

アプリケーションノート4369

ポータブルプロジェクタ用6A RGB LEDドライバのリファレンスデザイン

筆者: Anil Baby

要約: この6AステップダウンLEDドライバ用リファレンスデザインは、MAX16821デバイスに基づいています。この回路は1つのLEDを駆動します。このデザインには、回路仕様、回路図、および回路説明/性能が含まれます。

はじめに

これは、ポータブルプロジェクタ用6AステップダウンLEDドライバのリファレンスデザインです。このリファレンスデザインは、PWM HB LEDドライバであるMAX16821に基づいています。この回路は1つのLEDを駆動します。したがって、RGB LEDを駆動するには、3つのMAX16821デバイスが必要です。

LEDドライバ仕様

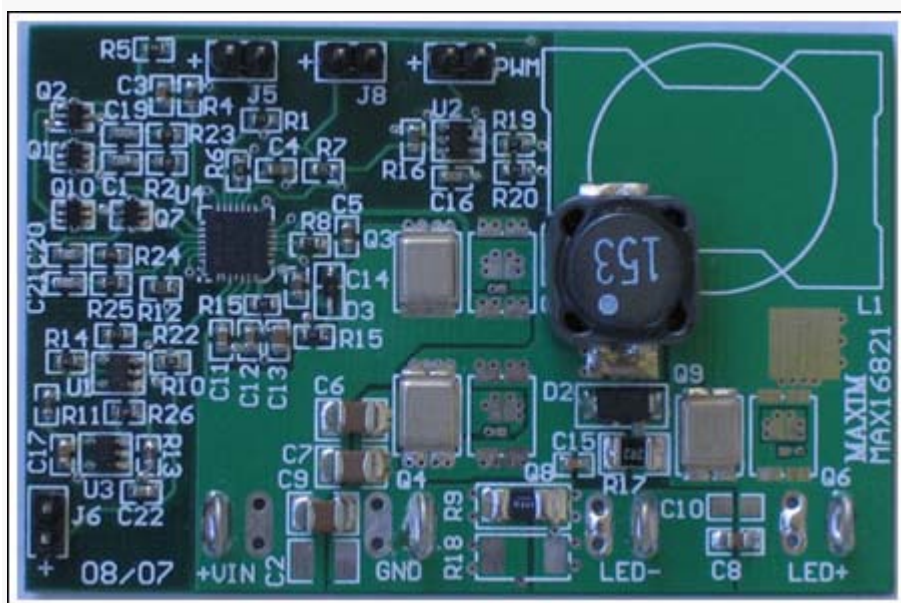
- 入力電源電圧(V_{IN}): 10V~15V
- 出力電圧(V_{LED}): 4.5V~6V
- 出力電流(I_{LED}): 1.5A~6A (アナログ制御付き)
- アナログ制御電圧: 1.1V~2.8V (1.5A~6Aの場合)
- 最大LEDデューティサイクル: 50%
- 最大LED電流立ち上がり/立ち下り時間: 1 μ s以下
- 最大LED電流リップル: 15%以下(6Aの場合)

入力

- V_{IN} (J1およびJ2 V_{IN+} 、J3およびJ4 GND): 10V~15Vの入力電源
- オン/オフ(J8): ドライバをイネーブルするにはオープン状態を維持するか、+5Vを駆動します。ボードをディセーブルするには短絡します。
- PWM入力(J7): 調光PWM入力。3V~5Vの振幅を持つPWM信号を接続します。PWM入力(Q1とQ7)を駆動するには、ソースは300pF負荷で500ns以下の立ち上がり/立ち下り時間を備えている必要があります。出力は1 μ s以内の立ち上がり/立ち下りが可能なため、いずれのPWM時間も1 μ sの3、4倍の値を使用することができます。
- LED電流制御(J6): LED電流調整入力。1.1V~2.8Vを印加し、LED電流を1.5A~5Aに調整します。

