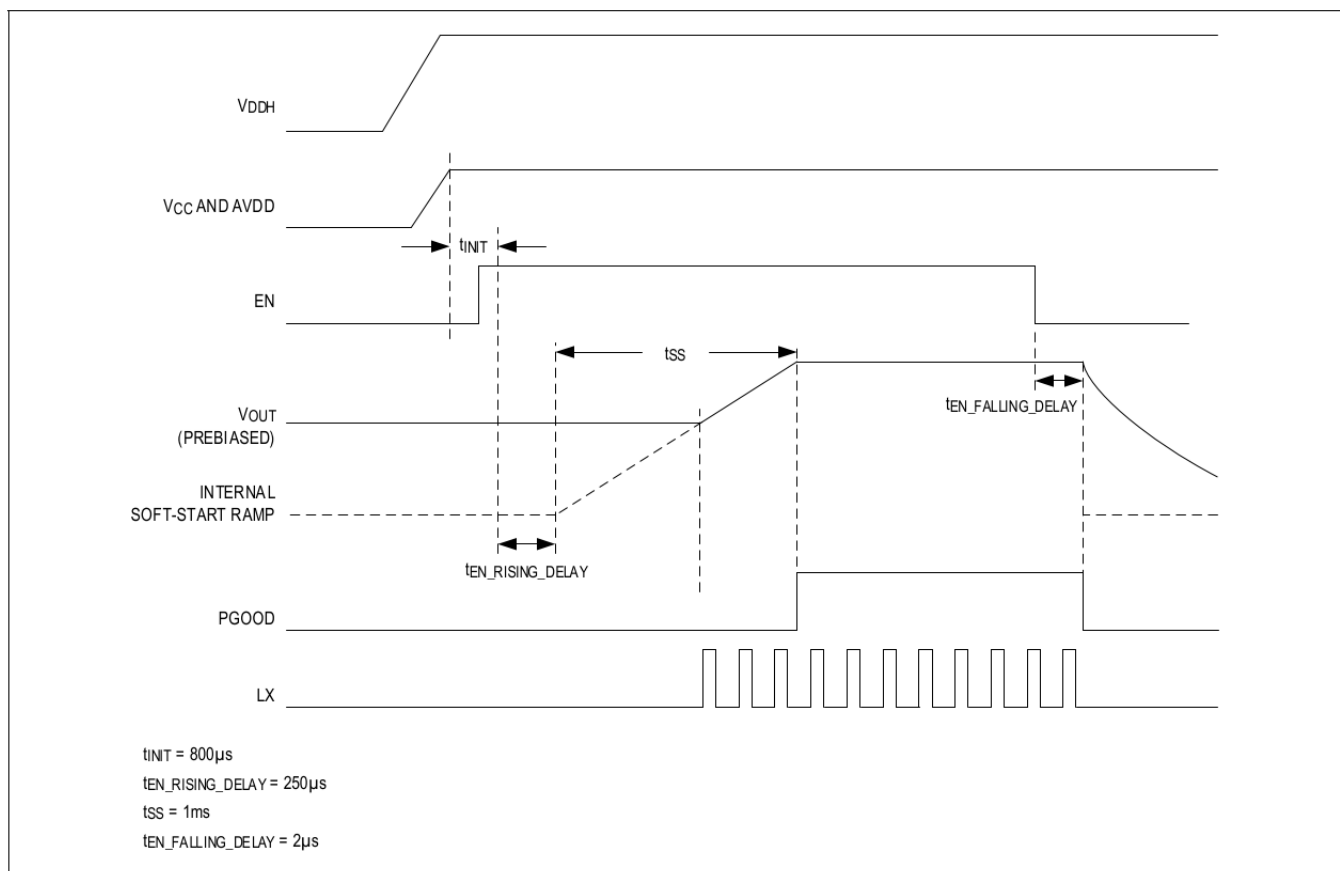


図3. 起動とシャットダウンのタイミング

## フォルトの処理

### 入力低電圧ロックアウト (VDDH UVLO)

MAX20815は、内部でVDDH電圧レベルを監視します。入力電源電圧がUVLOスレッショルドを下回ると、デバイスはスイッチングを停止し、PGOODピンをローに駆動します。UVLOステータスがクリアされると、デバイスは20ms後に再起動します。起動シーケンスについては、[起動とシャットダウン](#)のセクションを参照してください。

