

Design Guide: TIDA-020009

テール・ライト用の車載用デュアル段 (SEPIC + リニア) 静的 LED ドライバ・モジュールのリファレンス・デザイン




概要

このリファレンス・デザインでは、車両用の RCL (後部コンビネーション・ランプ) などの尾灯アプリケーションの LED を駆動するためのソリューションについて、詳しく説明します。このデザインでは、TPS9261x-Q1 リニア LED ドライバ・ファミリを、SEPIC (シングル・エンド、プライマリ・インダクタンス・コンバータ) に構成されている LM5155-Q1 電圧レギュレータで駆動します。SEPIC により、車載用バッテリーからレギュレートされた電圧が供給されます。この設計はコールド・クランク状況でも動作でき、ソリューションの効率も最適化されます。

リソース

TIDA-020009	デザイン・フォルダ
LM5155-Q1	プロダクト・フォルダ
TPS92610-Q1	プロダクト・フォルダ
TPS92611-Q1	プロダクト・フォルダ



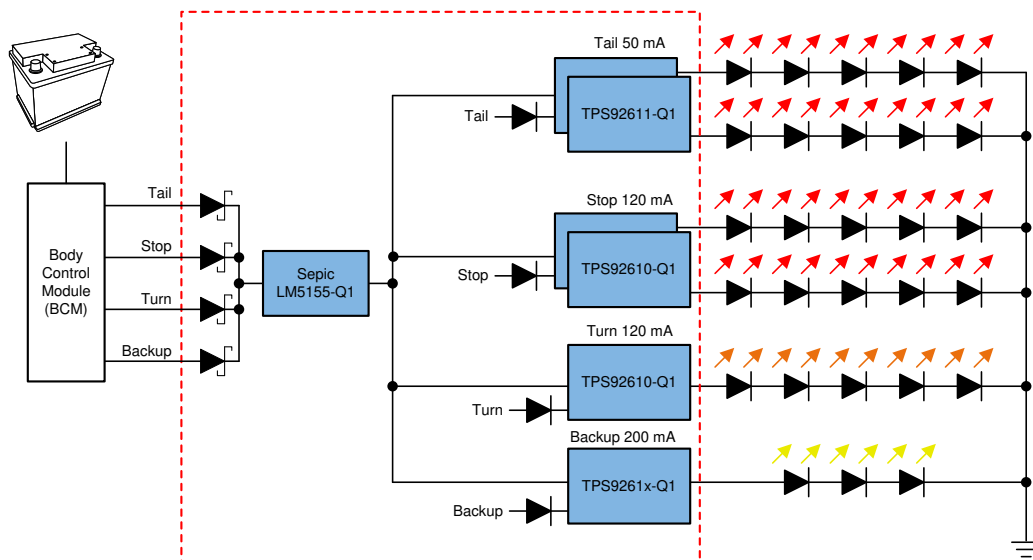
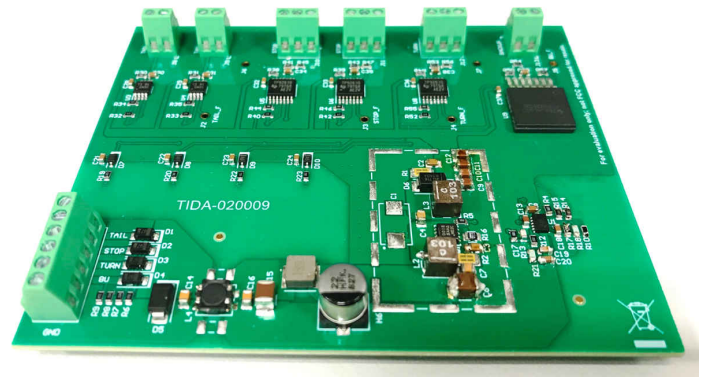
TI の TI E2E™ サポート・エキスパートにお問い合わせください。

特長

- コールド・クランク時も動作
- 昇降圧動作
- 開放および短絡の検出
- 単一 LED の短絡検出 (ストップ・ライトとウィンカー)
- CISPR25 class 5 準拠

アプリケーション

- 外部照明 - テール・ライト



1 システムの説明

リア・コンビネーション・ランプ (RCL) などの新しいテール・ライト・アプリケーションの主な光源は LED です。このようなアプリケーションの LED 電流はそれほど大きくないため、コスト効率の高いソリューションを実現するため、主にリニア LED ドライバが使用されます。最も簡単な方法は、リニア LED ドライバにバッテリーから直接給電することですが、いくつかの欠点があります。消費電力はバッテリー電圧の変化に応じて変化し、LED のストリング電圧はシステムが動作する必要がある最小動作電圧に制限されます。

このリファレンス・デザインでは、リア・コンビネーション・ランプ (RCL) などの車載用テール・ライト・アプリケーションに搭載されている LED を駆動するソリューションの詳細について説明します。さまざまなテール・ライト機能に対応する複数のリニア LED ドライバを搭載しており、これらの LED ドライバは SEPIC (シングル・エンド、プライマリ・インダクタンス・コンバータ) LED 電源から電力を供給されます。昇降圧 SEPIC LED 電源により、コールド・クランクを含めたさまざまなバッテリー電圧での動作が可能になるほか、このデザインはソリューション・サイズと効率を最適化すると同時に、CISPR 25 の伝導および放射放出の要件を満たしています。

1.1 主なシステム仕様

表 1-1. 主なシステム仕様

パラメータ	仕様
DC 入力電圧範囲	6V~18V
SEPIC 出力電圧	8V~16V、デフォルト = 12.5V
SEPIC スイッチング周波数	460KHz
LED スtringの電流	テール・ライト = 50mA、ストップ・ライト = 120mA、ウインカー = 120mA、バックアップ・ライト = 210mA
LED スtringの長さ	テール・ライト、ストップ・ライト、ウインカー = LED 5 つ、バックアップ・ライト = LED 3 つ
動作時周囲温度	-40~85°C
PCB フォーム・ファクタ	88 × 70mm (2 層、1.5 オンス)

2 システム概要

2.1 ブロック図

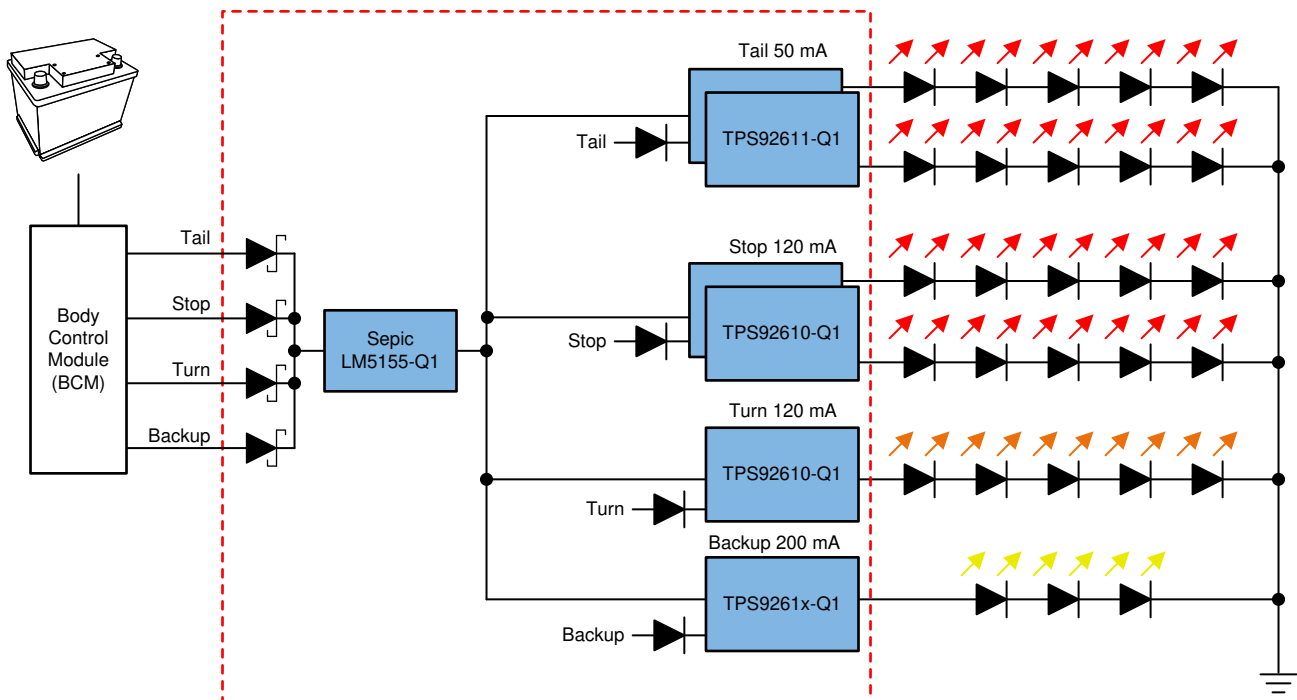


図 2-1. TIDA-020009 のブロック図

2.2 主な使用製品

2.2.1 LM5155-Q1

LM5155x デバイスは、入力範囲が広い非同期整流昇圧コントローラで、ピーク電流モード制御を使用します。このデバイスは、昇圧、SEPIC、フライバックのトポロジに適しています。

デバイスの入力範囲が広いいため、車載用のコールド・クランクおよび負荷ダンプ過渡に対応できます。このデバイスは、最低 2.97V の 1 セル・バッテリーで起動できます。起動後にデバイスは、昇圧コンバータ出力から BIAS ピンに給電され、最低 1.5V の入力で動作できます。スイッチング周波数は、外付けの抵抗により 100kHz~2.2MHz の範囲でプログラム可能です。2.2MHz でのスイッチングにより、AM 帯域との干渉が最小化され、ソリューション・サイズの小型化と、高速な過渡応答を実現できます。

このデバイスには、1.5A の標準 MOSFET ドライバが搭載されており、100mV の低い電流制限スレッショルドが設定されています。このデバイスは外部 VCC 電源を使用して効率向上が可能です。また、動作電流が低く、パルス・スキッピング動作により、軽負荷時に効率が向上します。

このデバイスは、サイクル単位の電流制限、過電圧保護、ライン UVLO、サーマル・シャットダウン、ヒカップ・モード過負荷保護 (LM51551) などの保護機能を内蔵しています。さらに、シャットダウン時の低 IQ、プログラム可能なソフトスタート、プログラム可能な勾配補償、高精度のリファレンス電圧、パワー・グッド・インジケータ、外部クロック同期などの追加機能があります。