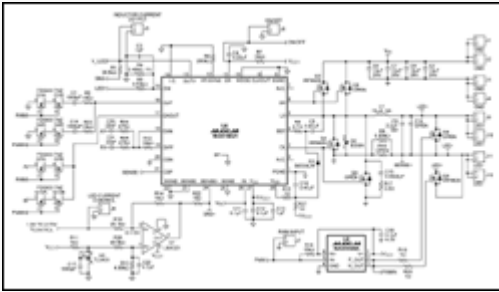
出力

- LED+ (J9、J10): LEDの陽極を接続します。
- LED- (J11、J12): LEDの陰極を接続します。
- インダクタ電流出力(J5): LED電流に比例する信号を供給します。OUTVの電圧は135x R9の両端電圧となります。



[画像の拡大](#)(PDF、2.23MB)

図1. LEDドライバボードはMAX16821を備えています。



[画像の拡大](#)(PDF、2.63MB)

図2. LEDドライバボードの回路図

回路説明

このLEDドライバは、10V～15Vの入力電源電圧をステップダウンし、定電流を4.5V～6Vの順方向電圧を持つLEDに駆動します。PWM HB LEDドライバのMAX16821は、ステップダウンコンバータを実装するために使用されます。平均インダクタ電流がLED電流に等しいため、平均インダクタ電流を制御し、定電流をLEDに駆動することができます。スイッチング周波数はR6 (200kΩ)によって300kHzに設定されます。

2つの制御ループが存在します。内側電流ループは外側電圧ループの出力に基づいてインダクタ電流を制御します。外側電圧ループは、内側電流ループをプログラムし、LED電流を制御します。外側電圧ループは、OUTVピンとU1の出力を監視し、EAOUT信号を生成します。そのEAOUT信号は、内側電流ループを制御し、したがって、インダクタ電流を制御します。

アナログLED電流制御

オペアンプU1が1.1V～2.8Vのアナログ入力を取り込み、MAX16821のSENSE+入力を駆動して、1.5A～6AのLED電流を調整します。6AがLEDに駆動されると、リファレンス電圧とU1に接続された抵抗分圧器はU1の出力に約20mV (ワーストケース V_{OL} より高い)を生成します。アナログ制御入力の2.8Vの電圧がこの出力電圧を生成します。LED電流が6Aに到達すると、R1とR22で構成する抵抗分圧器は、OUTVの電流検出信号の一部分をU1の出力に加算します。R1とR22は、SENSE+入りに100mV外側ループリファレンスに等しい電圧を生成します。OUTV信号が、R9およびR18間の電流検出信号を135V/Vで増幅したものであることに注意してください。アナログ制御入力の電圧が2.8Vから下がると、U1の出力は20mVから直線的に上がります。U1出力の電圧が上がると、SENSE+入力はより小さいLED電流に向けて100mVまで上がります。アナログ制御入力が約1.1Vに下がると、U1の出力は80mVまで上がり、LED電流は1.5Aに下がります。

PWM調光

PWMのオフ期間、LED出力の両端に接続されたMOSFET Q9がターンオンされ、LEDを短絡します。Q1のターンオン時間(このデザインでは1μsよりはるかに短い)に応じて、LED電流はゼロまで下がります。PWMのオフ期間、インダクタ電流が維持されます。Q1はターンオフされ、インダクタ電流は、PWMオンの開始時に出力コンデンサを充電します。出力電圧がLEDのカットイン電圧に到達したら、LED電流が立ち上がり始めます。LED電流が0Aから完全値まで立ち上がるのに必要な時間は、インダクタ電流、出力コンデンサの値、およびカットインからフル電流までのLED順方向電圧の変化など、複数の要因によって決まります。このリファレンスデザインは、LED電流が6Aに設定された場合にのみ、1μs以下のLEDターンオン時間の仕様に適合します。インダクタンス値を大きくし、出力容量を小さくすると、より小さい電流でLEDの高速ターンオンを達成することができます。

フィードバック補償

抵抗器R2とR23は、高周波数電流ループ利得を制限して、低調波振動を補償します。クロスオーバー周波数よりはるか下で電流ループ伝達関数にゼロが挿入されると、低周波数で十分な利得を保証し、小さい誤差でインダクタ電流のセリングが可能になります。このゼロはC1とC19を使用して追加されます。Q1とQ2は、PWMのオフとオン期間の補償のため代替RCネットワークを接続します。このデザインは、C1とC19の電荷を維持しており、PWMに超高速で応答させることができます。