### 出力過電圧保護 (OVP)

ソフトスタート時の上昇が完了すると、出力過電圧に備えて $V_{SNSP} - V_{SNSN}$ の帰還電圧がモニタされます。OVPデグリッチ・フィルタリング遅延時間をすぎても帰還電圧がOVPスレッショルドを上回っている場合、デバイスはスイッチングを停止し、PGOODピンをローに駆動します。OVPステータスがクリアされると、デバイスは20ms後に再起動します。

### 正過電流保護 (POCP) と高速正過電流保護 (FPOCP)

このデバイスのピーク電流モード制御アーキテクチャは、固有の電流制限および短絡保護の機能を備えています。インダクタ電流は、スイッチング中に連続的にモニタされます。インダクタのピーク電流は、サイクルごとの制限値です。各スイッチング・サイクルにおいて、インダクタ電流検出値がPOCPスレッショルドを超えると、デバイスは、ハイサイドMOSFETをオフにし、ローサイドMOSFETをオンにして、インダクタ電流を出力電圧によって放電できるようにします。アップダウン・カウンタを使用して、スイッチング・サイクルごとのPOCPイベントの連続発生数を累積します。このカウンタが1024を超えると、デバイスはスイッチングを停止し、PGOODピンをローに駆動します。POCPはヒカップ保護であり、デバイスは20ms後に再起動します。

MAX20815には4つのPOCPスレッショルド (20A、17.3A、14.6A、12A) があり、PGM0ピンで選択できます ([ピンストラップのプログラマビリティ](#)のセクションを参照)。POCPデグリッチ遅延があるため、アプリケーションのユース・ケースによっては、実際のPOCPスレッショルドは更に高く設定する必要があります ([出力インダクタの選択](#)のセクションを参照)。

電流制限POCPの他に、インダクタの短絡や飽和など極端な過電流状態から保護するためのFPOCPも備わっています。FPOCPのスレッシュホールドは25.3Aです。インダクタ電流検出値がFPOCPスレッシュホールドを超えると、デバイスはスイッチングを停止し、PGOODピンをローに駆動してデバイスをラッチします。ラッチされた FPOCP フォルトをクリアして動作を再開するには、電源を再投入する必要があります。

### 負過電流保護（NOCP）

このデバイスには、インダクタの谷電流に対するNOCPもあります。NOCPスレッシュホールドはPOCPスレッシュホールドの-83%です。各スイッチング・サイクルにおいて、インダクタ電流検出値がNOCPスレッシュホールドを超えると、デバイスは、ローサイドMOSFETをオフにし、ハイサイドMOSFETを180nsの固定時間、オンにして、インダクタ電流を入力電圧によって放電できるようにします。POCPと同様に、アップダウン・カウンタを使用してNOCPイベントの連続発生数を累積します。このカウンタが1024を超えると、デバイスはスイッチングを停止し、PGOODピンをローに駆動します。NOCPはヒカップ保護であり、デバイスは20ms後に再起動します。

### ブートストラップ電圧の低電圧（BST UVLO）

BSTピンとLXピンの間には0.47μFのコンデンサを接続する必要があります。BSTとLXの間の差動電圧が、ハイサイドMOSFETのゲート駆動電源を保持します。この電圧がBSTのUVLOスレッシュホールドを下回ると、デバイスはスイッチングを停止しPGOODピンをローに駆動します。BSTのUVLOステータスがクリアされると、デバイスは20ms後に再起動します。

### 過熱保護（OTP）

過熱保護のスレッシュホールドは155°Cで、ヒステリシスは20°Cです。動作中にジャンクション温度がOTPスレッシュホールドに達すると、デバイスはスイッチングを停止しPGOODピンをローに駆動します。OTPステータスがクリアされると、デバイスは20ms後に再起動します。