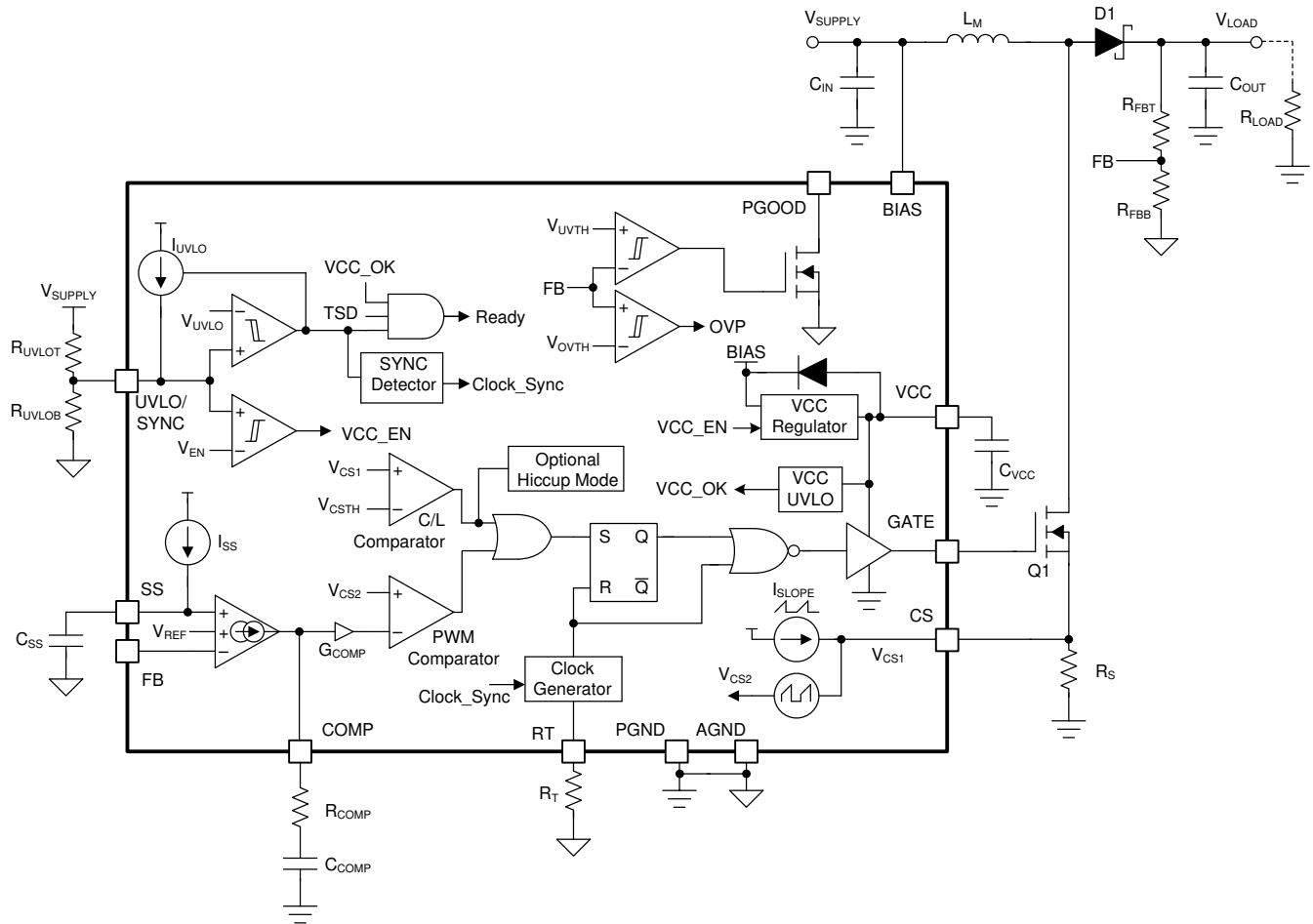
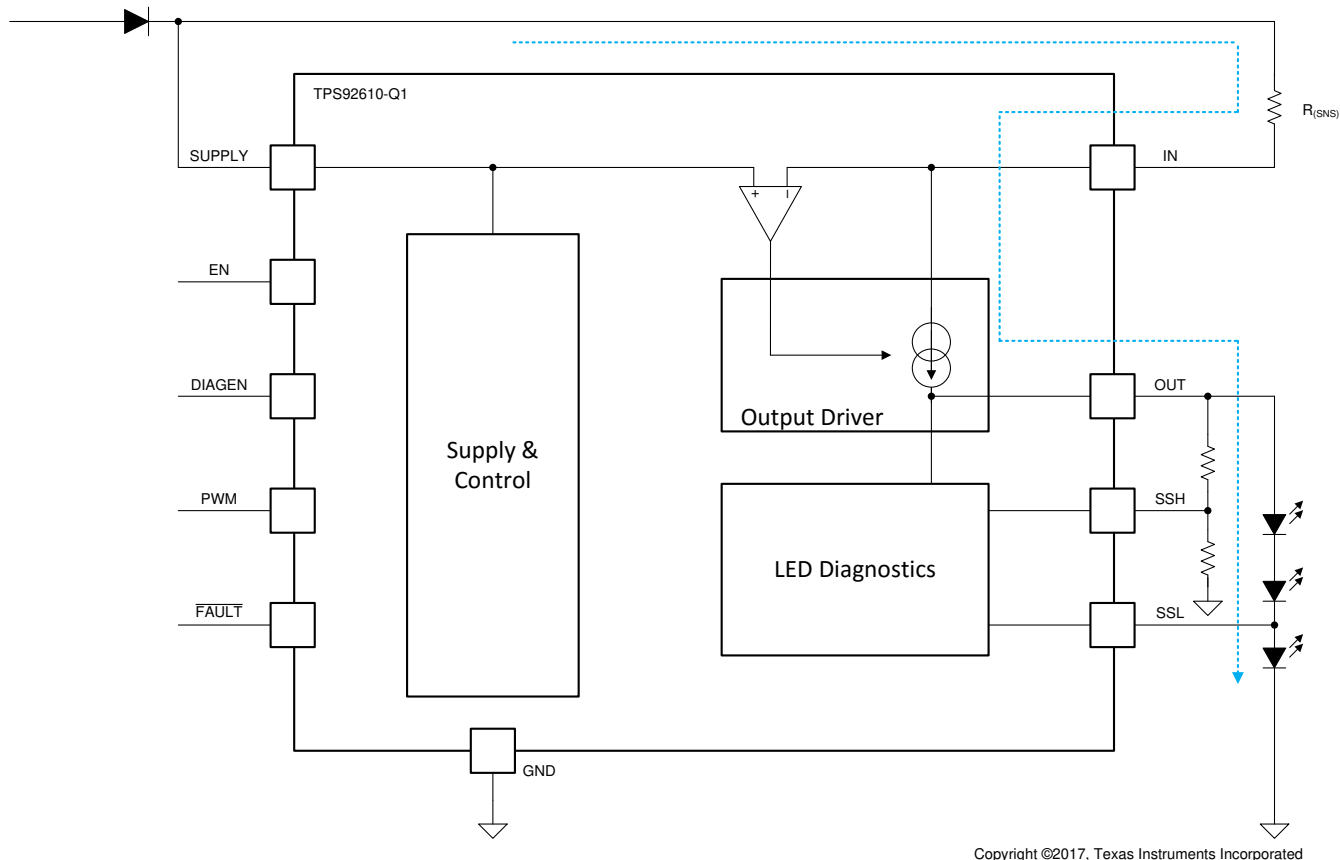


図 2-2. LM5155-Q1 の機能ブロック図

2.2.2 TPS92610-Q1、TPS92611-Q1

TPS9261x-Q1 デバイスは、シングル・チャンネルのリニア LED ドライバのファミリーです。このファミリーは、車載用 LED アプリケーション向けの単純なソリューションを実現します。このファミリーには各種のパッケージ・オプションがあり、さまざまな電流範囲と診断オプションが用意されています。HTSSOP-14 パッケージの TPS92610-Q1 デバイスは、LED の開路検出とグラウンドへの短絡検出をサポートしています。TPS92610-Q1 デバイスには独自の単一 LED 短絡検出機能があり、ストリング内の 1 つの LED が短絡しているかどうかの診断に役立ちます。1 点の障害があれば全体を障害とするフォルト・バスにより、TPS92610-Q1 デバイスを TPS9261x-Q1、TPS9263x-Q1、TPS9283x-Q1 ファミリーと組み合わせて使用できます。出力電流は、外付けの $R(SNS)$ 抵抗により設定できます。電流は、電源から $R(SNS)$ 抵抗を經由して内部の電流源と LED に流れます。



Copyright ©2017, Texas Instruments Incorporated

図 2-3. TPS92610-Q1 の機能ブロック図

2.3 システム設計理論

2.3.1 PCB とフォーム・ファクタ

このリファレンス・デザインでは、1.5 オンスの銅を使用する 2 層プリント基板 (PCB) を使用し、すべての部品を上層に配置します。この PCB は特定のフォーム・ファクタに適合することを意図しておらず、サイズは 88mm × 70mm です。PCB に関する設計の主な目的は、基板の性能をテストする方法を提供しながら、コンパクトなソリューションを実現することです。このリファレンス・デザインの最終生産バージョンでは、ソリューションのサイズをさらに縮小できます。PCB の 3D レンダリングを、[図 2-4](#) に示します。

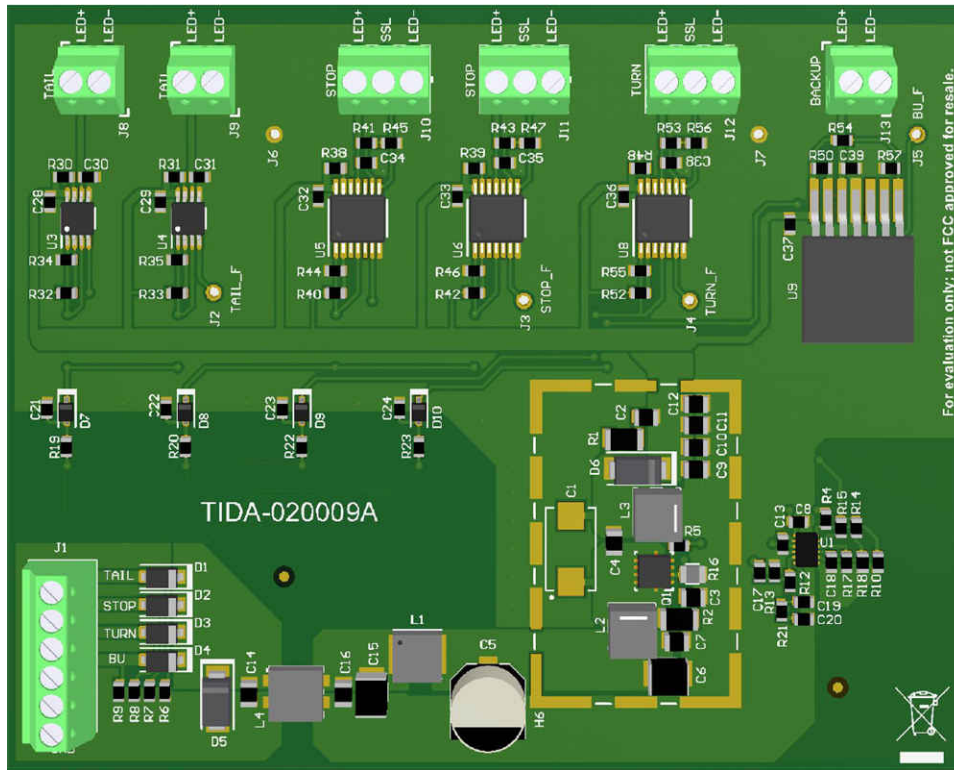


図 2-4. TIDA-020009 PCB の 3D レンダリング

2.3.2 入力保護

このリファレンス・デザインでは、図 2-5 に示すように、入力電源ラインでショットキー・ダイオード D1 から D4 までを使用し、逆極性保護を実装しています。これらのダイオードは OR 接続の回路として動作し、1 つ以上の電源レールがアクティブになった場合にプリ電圧レギュレータに電力を供給します。

過渡保護のため、逆極性保護の後に過渡電圧サプレッサ (TVS) ダイオード D5 を入力に配置して電圧をクランプします。ただし、LM5155-Q1 は最大 45V の入力電圧をサポートしています。

R6 から R9 までの抵抗を配置して、ショットキー・ダイオードの逆電流をシンクします。

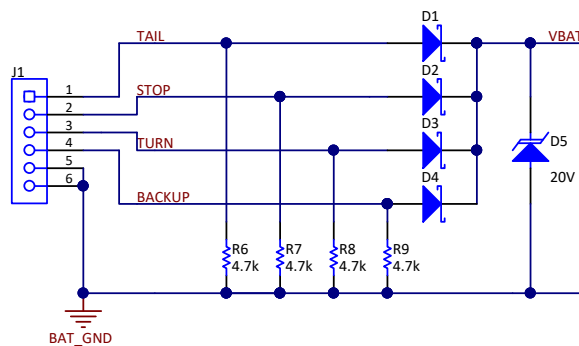


図 2-5. 入力保護の回路

2.3.3 EMI フィルタ

伝導放出には 2 つの形式があります。同相ノイズと差動ノイズです。導通同相ノイズを減衰させるため、同相チョークを入力側に配置し、LC フィルタを使用して差動ノイズを減衰させます。放射線を減らして近距離結合を行うため、設計で電力段の部品すべてを覆う金属シールドを設置します。図 2-6 に示すように、フィルタ全体は L4、C14、C15、C16、L1 で構成されています。詳細については、「DC-DC コンバータからの伝導 EMI への簡単な対処方法」および「DC-DC コンバータでの EMI に関するエンジニア・ガイド (第 2 部): ノイズの伝搬とフィルタリング」を参照してください。

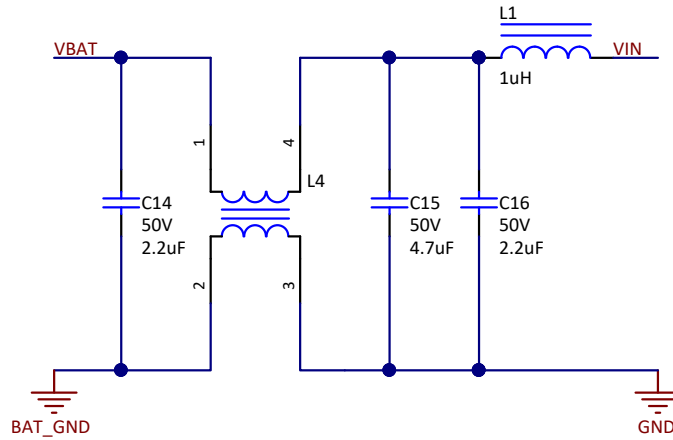


図 2-6. EMI フィルタの回路図

2.3.4 LM5155-Q1 電圧レギュレータ

この設計では、LM5155-Q1 を SEPIC 電圧レギュレータとして構成し、リニア LED ドライバに安定した電源を供給します。LM5155-Q1 電圧レギュレータのデフォルトの設計パラメータを、表 2-1 に示します。