インダクタ電流はダイレクトに測定されるため、ドライバ回路の伝達関数には出力極がありません。したがって、外側電圧ループは、考慮された周波数範囲内で唯一の極を導く電圧エラーアンプを備えた単極システムに縮小されます。C21とC22は外側ループのクロスオーバー周波数を電流ループクロスオーバー周波数の10分の1まで低減し、2つのフィードバックループ間のあらゆる相互作用を回避します。Q7とQ10は、補償コンデンサの電荷を保持し、PWMパルスが状態を変化させると瞬時に電圧エラーアンプ出力が必要な値に切り替えるのを可能にします。抵抗器R24とR25は、Q7とQ10が状態を変化させたときの電荷の注入/流出に起因するC21とC22の充電/放電を防止するために使用されます。

LED電流の立上り/立下り時間

このデザインでは、6AのLED電流でPWM時に1μs以内の立上り/立下りを行うLED電流が必要です。これは、小型出力フィルタコンデンサ、およびLED電流の最大リップル仕様を満たすより高い値のインダクタによって可能になります。PWMのオフ期間、Q9はターンオンされ、プログラムされたインダクタ電流を局所的に循環させます。LED電流が6Aに設定されると、インダクタ電流はMAX16821によって6Aにレギュレートされます。出力が再びターンオンされると、インダクタ電流は出力コンデンサC8を充電します。C8が充電されるレートは、LED電流の立上り時間を決定します。C8の値はこれに基づいて計算されます。Q9がC8を超高速で放電するため、LED電流の立下り時間は1μsよりはるかに短い時間になります。