### ピンストラップのプログラマビリティ

MAX20815には2つのプログラム・ピン（PGM0とPGM1）があり、このデバイスの主要な構成の一部を設定します。PGM\_値は、起動の初期化中に読み出されます。PGM0とPGM1には、それぞれ32個の検出レベルがあります。PGM\_ピンとAGNDの間にピンストラップ抵抗を1個接続することで、32個のコードの中から1つを選択します。PGM0は、POCPレベルとPMBusアドレスの選択に使用されます（表1参照）。PGM1は、スイッチング周波数と、表3で定義されている定義済みシナリオの選択に使用されます（表2）。

表1. PGM0によるPOCPおよびPMBusアドレスの選択

| PGM0<br>CODES | R <sub>PGM0</sub><br>(Ω) | POCP<br>(A) | PMBus ADDRESS |
|---------------|--------------------------|-------------|---------------|
| 0             | 95.3                     | 20          | 0x38h         |
| 1             | 200                      |             | 0x39h         |
| 2             | 309                      |             | 0x3Ah         |
| 3             | 422                      |             | 0x3Bh         |
| 4             | 536                      |             | 0x3Ch         |
| 5             | 649                      |             | 0x3Dh         |
| 6             | 768                      |             | 0x3Eh         |
| 7             | 909                      |             | 0x3Fh         |
| 8             | 1050                     | 17.3        | 0x38h         |
| 9             | 1210                     |             | 0x39h         |
| 10            | 1400                     |             | 0x3Ah         |
| 11            | 1620                     |             | 0x3Bh         |
| 12            | 1870                     |             | 0x3Ch         |
| 13            | 2150                     |             | 0x3Dh         |
| 14            | 2490                     |             | 0x3Eh         |
| 15            | 2870                     |             | 0x3Fh         |
| 16            | 3740                     | 14.6        | 0x38h         |
| 17            | 8060                     |             | 0x39h         |
| 18            | 12400                    |             | 0x3Ah         |
| 19            | 16900                    |             | 0x3Bh         |
| 20            | 21500                    |             | 0x3Ch         |
| 21            | 26100                    |             | 0x3Dh         |
| 22            | 30900                    |             | 0x3Eh         |
| 23            | 36500                    |             | 0x3Fh         |

|    |        |    |       |
|----|--------|----|-------|
| 24 | 42200  | 12 | 0x38h |
| 25 | 48700  |    | 0x39h |
| 26 | 56200  |    | 0x3Ah |
| 27 | 64900  |    | 0x3Bh |
| 28 | 75000  |    | 0x3Ch |
| 29 | 86600  |    | 0x3Dh |
| 30 | 100000 |    | 0x3Eh |
| 31 | 115000 |    | 0x3Fh |

表2. PGM1によるスイッチング周波数およびシナリオの選択

| PGM1<br>CODES | R <sub>PGM1</sub><br>(Ω) | SWITCHING FREQUENCY<br>(kHz) | SCENARIO # |
|---------------|--------------------------|------------------------------|------------|
| 0             | 95.3                     | 500                          | A          |
| 1             | 200                      |                              | B          |
| 2             | 309                      |                              | C          |
| 3             | 422                      |                              | D          |
| 4             | 536                      |                              | E          |
| 5             | 649                      |                              | F          |
| 6             | 768                      | 600                          | A          |
| 7             | 909                      |                              | B          |
| 8             | 1050                     |                              | C          |
| 9             | 1210                     |                              | D          |
| 10            | 1400                     |                              | E          |
| 11            | 1620                     |                              | F          |
| 12            | 1870                     | 750                          | A          |
| 13            | 2150                     |                              | B          |
| 14            | 2490                     |                              | C          |
| 15            | 2870                     |                              | D          |
| 16            | 3740                     |                              | E          |
| 17            | 8060                     |                              | F          |
| 18            | 12400                    | 1000                         | A          |
| 19            | 16900                    |                              | B          |
| 20            | 21500                    |                              | C          |
| 21            | 26100                    |                              | D          |
| 22            | 30900                    |                              | E          |
| 23            | 36500                    |                              | F          |
| 24            | 42200                    | 1200                         | A          |
| 25            | 48700                    |                              | B          |
| 26            | 56200                    |                              | C          |
| 27            | 64900                    |                              | D          |
| 28            | 75000                    |                              | E          |
| 29            | 86600                    |                              | F          |
| 30            | 100000                   | 2000                         | A          |
| 31            | 115000                   |                              | B          |