表 2-1. デフォルトの SEPIC 構成の設計パラメータ

設計パラメータ	値
出力電圧	12.5V
出力電力	10W
DC 入力電圧範囲	6V~18V
スイッチング周波数	460kHz

このリファレンス・デザインの SEPIC 構成における LM5155-Q1 のデフォルト回路図を、図 2-7 に示します。

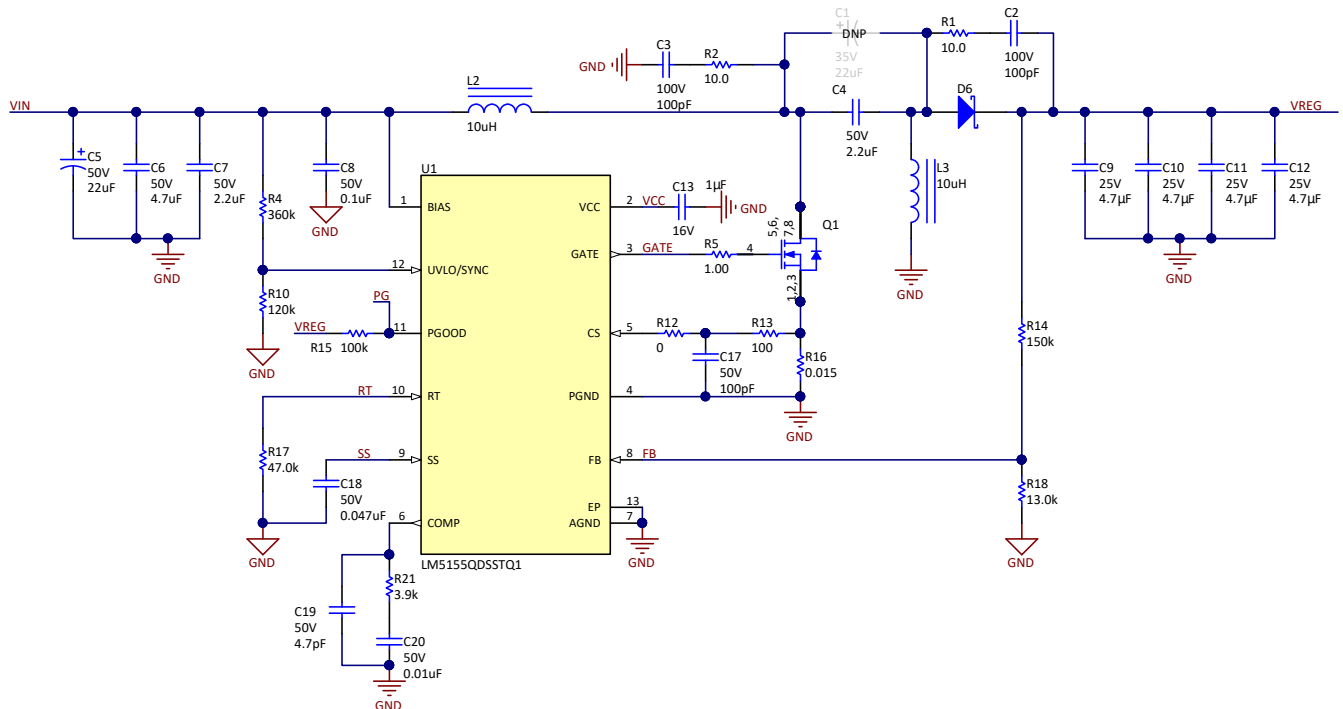


図 2-7. LM5155-Q1 コントローラの回路図 (SEPIC 構成)

回路図の主な部品は、『LM5155x-Q1 2.2MHz で広い入力電圧範囲の非同期昇圧 / SEPIC / フライバック・コントローラ』データシートのガイドラインに従って選択します。

入力コンデンサ C5、C6、C7、C8 は入力電圧リップルを平滑化し、低インピーダンスの電源を供給します。分圧抵抗 R4 および R10 は、目的のスタートアップおよびシャットダウン電圧レベルを設定します。このリファレンス・デザインでは、スタートアップ電圧は 6V、ヒステリシスは 2V なので、シャットダウン電圧は 4V です。抵抗 R17 とコンデンサ C18 を使用して、スイッチング周波数とソフトスタート時間を設定します。電圧レギュレータ・ループの補償のため、C19、R21、C20 は内部の相互コンダクタンス・エラー・アンプの出力である comp ピンに接続されています。抵抗 R14 および R18 は、出力電圧レベルを調整します。ゲート・ドライバに電力を供給する内部 VCC レギュレータでは、バイパス・コンデンサとして C13 が必要です。抵抗 R13 とコンデンサ C17 は、勾配補償を設定します。ローサイド N チャンネル MOSFET Q1 の両端に抵抗とコンデンサのスナバ・ネットワーク (R2、C3) を、整流ダイオードの両端にも同様に (R1、C2) を接続すると、スイッチ・ノードのリングングとスパイクが低減されます。これらの値の計算方法については、「[パワー・ヒント:R-C スナバを計算する 7 つのステップ](#)」を参照してください。

出力コンデンサ C9、C10、C11、C12 は、出力電圧のリップルを平滑化し、過渡負荷状況において充電の電源になります。さらに、負荷が突然切断されたときは、これらの出力コンデンサによって出力電圧のオーバーシュートが低減されます。SEPIC レギュレータでは、出力は不連続電流によって供給され、通常はリップル電流の要件が高いため、セラミック・コンデンサが最適です。出力電圧リップルは、出力コンデンサの ESR の影響を大きく受けます。出力コンデンサの並列化は、実効 ESR を最小化し、コンデンサへの出力リップル電流を分割するための適切な選択肢です。この例では、定格電圧 25V の 4.7 μ F セラミック・コンデンサを 4 つ使用しています。このリファレンス・デザインでは、出力電圧リップルが大きくなっても、SEPIC 出力電圧に接続されているリニア LED ドライバにとって問題にはなりません。

インダクタ L2 および L3 の値は 10 μ H で、飽和電流定格は最小入力電圧 6V において、予測される最大インダクタ電流 2A を上回ります。C4 の値は 2.2 μ F で、カップリング・コンデンサを形成し、D6 は SEPIC の整流ダイオードです。ローサイド・パワー・スイッチ Q1 は、PowerPAK® パッケージに封止された 60V 定格の N チャンネル MOSFET です。R16 は、電流制限を設定するための電流検出抵抗です。

2.3.5 テール・ライト (2x TPS92611-Q1)

テール・ライトは 2 つの LED スtring を使用し、それぞれが TPS92611-Q1 リニア LED ドライバによって駆動されます。テール・ライトのデフォルトの設計パラメータを、[表 2-2](#) に示します。

表 2-2. テール・ライトのデフォルトの設計パラメータ

設計パラメータ	値
入力電圧	12.5V
LED スtring の電流	50mA
直列 LED 数	5

このリファレンス・デザインのテール・ライトに使用する、1 つの TPS92611-Q1 によるリニア LED ドライバのデフォルト回路図を、[図 2-8](#) に示します。

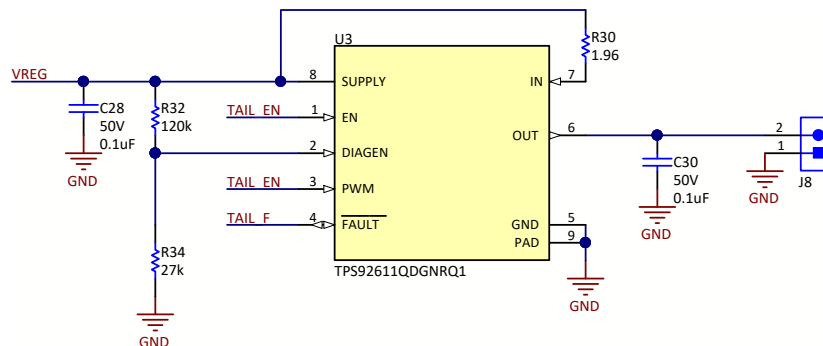


図 2-8. TPS92611-Q1 によるテール・ライトの LED ドライバの回路図

回路図の主な部品は、『[TPS92611-Q1 車載用シングル・チャンネル・リニア LED ドライバ](#)』データシートの「[詳細な設計手順](#)」セクションに従って選択します。

抵抗 R30 により、LED の電流は 50mA に設定されます。ノイズ・フィルタリングのために、コンデンサ C26 と C30 を追加します。抵抗 R32 および R34 は、開路検出がアクティブになる入力電圧レベルを設定します。

2.3.6 ストップ・ライト (2x TPS92610-Q1)

ストップ・ライトは 2 つの LED スtring を使用し、それぞれが TPS92610-Q1 リニア LED ドライバによって駆動されます。ストップ・ライトのデフォルトの設計パラメータを、表 2-3 に示します。

表 2-3. ストップ・ライトのデフォルトの設計パラメータ

設計パラメータ	値
入力電圧	12.5V
LED スtring の電流	120mA
直列 LED 数	5

このリファレンス・デザインのストップライトに使用する、1 つの TPS92610-Q1 によるリニア LED ドライバのデフォルト回路図を、図 2-9 に示します。

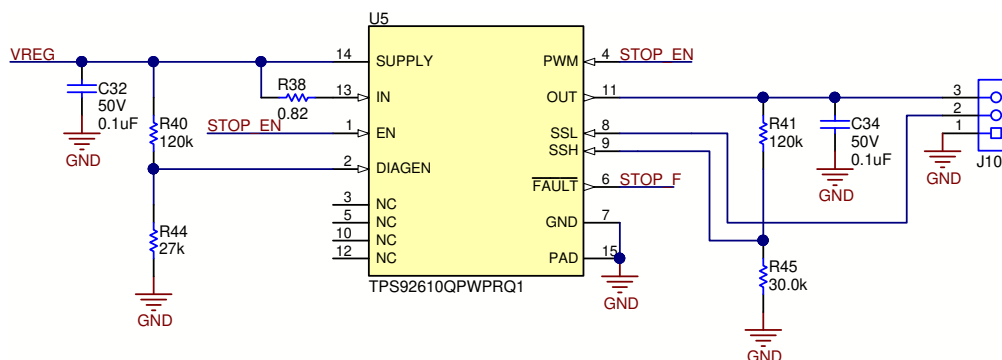


図 2-9. TPS92610-Q1 によるストップ・ライトの LED ドライバの回路図

回路図の主な部品は、『TPS92610-Q1 車載用シングル・チャンネル・リニア LED ドライバ』データシートの「詳細な設計手順」セクションに従って選択します。

抵抗 R38 により、LED の電流は 120mA に設定されます。ノイズ・フィルタリングのために、コンデンサ C32 と C34 を追加します。抵抗 R40 および R44 は、開路検出がアクティブになる入力電圧レベルを設定します。R41 と R45 で構成される分圧抵抗を使用して出力電圧を監視し、単一の LED の短絡を検出します。

2.3.7 ウィンカー (TPS92610-Q1)

ウィンカーは 1 つの LED スtring を使用し、TPS92610-Q1 のリニア LED ドライバによって駆動されます。ウィンカーのデフォルトの設計パラメータを、表 2-4 に示します。

表 2-4. ウィンカーのデフォルトの設計パラメータ

設計パラメータ	値
入力電圧	12.5V
LED スtring の電流	120mA
直列 LED 数	5

このリファレンス・デザインのウィンカーに使用する、TPS92610-Q1 によるリニア LED ドライバのデフォルト回路図を、図 2-10 に示します。

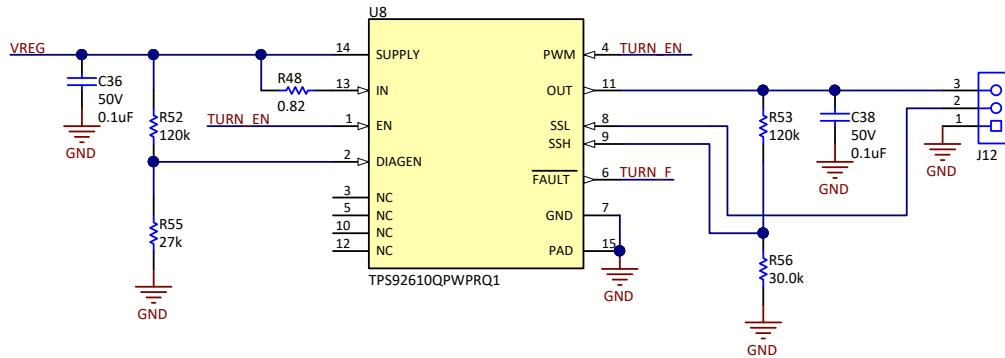


図 2-10. TPS92610-Q1 によるウィンカーの LED ドライバの回路図

回路図の主な部品は、『[TPS92610-Q1 車載用シングル・チャンネル・リニア LED ドライバ](#)』データシートの「詳細な設計手順」セクションに従って選択します。

抵抗 R48 により、LED の電流は 120mA に設定されます。ノイズ・フィルタリングのために、コンデンサ C36 と C38 を追加します。抵抗 R52 および R55 は、開路検出がアクティブになる入力電圧レベルを設定します。R53 と R56 で構成される分圧抵抗を使用して出力電圧を監視し、単一の LED の短絡を検出します。

2.3.8 バックアップ・ライト

バックアップ・ライトは 1 つの LED スtring を使用し、リニア LED ドライバによって駆動されます。バックアップ・ライトのデフォルトの設計パラメータを、表 2-5 に示します。