回路の波形

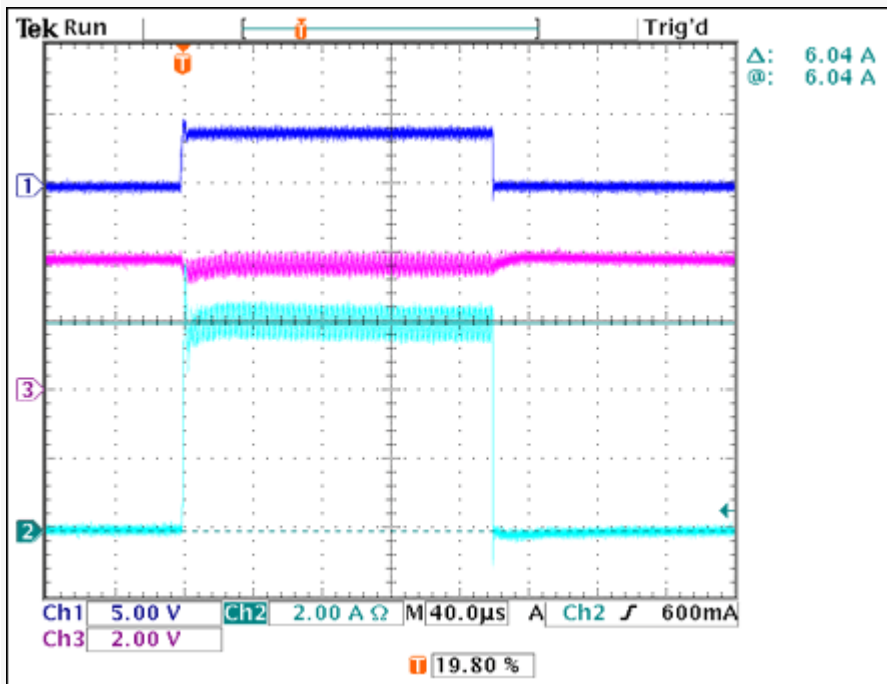


図3. リファレンスデザインの試験データ：LED電圧(CH1)、LED電流(CH2)、およびOUTV電圧(CH3)を示しています。

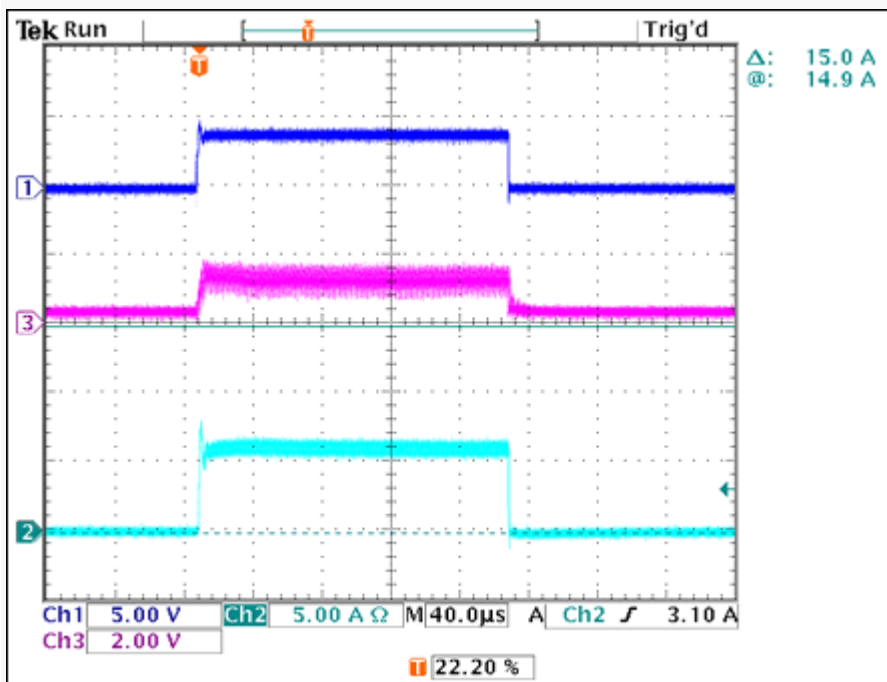


図4. 試験データ：LED電圧(CH1)、LED電流(CH2)、およびCLP電圧(CH3)を示しています。

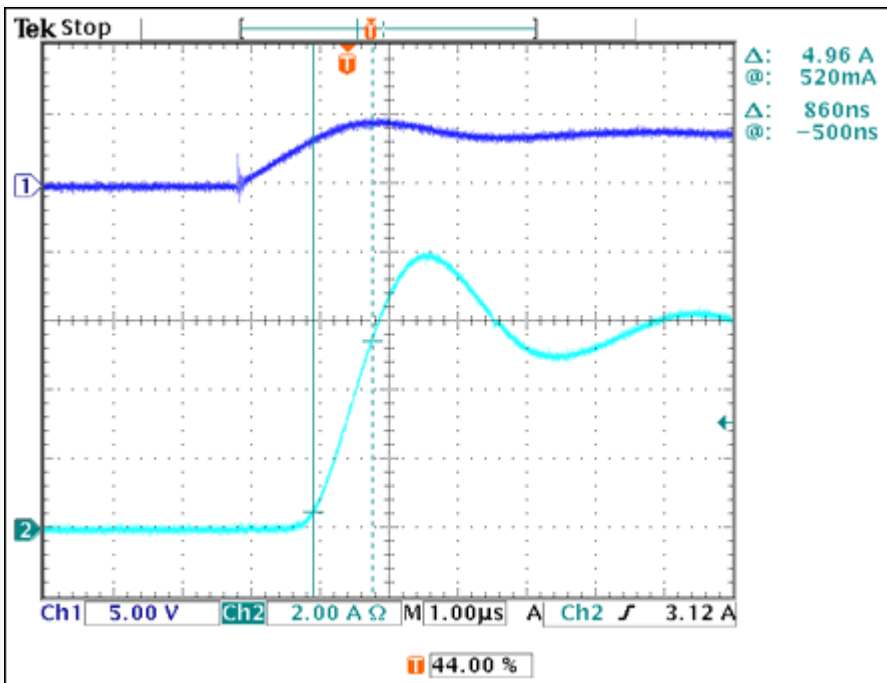


図5. 試験データ：LED電圧(CH1)およびLED電流(CH2)の立上り時間

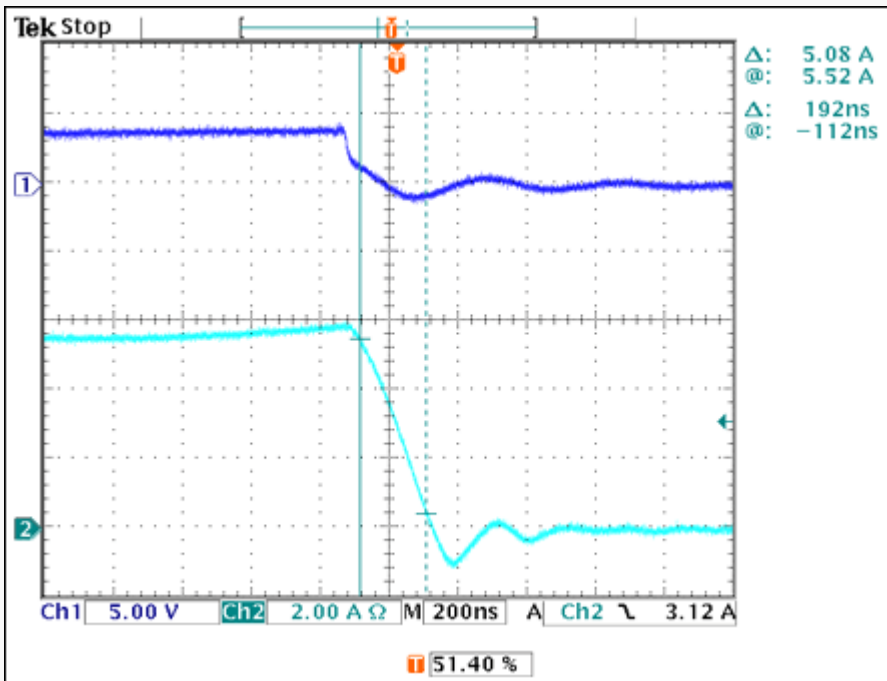


図6. 試験データ：LED電圧(CH1)およびLED電流(CH2)の立下り時間

試験パラメータ

温度測定値

- V_{IN} : 10V
- I_{OUT} : 6A
- T_A : 25°C
- ボード温度 : +50°C
- Q3、Q4、およびQ9ケース : +52°C
- U1トップ : +47.5°C
- L1コア温度 : +75°C (L1は5.8Aで周囲温度上昇40°Cに定格)

電源投入手順

- 0~20V、5A電源(PS1)を V_{IN+} とGNDに接続します。
- 0~5V電源(PS2)をJ6 ($V_{CONTROL}$)に接続します。
- インダクタンスを削減するために、できる限り短いリード線を使って、定格6A以上のLEDをLED+とLED-に接続します。リード線を長くする必要がある場合、ツイストペア線を使用することができます。
- J5とJ8はオープンにします。
- PS2をターンオンし、1.1Vを印加します。

- PS1を徐々に10Vまで上げます。LEDが1.5Aの連続電流でターンオンされます。
- 3V～5V振幅の30%デューティサイクルパルス PWMに接続します。PWM信号によって、LED電流がターンオン/ターンオフします。
- PS2を1.1Vから2.8Vに上げます。PWMのオン期間、LED電流は1.5Aから6Aまで上昇します。

関連製品

MAX16821: [クイックビュー](#) -- [フルデータシート\(PDF\)](#) -- [無料サンプル](#)

自動アップデート

お客様が関心のある分野でアプリケーションノートが新規に掲載された際に自動通知Eメールの受信を希望する場合は、[EE-Mail™](#)にご登録ください。

アプリケーションノート4369: japan.maxim-ic.com/an4369

その他の情報

テクニカルサポート: japan.maxim-ic.com/support

サンプル請求: japan.maxim-ic.com/samples

その他の質問およびコメント: japan.maxim-ic.com/contact

AN4369, AN 4369, APP4369, Appnote4369, Appnote 4369

Copyright © by Maxim Integrated Products

法的小知らせ: japan.maxim-ic.com/legal