MAX20815には、表3にまとめた6つの定義済みシナリオがあります。これらは、PGM1ピンとAGNDの間に接続されたピンストラップ抵抗によって選択できます。電圧ループ・ゲイン抵抗（R<sub>VGA</sub>）を選択して、制御ループの性能を最適化する方法については、電圧ループ・ゲインのセクションを参照してください。シナリオごとに、AMSオプションも選択できます。



表3. 定義済みシナリオ

| SCENARIO # | R <sub>VGA</sub><br>(kΩ) | AMS OPTION |
|------------|--------------------------|------------|
| A          | 15.7                     | Disabled   |
| B          | 22.7                     | Disabled   |
| C          | 15.7                     | Enabled    |
| D          | 22.7                     | Enabled    |
| E          | 31.3                     | Enabled    |
| F          | 44.8                     | Enabled    |

ピンストラップで選択可能な設定と定義済みシナリオの他に、PMBusメーカー固有のデバイス動作設定コマンドを使用して、さらに多くのデバイス設定を選択できます（MAX20830/MAX20815/MAX20810 PMBusコマンド・セット・ユーザー・ガイドを参照）。

## PMBusインターフェース

PMBusは、電力変換デバイスとの通信手段を定義する業界標準です。これは、業界標準のSMBusシリアル・インターフェースとPMBusコマンド言語で構成されています。MAX20815は、ホスト・デバイスと通信するためにPMBusインターフェースをサポートしています。このデバイスのPMBusアドレスは、PGM0ピンとAGNDの間に接続されたピンストラップ抵抗によって選択されます（[ピンストラップのプログラマビリティ](#)を参照）。表4に、サポートされているPMBusコマンドを示します。PMBusコマンドの定義やその他の詳細については、MAX20830/MAX20815/MAX20810 PMBusコマンド・セット・ユーザー・ガイドを参照してください。

表4. サポートされているPMBusコマンド

| COMMAND CODE | COMMAND NAME        | DESCRIPTION                                                                | TYPE      | DATA FORMAT | FACTORY VALUE |
|--------------|---------------------|----------------------------------------------------------------------------|-----------|-------------|---------------|
| 0x01         | OPERATION           | Output enable/disable                                                      | R/W Byte  | Bit field   | 0x80          |
| 0x02         | ON_OFF_CONFIG       | EN pin and PMBus OPERATION command setting                                 | R/W Byte  | Bit field   | 0x1F          |
| 0x03         | CLEAR_FAULTS        | Clear any fault bits that have been set                                    | Send Byte |             | N/A           |
| 0x10         | WRITE_PROTECT       | Level of protection provided by the device against accidental changes      | R/W Byte  | Bit field   | 0x20          |
| 0x19         | CAPABILITY          | Summary of PMBus optional communication protocols supported by this device | R Byte    | Bit field   | 0xA0          |
| 0x20         | VOUT_MODE           | Output voltage data format and mantissa exponent                           | R Byte    | Bit field   | 0x17          |
| 0x21         | VOUT_COMMAND        | Feedback reference voltage setpoint                                        | R/W Word  | ULINEAR16   | 0x0100        |
| 0x24         | VOUT_MAX            | Upper limit of reference voltage setpoint                                  | R/W Word  | ULINEAR16   | 0x019A        |
| 0x78         | STATUS_BYTE         | One byte summary of the unit's fault condition                             | R Byte    | Bit field   | N/A           |
| 0x79         | STATUS_WORD         | Two bytes summary of the unit's fault condition                            | R Word    | Bit field   | N/A           |
| 0x7A         | STATUS_VOUT         | Output voltage fault and warning status                                    | R Byte    | Bit field   | N/A           |
| 0x7B         | STATUS_IOUT         | Output current fault and warning status                                    | R Byte    | Bit field   | N/A           |
| 0x7C         | STATUS_INPUT        | Input voltage fault and warning status                                     | R Byte    | Bit field   | N/A           |
| 0x7D         | STATUS_TEMPERATURE  | IC junction temperature fault and warning status                           | R Byte    | Bit field   | N/A           |
| 0x7E         | STATUS_CML          | Communication fault and warning status                                     | R Byte    | Bit field   | N/A           |
| 0x80         | STATUS_MFR_SPECIFIC | Manufacturer-specific fault and warning status                             | R Byte    | Bit field   | N/A           |
| 0x88         | READ_VIN            | Input voltage telemetry                                                    | R Word    | LINEAR11    | N/A           |
| 0x8B         | READ_VOUT           | Feedback voltage telemetry                                                 | R Word    | ULINEAR16   | N/A           |
| 0x8C         | READ_IOUT           | Output current telemetry                                                   | R Word    | LINEAR11    | N/A           |
| 0x8D         | READ_TEMPERATURE_1  | IC junction temperature telemetry                                          | R Word    | LINEAR11    | N/A           |
| 0xAD         | IC_DEVICE_ID        | Device root part number                                                    | R Block   | ASCII       | "MAX20815"    |