表 2-5. バックアップ・ライトのデフォルトの設計パラメータ

設計パラメータ	値
入力電圧	12.5V
LED スtring の電流	210mA
直列 LED 数	3

2.3.9 照明機能の有効化

ほとんどの車両では、車体制御モジュール (BCM) からの電力信号を供給することで、各種の照明機能をアクティブにできます。電力信号はシステムに電力を供給するほか、LED ドライバ IC のイネーブル・ピンも制御します。この結果、入力電源ラインに電力を供給することで、出力チャンネルが独立に機能します。回路図を図 2-11 に示します。ダイオード D7～D10 は逆極性保護用です。これらの抵抗とコンデンサは、各チャンネルで LC フィルタを形成し、LED ドライバをイネーブルにするための短い遅延を生み出します。

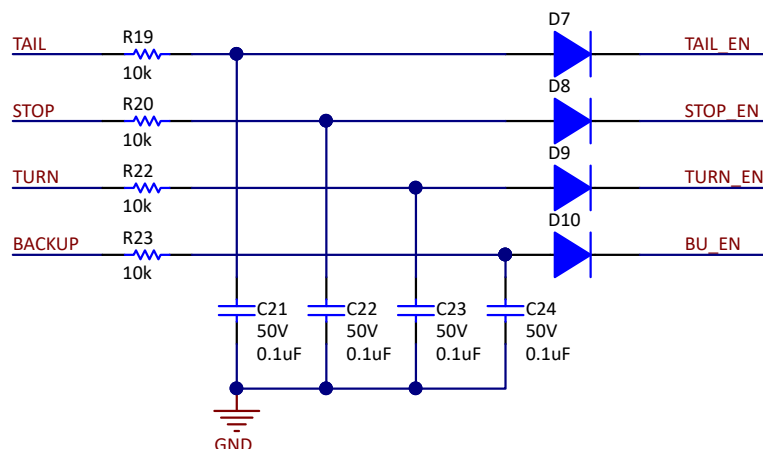


図 2-11. イネーブル回路図

CAN または LIN 通信が利用可能なシステムでは、BCM から LED ドライバ・モジュールへの 1 本の電力線で十分です。また、マイクロコントローラを使用して個別の照明機能をイネーブルすることもできます。

2.3.10 診断機能

このリファレンス・デザインで使用されているすべての LED ドライバには、車載用外部照明システム向けの高度な診断およびフォルト保護機能があります。これらのデバイスは、LED スtring の GND への短絡、LED String の開路シナリオを検出し、保護できます。さらに、TPS92610-Q1 は単一 LED の短絡も検出できます。LED ドライバは、さまざまな法的要件に柔軟に適合できる、1 点の障害があれば全体を障害とするフォルト・バスもサポートしています。フォルト・バスを使用して、フォルトを車体制御モジュールに報告できます。

2.3.11 LED 負荷

リファレンス・デザインの性能をテストするため、[図 2-12](#) に示す LED 負荷基板を使用しました。基板上にある LED は、OSRAM LR G6SP、LA G6SP、LWG6SP の各部品です。

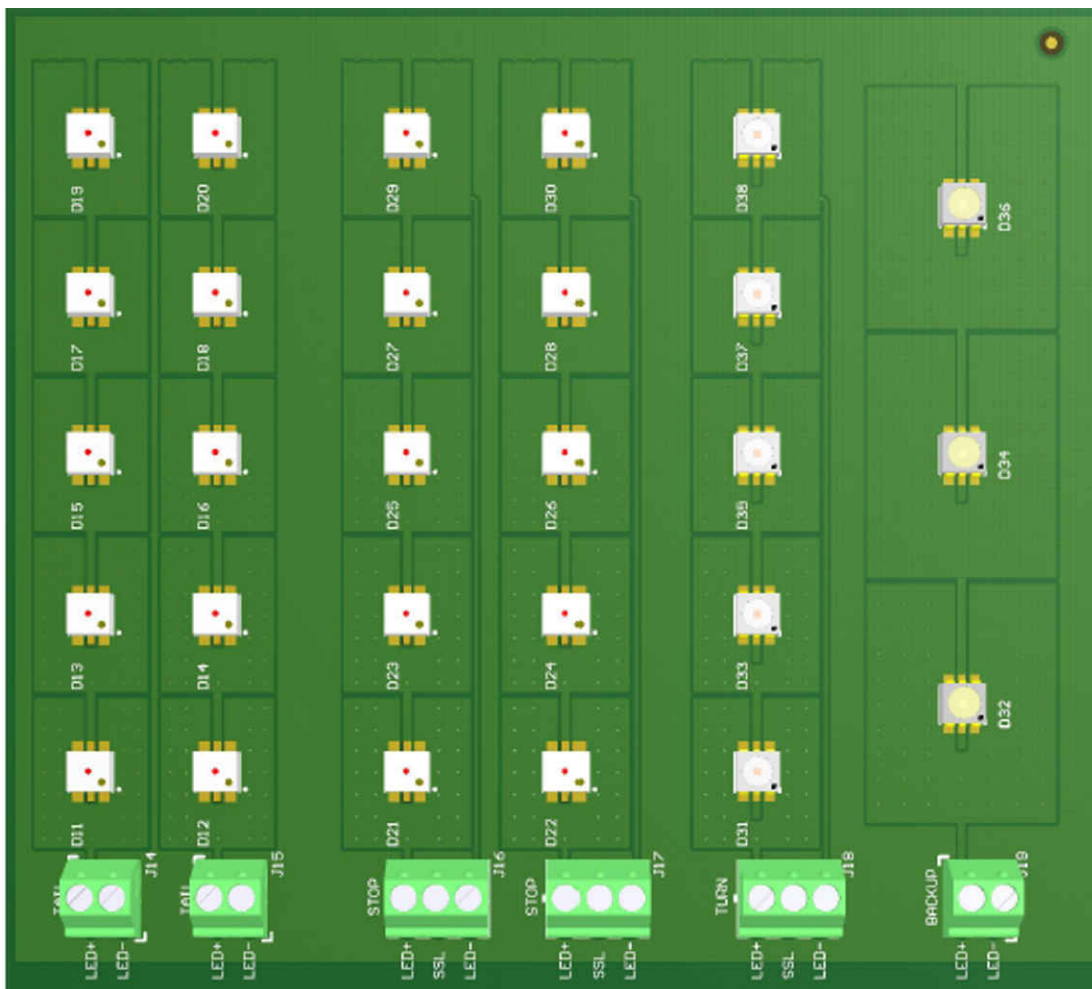


図 2-12. LED 負荷 PCB の 3D レンダリング

3 ハードウェア、ソフトウェア、テスト要件、テスト結果

3.1 必要なハードウェア

このリファレンス・デザインのデフォルトのテスト構成を、[図 3-1](#) に示します。

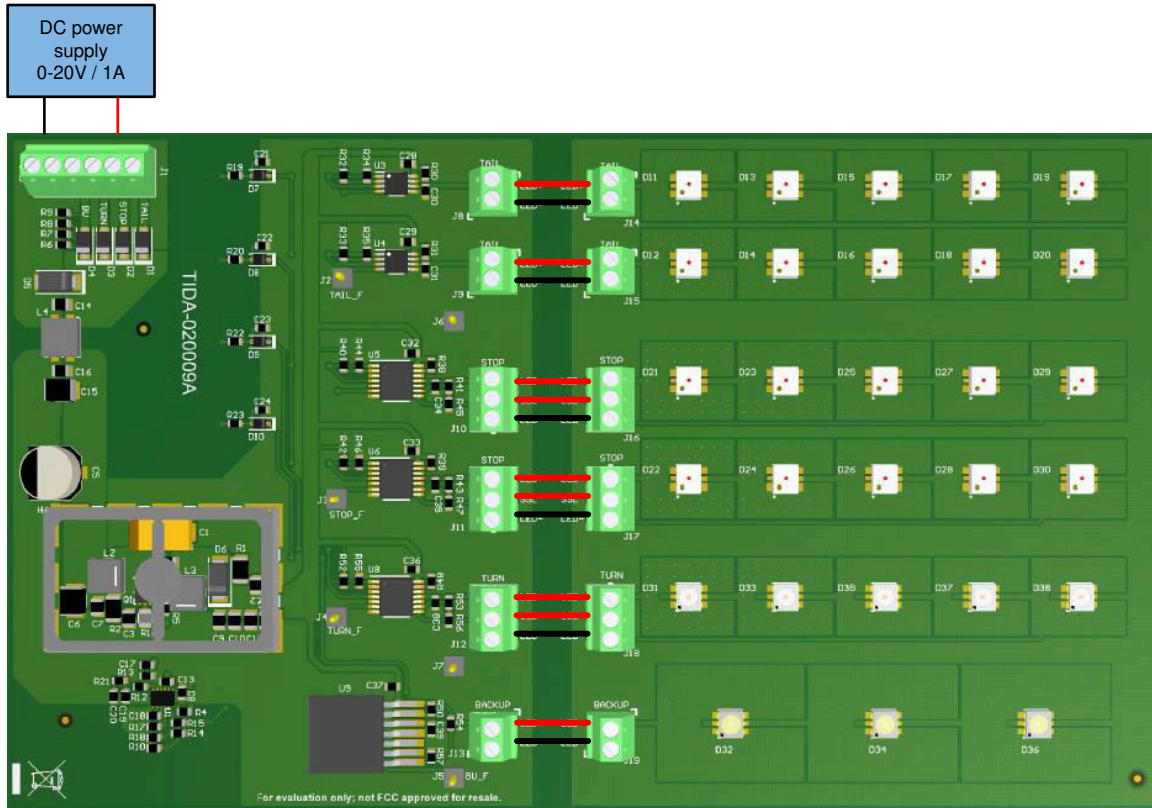


図 3-1. デフォルト・ハードウェアのテスト構成

DC 電源を入力端子 J1 に接続します。いずれかの入力に電力を供給することで、対応する出力チャンネルがアクティブになります。

このリファレンス・デザインの PCB には、いくつかのテスト・ポイントが実装されています。これらの説明を、[表 3-1](#) に示します。これらのテスト・ポイントを使用して、リファレンス・デザインの信号を測定します。

表 3-1. テスト・ポイントの説明

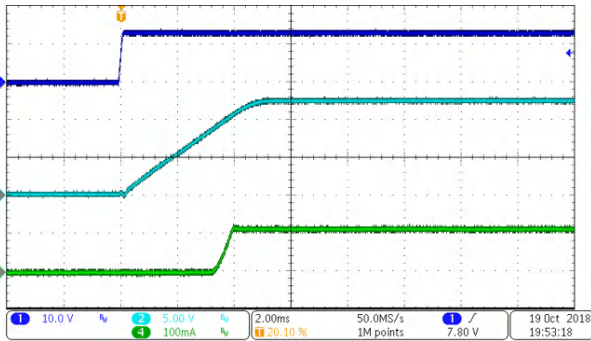
テスト・ポイント	説明
TP J2	テール・ライトの LED ドライバのフォルト信号
TP J3	ストップ・ライトの LED ドライバのフォルト信号
TP J4	ウィンカーの LED ドライバのフォルト信号
TP J5	バックアップ・ライトの LED ドライバのフォルト信号

3.2 テストと結果

特に記述のない限り、このセクションのすべてのテストはデフォルト構成で実行されます。

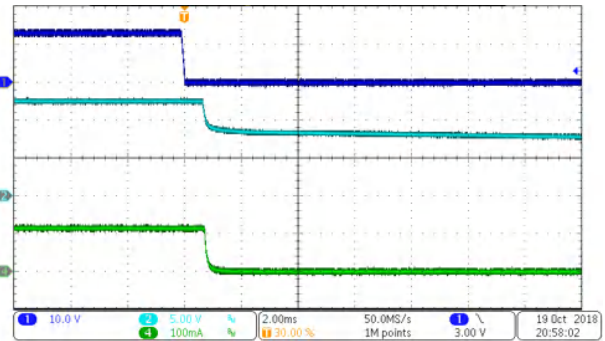
3.2.1 スタートアップとシャットダウン

このリファレンス・デザイン スタートアップとシャットダウンの動作を、[図 3-2](#) と [図 3-3](#) に示します。この設計で、SEPIC のデフォルトのソフトスタート時間は 5ms ですが、必要に応じて変更できます。