|      |                |                                                       |          |           |     |
|------|----------------|-------------------------------------------------------|----------|-----------|-----|
| 0xAE | IC_DEVICE_REV  | Device revision code                                  | R Block  | ASCII     | N/A |
| 0xD0 | MFR_PINSTRAP   | Manufacturer-specific device operating configurations | R/W Byte | Bit field | N/A |
| 0xD1 | MFR_SCENARIO_0 | Manufacturer-specific device operating configurations | R/W Byte | Bit field | N/A |
| 0xD2 | MFR_SCENARIO_1 | Manufacturer-specific device operating configurations | R/W Byte | Bit field | N/A |
| 0xD3 | MFR_SCENARIO_2 | Manufacturer-specific device operating configurations | R/W Byte | Bit field | N/A |

## リファレンス設計手順

### 出力電圧の検出

MAX20815のデフォルトの帰還リファレンス電圧 ( $V_{REF}$ )は0.5Vです。リファレンス電圧は、PMBusのVOUT\_COMMANDを用いて、0.4Vから0.8Vの範囲を1.95mVの分解能で調整できます (MAX20830/MAX20815/MAX20810 PMBus コマンド・セット・ユーザー・ガイドを参照)。目的の出力電圧が $V_{REF}$ より高い場合、抵抗分圧器RFB1およびRFB2を用いて、出力電圧を検出する必要があります (簡略アプリケーション回路を参照)。RFB2の値が5kΩを超えないようにすることを推奨します。抵抗分圧比は次の式で求められます。

$$V_{OUT} = V_{REF} \times \left( 1 + \frac{R_{FB1}}{R_{FB2}} \right)$$

ここで、

$V_{OUT}$  = 出力電圧

$V_{REF}$  = リファレンス電圧

$R_{FB1}$  = 分圧器の上側抵抗

$R_{FB2}$  = 分圧器の下側抵抗

### スイッチング周波数の選択

MAX20815では、スイッチング周波数を500kHz～2MHzの広い範囲から選択できます。スイッチング周波数の選択は、様々なアプリケーションに対して最適化できます。ソリューション・サイズを優先するアプリケーションには、出力LCフィルタの値とサイズを小さくできるように、より高いスイッチング周波数を推奨します。スイッチング損失の低減のため効率と放熱を優先するアプリケーションには、より低いスイッチング周波数を推奨します。周波数は、制御可能な最小オン時間と制御可能な最小オフ時間に違反しないように選択する必要があります。推奨最大スイッチング周波数は、次の式で計算します。

$$f_{SW(MAX)} = \text{MIN} \left\{ \frac{V_{OUT}}{t_{ON(MIN)} \times V_{DDH(MAX)}}, \frac{V_{DDH(MIN)} - V_{OUT}}{t_{OFF(MIN)} \times V_{DDH(MIN)}} \right\}$$

ここで、

$f_{SW(MAX)}$  = 選択可能な最高スイッチング周波数

$V_{DDH(MAX)}$  = 最大入力電圧

$V_{DDH(MIN)}$  = 最小入力電圧

$t_{ON(MIN)}$  = 制御可能な最小オン時間

$t_{OFF(MIN)}$  = 制御可能な最小オフ時間

MAX20815は、安定性を確保しノイズ耐性を向上させるために、オン時間中の電流ループに適用する勾配補償機能を内蔵しています。勾配補償が電流ループを飽和させないようにするには、最大オン時間を次の式により制限する必要があります。

$$t_{ON(MAX)} = \frac{5\text{pF} \left[ 800\text{mV} \times \left( I_{OUT(MAX)} + \frac{I_{RIPPLE}}{2} \right) \times \frac{1.6\Omega}{62.5} \right]}{I_{SLOPE}}$$