CH1:VIN, CH2:VOUT SEPIC, CH4:LED 電流

図 3-2. ストップ・ライトのスタートアップ

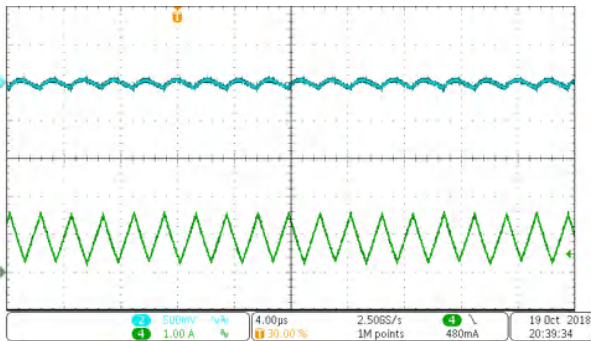


CH1:VIN, CH2:VOUT SEPIC, CH4:LED 電流

図 3-3. ストップ・ライトのシャットダウン

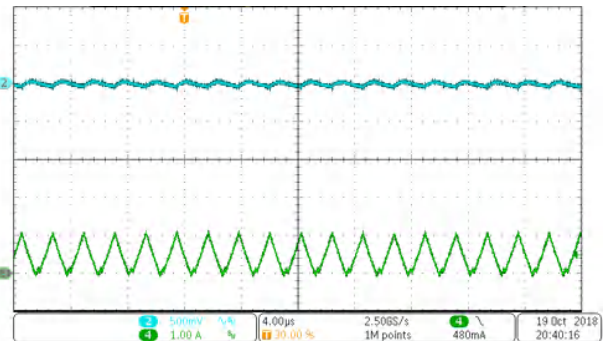
3.2.2 定常状態での動作

SEPIC の定常状態での動作を、[図 3-4](#) から [図 3-7](#) までに示します。



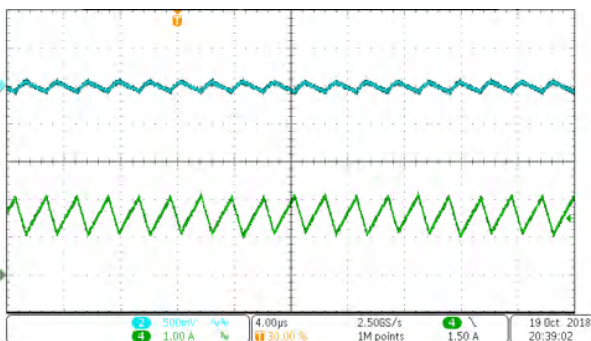
CH2:VOUT SEPIC, CH4:L2 インダクタ電流

図 3-4. SEPIC の動作 (13.5V_{in}、0.8A)



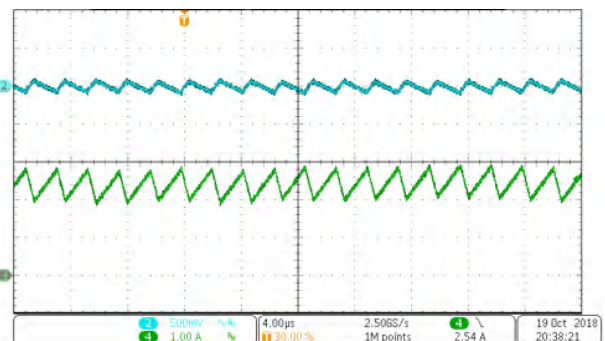
CH2:VOUT SEPIC, CH4:L2 インダクタ電流

図 3-5. SEPIC の動作 (13.5V_{in}、0.4A)



CH2:VOUT SEPIC, CH4:L2 インダクタ電流

図 3-6. SEPIC の動作 (8V_{in}、0.8A)

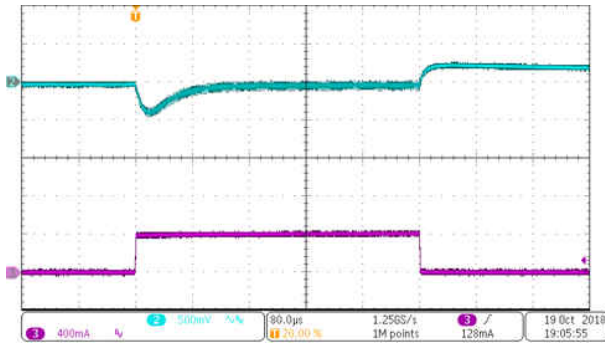


CH2:VOUT SEPIC, CH4:L2 インダクタ電流

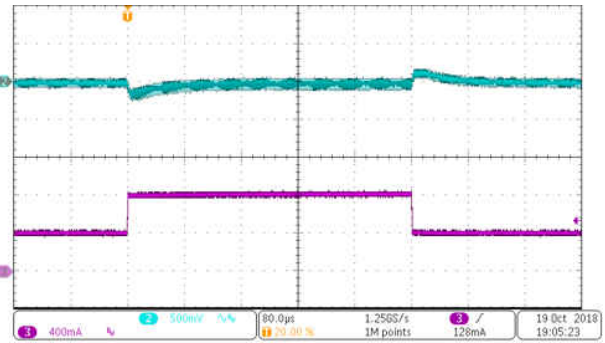
図 3-7. SEPIC の動作 (6V_{in}、0.8A)

3.2.3 負荷過渡応答

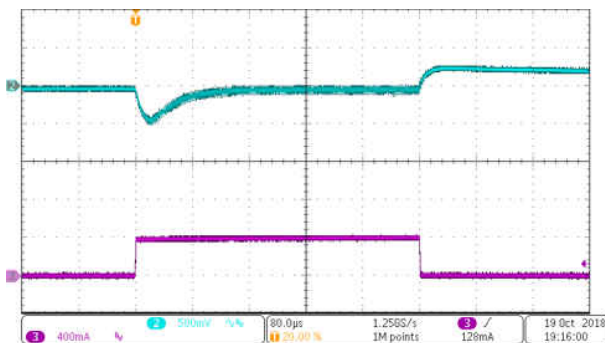
リファレンス・デザインでの SEPIC 電圧レギュレータの負荷過渡応答を、[図 3-8](#) から [図 3-13](#) までに示します。



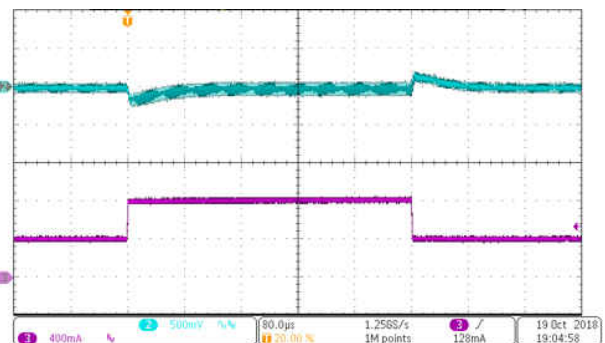
CH2: VOUT SEPIC、CH3: 負荷電流
図 3-8. 負荷過渡 (13.5V_{in}、0~400mA)



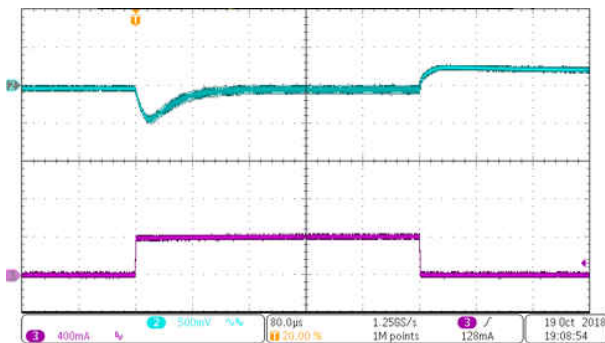
CH2: VOUT SEPIC、CH3: 負荷電流
図 3-9. 負荷過渡 (13.5V_{in}、400~800mA)



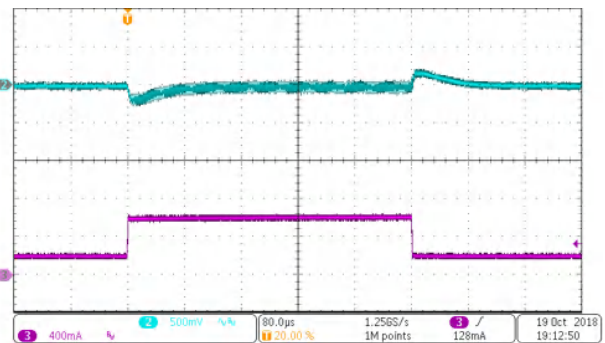
CH2: VOUT SEPIC、CH3: 負荷電流
図 3-10. 負荷過渡 (8V_{in}、0~400mA)



CH2: VOUT SEPIC、CH3: 負荷電流
図 3-11. 負荷過渡 (8V_{in}、400~800mA)



CH2: VOUT SEPIC、CH3: 負荷電流
図 3-12. 負荷過渡 (6V_{in}、0~400mA)



CH2: VOUT SEPIC、CH3: 負荷電流
図 3-13. 負荷過渡 (6V_{in}、200~600mA)

3.2.4 安定性

このリファレンス・デザインの LM5155-Q1 SEPIC 電圧レギュレータのボード線図を、[図 3-14](#) から [図 3-16](#) までに示します。すべての条件について、十分な位相マージンを持つ安定した動作が示されています。ただし、高負荷電流時の最小入力電圧で安定した動作を実現するため、SEPIC カップリング・コンデンサと並列に、より多くの出力容量を追加するか、高 ESR のコンデンサ (ダンピング用) を配置することをお勧めします。

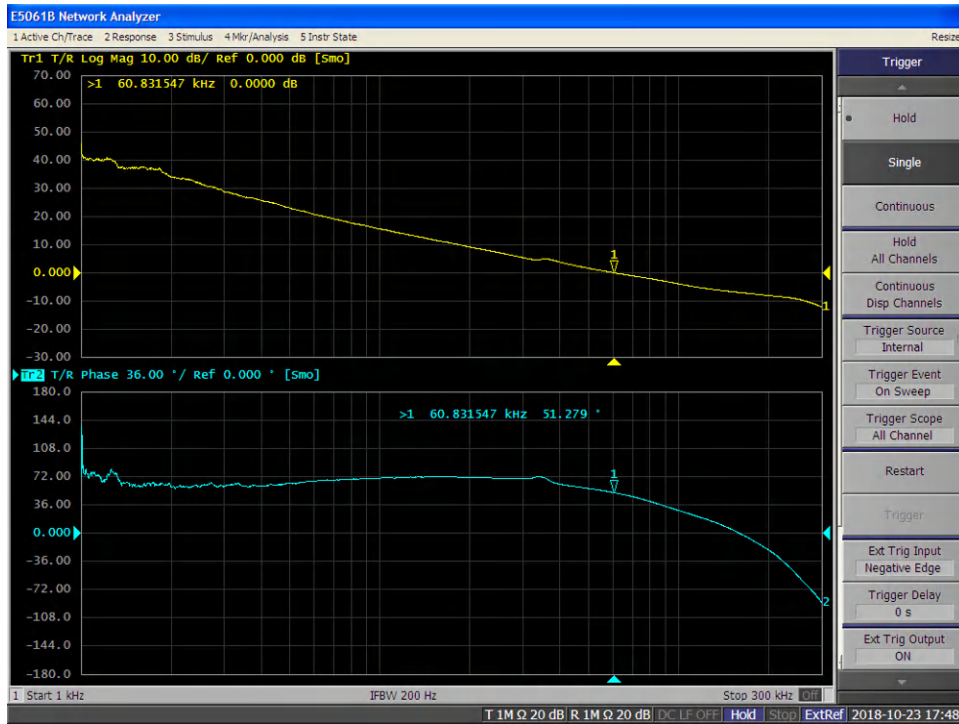


図 3-14. ボード線図: 13.5V_{in}、0.8A の負荷

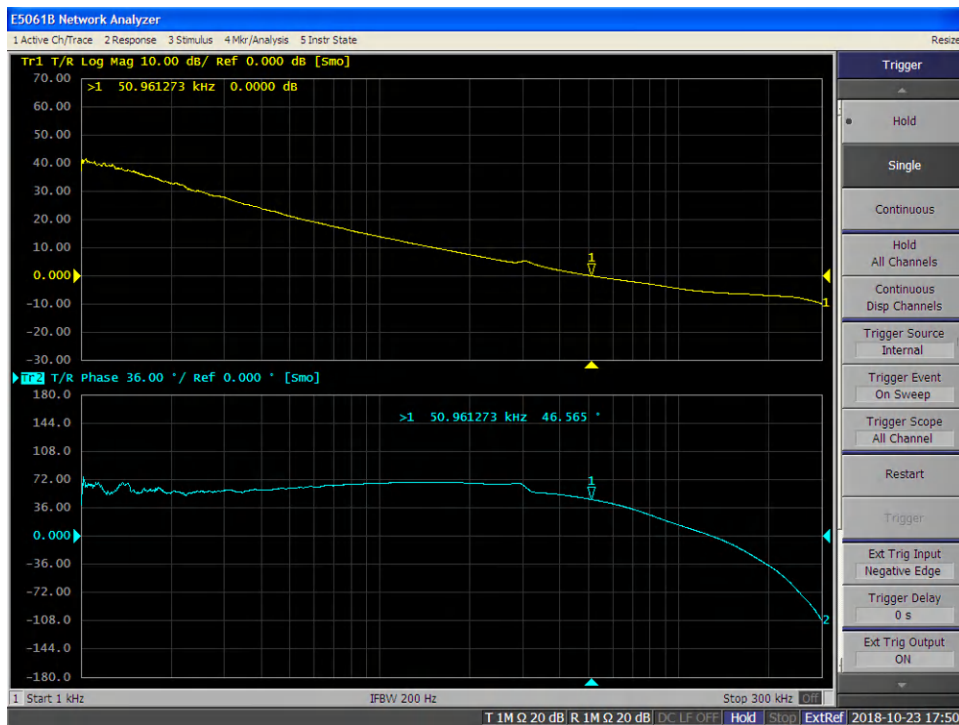


図 3-15. ボード線図: 9V_{in}、0.8A の負荷

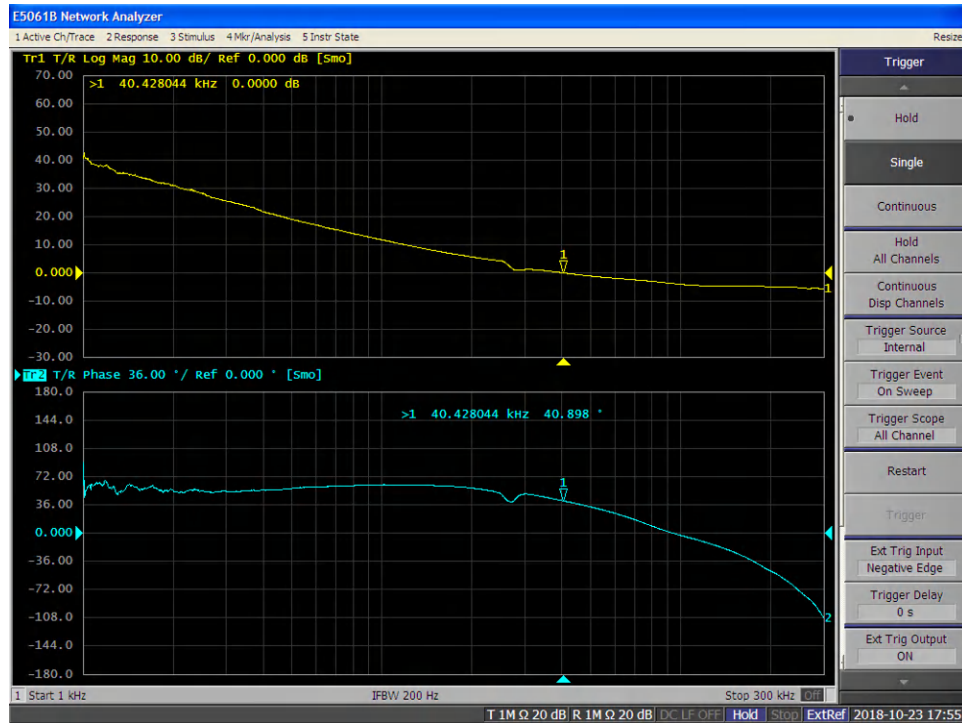


図 3-16. ボード線図: $6V_{in}$ 、 $0.8A$ の負荷

3.2.5 効率

9V および 13.5V の入力電圧に対する SEPIC の効率を、図 3-17 に示します。

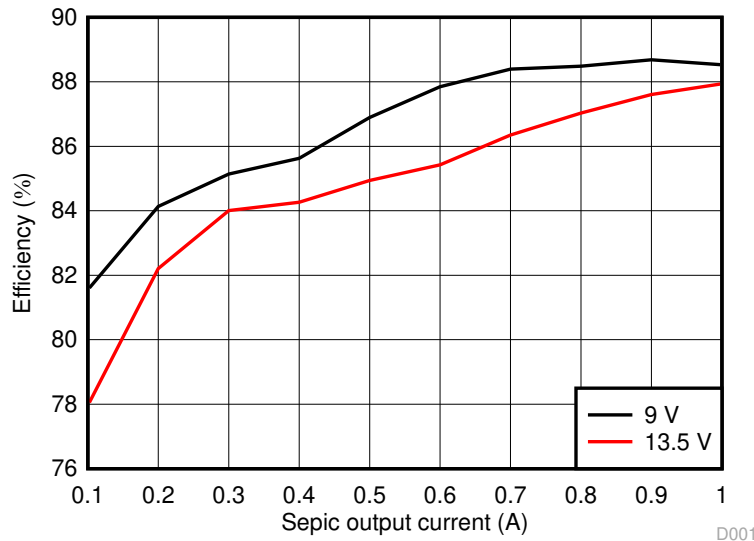


図 3-17. SEPIC 電圧レギュレータの効率

3.2.6 電磁気互換性 (EMC)

このセクションのすべてのテストは、CISPR 25 規格に従って行われています。このテストでは、LED ドライバの PCB がリファレンス・グランド・プレーンの 5cm 上に配置されています。テール・ライト、ストップ・ライト、ウィンカーがイネーブルの状態、この設計は CISPR 25 Class 5 に準拠しています。出力段の部品を覆う金属シールドが取り付けられています。

3.2.6.1 伝導放出

テール・ライト、ストップ・ライト、ウインカーがイネーブルな状態での伝導放出を、[図 3-18](#)と[図 3-19](#)に示します。

- CISPR 25/CISPR 25-IEC 2008-3rd edition - Conducted disturbances on components/modules 5 - Average/
- CISPR 25/CISPR 25-IEC 2008-3rd edition - Conducted disturbances on components/modules 5 - QPeak/
- CISPR 25/CISPR 25-IEC 2008-3rd edition - Conducted disturbances on components/modules 5 - Peak/
- Meas.Peak (Wire + Measure)
- Meas.Avg (Wire + Measure)
- × Average (Average /Lim. Average) (Wire + Measure)

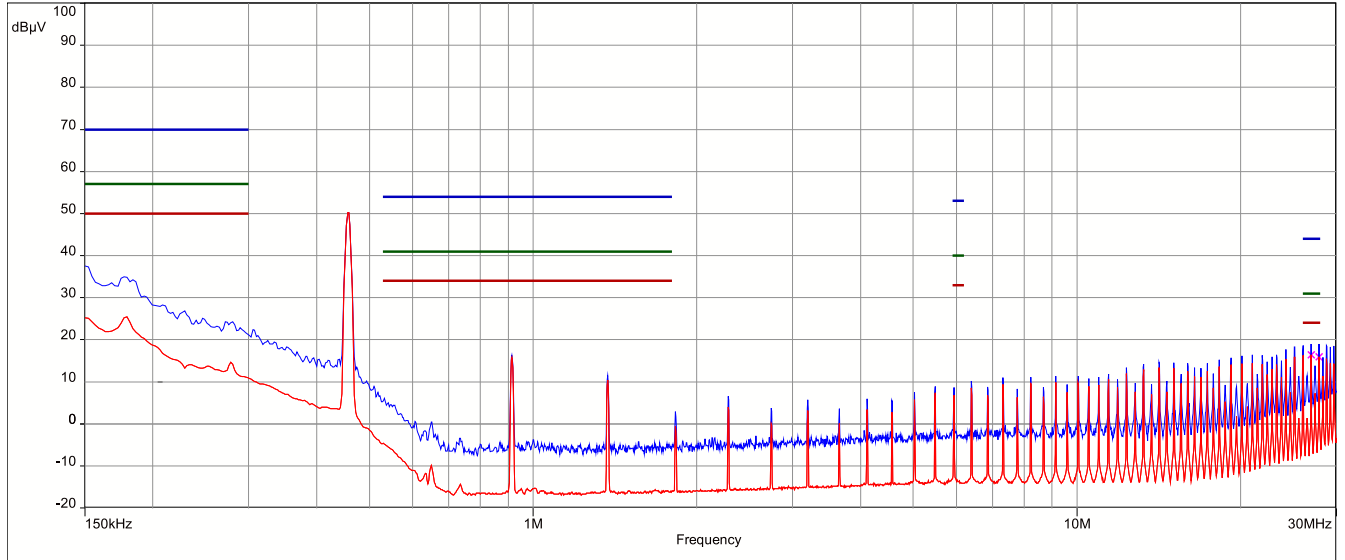


図 3-18. 伝導放出 : 0.15MHz~30MHz:テール・ライト、ストップ・ライト、ウインカーがイネーブルなとき (5.75W)

- CISPR 25/CISPR 25-IEC 2008-3rd edition - Conducted disturbances on components/modules 5 - Average/
- CISPR 25/CISPR 25-IEC 2008-3rd edition - Conducted disturbances on components/modules 5 - QPeak/
- CISPR 25/CISPR 25-IEC 2008-3rd edition - Conducted disturbances on components/modules 5 - Peak/
- Meas.Peak (Wire + Measure)
- Meas.Avg (Wire + Measure)

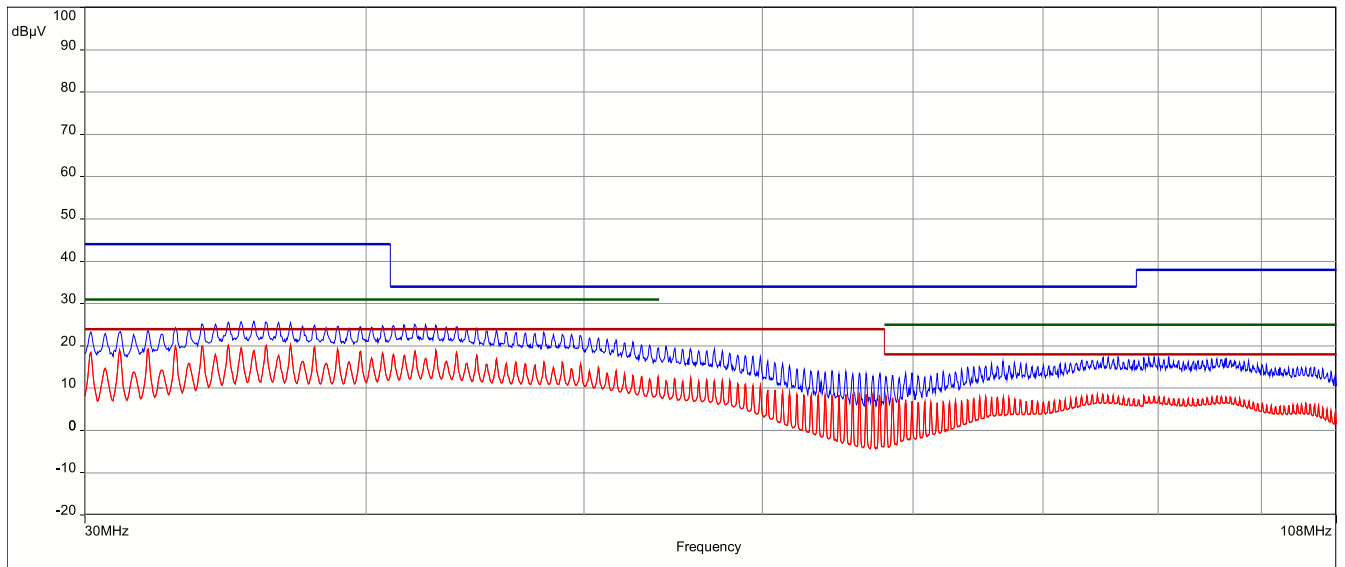


図 3-19. 伝導放出 : 30MHz~108MHz:テール・ライト、ストップ・ライト、ウインカーがイネーブルなとき (5.75W)

テール・ライト、ストップ・ライト、ウィンカー、バックアップ・ライトがイネーブルな状態での伝導放出を、[図 3-20](#) と [図 3-21](#) に示します。

- CISPR 25/CISPR 25-IEC 2008-3rd edition - Conducted disturbances on components/modules 5 - Average/
- CISPR 25/CISPR 25-IEC 2008-3rd edition - Conducted disturbances on components/modules 5 - QPeak/
- CISPR 25/CISPR 25-IEC 2008-3rd edition - Conducted disturbances on components/modules 5 - Peak/
- Meas.Peak (Wire + Measure)
- Meas.Avg (Wire + Measure)
- x Average (Average /Lim. Average) (Wire + Measure)