ここで、

$t_{ON(MAX)}$  = ハイサイドMOSFETの最大オン時間

$I_{OUT(MAX)}$  = 最大負荷電流

$I_{RIPPLE}$  = インダクタ電流リップルのピークtoピーク値

$I_{SLOPE}$  = 内部勾配補償の振幅。デフォルト値は3.78μAです。この値はPMBus MFR\_SCENARIO\_0 コマンドで調整できます (MAX20830/MAX20815/MAX20810 PMBusコマンド・セット・ユーザー・ガイドを参照)。

推奨最小スイッチング周波数は、次の式で計算します。

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

ここで、

$f_{SW(MIN)}$  = 選択可能な最小スイッチング周波数

システム・ノイズの注入により、定常状態の動作であっても、通常、LXの立上がりエッジと立下がりエッジには、ランダムなジッタ・ノイズが発生します。スイッチング周波数 $f_{SW}$ の選択は、このジッタを考慮し、 $f_{SW(MIN)}$ より高く $f_{SW(MAX)}$ より低くなるようにします。LXジッタを改善するには、より小さいインダクタ値を用いて、電圧ループ・ゲインを低くし、ノイズ感度を最小限に抑えてください。

## 出力インダクタの選択

出力インダクタは、電圧レギュレータの全体的なサイズ、コスト、効率に重要な影響を及ぼします。インダクタは通常、システム内では比較的大きな部品の1つであるため、最小インダクタ値は、スペースに制約のあるアプリケーションでは特に重要です。インダクタ値を小さくすると、過渡応答も速くなり、過渡耐性の維持に必要な出力容量の値が減少します。通常、出力インダクタの選択では、最適な性能を発揮するために、インダクタ電流リップルが最大負荷電流の20%～40%になるようにします。電流ループ・ノイズ耐性を向上させるには、インダクタ電流リップルを2A以上にする 것을推奨します。インダクタ値は次式で計算します。

$$L = \frac{V_{OUT}(V_{DDH} - V_{OUT})}{V_{DDH} \times I_{RIPPLE} \times f_{SW}}$$

ここで、

$V_{DDH}$  = 入力電圧

$I_{RIPPLE}$  = インダクタ電流リップルのピークtoピーク値

インダクタは、選択したPOCPスレッシュホールドで最大負荷電流の供給能力が確保されるように選択することも必要です。MAX20815には4つのPOCPスレッシュホールド (20A、17.3A、14.6A、12A) があり、PGM0ピンで選択できます ([ピンストラップのプログラマビリティ](#)のセクションを参照)。POCPコンパレータがトリップしてからハイサイドMOSFETがオフするまでのデグリッチ遅延があるため、アプリケーションのユース・ケースによっては、調整後のPOCPスレッシュホールドは、インダクタ値、入力電圧、出力電圧を考慮する必要があります。これは次の式で計算できます。

$$POCP_{ADJUST} = POCP + \frac{(V_{DDH} - V_{OUT}) \times t_{POCP}}{L}$$

ここで、

$POCP_{ADJUST}$  = 調整後のPOCPスレッシュホールド

$POCP$  = [電氣的特性](#)の表で規定されているPOCPレベル

$t_{POCP}$  = POCPデグリッチ遅延時間 (代表値40ns)