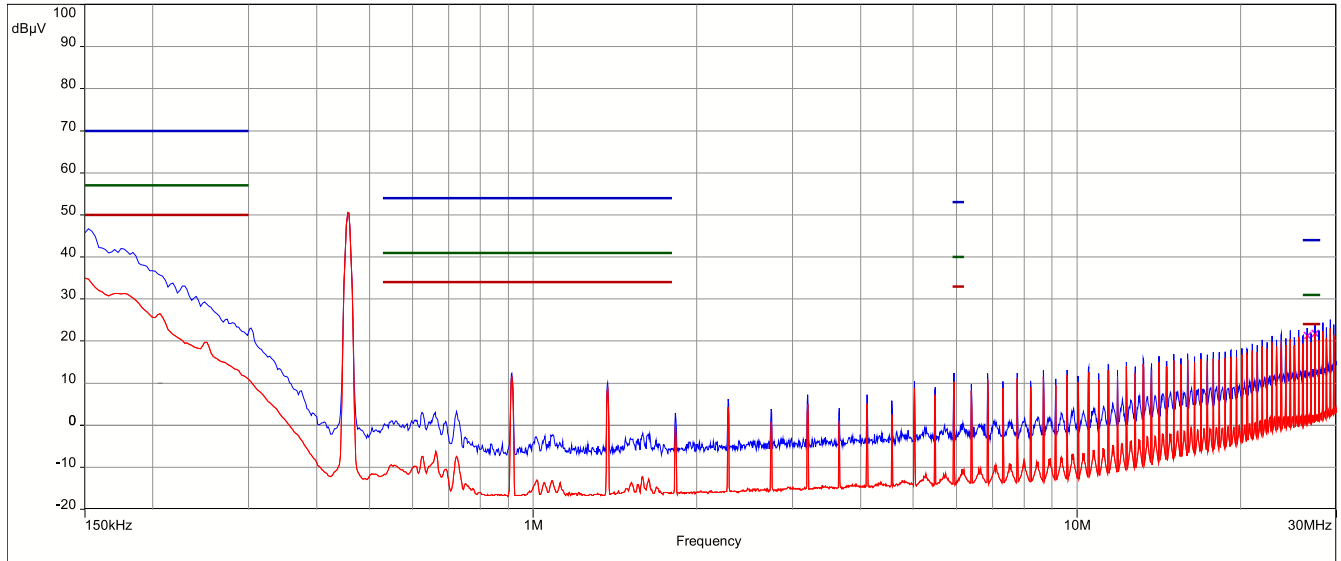


図 3-20. 伝導放出: 0.15MHz~30MHz: テール・ライト、ストップ・ライト、ウィンカー、バックアップ・ライトがイネーブルなとき (8.4W)

- CISPR 25/CISPR 25-IEC 2008-3rd edition - Conducted disturbances on components/modules 5 - Average/
- CISPR 25/CISPR 25-IEC 2008-3rd edition - Conducted disturbances on components/modules 5 - QPeak/
- CISPR 25/CISPR 25-IEC 2008-3rd edition - Conducted disturbances on components/modules 5 - Peak/
- Meas.Peak (Wire + Measure)
- Meas.Avg (Wire + Measure)

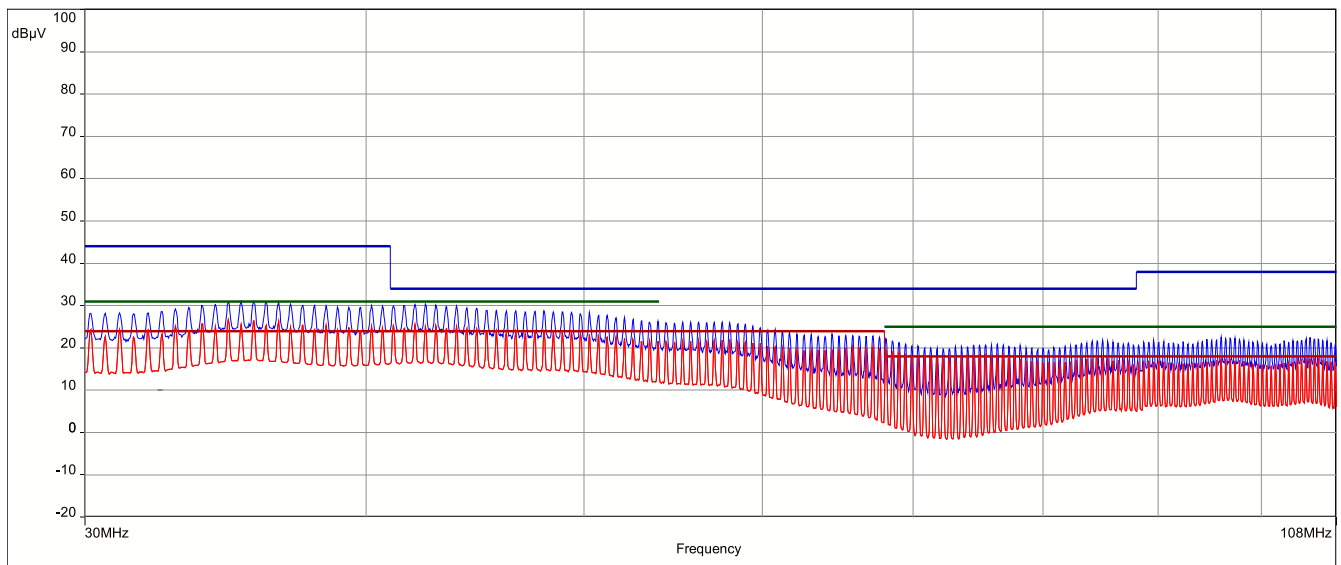


図 3-21. 伝導放出: 30MHz~108MHz: テール・ライト、ストップ・ライト、ウィンカー、バックアップ・ライトがイネーブルなとき (8.4W)

3.2.6.2 放射放出

テール・ライト、ストップ・ライト、ウインカーがイネーブルな状態での放射放出を、[図 3-22](#) と [図 3-23](#) に示します。

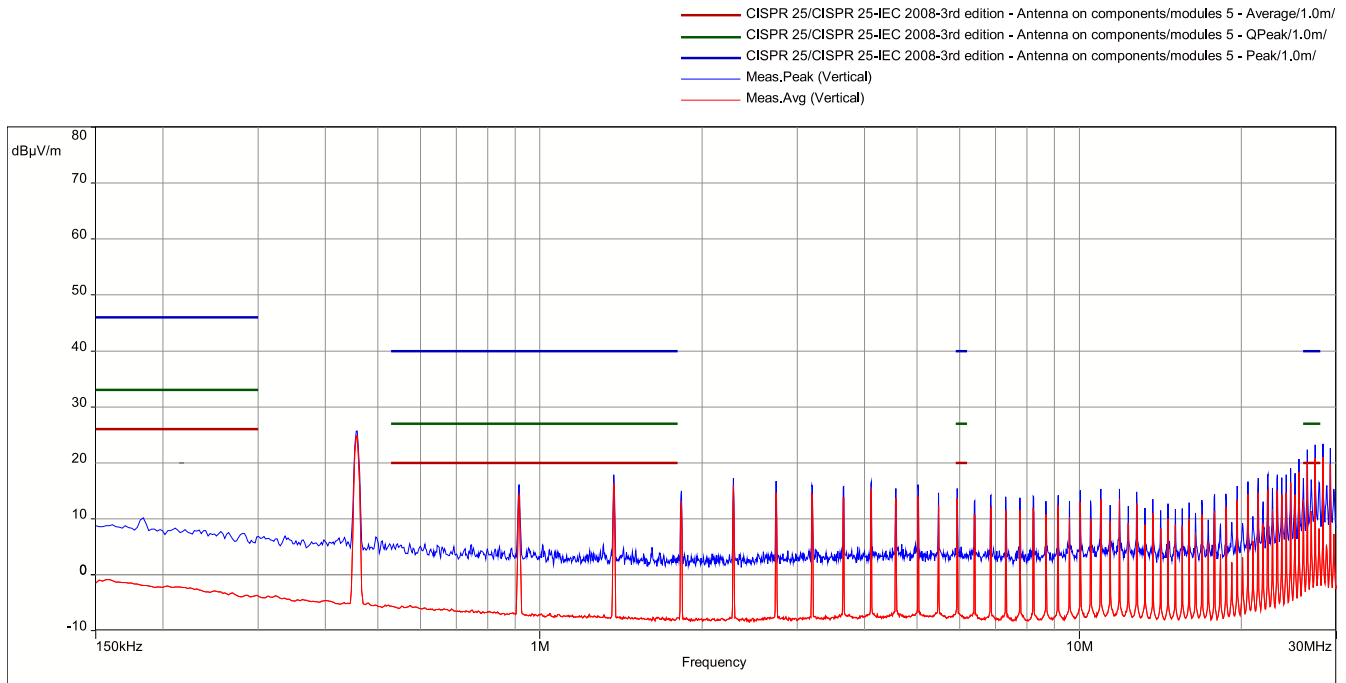


図 3-22. 放射放出 : 0.15MHz~30MHz:テール・ライト、ストップ・ライト、ウインカーがイネーブルなとき (5.75W)

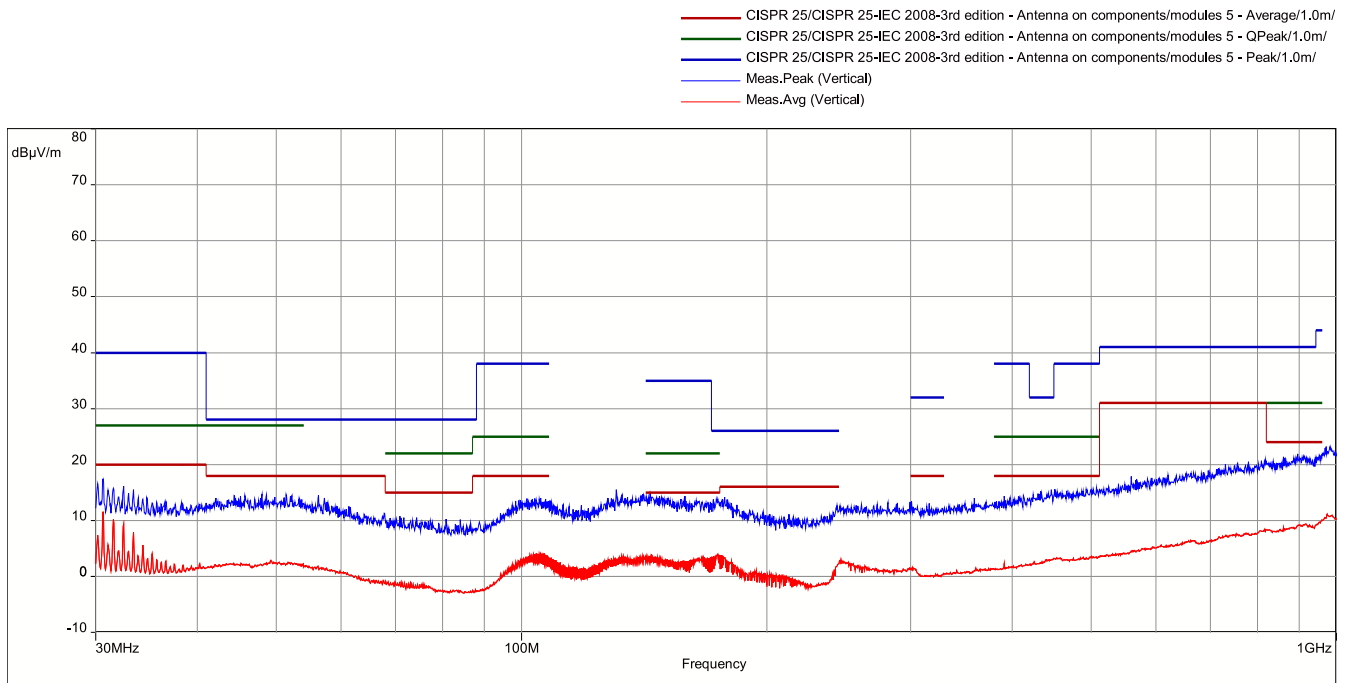


図 3-23. 放射放出 : 30MHz~1GHz:テール・ライト、ストップ・ライト、ウインカーがイネーブルなとき (5.75W)

テール・ライト、ストップ・ライト、ウィンカー、バックアップ・ライトがイネーブルな状態での放射放出を、[図 3-24](#) と [図 3-25](#) に示します。

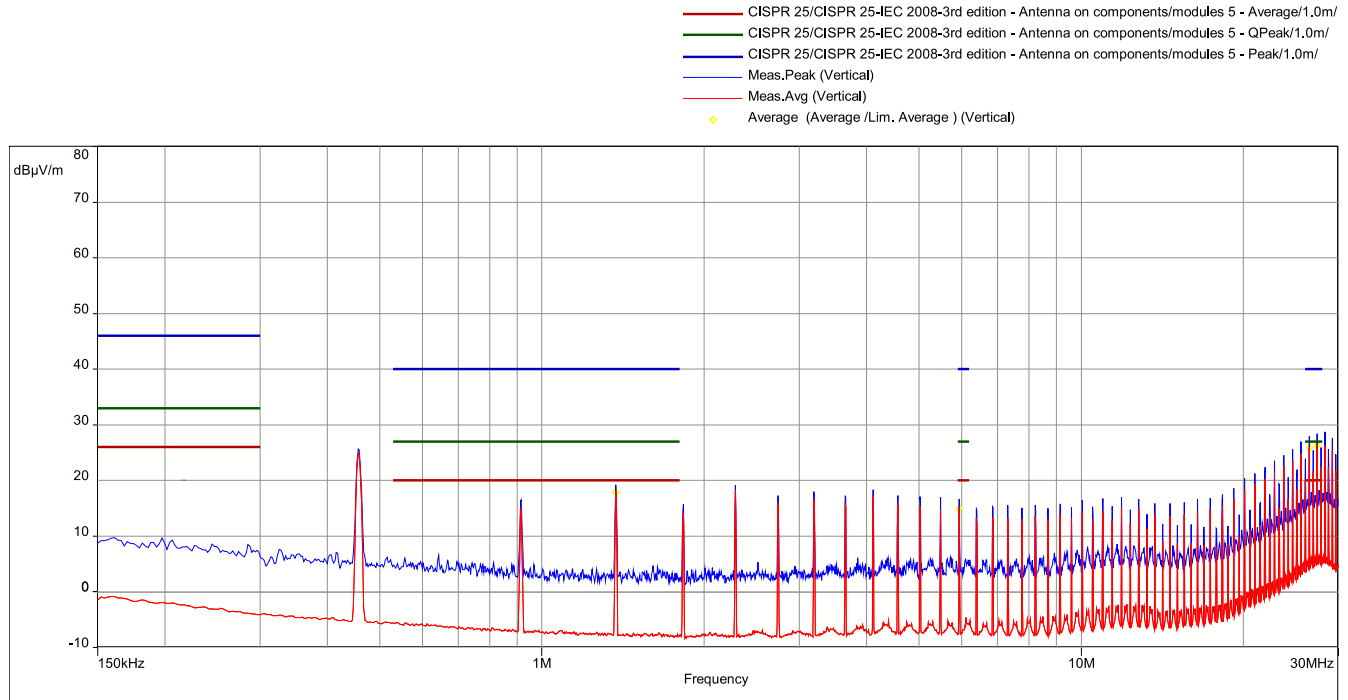


図 3-24. 放射放出: 0.15MHz~30MHz: テール・ライト、ストップ・ライト、ウィンカー、バックアップ・ライトがイネーブルなとき (8.4W)

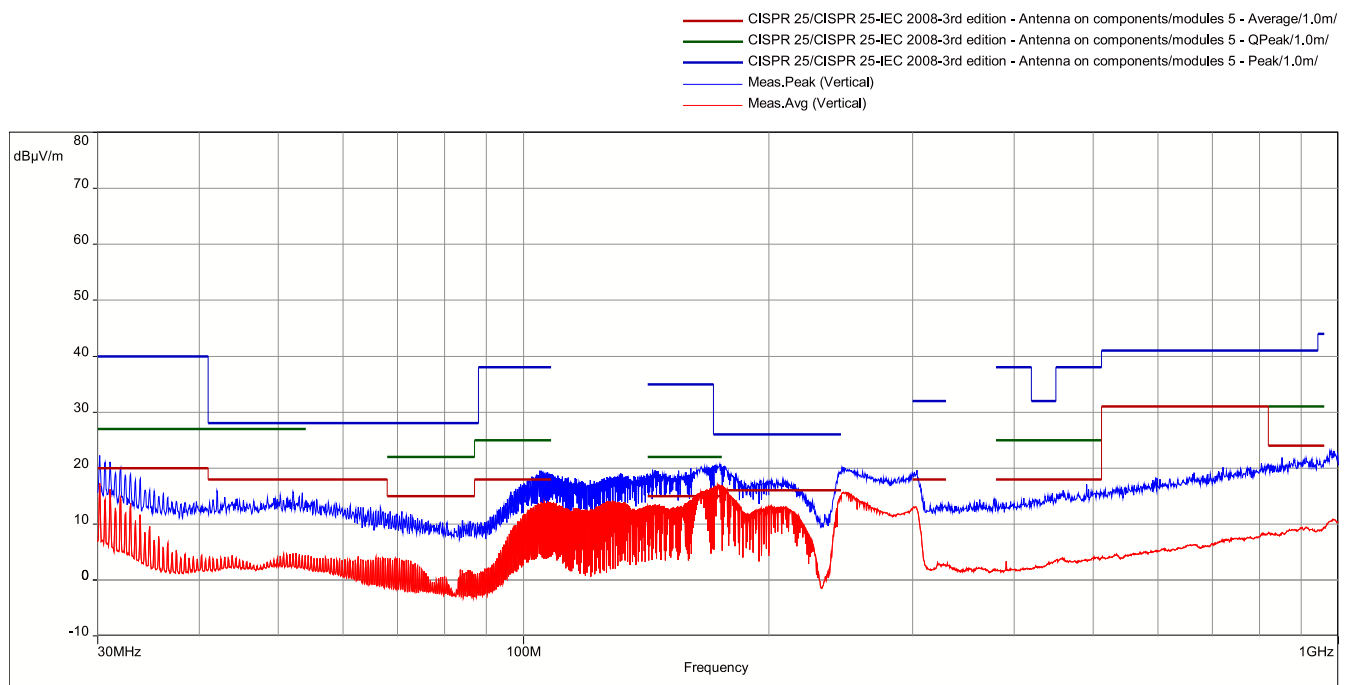


図 3-25. 放射放出: 30MHz~1GHz: テール・ライト、ストップ・ライト、ウィンカー、バックアップ・ライトがイネーブルなとき (8.4W)

3.2.7 熱性能

さまざまな負荷条件に対する熱挙動を、[図 3-26](#) から [図 3-28](#) までに示します。基板全体の熱性能を向上させるには、次の変更を検討します。

- PCB に層を追加する
- PCB のサイズを大きくする
- 銅を厚くする

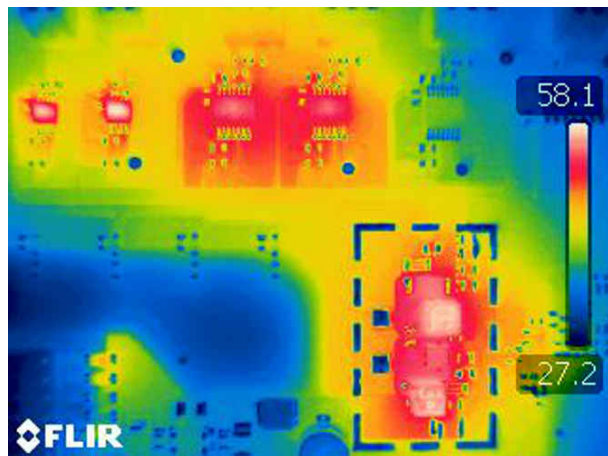


図 3-26. 熱画像:テール・ライトとストップ・ライトがイネーブルなとき (4.25W)

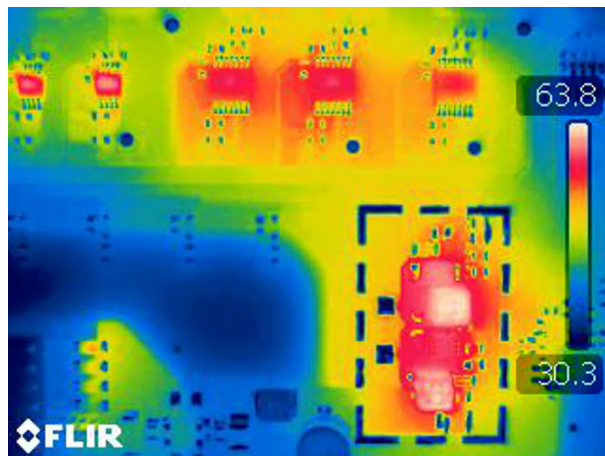


図 3-27. 熱画像:テール・ライト、ストップ・ライト、ウィンカーがイネーブルなとき (5.75W)

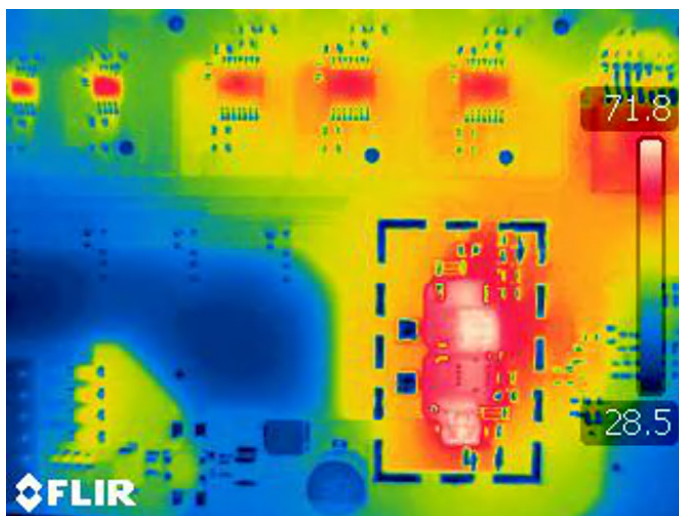


図 3-28. 熱画像:テール・ライト、ストップ・ライト、ウィンカー、バックアップ・ライトがイネーブルなとき (8.4W)

4 設計ファイル

4.1 回路図

回路図をダウンロードするには、[TIDA-020009](#) のデザイン・ファイルを参照してください。

4.2 部品表 (BOM)

部品表 (BOM) をダウンロードするには、[TIDA-020009](#) のデザイン・ファイルを参照してください。

4.3 PCB レイアウトに関する推奨事項

リファレンス・デザインのレイアウトは、デバイスの DS のレイアウト例とガイドラインに従って作成されます。

4.3.1 レイアウトのプリント

レイアウトをダウンロードするには、[TIDA-020009](#) のデザイン・ファイルを参照してください。

4.4 Altium プロジェクト

Altium Designer® のプロジェクト・ファイルをダウンロードするには、[TIDA-020009](#) のデザイン・ファイルを参照してください。

4.5 ガーバー・ファイル

ガーバー・ファイルをダウンロードするには、[TIDA-020009](#) のデザイン・ファイルを参照してください。

4.6 組立図面

組立図面をダウンロードするには、[TIDA-020009](#) のデザイン・ファイルを参照してください。

5 関連資料

1. テキサス・インスツルメンツ、『[LM5155x-Q1 2.2MHz の入力範囲が広い非同期整流昇圧 / SEPIC / フライバック・コントローラ](#)』データシート
2. テキサス・インスツルメンツ、『[TPS92610-Q1 車載用シングル・チャンネル・リニア LED ドライバ](#)』データシート
3. テキサス・インスツルメンツ、『[TPS92611-Q1 車載用シングル・チャンネル・リニア LED ドライバ](#)』データシート
4. テキサス・インスツルメンツ、『[DC-DC コンバータからの伝導 EMI への簡単な対処方法](#)』
5. テキサス・インスツルメンツ、『[DC-DC コンバータでの EMI に関するエンジニア・ガイド \(第 2 部\): ノイズの伝搬とフィルタリング](#)』
6. テキサス・インスツルメンツ、「[パワー・ヒント: R-C スナバを計算する 7 つのステップ](#)」

6 商標

TI E2E™ is a trademark of Texas Instruments.

Altium Designer® is a registered trademark of Altium LLC or its affiliated companies.

すべての商標は、それぞれの所有者に帰属します。

7 著者について

Michael Helmlinger は、車載用ボディ・エレクトロニクスおよびライティング・チームのシステム・エンジニアで、アナログ電源設計に 5 年間の経験があります。ボディ・エレクトロニクスの分野で各種の最終製品、特に車載用照明や、自動車メーカー向けのリファレンス・デザインの製作とテストに取り組んでいます。

8 改訂履歴

Changes from Revision * (November 2018) to Revision A (November 2022)

Page

- | | |
|----------------------------------|---|
| • 文書全体にわたって表、図、相互参照の採番方法を更新..... | 1 |
|----------------------------------|---|

重要なお知らせと免責事項

TI は、技術データと信頼性データ (データシートを含みます)、設計リソース (リファレンス・デザインを含みます)、アプリケーションや設計に関する各種アドバイス、Web ツール、安全性情報、その他のリソースを、欠陥が存在する可能性のある「現状のまま」提供しており、商品性および特定目的に対する適合性の黙示保証、第三者の知的財産権の非侵害保証を含むいかなる保証も、明示的または黙示的にかかわらず拒否します。

これらのリソースは、TI 製品を使用する設計の経験を積んだ開発者への提供を意図したものです。(1) お客様のアプリケーションに適した TI 製品の選定、(2) お客様のアプリケーションの設計、検証、試験、(3) お客様のアプリケーションに該当する各種規格や、その他のあらゆる安全性、セキュリティ、規制、または他の要件への確実な適合に関する責任を、お客様のみが単独で負うものとし、

上記の各種リソースは、予告なく変更される可能性があります。これらのリソースは、リソースで説明されている TI 製品を使用するアプリケーションの開発の目的でのみ、TI はその使用をお客様に許諾します。これらのリソースに関して、他の目的で複製することや掲載することは禁止されています。TI や第三者の知的財産権のライセンスが付与されている訳ではありません。お客様は、これらのリソースを自身で使用した結果発生するあらゆる申し立て、損害、費用、損失、責任について、TI およびその代理人を完全に補償するものとし、TI は一切の責任を拒否します。

TI の製品は、[TI の販売条件](#)、または [ti.com](https://www.ti.com) やかかる TI 製品の関連資料などのいずれかを通じて提供する適用可能な条項の下で提供されています。TI がこれらのリソースを提供することは、適用される TI の保証または他の保証の放棄の拡大や変更を意味するものではありません。

お客様がいかなる追加条項または代替条項を提案した場合でも、TI はそれらに異議を唱え、拒否します。

郵送先住所 : Texas Instruments, Post Office Box 655303, Dallas, Texas 75265
Copyright © 2023, Texas Instruments Incorporated