通常動作時のピーク・インダクタ電流が、調整後の最小POCPスレッシュホールドを超えていないことを確認してください。

$$I_{OUT(MAX)} + \frac{I_{RIPPLE}}{2} < POCP_{ADJUST(MIN)}$$

ここで、

$POCP_{ADJUST(MIN)}$  = 調整後の最小POCPスレッショルド（POCPスレッショルドの最小値を用いて計算）

表5に、使用に適したインダクタの製品番号の一部を示します。これらは、最適な性能を発揮することがMAX20815評価用キットで確認されています。

表5. 推奨インダクタ

| COMPANY | VALUE<br>(nH) | ISAT<br>(A) | R <sub>DC</sub><br>(mΩ) | FOOTPRINT<br>(mm) | HEIGHT<br>(mm) | PART NUMBER     |
|---------|---------------|-------------|-------------------------|-------------------|----------------|-----------------|
| Eaton   | 220           | 58          | 0.17                    | 10.8 × 8.0        | 8.0            | FP1008R5-R220-R |
| Eaton   | 270           | 44          | 0.17                    | 10.8 × 8.0        | 8.0            | FP1008R5-R270-R |
| Pulse   | 330           | 40          | 0.4                     | 10.0 × 7.0        | 10.0           | PA5034.331HLT   |
| Pulse   | 470           | 30          | 0.4                     | 10.0 × 7.0        | 10.0           | PA5034.471HLT   |
| Pulse   | 1000          | 20.5        | 0.81                    | 10.0 × 7.0        | 10.0           | PA4987.102HLT   |

## 出力コンデンサの選択

必要な総出力容量の主な決定要因の1つは、出力電圧リップルです。出力電圧リップル条件を満たすには、最小出力容量が次の式を満たす必要があります。

$$C_{OUT} \geq \frac{I_{RIPPLE}}{8 \times f_{SW} \times (V_{OUTRIPPLE} - ESR \times I_{RIPPLE})}$$

ここで、

$V_{OUTRIPPLE}$  = 最大許容出力電圧リップル

ESR = 出力コンデンサのESR

必要な総出力容量のもう一つの重要な決定要因は、負荷過渡時の最大許容出力電圧オーバーシュートおよびアンダーシュートです。所定の増加または減少の電流ステップに対し、最小限必要な出力容量は次の式も満たす必要があります。

$$C_{OUT} \geq \max \left\{ \frac{\left( \Delta I + \frac{I_{RIPPLE}}{2} \right)^2 \times L}{2 \times \Delta V_{OUT} \times (V_{DDH} - V_{OUT})}, \frac{\left( \Delta I + \frac{I_{RIPPLE}}{2} \right)^2 \times L}{2 \times \Delta V_{OUT} \times V_{OUT}} \right\}$$

ここで、

$C_{OUT}$  = 出力容量

$\Delta I$  = 増加または減少の電流ステップ

$\Delta V_{OUT}$  = 最大許容出力電圧アンダーシュートまたはオーバーシュート

## 入力コンデンサの選択

入力コンデンサの選択は、入力電圧リップルの条件により決まります。最小限必要な入力容量は、次の式で算出します。

$$C_{IN} \geq \frac{I_{OUT(MAX)} \times V_{OUT}}{f_{SW} \times V_{DDH} \times V_{INPP}}$$

ここで、

$V_{INPP}$  = ピークtoピーク入力電圧リップル

最小限必要な入力容量の他に、 $V_{DDH}$ ピンに隣接して0.1μFと1μFの高周波デカップリング・コンデンサを配置して、高周波スイッチング・ノイズを抑制することを推奨します。

## 電圧ループ・ゲイン

安定性を確保するために、電圧ループ帯域幅（BW）は、スイッチング周波数の1/5より小さくすることを推奨します。対象の周波数範囲ではほぼ理想的なインピーダンス特性を持ち、ESRとESLが無視できるMLCC出力コンデンサを用いる事例について考察してみます。電圧ループBWは、次の式で見積もることができます。

$$BW = \frac{R_{FB2}}{R_{FB2} + R_{FB1}} \times \frac{R_{VGA}}{2\pi \times 8m\Omega \times C_{OUT}}$$

ここで、

$R_{VGA}$  = 選択したシナリオによって設定される電圧ループ・ゲイン抵抗（表3）

## 代表的なリファレンス設計

リファレンス回路図の例については、[標準アプリケーション回路](#)を参照してください。一般的な出力電圧に対応したリファレンス設計の例を表6に示します。

表6. リファレンス設計の例

| V <sub>OUT</sub><br>(V) | I <sub>OUT</sub><br>(A) | f <sub>SW</sub><br>(kHz) | R <sub>FB1</sub><br>(kΩ) | R <sub>FB2</sub><br>(kΩ) | PGM0<br>(Ω) | PGM1<br>(Ω) | L<br>(nH) | C <sub>IN</sub>        | C <sub>OUT</sub> |
|-------------------------|-------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|-------------|-------------|-----------|------------------------|------------------|
| 0.8                     | 15                      | 750                      | 1.82                     | 3.01                     | 95.3        | 2150        | 330       | 2 × 10μF + 1μF + 0.1μF | 6 × 100μF        |
| 0.9                     | 15                      | 750                      | 2.40                     | 3.01                     | 95.3        | 2150        | 330       | 2 × 10μF + 1μF + 0.1μF | 6 × 100μF        |
| 1.0                     | 15                      | 750                      | 3.01                     | 3.01                     | 95.3        | 2150        | 330       | 2 × 10μF + 1μF + 0.1μF | 6 × 100μF        |
| 1.2                     | 15                      | 750                      | 4.22                     | 3.01                     | 95.3        | 2150        | 470       | 2 × 10μF + 1μF + 0.1μF | 6 × 100μF        |
| 1.8                     | 12                      | 1000                     | 7.87                     | 3.01                     | 1050        | 16900       | 470       | 2 × 10μF + 1μF + 0.1μF | 5 × 100μF        |
| 3.3                     | 10                      | 1200                     | 16.9                     | 3.01                     | 3740        | 48700       | 1000      | 2 × 10μF + 1μF + 0.1μF | 5 × 100μF        |
| 5.0                     | 8                       | 2000                     | 22.6                     | 2.49                     | 42200       | 115000      | 1000      | 2 × 10μF + 1μF + 0.1μF | 5 × 47μF         |

## PCBレイアウト時のガイドライン

- 電気的および熱的な理由から、PCBの上面および下面から2番目の層は、電源グラウンド（PGND）プレーン用に確保する必要があります。
- 入力デカップリング・コンデンサは、ICに最も近接して、V<sub>DDH</sub>ピンから40mil以内に配置する必要があります。
- V<sub>CC</sub>デカップリング・コンデンサはPGNDに接続し、V<sub>CC</sub>ピンにできるだけ近づけて配置します。
- アナログ制御信号グラウンドをすべて接続するには、アナログ・グラウンドの銅ポリゴンまたはアイランドを使用する必要があります。この「静かな」アナログ・グラウンドの銅ポリゴンまたはアイランドは、AGNDに近接した単一接続点を介してPGNDに接続します。アナログ・グラウンドは、制御信号のシールドおよびグラウンド・リファレンスとして使用できます。
- AVDDデカップリング・コンデンサはAGNDに接続し、AVDDピンにできるだけ近づけて配置します。
- 昇圧コンデンサはLXピンとBSTピンにできるだけ近づけて、ICと同じPCB面に配置する必要があります。
- 帰還抵抗分圧器とオプションの外部補償ネットワークは、ICの近くに配置して、ノイズの注入を最小限に抑える必要があります。
- 出力電圧は差動リモート検出ラインによって検出する必要があります。このラインは、負荷点からの出力コンデンサから直接配線し、グラウンド・プレーンによってシールドし、スイッチング・ノードとインダクタから離して配置します。
- 大電流を流すすべての経路と放熱のために、複数のビアの使用を推奨します。
- 入力コンデンサと出力インダクタは、ICの近くに配置し、部品までのパターンはできるだけ短く幅広くして、寄生インダクタンスと抵抗を最小限に抑える必要があります。



MAX20815

PMBusを備えた、15A、2MHz、2.7V~16Vの  
集積化降圧スイッチング・レギュレータ

## オーダー情報

| PART NUMBER   | TEMP RANGE      | PIN-PACKAGE |
|---------------|-----------------|-------------|
| MAX20815AFE+  | -40°C to +125°C | 16 FC2QFN   |
| MAX20815AFE+T | -40°C to +125°C | 16 FC2QFN   |

+ = 鉛（Pb）フリー／RoHS準拠のパッケージ

T = テープ&リール



MAX20815

PMBusを備えた、15A、2MHz、2.7V~16Vの  
集積化降圧スイッチング・レギュレータ

## 改訂履歴

| 版数 | 改訂日  | 説明   | 改訂ページ |
|----|------|------|-------|
| 0  | 8/23 | 初版発行 | —     |